



Uniwersytet Rzeszowski
Collegium Medicum
Wydział Nauk o Kulturze Fizycznej

Rozprawa doktorska
w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu,
w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej

UWARUNKOWANIA MORFOFUNKCJONALNE
UKOŃCZENIA ETAPU TERENOWEGO SELEKCJI
DO JEDNOSTEK WOJSK SPECJALNYCH

MGR INŻ. GRZEGORZ KRAWCZYK

Promotor:
dr hab. inż. Krzysztof Przednowek, prof. UR

Rzeszów 2025

Spis treści

Wykaz skrótów	2
Wstęp	6
1. Wprowadzenie teoretyczne	8
1.1. Charakterystyka Wojsk Specjalnych	8
1.2. Charakterystyka polskich Jednostek Wojsk Specjalnych.	13
1.3. Budowa i skład ciała żołnierzy	20
1.4. Sprawność motoryczna i psychomotoryczna żołnierzy	22
2. Cel pracy i pytania badawcze	33
2.1. Cel pracy	33
2.2. Pytania badawcze	33
3. Materiał i metody badań	34
3.1. Charakterystyka grupy badanej	34
3.2. Metody badawcze	34
3.3. Metody statystyczne	39
4. Wyniki badań	42
4.1. Analiza parametrów antropometrycznych.	42
4.2. Analiza zdolności motorycznych.	46
4.3. Analiza zdolności psychomotorycznych.	59
4.4. Modelowanie ukończenia etapu terenowego selekcji z użyciem regresji logistycznej.	67
5. Dyskusja	71
6. Wnioski	90
7. Piśmiennictwo	92
Spis rycin	106
Spis tabel	107
Streszczenie	110
Abstract	111
Załączniki	112

Wykaz skrótów

Tabela 1: Wykaz stosowanych skrótów

Skrót	Angielskie rozwinięcie	Polskie znaczenie
1st SFOD-D	1st Special Forces Operational Detachment-Delta	Amerykańska jednostka misji specjalnych „Delta”
ACFT	Army Combat Fitness Test	Amerykański test sprawności bojowej
BRC	Basic Reconnaissance Course	Podstawowy Kurs Rozpoznania
BFT	Basic Fitness Test	Podstawowy sprawdzian sprawności fizycznej stosowany w armii niemieckiej
BMI	Body Mass Index	Wskaźnik masy ciała
CI	Confidence Interval	Poziom ufności
CHORT	Choice Reaction Time Test	Test czasu reakcji z wyborem
CMJ	Countermovement Jump	Wyskok z kontrruchem
COP	Center of Pressure	Środek nacisku
CSzWS		Centrum Szkolenia Wojsk Specjalnych
CT	Counterterrorism	Przeciwdziałanie terroryzmowi
DA	Direct Action	Akcje bezpośrednie
ETAP	Eagle Tactical Athlete Program	Amerykański program treningowy
ECW	Extracellular Water	Woda zewnątrzkomórkowa
ETS		Etap terenowy selekcji
FATP	Fat percentage	Procentowa zawartość tkanki tłuszczowej
FATM	Fat mass	Waga tkanki tłuszczowej
FCRT	Four Choice Reaction Time	Czteropolowy test reakcji wybiórczej
FBI	Federal Bureau of Investigation	Federalne Biuro Śledcze
FFM	Free fat mass	Beztłuszczowa masa ciała
FORCE	Fitness for Operational Requirements of Canadian Armed Forces Employment Evaluation	Kanadyjski test sprawności operacyjnej
FSSO	Full Spectrum Special Operations	Pełne spektrum operacji specjalnych
HECOR	Hand-Eye Coordination Test	Test koordynacji wzrokowo-ruchowej
HR	Heart Rate	Częstość rytmu serca
HRO	Hostage Rescue Operation	Operacja Uwalniania Zakładników
ICW	Intracellular Water	Woda wewnątrzkomórkowa
IMTP	Isometric Mid-Thigh Pull	Izometryczny pomiar siły kończyn dolnych
IMP	Impedance	Opór elektryczny
JW		Jednostka Wojskowa

Skrót	Angielskie rozwinięcie	Polskie znaczenie
JWA		Jednostka Wojskowa AGAT
JWF		Jednostka Wojskowa „Formoza”
JWG		Jednostka Wojskowa GROM
JWK		Jednostka Wojskowa Komandosów
JWN		Jednostka Wojskowa NIL
JTF 2	Joint Task Forces 2	Kanadyjska jednostka misji specjalnych
KDS		Kurs Działań Specjalnych
KP		Kurs Podstawowy
MA	Military Assistance	Wsparcie militarne
MARSOC	United States Marine Forces Special Operations Command	Amerykańskie dowództwo wojsk specjalnych korpusu piechoty morskiej
MBFT	Military Basic Fitness Tool)	Wojskowy podstawowy sprawdzian funkcjonalny
MON		Ministerstwo Obrony Narodowej
MT	Motor Time	Czas motoryki
NATO	North Atlantic Treaty Organization	Organizacja Traktatu Północnoatlantyckiego
OR	Odds Ratio	Iloraz szans
PAMT	Perception–Anticipation Movement Test	Test ruchu percepcyjno – antycypacyjnego
PAP	Peak Anaerobic Power	Szczytowa moc beztlenowa
PEH	Re-exercise hypohydration	Niskie nawodnienie przed wysiłkiem
PJOS		Powietrzna Jednostka Operacji Specjalnych
PMM	Predicted muscle mass	Przewidywana masa mięśniowa
PUT	Pop-Up Test	Test uwagi wzrokowej
PSS		Próba Sprawności Specjalnej
RER	Respiratory Exchange Ratio	Współczynnik wymiany oddechowej
RAST	Running based Anaerobic Sprint Test	Biegowy test beztlenowy
RFD	Rate of Force Development	Tempo narastania siły
RFT	Role Fitness Test	Brytyjskie test funkcjonalny
RT	Reaction Time	Czas reakcji
SAS	Special Air Service	Brytyjska jednostka operacji specjalnych
SERE	Survival, Evasion, Resistance, Escape	Przetrwanie, Unikanie, Oporność, Ucieczka
SIRT	Simple Reaction Time Test	Test czasu reakcji prostej
SFAS	Special Forces Assesment and Selection	Ocena i selekcja do sił specjalnych
SJ	Squat Jump	Skok z przysiadu (SJ)
SMU	Special Mission Unit	Jednostka Misji Specjalnych
SOB	Special Operations Battalion	Batalion Operacji Specjalnych
SOF	Special Operations Forces	Siły Operacji Specjalnych
SO	Special Operations	Operacje Specjalne
SR	Special Reconnaissance	Rozpoznanie Specjalne
SPANT	Spatial Anticipation Test	Test antycypacji przestrzennej
SWAT	Special Weapons and Tactics	Amerykańska jednostka specjalna policji

Skrót	Angielskie rozwinięcie	Polskie znaczenie
SBS	Special Boat Service	Brytyjska morską jednostką misji specjalnych
TATP	Tactical Athlete Training Program	Program treningowy dla taktycznych sportowców
TBW	Total Body Water	Całkowita zawartość wody w organizmie
THOR3	Tactical Human Optimization, Rapid Rehabilitation and Reintegration	Amerykański program treningowy dla WS
UNIFIL	United Nations Interim Force in Lebanon	Tymczasowe Siły Zbrojne Organizacji Narodów Zjednoczonych w Libanie
UKSF	United Kingdom Special Forces	Brytyjskie Wojska Specjalne
VE	Minute Ventilation	Wentylacja minutowa
VTS	Vienna Visual Test	Wiedeński test spostrzegania wzrokowego
VO₂	Oxygen Uptake	Pobór tlenu
VO₂max	Maximal Oxygen Uptake	Maksymalny pułap tlenowy
VO₂LT	Oxygen Uptake at lactate threshold	Pułap tlenowy na poziomie progu mleczanowego
VUCA	Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity	Zmienność, Niepewność, Złożoność, Niejednoznaczność

Wstęp

Siły Zbrojne Rzeczypospolitej Polskiej służą ochronie niepodległości państwa i niepodzielności jego terytorium. Zapewniają bezpieczeństwo i nienaruszalność jego granic. Jako podstawowy element systemu obronnego państwa uczestniczą w realizacji polityki bezpieczeństwa i polityki obronnej. Współczesne pole walki charakteryzuje się wysoką dynamiką, złożonością i nieprzewidywalnością, co stawia przed żołnierzami Sił Zbrojnych szczególne wymagania zarówno w wymiarze fizycznym, jak i psychicznym. Skuteczność operacyjna w warunkach działań bojowych, zdolność szybkiej adaptacji do zmieniającej się sytuacji, a tym samym szanse przeżycia zależą w dużej mierze od poziomu sprawności motorycznej i psychomotorycznej, a także od cech morfologicznych żołnierza. Szczególnie istotne jest to w przypadku żołnierzy Jednostek Wojsk Specjalnych (JWS), którzy wykonują zadania wymagające najwyższej odporności na obciążenia fizyczne, psychiczne i środowiskowe. Żołnierze JWS są coraz częściej określani mianem „sportowców taktycznych” (ang. tactical athletes), ponieważ charakter ich służby zbliżony jest do wymagań stawianych sportowcom wyczynowym – z tą różnicą, że funkcjonują oni w warunkach permanentnej gotowości operacyjnej, bez okresów roztrenowania.

Selekcja do Jednostek Wojsk Specjalnych jest procesem wyjątkowo wymagającym i wieloetapowym, obejmującym zarówno ocenę sprawności fizycznej, jak i profilu psychologicznego oraz odporności psychofizycznej kandydatów. Jednakże wciąż istnieje ograniczona liczba badań naukowych analizujących w sposób całościowy cechy morfologiczne, motoryczne i psychomotoryczne kandydatów do JWS oraz ich wpływ na wyniki procesu selekcyjnego. Brakuje również precyzyjnych danych pozwalających wskazać, które z parametrów mogą pełnić rolę predyktorów sukcesu w selekcji, a tym samym wspierać proces naboru i późniejszego szkolenia żołnierzy. Podjęta w pracy analiza miała na celu ocenę wybranych cech morfologicznych, motorycznych i psychomotorycznych kandydatów do Jednostek Wojsk Specjalnych oraz określenie ich znaczenia dla wyniku procesu selekcji. Szczególny nacisk położono na analizę etapu terenowego selekcji (ETS), który w największym stopniu weryfikuje przygotowanie fizyczne i psychiczne kandydatów. Wyniki badań mogą stanowić podstawę do doskonalenia procesu selekcji, optymalizacji przygotowania kandydatów oraz zwiększania efektywności szkolenia wojsk specjalnych.

Praca została podzielona na sześć głównych części. Rozdział pierwszy zawiera wprowadzenie teoretyczne obejmujące charakterystykę Wojsk Specjalnych, opis

polskich JWS oraz analizę zagadnień sprawności motorycznej i psychomotorycznej żołnierzy. Rozdział drugi przedstawia cel pracy oraz pytania badawcze, które wyznaczają kierunek przeprowadzonych analiz. Rozdział trzeci opisuje materiał i metody badań, w tym charakterystykę grupy badanej, zastosowane metody pomiarowe oraz procedury statystyczne. Rozdział czwarty prezentuje wyniki badań – analizę parametrów antropometrycznych, motorycznych i psychomotorycznych kandydatów oraz modelowanie kryteriów ukończenia pozytywnego procesu selekcji z użyciem regresji logistycznej. Rozdział piąty obejmuje dyskusję uzyskanych wyników w odniesieniu do literatury przedmiotu, a rozdział szósty zawiera końcowe wnioski płynące z przeprowadzonych badań oraz ich implikacje do praktyki.

1. Wprowadzenie teoretyczne

1.1. Charakterystyka Wojsk Specjalnych

Wojna we współczesnym świecie może być prowadzona w pięciu domenach operacyjnych: lądowej, morskiej, powietrznej, kosmicznej oraz cybernetycznej. W zależności od położenia geograficznego, zaawansowania technologicznego oraz aspiracji geopolitycznych danego państwa armia może składać się z takich wyspecjalizowanych rodzajów sił zbrojnych, których zdolności pozwalają na skuteczne działanie w części lub we wszystkich domenach operacyjnych, tj. Wojsk Lądowych, Marynarki Wojennej, Sił Powietrznych, Wojsk Kosmicznych oraz Wojsk Cyberprzestrzeni. Natomiast Wojska Specjalne (ang. Special Operations Forces – SOF) ze względu na swój charakter, zdolności oraz potencjał do działania w każdej domenie operacyjnej można nazwać wspólnym mianownikiem Sił Zbrojnych.

Wojska Specjalne są szczególnym rodzajem sił zbrojnych, stworzonym do swobodnego operowania w środowisku VUCA (Uczelnia Wojskowa United States Army War College wprowadziła koncepcję VUCA, aby opisać bardziej niestabilny, niepewny, złożony i niejednoznaczny świat, postrzegany jako wynik końca zimnej wojny; akronim z ang. oznacza *Volatility* – zmienność, *Uncertainty* – niepewność, *Complexity* – złożoność i *Ambiguity* – niejednoznaczność).

Wojska Specjalne tworzą elitarne jednostki wojskowe, które zostały specjalnie stworzone w celu wykonywania skomplikowanych zadań w zmieniającym się środowisku strategicznym. Uzupełniają one możliwości lądowe, powietrzne, morskie, cybernetyczne i kosmiczne armii oraz stanowią niezbędny element operacji wielodomenowych. Są w szczególności kierowane do zadań o potencjalnym wysokim ryzyku operacji oraz wymagających szczególnej dyskrekcji działania.

Jednostki Wojsk Specjalnych (JWS, ang. SOF Unit) to małe, specjalnie zorganizowane, bardzo dobrze wyszkolone oraz odpowiednio wyposażone pododdziały lub oddziały wojskowe przeznaczone do wykonywania operacji specjalnych (ang. Special Operations – SO) (NSA 2013).

Raport NATO Special Operations Forces in Modern Security Environment stwierdza, że niewielkie rozmiarem i wysoce wyspecjalizowane JWS mogą być postrzegane jako precyzyjny instrument, którym dysponują państwa narodowe dążące do przeprowadzenia wielu trudnych zadań w coraz bardziej wymagającym środowisku operacyjnym i nie tylko (Moon 2018). Pomimo że rola i zadania JWS często różnią się w zależności od państwa, mają one kilka wspólnych cech, takich jak: unikalność, kreatywność, zdolność adaptacji, elastyczność i wytrwałość. Takim formacjom przypisuje się bardzo często rolę innowatora w zakresie technik

i taktyk, gdyż wykazują się dużym wyczuciem improwizacji, a stosowane praktyki w takich jednostkach często są wprowadzane jako standardowe procedury operacyjne w późniejszym czasie do wojsk konwencjonalnych.

Operacje wojskowe przeprowadzane przez JWS wykonywane są za pomocą niestandardowych dla jednostek konwencjonalnych technik, taktyk i procedur operacyjnych, a ich zadaniem jest osiągnięcie celów strategicznych i operacyjnych zarówno w obszarach militarnych, gospodarczych, jak i politycznych.

Zgodnie z dokumentami doktrynalnymi NATO (Organizacja Traktatu Północnoatlantyckiego) Wojska Specjalne są przeznaczone do wykonywania trzech głównych zadań (NSA 2013):

- **Rozpoznanie specjalne** (ang. Special Reconnaissance – SR) – działania prowadzone skrycie na terenie przeciwnika w celu zdobycia lub potwierdzenia istotnych informacji o znaczeniu strategicznym lub operacyjnym.
- **Akcje bezpośrednie** (ang. Direct Action – DA) – krótkotrwałe uderzenia lub inne małoskalowe działania ofensywne z wykorzystaniem specjalistycznych zdolności wojskowych, mające na celu przejęcie, odzyskanie lub zniszczenie wyznaczonych celów we wrogim, niedostępnym lub dyplomatycznie i politycznie wrażliwym środowisku.
- **Wsparcie militarne** (ang. MA - Military Assistance) – szeroka gama środków i działań, które wspierają i mają wpływać na kluczowe siły państw wspieranych poprzez organizowanie szkoleń, doradztwo, mentoring (partnerstwo) lub prowadzenie wspólnych operacji.

Przyjmuje się, że JWS, która jest przygotowana do wykonywania ww. trzech głównych zadań, ma zdolność do prowadzenia pełnego spektrum operacji specjalnych (ang. FSSO – Full Spectrum Special Operations). Ponadto mogą być przeznaczone do wykonywania zadań związanych z:

- **Zapobieganiem rozpowszechnianiu broni masowego rażenia** (ang. CWMD - Countering Weapons of Mass Destruction) – wspieranie wysiłków państwa (NATO) mające na celu ograniczenie rozwoju, posiadania, proliferacji, stosowania i skutków broni masowego rażenia oraz związanej z tą bronią wiedzy specjalistycznej, materiałów, technologii i środków przenoszenia przez podmioty państwowe oraz niepaństwowe, tj. organizacje terrorystyczne.
- **Przeciwdziałaniem terroryzmowi** (ang. CT - Counterterrorism) – działalność ukierunkowana na wykonywanie operacji neutralizujących terrorystów

oraz stworzonych przez nich organizacji, których celem jest kreowanie strachu i zmuszenie rządów lub społeczeństw do osiągnięcia ich celów.

- **Działaniami niekonwencjonalnymi** (ang. UW - Unconventional Warfare) – działania prowadzone z zamiarem umożliwienia ruchowi oporu zakłócenia lub obalenia rządu lub władzy okupacyjnej poprzez działanie za pośrednictwem sił partyzanckich lub wspólnie z nimi na obszarze objętym przez przeciwnika.
- **Uwalnianiem zakładników** (ang. HRO - Hostage Rescue Operation) – operacje mające na celu uwolnienie i ratowanie życia osób przetrzymywanych wbrew ich własnej woli, będących wynikiem incydentu terrorystycznego.

Od początku XXI wieku można zaobserwować dynamiczny rozwój oraz rolę operatorów SOF i operacji specjalnych na współczesnym polu walki. Zgodnie z zapisami doktrynalnymi NATO operacje specjalne są zadaniami wykonywanymi przez specjalnie wyselekcjonowane, zorganizowane, wyszkolone oraz wyposażone siły, korzystające ze specjalnych technik i sposobów działania (NSA 2013). Operacje specjalne powodują efekty na poziomie strategicznym lub operacyjnym, bądź są wykonywane tam, gdzie istnieje znaczne ryzyko polityczne użycia sił konwencjonalnych.

Środowisko działania, w którym zostały stworzone Jednostki Wojsk Specjalnych, jest bardzo złożone. Operatorzy Wojsk Specjalnych z reguły dostają zadania do wykonania na głębokich tyłach przeciwnika, daleko od sił własnych, co wymaga od nich posiadania różnorodnych umiejętności i zdolności, takich jak umiejętność skrytego przemieszczania się przy wykorzystaniu pełnego spektrum metod przerzutu. Przerzut żołnierzy może być wykonywany przy pomocy m.in. technik spadochronowych, nurkowych, pieszych czy też przy wykorzystaniu sprzętu wojskowego, a nawet zwierząt jucznych. Nierzadko w rejonie działania są zmuszeni do poruszania się pieszo, wykonując kilkudziesięciokilometrowe marsze. Operując na tyłach przeciwnika, są oderwani od klasycznych linii logistycznych, co podczas planowania i wykonywania operacji zmusza ich do zabrania ze sobą całego potrzebnego wyposażenia, żywności i wody na kilka lub nawet kilkanaście dni. Biorąc pod uwagę powyższe, żołnierze są poddawani ekstremalnemu wysiłkowi fizycznemu oraz psychicznemu. Działania specjalne bardzo często są prowadzone w warunkach deprywacji snu i ograniczenia pożywienia.

Uwzględniając powyższe, od kandydata na żołnierza Wojsk Specjalnych wymaga się specjalnych cech, które pozwalają sprostać tym specyficznym warunkom.

Selekcja to dobór odpowiednich żołnierzy do wymagającej służby i jest niezwykle ważnym procesem. Różne armie świata mają stworzone własne, wieloetapowe procesy selekcyjne, które pozwalają na gruntowne sprawdzenie cech psychofizycznych

kandydata na operatora JWS. Procesy selekcji w różnych JWS są co do zasad i wymagań bardzo do siebie podobne, różnice występują w długości całego procesu oraz w szczegółach przebiegu poszczególnych etapów. Selekcja ma na celu określenie, czy żołnierz jest przygotowany do odbycia ekstremalnego szkolenia, a w konsekwencji osiągnięcia zdolności do skutecznego wykonywania zadań bojowych w nieprzyjaznym środowisku, w małej grupie, na terytorium przeciwnika.

JWS są przeznaczone do wykonywania najtrudniejszych i najbardziej niebezpiecznych zadań, których charakter jest taktyczny, a ich wymiar często ma znaczenie operacyjne i strategiczne dla powodzenia operacji lub kampanii militarnych.

Taki charakter zadań wymaga specjalnego doboru żołnierzy do JWS (Bartone, i wsp. 2008). Skuteczne wykonywanie zadań przez żołnierzy, którzy działają w małych grupach, w dynamicznych warunkach bojowych, w ugrupowaniu przeciwnika, w odłączeniu od wojsk własnych oraz w różnych warunkach środowiskowych i klimatycznych sprawia, że żołnierz JWS cechuje się wyższym poziomem sprawności fizycznej oraz odporności psychicznej w stosunku do żołnierza sił konwencjonalnych (Cooper, i wsp. 2020; Tornero-Aguilera, Robles-Pérez i Clemente-Suárez 2017; Tomczak 2012). Zapotrzebowanie energetyczne żołnierzy WS jest znacznie wyższe niż u przeciętnego żołnierza, co jest w głównej mierze wynikiem zwiększonej aktywności fizycznej (Margolis, i wsp. 2014).

Aby zostać żołnierzem Wojsk Specjalnych, konieczne jest ukończenie rygorystycznego procesu selekcji (Farina, L. A. Thompson, Knapik, Pasiakos, Lieberman, i wsp. 2020). Przebieg procesu selekcyjnego oraz długość jego trwania są zróżnicowane i uwarunkowane specyfiką wymagań jednostki specjalnej, jednakże każdy z nich cechuje się wysoką aktywnością fizyczną (Farina, L. A. Thompson, Knapik, Pasiakos, J. P. McClung, i wsp. 2019; Hunt, R. M. Orr i Billing 2013; Aharony, i wsp. 2008).

Special Forces Assessment and Selection (ang. SFAS - ocena i selekcja do JWS) to nazwa procesu selekcyjnego do sił specjalnych armii amerykańskiej, tzw. Green Berets (Zielonych Beretów). Selekcja jest 19–20-dniowym procesem, który składa się z licznych sprawdzianów i testów, m.in. oceny siły mięśniowej i wytrzymałości. Wszystkie te egzaminy są wykonywane na czas i porównywane z przyjętymi standardami dla danego ćwiczenia. Ponadto kandydaci w czasie trwania całej selekcji są poddawani różnym stresorom: brak informacji o dystansie do pokonania, limitach czasowych, oraz narażenie na niedostateczną ilość snu (mniejszą niż 6 godzin dziennie) (Farina, L. A. Thompson, Knapik, Pasiakos, J. P. McClung, i wsp. 2019).

Selekcja do brytyjskich jednostek specjalnych SAS i SBS rozpoczyna się od wstępnego testu sprawności fizycznej – Physical Employment Standards (ang. PES). W ramach tego etapu żołnierze są poddawani sprawdzianom: wytrzymałościowym

(bieg na 2 km oraz bieg wahadłowy), siłowym oraz skocznościowym. Kolejny sprawdzian to test funkcjonalny Role Fitness Test–Soldier (ang. RFT-S), w ramach którego wykonują m.in.: 4 km marsz z obciążeniem 40 kg, następnie 2 km z obciążeniem 25 kg, sprawdzian taktycznego przemieszczania się (czołganie i sprinty) oraz ewakuowanie rannego o masie 110 kg. Następnie, w etapie terenowym przez 4 tygodnie kandydaci są poddawani testom marszu z obciążeniem (55 funtów, co odpowiada w przybliżeniu 25 kg) w terenie pagórkowatym, w czasie którego wykonywane są również zadania nawigacyjne (HFM-171 2012).

Proces selekcyjny do kanadyjskiego JTF 2 (ang. Joint Task Force 2) składa się z testu funkcjonalnego The Fitness for Operational Requirements of Canadian Armed Forces Employment Evaluation (FORCE), w skład którego wchodzi cztery konkurencje sprawdzające sprawność motoryczną oraz sześć konkurencji sprawdzających sprawność funkcjonalną (zadania związane z obowiązkami służbowymi, tj. ewakuacja rannego, przrzucanie worków z piaskiem). Ponadto muszą ukończyć 25-metrowy sprawdzian pływania w umundurowaniu oraz 13 km marsz w pełnym oporządzeniu i z obciążeniem 35 kg (HFM-171 2012). Kandydat w następnym 7-dniowym etapie jest poddawany kolejnym sprawdzianom o charakterze aerobowym i anaerobowym. Przechodzi sprawdziany wykluczające fobie oraz sprawdzające jego umiejętności bezpiecznego posługiwania się bronią. Dodatkowo oceniany jest w walce w bliskim kontakcie, w celu sprawdzenia funkcji poznawczych kandydata (identyfikacja i reakcja na zagrożenie) (HFM-171 2012).

Wojska Specjalne stanowią unikalny rodzaj Sił Zbrojnych, zdolny do działania w pełnym spektrum domen operacyjnych. Ich wyjątkowość opiera się na wysokim poziomie wyszkolenia, elastyczności, zdolności adaptacyjnych oraz umiejętności prowadzenia operacji w środowiskach o podwyższonym ryzyku politycznym i militarnym. Specyfika zadań, takich jak rozpoznanie specjalne, akcje bezpośrednie czy wsparcie militarne, sprawia, że żołnierze Wojsk Specjalnych muszą spełniać najwyższe wymagania, zarówno fizyczne, jak i psychiczne. Ich rola jako wspólnego mianownika sił zbrojnych, zdolnego do działania w każdej domenie, czyni z nich kluczowy element współczesnych operacji wielodomenowych i niezbędne narzędzie w rękach decydentów politycznych i wojskowych.

1.2. Polskie jednostki Wojsk Specjalnych.

Powstanie polskich wojsk specjalnych można datować na okres po zaborach, kiedy rodziła się II Rzeczypospolita Polska oraz jej struktury wojskowe (Frącik, i wsp. 2020; Królikowski, i wsp. 2020). Następnym okresem przełomowym dla rozkwitu tego rodzaju formacji była II wojna światowa, podczas której powstało wiele formacji utworzonych w ramach Polskich Sił Zbrojnych na Zachodzie oraz w składzie Wojska Polskiego w ZSRR (Kajetanowicz 2015). Jedne z najbardziej znanych formacji tego czasu byli Cichociemni, którzy od 1940 roku byli szkoleni w Wielkiej Brytanii, a później zrzućani na spadochronach do Polski, gdzie walczyli w szeregach Armii Krajowej. Jednakże utworzenie Wojsk Specjalnych jako samodzielnego rodzaju sił zbrojnych nastąpiło dopiero w 2007 roku. W styczniu 2007 roku utworzone zostało Dowództwo Wojsk Specjalnych, któremu zostały w tamtym czasie podporządkowane trzy Jednostki Wojskowe (Kondrad 2023), a w chwili obecnej operacyjnie podlega siedem.

Jednostka Wojskowa GROM (JWG lub GROM) została utworzona 13 lipca 1990 roku. Pierwsza w pełni zawodowa JWS, której stworzenie było wzorowane na modelu zachodnich Wojsk Specjalnych. W celu wytworzenia odpowiedniej kultury organizacyjnej oraz systemu szkolenia JWG od samego początku był zaangażowany amerykański 1. SFOD-D (ang. 1. Special Forces Operational Detachment - Delta, znana również jako "Delta Force") oraz brytyjski 22 pułk SAS (Królikowski, i wsp. 2020). Idea stworzenia GROM-u była spowodowana potrzebą posiadania odpowiedniej formacji do zadań przeciwdziałania terroryzmowi, a w szczególności wykonywania operacji uwalniania zakładników. Działania związane z uwalnianiem zakładników pozostają w interesie narodowym i są krytycznymi operacjami, ponieważ HRO są zwykle postrzegane jako sprawy narodowe i większość państw aktywnie partycypuje w ich realizacji. Takie siły mogą być utworzone z sił zbrojnych, policji lub innych sił rządowych. Początkowo GROM został podporządkowany Ministerstwu Spraw Wewnętrznych. Natomiast w październiku 1999 roku, po przystąpieniu Polski do sojuszu północnoatlantyckiego, Jednostka Wojskowa GROM została podporządkowana Ministerstwu Obrony Narodowej i jako pododdział weszła w skład Sił Zbrojnych RP. Od tego czasu zakres zadań został rozszerzony do zadań wchodzących w pełne spektrum operacji specjalnych. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że GROM była pierwszą powojenną JWS, w której dobór kadry do służby był prowadzony w formule wieloetapowej selekcji wzorowanej na brytyjsko-amerykańskim systemie rekrutacji do SMU (ang. Special Mission Unit).

Jednostka Wojskowa Komandosów (JWK) oficjalnie została utworzona w 1964 roku i jest najstarszą JWS (Jagodziński 2019). Początkowo był to 1. Batalion Specjalny stacjonujący w Dziwnowie, który następnie w 1986 roku został przeniesiony do miejscowości Lubliniec. W 1993 roku została przeformowana struktura batalionu do oddziału (1. Pułku Specjalnego), który w 2011 roku zmienił nazwę na Jednostkę Wojskową Komandosów. Jednostka jest przeznaczona do prowadzenia pełnego spektrum operacji specjalnych prowadzonych na lądzie oraz wodach śródlądowych w czasie pokoju, kryzysu lub wojny (Kondrad 2023). JWK specjalizuje się m.in. w prowadzeniu operacji wsparcia militarnego sił lokalnych oraz w wykonywaniu rozpoznania specjalnego (Jagodziński 2020).

Jednostka Wojskowa Formoza (JWF) swoje korzenie wywodzi z Wydziału Działań Specjalnych 3. Flotyli Okrętów utworzonego w 1975 roku. Utworzenie Wydziału było odpowiedzią na zapotrzebowanie Marynarki Wojennej na siły do wykonywania operacji specjalnych w środowisku morskim. Zadaniem Wydziału było: prowadzenie rozpoznania akwenów i portów morskich, neutralizowanie okrętów przeciwnika, likwidowanie zapór przeciwdesantowych oraz urządzeń hydrotechnicznych, a także działania dywersyjne, których celem było uniemożliwienie działania portów morskich (Kajetanowicz 2015). W 2007 roku, na mocy decyzji Ministra Obrony Narodowej, Wydział został przeformowany na Morską Jednostkę Działań Specjalnych, której w 2011 roku zmieniono nazwę na Jednostkę Wojskową Formoza. Jednostka jest przeznaczona do prowadzenia pełnego spektrum operacji specjalnych ze szczególnym uwzględnieniem działań w środowisku morskim (działań podwodnych) oraz w rejonie linii brzegowej.

Jednostka Wojskowa Agat (JWA) powstała w wyniku przeformowania Oddziału Specjalnego Żandarmerii Wojskowej w Gliwicach w 2011 roku (Kondrad 2023). W odróżnieniu od wyżej wymienionych jednostek ma ona charakter lekkiej piechoty wzorowanej na amerykańskim pułku RANGER, której zasadniczym zadaniem jest wsparcie innych JWS w czasie prowadzenia ich operacji, a także jest przygotowana do działań powietrznodesantowych oraz prowadzenia: akcji bezpośrednich w ugrupowaniu przeciwnika, wsparcia militarnego jednostek ogólnowojskowych, wsparcia operacji przeciwterrorystycznych oraz ochrony infrastruktury krytycznej (Kajetanowicz 2015).

Jednostka Wojskowa Nil (JWN) powstała w 2008 roku początkowo pod nazwą Jednostka Wsparcia Dowodzenia i Zabezpieczenia Wojsk Specjalnych, a w 2011 roku przemianowana na JWN. Jednostka została utworzona z myślą o wykonywaniu zadań logistycznych oraz wspierających działanie dowództwa i pozostałych JWS w zakresie: organizowania systemu dowodzenia Dowództwa Komponentu WS, zabezpieczenia

informacyjnego operacji specjalnych, organizowania systemu zabezpieczenia logistycznego oraz realizacji pozyskiwania sprzętu wojskowego na potrzeby pozostałych jednostek wojsk specjalnych (Kajetanowicz 2015).

Centrum Szkolenia Wojsk Specjalnych (CSzWS) zostało utworzone w 2019 roku i jest jednostką organizacyjną szkolnictwa wojskowego, podporządkowaną Dowódcy Komponentu Wojsk Specjalnych. Głównymi zadaniami CSzWS są m.in.: organizacja i prowadzenie kursów specjalistycznych z obszaru operacyjnego dla polskich oraz zagranicznych żołnierzy Wojsk Specjalnych, a także prowadzenie kursu JATA, dedykowanego dla osób ze środowiska cywilnego. Kurs ten przygotowuje kandydatów do selekcji JWS, a zarazem do służby w korpusie szeregowych w Wojskach Specjalnych.

Powietrzna Jednostka Operacji Specjalnych (PJOS) powstała w 2023 roku z przeformowania 7. eskadry działań specjalnych. Eskadra została utworzona w 2010 roku, w związku z zapotrzebowaniem Wojsk Specjalnych na jednostkę lotniczą do wsparcia operacji specjalnych (Kondrad 2023). Do jej głównych zadań należy zabezpieczanie szkolenia oraz działań taktycznych jednostek Wojsk Specjalnych w kraju i poza jego granicami. Drugim powodem powstania 7. eds (eskadra działań specjalnych) było następstwo zobowiązań sojuszniczych wynikających z członkostwa Polski w strukturach NATO. PJOS jest szczególną jednostką, gdyż znajduje się w strukturze Sił Powietrznych, ale operacyjnie podlega Dowództwu Wojsk Specjalnych (Jagodziński 2019).

Razem z początkiem rozwoju polskich Wojsk Specjalnych w czasie II wojny światowej można również odnaleźć pierwszy, odosobniony przykład prowadzenia wieloetapowego procesu selekcji dla kandydatów do specjalnej formacji, jaką byli Cichociemni. Na podstawie analizy szkolenia Cichociemnych można stwierdzić, że w linii prostej z ich tradycji korzysta system współczesnej selekcji kandydatów na żołnierzy Wojsk Specjalnych (Lickiewicz, Szymańska i Burkiewicz 2015).

Proces rekrutacji kandydatów na Cichociemnych był prowadzony na podstawie tajnego rozkazu Naczelnego Wodza (SNW l.dz. 780/tjn/V/41). Zgodnie z tym dokumentem określono osiem zasad selekcji do tej elitarniej formacji, jakimi powinien odznaczać się kandydat do szkolenia (Iwan 2008):

1. Zgłosić się do formacji na ochotnika.
2. Posiadać kwalifikacje moralne i ideowe, bez zarzutu.
3. Cechować się mocą charakteru i zdolnością do podejmowania decyzji.
4. Posiadać zdolności organizacyjne.

5. Posiadać doświadczenie wojskowe i życiowe.
6. Posiadać stopień wojskowy od szeregowego do pułkownika.
7. Brak limitu wieku, pod warunkiem wysokiej sprawności fizycznej.
8. Posiadać umiejętność posługiwania się językiem niemieckim lub rosyjskim (pożądane).

Cichociemni byli w sporej mierze żołnierzami indywidualistami – wysokiej klasy fachowcami przeznaczonymi do zadań specjalnych, potrafiącymi organizować, kierować i współdziałać z zespołami żołnierzy. Byli szkoleni w przybliżeniu w 30 specjalnościach i 50 tajnych ośrodkach szkoleniowych: polskich oraz brytyjskiego SOE (ang. Special Operations Executive - Kierownictwo Operacji Specjalnych). Nie było jednego kursu Cichociemnego, lecz grupy szkoleń, w każdej z nich po kilka kursów. Szkolenie było indywidualnie dopasowane do konkretnego żołnierza – Cichociemnego, uwzględniało jego umiejętności i predyspozycje oraz zapotrzebowanie Armii Krajowej. Jak podkreślają Jakub Lickiewicz, Jolanta Szymańska, Łukasz Burkiewicz w publikacji "Próba charakterystyki psychologicznej cichociemnego", na podstawie metod szkoleniowych i sposobu prowadzenia kursów można wywnioskować, że do najbardziej pożądanych cech należały:

1. Efektywność.
2. Zdolność dochowania tajemnicy.
3. Uczciwość, spójność wewnętrzna i posiadanie wysokich standardów moralnych.
4. Patriotyzm.
5. Zdolność do szybkiej adaptacji i uczenia się,
6. Zdyscyplinowanie, zarówno indywidualne, jak i wojskowe.
7. Silna motywacja.
8. Indywidualizm, z równoczesną umiejętnością pracy zespołowej.
9. Zdolności przywódcze.
10. Twórcze rozwiązywanie problemów.

Proces selekcji Cichociemnych obejmował następujące etapy:

1. Etap zawierał zgłoszenie się kandydata (bezpośrednio) lub wytypowanie go przez dowódcę, następnie rozmowa kwalifikacyjna, po której nastąpiło podjęcie decyzji przez kandydata o chęci rozpoczęcia szkolenia.
2. Etap obejmował sprawdzenie kontrwywiadowcze.
3. Etapem było zaliczenie pięciu obowiązkowych kursów: zaprawowego, spadochronowego, walki konspiracyjnej, odprawowego i badań psychotechnicznych.

Wszystkie kursy były bardzo wymagające dla kursantów pod względem fizycznym i psychicznym. Kurs zaprawowy był skupiony na wyrobieniu odpowiedniego przygotowania fizycznego kandydata na Cichociemnego. Kurs obejmował m.in.: dzienne i nocne marszobiegi, marsze nawigacyjne z wykorzystaniem map topograficznych, szkolenie z przetrwania (odpowiednik dzisiejszego szkolenia SERE), zajęcia gimnastyczne oraz naukę walki wręcz (wg polskiego autorskiego programu). Ten kurs był swoistą selekcją w dzisiejszym rozumieniu, która eliminowała kandydatów niespełniających kryteriów wytrzymałości fizycznej i psychicznej (Olton 2021). Nieukończenie któregokolwiek z kursów eliminowało kandydata z dalszych starań o wysłanie do służby specjalnej w Armii Krajowej, w okupowanej Polsce. Do służby specjalnej w okupowanej Polsce zgłosiło się ogółem 2413 kandydatów na Cichociemnych, natomiast jedynie 606 pomyślnie ukończyło całe szkolenie (Iwan 2008).

Proces doboru kandydatów do współczesnych polskich JWS został ukształtowany na podstawie zachodnich modeli procesu selekcji do takich jednostek. Pierwsza selekcja miała miejsce w latach 90. i została przeprowadzona w Jednostce Wojskowej GROM. Ówczesny proces selekcyjny był wzorowany na selekcji do elitarnych brytyjskich i amerykańskich jednostek specjalnych (22. pułku SAS oraz 1st SFOD-D) (Królikowski 2001). Na przestrzeni ponad 30 lat proces ten ewoluował i był optymalizowany pod kątem psychofizycznego profilu kandydata na operatora GROM. Aktualnie jest to proces trwający do dwóch tygodni i składający się z sześciu poniżej wymienionych etapów:

1. Analiza zgłoszonych ankiet kandydatów.
2. Sprawdzian sprawności fizycznej.
3. Ocena psychologiczna.
4. Sprawdzian terenowy.
5. Ocena cech lidarskich.
6. Ocena sportowo-medyczna.

Drugi etap składa się z szeregu testów sprawności fizycznej mających na celu określenie poziomu różnych komponentów sprawności motorycznych u kandydata.

Etap drugi obejmuje:

1. Bieg na 3000 m.
2. Pływanie na 200 m.
3. Pływanie pod wodą na maksymalny dystans.
4. Bieg sprinterski na 100 m.
5. Podciąganie na drążku wysokim.
6. Siad z leżenia tyłem w czasie 2 min.
7. Bieg wahadłowy 10 × 10 m.
8. Próba sprawności specjalnej - wspinanie po linie.
9. Bieg wahadłowy 10 × 10 m.
10. Próba sprawności specjalnej – przejście przez ścianę.
11. Próba sprawności specjalnej - Wall Ball.

Ponadto w tym etapie sprawdzana jest motywacja i wola walki w formule zajęć walki wręcz. Uczestnik selekcji w kolejnym etapie jest sprawdzany pod kątem zgodności profilu psychologicznego kandydata z profilem wzorcowym. Proces oceny psychologicznej jest prowadzony na podstawie analizy wykonanych serii certyfikowanych testów psychologicznych, indywidualnych wywiadów z kandydatem oraz jego obserwacji w różnych zadaniach w pozostałych etapach procesu selekcyjnego. Ocena zdolności przywódczych dotyczy tylko kandydatów oficerów i ma na celu określenie ich predyspozycji do zajmowania stanowisk dowódczych w zespole bojowym. Ocena sportowo-medyczna jest etapem wzorowanym na procesie testów rekrutacyjnych do profesjonalnych drużyn sportowych, którym poddawani są pozyskiwani zawodnicy. Etap ten ma na celu stwierdzenie braku przeciwwskazań zdrowotnych do intensywnego szkolenia, któremu będzie poddawany kandydat po pozytywnym ukończeniu procesu selekcyjnego.

Najtrudniejszą dla kandydata fazą procesu selekcji jest sześciodniowy etap terenowy, prowadzony w zróżnicowanym terenie niskich pasm górskich. Kandydaci w ramach tego etapu są poddawani każdego dnia długotrwałym dziennie-nocnym marszom na dystansach od 20 do 42 km z obciążeniem wynoszącym około 20 kg.

Podczas marszy wykonywane są zadania specjalne sprawdzające kandydata w zakresie umiejętności nawigacji, pracy w grupie, zdolności kognitywnych oraz zdolności przywódczych. Ponadto w czasie całego tego etapu kandydaci są poddawani różnym stresorom, tj. deprywacji snu, funkcjonowania na ujemnym bilansie kalorycznym (w tym 24-godzinny post), braku kontroli czasu (pozbawienie urządzeń pomiaru czasu) i braku wiedzy dotyczącej przyszłych zadań. Wszystkie zadania marszowe muszą zostać wykonywane w reżimach czasowych, które są nieznane kandydatom. Etap ten kończy się nocnym marszem na dystansie 42 km, zwanym "maratonem".

Ideą sześćoetapowego procesu selekcyjnego jest wytypowanie odpowiedniego kandydata, który daje wysokie prawdopodobieństwo pozytywnego ukończenia szkolenia bazowego w JWS. Pozytywne zaliczenie powyższego procesu formalnie kończy selekcję dla kandydata, to jednak w rzeczywistości nie jest jej końcowy etap. Przed żołnierzem, który pozytywnie ukończył selekcję, są jeszcze dwa dodatkowe etapy (szkolenia), które nie są wpisane formalnie w proces rekrutacji, jednakże ich pozytywne ukończenie (podobnie jak w przypadku szkolenia Cichociemnych) jest podstawowym warunkiem zostania pełnoprawnym operatorem Zespołu Bojowego (Jadach 2020).

Pierwszym szkoleniem jest pięciomiesięczny Kurs Działań Specjalnych (KDS). Kurs jest skupiony na szkoleniu żołnierzy w zakresie podstawowych technik, taktyk i procedur taktycznych w różnych warunkach środowiskowych (lądowym oraz wodnym), a także terenowych (lesistym i zurbanizowanym). Umiejętności posługiwania się różnymi rodzajami broni (indywidualnej i zespołowej). KDS obejmuje również szereg szkoleń specjalistycznych: SERE, pirotechniczne, medyczne czy też z zakresu planowania operacji specjalnych.

Drugim szkoleniem jest Kurs Podstawowy (KP). Warunkiem przystąpienia do tego kursu jest pozytywne zaliczenie KDS. Podobnie jak pierwszy kurs, KP trwa pięć miesięcy i jest zaawansowanym szkoleniem z zakresu taktyk, technik i procedur prowadzenia przeciwterrorystycznych działań lądowych oraz morskich. Pozytywne ukończenie sześćoetapowej selekcji oraz KDS i KP uprawnia żołnierza do służby w Zespole Bojowym oraz noszenia na mundurze wyróżnika Cichociemny.

Polskie Jednostki Wojsk Specjalnych, odwołując się m.in. do tradycji Cichociemnych, wykształciły własny system selekcji i szkolenia, który czerpie z najlepszych wzorców zachodnich. Ich rozwój — od powstania GROM-u, przez utworzenie kolejnych jednostek, takich jak Jednostka Wojskowa Komandosów, Formoza, Agat, Nil, skończywszy na najmłodszych formacjach, Powietrznej Jednostce Operacji Specjalnych oraz Centrum Szkolenia Wojsk Specjalnych — pokazuje rosnące znaczenie tego rodzaju sił w systemie bezpieczeństwa narodowego. Kluczowym elementem pozostaje

rygorystyczna selekcja, która pozwala na wyłonienie żołnierzy zdolnych do sprostanania najwyższym wymaganiom współczesnego pola walki. Integracja wieloetapowego procesu naboru z kompleksowym systemem szkolenia zapewnia, że operatorzy polskich Wojsk Specjalnych osiągają najwyższe standardy przygotowania bojowego i są w stanie skutecznie realizować pełne spektrum operacji specjalnych, zarówno w kraju, jak i poza jego granicami.

1.3. Budowa i skład ciała żołnierzy

Budowa i skład ciała żołnierzy stanowią fundamentalne determinanty ich sprawności fizycznej, zdolności wysiłkowych oraz gotowości bojowej (Friedl 2012; Tassone i Baker 2017). Parametry te odzwierciedlają nie tylko ogólny stan zdrowia i kondycji organizmu, lecz przede wszystkim określają potencjał do wykonywania zadań charakterystycznych dla środowiska wojskowego, w którym obciążenia fizyczne, stresory środowiskowe oraz wymagania energetyczne osiągają poziom znacząco wyższy niż w populacji ogólnej (Friedl 2012; Harty, i wsp. 2022). W JWS, gdzie profil działań obejmuje długotrwałe marsze z obciążeniem, ewakuację rannych, pokonywanie przeszkód terenowych czy działania w warunkach deprywacji snu i niedoboru energetycznego, znaczenie optymalnej kompozycji ciała jest szczególnie podkreślane (Farina, L. A. Thompson, Knapik, Pasiakos, J. P. McClung, i wsp. 2022).

Budowa somatyczna żołnierza – obejmująca takie parametry jak wysokość i masa ciała, proporcje kończyn, obwody segmentów oraz ogólna morfologia – warunkuje biomechaniczne możliwości organizmu oraz sposób generowania i transferu siły (Stocker, Leo i Landl 2019). Natomiast skład ciała, rozumiany jako relacja pomiędzy masą mięśniową, beztłuszczową masą ciała oraz komponentem tkanki tłuszczowej, odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu sprawności motorycznej, efektywności metabolicznej i odporności na obciążenia fizyczne (Friedl 2012; Farina, L. A. Thompson, Knapik, Pasiakos, J. P. McClung, i wsp. 2022).

Analiza literatury przedmiotu pozwala stwierdzić, że najbardziej funkcjonalnym komponentem składu ciała w kontekście sprawności fizycznej wśród społeczności wojskowej jest beztłuszczowa masa ciała, której udział pozostaje w ścisłej korelacji z wynikami prób siłowych, dynamicznych i zadaniowych, symulujących rzeczywiste działania bojowe (Acevedo, Zeigler, Melton, i wsp. 2024). Wzrost masy mięśni szkieletowych przekłada się bezpośrednio na poprawę wydolności w takich aktywnościach jak przenoszenie ciężaru, marsz z obciążeniem, martwy ciąg czy ewakuacja rannego żołnierza (Knapik, Grier, i wsp. 2011; Farina, L. A. Thompson, Knapik, Pasiakos, J. P. McClung, i wsp. 2022). Natomiast nadmierna zawartość tkanki tłuszczowej, mimo że pełni określone funkcje metaboliczne i ochronne, stanowi zarówno obciążenie

mechaniczne, jak i energetyczne, istotnie obniżając zdolności wysiłkowe – szczególnie w zakresie wydolności tlenowej oraz ekonomiki ruchu (Nogueira, i wsp. 2016). Dane empiryczne wskazują, że osoby o wyższym poziomie masy tkanki tłuszczowej uzyskują istotnie gorsze wyniki w testach wytrzymałościowych, takich jak biegi średnio- i długodystansowe, pomiary $VO_2\max$ czy marsze kondycyjne (Mattila, i wsp. 2007). Negatywny wpływ nadmiaru tkanki tłuszczowej na sprawność fizyczną obserwuje się niezależnie od wieku, płci i rodzaju sił zbrojnych (H. L. McClung, i wsp. 2025). Ponadto nadmierna masa tłuszczowa wiąże się zarówno z obniżoną wydolnością termoregulacyjną, wynikającą z izolacyjnych właściwości tkanki tłuszczowej. (Morrissey, i wsp. 2021). Biorąc pod uwagę wskaźnik masy ciała (BMI), mimo swojej powszechności i łatwości zastosowania, ma ograniczoną wartość diagnostyczną w kontekście oceny sprawności bojowej, zwłaszcza w populacjach silnie umięśnionych. Zarówno skrajnie niskie, jak i wysokie wartości BMI są związane z podwyższonym ryzykiem urazów, przy czym najniższy wskaźnik kontuzjogenności odnotowuje się w grupach o przeciętnym BMI i jednocześnie wysokiej wydolności aerobowej (Jones, i wsp. 2017). Badanie Jones, i wsp. (2017) przeprowadzone na kohortach szkoleniowych wykazało, że żołnierze o najniższym BMI i najwolniejszych czasach biegowych cechowali się największą częstością urazów, niezależnie od płci.

Cechy morfologiczne, obejmujące parametry antropometryczne – takie jak wzrost, długość kończyn, obwody segmentów ciała czy proporcje somatyczne – również korelują z wynikami w specyficznych próbach sprawnościowych (Kwon i D. Kim 2025). Przykładowo, wyższy wzrost i dłuższe kończyny dolne sprzyjają efektywności w zadaniach wymagających pokonywania dystansu z obciążeniem, natomiast niższy wzrost i krótsze dźwignie anatomiczne mogą stanowić atut w próbach z masą własnego ciała, takich jak pompki czy podciąganie (Farina, L. A. Thompson, Knapik, Pasiakos, J. P. McClung, i wsp. 2022). Zależności między składem ciała a sprawnością fizyczną są ponadto zróżnicowane ze względu na płeć, wiek i rodzaj formacji wojskowej (Santtila, i wsp. 2024). Mężczyźni wykazują tendencję do większego przyrostu masy mięśniowej i siły w odpowiedzi na trening, podczas gdy u kobiet częściej obserwuje się relatywnie większą redukcję masy tłuszczowej. W części kohort kobiecych odnotowano osłabienie siły korelacji między składem ciała a wynikami testów fizycznych, co może wynikać z odmiennych uwarunkowań hormonalnych, różnic w budowie ciała oraz poziomie wyjściowej sprawności (S. Kim i Won 2022). Podobne różnice obserwuje się w zależności od wieku i doświadczenia wojskowego. U starszych żołnierzy udział tkanki tłuszczowej naturalnie wzrasta, a masa mięśniowa ulega redukcji wskutek procesów sarkopenicznych, co uzasadnia konieczność indywidualizacji obciążeń treningowych i dostosowania kryteriów oceny. Ponadto jednostki o odmiennym

profilu bojowym – np. wojska lądowe, siły powietrzne czy formacje ratowniczo-gaśnicze – wykazują różny profil funkcjonalny i morfologiczny, co przekłada się na zróżnicowane optymalne parametry składu ciała (Gaździńska, i wsp. 2023). Podsumowując, analiza literatury jednoznacznie wskazuje, że kompozycja ciała – zwłaszcza wysoki udział beztłuszczowej masy ciała i kontrolowany poziom tkanki tłuszczowej – pozostaje istotnym czynnikiem prognostycznym sprawności fizycznej i gotowości bojowej żołnierzy. Zależności te mają charakter wieloczynnikowy i zależą od domeny wysiłkowej, struktury demograficznej oraz specyfiki służby wojskowej.

1.4. Sprawność motoryczna i psychomotoryczna żołnierzy

Skuteczność w czasie działań bojowych oraz zdolność do przeżycia w walce wymagają od żołnierzy wysokiej sprawności zarówno motorycznej, jak i psychomotorycznej. Sprawność motoryczna oraz psychomotoryczna stanowią fundament skutecznego funkcjonowania żołnierza zarówno w warunkach bojowych, jak i szkoleniowych (Çemç i Şahin 2024). Zdolności fizyczne, takie jak siła, wytrzymałość, szybkość, zwinność czy koordynacja ruchowa, bezpośrednio determinują zdolność do efektywnej realizacji różnorodnych zadań na współczesnym polu walki — od przemieszczania się z pełnym wyposażeniem, przez działania ofensywne, po ewakuację rannych żołnierzy z pola walki (Sporiš, i wsp. 2012).

Indywidualne przygotowanie fizyczne żołnierza jest podstawą prawidłowego przebiegu służby i kariery wojskowej, gdyż codzienne czynności żołnierzy wiążą się z aktywnością fizyczną wymagającą wysokiego poziomu sprawności (Plavina 2008). Poziom sprawności motorycznej odpowiada nie tylko za efektywność działań, ale także za redukcję ryzyka urazów oraz utrzymanie wysokiego poziomu gotowości bojowej (Santtila, i wsp. 2024; M. Robinson, i wsp. 2016).

Ponadto sprawność fizyczna jest utożsamiana z ogólnym dobrostanem, dobrym samopoczuciem oraz stanem zdrowia (Çemç i Şahin 2024). Wysoki poziom sprawności fizycznej jest kluczowym czynnikiem warunkującym zdrowie, niezbędnym do jego utrzymania i poprawy. Natomiast niski poziom sprawności wiąże się ze zwiększonym ryzykiem chorób układu krążenia, metabolicznych oraz schorzeń układu mięśniowo-szkieletowego. Poprawa sprawności fizycznej może zmniejszyć powyższe zagrożenia i przyczynia się do prawidłowego funkcjonowania organizmu (Çemç i Şahin 2024).

Gotowość bojowa wojska definiuje się jako „zdolność do efektywnego wykonywania zadań fizycznych wymaganych w ramach obowiązków wojskowych, wykonania misji oraz kontynuowania walki i zwycięstwa” (Training i Command 2010; Mathis 1995). Koncepcja ta obejmuje elementy sprawności fizycznej, zdrowia i motywacji (Mathis 1995).

W literaturze przedmiotu żołnierzy jednostek bojowych coraz częściej klasyfikuje się jako tzw. sportowców taktycznych (ang. *tactical athletes*) (Scofield i Kardouni 2015). Termin ten odnosi się do osób, których aktywność zawodowa wymaga utrzymania wysokiego poziomu sprawności fizycznej i psychicznej w celu skutecznego reagowania na szerokie spektrum zadań o dużym stopniu nieprzewidywalności. Charakter tych zadań obejmuje zarówno działania o wysokiej intensywności (np. działania szturmowe, ewakuacja rannego, dynamiczne przemieszczanie się w terenie), jak i zadania długotrwałe, wymagające odporności na kumulujące się zmęczenie, deficyt snu oraz stres bojowy (Szivak i Kraemer 2015).

Długotrwała deprivacja snu odgrywa istotną rolę w kontekście zarówno obniżenia sprawności motorycznych jak i psychomotorycznych żołnierzy (Grandou, i wsp. 2019; Różański, Jówko i Tomczak 2020). Trening trwający 36 godzin połączony z brakiem snu powodował występowanie niekorzystnych zmian biochemicznych (upośledzenie enzymatycznej obrony antyoksydacyjnej oraz zwiększenie peroksydacji lipidowej) skutkujących mikrouszkodzeniami mięśni oraz pogorszeniem procesów regeneracyjnych (Jówko, Różański i Tomczak 2018).

Realizacja takich zadań wiąże się z wielowymiarowym obciążeniem organizmu, obejmującym układ mięśniowo-szkieletowy, układ krążenia oraz układ nerwowy, a także obciążeniem poznawczym i emocjonalnym (Seay 2015; Eddy, i wsp. 2015; Lieberman, i wsp. 2016). W przeciwieństwie do zawodowych sportowców wyczynowych, którzy podlegają periodyzacji treningowej uwzględniającej cykle przygotowawcze, startowe i regeneracyjne, sportowcy taktyczni utrzymują stałą gotowość operacyjną. W praktyce oznacza to funkcjonowanie w trybie nieustannego „sezonu” – bez wyraźnej fazy roztrenowania, czy też możliwości planowego obniżenia obciążeń (Scofield i Kardouni 2015; Lieberman, i wsp. 2016).

Konsekwencją takiego modelu jest konieczność odmiennego podejścia do planowania i monitorowania obciążeń treningowych, w którym priorytetem staje się nie tylko maksymalizacja wydolności i siły, ale także minimalizacja ryzyka urazów, przeciążeń i degradacji zdolności bojowych w długiej perspektywie.

Dalsza część pracy omówi implikacje tego specyficznego kontekstu dla periodyzacji treningowej żołnierzy jednostek bojowych oraz sposoby adaptacji koncepcji znanych z przygotowania sportowców wyczynowych na potrzeby sportowców taktycznych (Scofield i Kardouni 2015).

Doświadczenia wynikające z prowadzonych ówczesznie konfliktów zbrojnych oraz operacji wojskowych precyzyjnie opisują, jakim wymaganiom musi sprostać żołnierz, aby przetrwać na polu walki i skutecznie wykonać stawiane przed nim zadania (Foulis, i wsp. 2017; Sharp, Cohen, i wsp. 2017).

Współczesny żołnierz przenosi nawet trzykrotnie większy ciężar wyposażenia osobistego niż jego odpowiednik z okresu wojny w Wietnamie – podczas operacji w Afganistanie i Iraku masa ta wynosiła średnio 15 kg. (Jungong Cheo, Nkemngong i Mortenson 2024). Potrzeba większej ochrony balistycznej przed oddziaływaniem ogniowym przeciwnika oraz zwiększenie liczby sprzętu potrzebnego do wykonywania zadania, tj. sprzętu łączności osobistej czy urządzeń optoelektronicznych, umożliwiając działanie w warunkach ograniczonej widoczności, sprawia, że wyposażenie noszone przez żołnierza w czasie szkolenia i w działaniach bojowych staje się coraz cięższe. Dane pokazują, że waga całego wyposażenia wykorzystywanego w codziennym szkoleniu oscyluje w przedziale między 20 a 30 kg (Lindner, i wsp. 2012). Natomiast w czasie wykonywania kilkudniowych misji w Afganistanie lub Iraku żołnierz był zmuszony do noszenia ciężaru 58–59 kg w warunkach górskich, na wysokościach powyżej 2000 m n.p.m. (Jia-Yong, i wsp. 2020).

Żołnierze armii państw należących do NATO są zobowiązani do okresowego zaliczania testów sprawności fizycznej, których częstotliwość może różnić się w zależności od narodowych regulacji. Sprawdziany mają na celu określić przydatność żołnierza do służby. Sześćoetapowy test sprawności bojowej armii amerykańskiej (ang. Army Combat Fitness Test - ACFT) został zaprojektowany w celu sprawdzenia, czy żołnierze są gotowi do wykonywania zadań bojowych, zmniejszenia liczby możliwych do uniknięcia urazów oraz promowania kultury sprawności fizycznej w całej armii (Hardison, i wsp. 2022).

Sześć konkurencji ACFT wykonywanych jest w następującej kolejności:

1. Trzy maksymalne powtórzenia martwego ciągu.
2. Rzut piłką lekarską 10 funtów (4,54 kg) w tył z pozycji stojącej.
3. Ugięcia ramion w podporze przodem z kontrolowanym odrywaniem dłoni od podłoża.
4. Test sprint–przeciąganie–noszenie.
5. Podciąganie kolan do klatki piersiowej w zwisie na drążku lub izometryczne ćwiczenie stabilizacji tułowia w podporze przodem (żołnierz wybiera jedno z ćwiczeń).
6. Bieg na 2 mile (3,22 km).

ACFT jest ustandaryzowany pod względem płci, wieku oraz zajmowanego stanowiska w armii (Hardison, i wsp. 2022). Natomiast w armii brytyjskiej istnieją dwa rodzaje testów okresowych dla żołnierzy, w zależności od pełnionej funkcji.

Physical Employment Standards (ang. PES) to system testów fizycznych stosowany w brytyjskiej armii. Jego celem jest dopasowanie fizycznych wymagań do rzeczywistego charakteru pełnionej służby. Obejmuje testy: RFT (Entry) dedykowany dla kandydatów do wojska, RFT (Soldier) przeznaczony dla żołnierzy jednostek bojowych, RFT (Alternative) dla żołnierzy rezerwy oraz RFT (Non-GCC) stosowany wobec żołnierzy zabezpieczenia (Rue, i wsp. 2025).

Test funkcjonalny Role Fitness Test – Soldier (RFT (S)) składa się z:

1. Marszu 4 km z pełnym obciążeniem bojowym.
2. Marszu szybkiego na 2 km (testującego szybkość i wytrzymałość).
3. Manewru ogniowego, symulującego atak na pozycję wroga, wymagającego ruchu taktycznego i wysiłku fizycznego.
4. Ewakuacja poszkodowanego o wadze 100 kg,
5. Przenoszenia dwóch kanistrów o wadze 20 kg na odległość 120 m.
6. Wydobycia poszkodowanego o wadze 70 kg.
7. Powtarzanego podnoszenia i przenoszenia 20 kg.

Basic Fitness Test (BFT) jest niemieckim okresowym sprawdzianem żołnierzy i składa się z trzech konkurencji wykonywanych w ubiorze sportowym (Rohde, Rütter i Leyk 2017):

1. Bieg wahadłowy 11 m × 10 m.
2. Zwis na ugiętych ramionach w pozycji podciągania na drążku.
3. Bieg na 1000 m.

Dodatkowo, jako uzupełnienie BFT, żołnierze przechodzą test funkcjonalny Basic Military Fitness Tool (MBFT), składający się z czterech zadań (Rohde, Rütter i Leyk 2017):

1. Manewrowania pod ostrzałem.
2. Ratowania poszkodowanego.
3. Przenoszenia ciężarów.
4. Podnoszenia ciężarów.

W Siłach Zbrojnych Turcji testy sprawności fizycznej przeprowadzane są raz w roku. Testy sprawnościowe składają się z (Çemç i Şahin 2024):

1. 2-minutowego testu ugięć ramion w podporze przodem.
2. 2-minutowego testu siadów z leżenia tyłem.
3. Biegu na 3000 metrów.

W polskiej armii również jest stosowany coroczny, obowiązkowy sprawdzian sprawności fizycznej (Tomczak 2012). Sprawdzian prowadzony jest według tych samych konkurencji dla obu płci, ale ocena wyników dokonywana jest z podziałem na płeć, wiek oraz charakter wykonywanej służby (Tomczak 2024). Polski sprawdzian sprawności fizycznej zawiera następujące konkurencje:

1. Bieg na 3000 m lub pływanie na dystans w ciągu 12 min.
2. Podciąganie na drążku wysokim lub ugięcia ramion na ławce.
3. Bieg 10 × 10 m lub bieg zygzakiem po kopercie.
4. Siad z leżenia tyłem w ciągu 2 min.

Przegląd rozwiązań stosowanych w siłach zbrojnych różnych państw NATO wskazuje na istotne zróżnicowanie podejścia do oceny sprawności fizycznej żołnierzy, zarówno pod względem częstotliwości testów, jak i doboru konkurencji. Niezależnie jednak od przyjętego systemu, wspólnym celem jest obiektywne określenie sprawności motorycznej niezbędnej do realizacji zadań bojowych oraz zapewnienie, iż poziom sprawności żołnierza odpowiada wymaganiom jego stanowiska i warunkom służby. Testy te pełnią jednocześnie funkcję narzędzia selekcji, monitorowania i motywowania do utrzymywania wysokiej sprawności fizycznej. Zastosowanie konkurencji o charakterze funkcjonalnym, odzwierciedlających rzeczywiste obciążenia i sytuacje operacyjne, pozwala na lepsze odwzorowanie wymagań pola walki w warunkach kontrolowanych, a tym samym zwiększa trafność oceny przydatności bojowej żołnierzy.

Szczególne znaczenie w ocenie i klasyfikacji urazów w środowisku wojskowym mają czynniki kontekstowe, które odróżniają żołnierzy od populacji cywilnej. (Franklyn i P. V. S. Lee 2017). Franklyn i P. V. S. Lee (2017) podkreślają, że rodzaj, częstość oraz ciężkość obrażeń zależą nie tylko od mechanizmu urazu, ale także od warunków, w jakich dochodzi do ich powstania. Do kluczowych czynników kontekstowych zalicza się warunki środowiskowe (temperatura, wysokość, ukształtowanie terenu), uwarunkowania taktyczne (rodzaj misji, użycie pojazdów, przenoszony ekwipunek, kontakt bojowy) oraz czynniki fizjologiczne i psychofizyczne, takie jak zmęczenie,

odwodnienie, stres operacyjny i deprywacja snu. Autorzy wskazują, że długotrwałe obciążenie fizyczne w połączeniu z ograniczoną regeneracją może prowadzić do zaburzeń kontroli motorycznej, mikrourazów i zwiększonego ryzyka kontuzji. Uwzględnienie tych zmiennych w analizie biomechanicznej urazów jest niezbędne dla trafnej oceny ryzyka i skutecznej profilaktyki w procesie szkolenia oraz przygotowania bojowego żołnierzy jednostek specjalnych (Franklyn i P. V. S. Lee 2017).

Urazy układu mięśniowo-szkieletowego uznawane są za poważny problem wśród populacji wojskowych, skutkujący utratą czasu przeznaczanego na szkolenie, gorszą wydajnością, a w niektórych przypadkach trwałym zwolnieniem ze służby (M. Robinson, i wsp. 2016). Wyniki badania brytyjskich żołnierzy wykazały, że prawie 60% z 660 żołnierzy piechoty doznało co najmniej jednego urazu podczas szkolenia przed wyjazdem na misję (Wilkinson, i wsp. 2011). Inne brytyjskie badanie dotyczące czynników urazów podczas różnych kursów szkolenia podstawowego w armii wykazało związek między ryzykiem kontuzji a dłuższym czasem biegu na dystansie 2,4 km. (S. Blacker, i wsp. 2005). Canham-Chervak, i wsp. (2001) zaobserwowali wśród amerykańskich żołnierzy, że niższy wynik w wojskowym teście sprawności fizycznej (ang. Army Physical Fitness Test - APFT) skutkuje większym ryzykiem kontuzji.

Programy treningowe dotyczące sprawności fizycznej powinny być projektowane w celu utrzymania poziomu sprawności fizycznej, który sprzyja wyższej gotowości bojowej, wzmacnia spójność między żołnierzami, promuje ducha rywalizacji, rozwija pozytywne i świadome podejście do ćwiczeń oraz odżywiania, a także wzmacnia pewność siebie i samodyscyplinę (Mathis 1995; Land 2010).

Siły zbrojne opracowują zróżnicowane programy treningowe dla swoich żołnierzy, ukierunkowane na realizację kilku kluczowych celów (Smith, i wsp. 2022). Obejmują one: profilaktykę urazów w trakcie szkolenia, optymalne przygotowanie fizyczne zgodne z profilem stanowiska służbowego, skrócenie czasu rekonwalescencji i powrotu do pełnej sprawności po przebytych kontuzjach, a także minimalizację skutków przeciążeń zawodowych. Istotnym elementem jest również utrzymanie wysokiego poziomu zdrowia i sprawności fizycznej przez cały okres czynnej służby oraz po jej zakończeniu.

Program treningowy Eagle Tactical Athlete Program (ETAP) został opracowany przez amerykańskich naukowców dla 101. Dywizji Powietrznodesantowej Armii Stanów Zjednoczonych w celu przeciwdziałania kontuzjom układu mięśniowo-szkieletowego (Sell, i wsp. 2016). Badanie efektywności programu ETAP wykazało znaczną redukcję liczby kontuzji i złamań zmęczeniowych wśród żołnierzy (Sell, i wsp. 2016).

Program Tactical Human Optimization, Rapid Rehabilitation and Reintegration (THOR3) jest dedykowany amerykańskiemu wojsku specjalnemu. Jego celem jest zwiększenie sprawności fizycznej i psychicznej żołnierzy. Wsparcie w szybszym powrocie do pełnej sprawności bojowej po odniesionych urazach (bojowych lub szkoleniowych) oraz utrzymanie dobrostanu organizmu i wysokiej gotowości operacyjnej w jak najdłuższym okresie (Kelly, i wsp. 2013). Program wyróżnia się na tle innych wojskowych inicjatyw treningowych kilkoma kluczowymi elementami: holistycznym podejściem obejmującym zarówno aspekt fizyczny, jak i psychiczny, indywidualizacją procesu szkolenia oraz rehabilitacji dostosowaną do potrzeb konkretnego żołnierza oraz wysokim poziomem profesjonalizacji kadry (Kelly, i wsp. 2013). Badanie oceniające skuteczność programu wykazało zmniejszenie liczby kontuzji wśród żołnierzy (Grier, i wsp. 2018).

Kanadyjski program treningowy TATP (Tactical Athlete Training Program) został opracowany, aby pomóc personelowi wojskowemu osiągnąć wysoki poziom sprawności fizycznej niezbędny do wykonywania zadań wymagających dużego wysiłku fizycznego. Program ten koncentruje się na rozwoju i utrzymaniu trzech kluczowych komponentów sprawności fizycznej. Pierwszym z nich jest ogólna sprawność fizyczna (rozwijanie wytrzymałości krążeniowo-oddechowej, wytrzymałości mięśniowej, siły oraz mocy). Drugim filarem jest sprawność funkcjonalna, skupiająca się na doskonaleniu wzorców ruchowych oraz umiejętności niezbędnych do efektywnego wykonywania zadań służbowych. Trzecią kategorią jest sprawność bojowa, która skupia się na realizacji treningów symulujących rzeczywiste zadania operacyjne, często z użyciem autentycznego sprzętu wojskowego (Canadian Forces Morale and Welfare Services (CFMWS) 2025).

Niekonwencjonalne treningi fizyczne dedykowane dla żołnierzy, łączące ciężkie ćwiczenia oporowe z elementami treningu mocy, wykazują istotnie większą skuteczność w rozwijaniu siły mięśniowej, mocy oraz wytrzymałości mięśniowej w porównaniu z tradycyjnymi metodami opartymi głównie na kalistenice i treningu obwodowym (Smith, i wsp. 2022). Ponadto takie treningi poprawiają wyniki w zadaniach specyficznych dla służby wojskowej, nie obniżając jednocześnie wydolności tlenowej. Wzmocnienie siły mięśniowej może także przyczynić się do redukcji ryzyka urazów mięśniowo-szkieletowych, co jest kluczowe dla utrzymania gotowości bojowej (Smith, i wsp. 2022).

Kompleksowe i zindywidualizowane podejście do treningu fizycznego żołnierzy jest kluczowe dla utrzymania wysokiej gotowości bojowej oraz ograniczenia ryzyka urazów. Integracja ćwiczeń siłowych, funkcjonalnych oraz mocy skutecznie poprawia ogólną sprawność i zdolności specyficzne do zadań wojskowych (Dijksma, i wsp. 2020).

Innowacyjne programy treningowe przewyższają tradycyjne formy treningu stosowane w siłach zbrojnych pod względem rozwoju siły, wytrzymałości i redukcji kontuzji (Smith, i wsp. 2022). Takie podejście sprzyja zarówno aspektom fizycznym, jak i psychicznym żołnierzy, co przekłada się na efektywność operacyjną i długoterminowe zdrowie.

Nowicki (2017) w swojej pracy zauważył, że 50% uczestników Podstawowego Kursu Rozpoznania Korpusu Piechoty Morskiej (ang. Basic Reconnaissance Course - BRC) odpada w jego trakcie, a jedną z istotnych przyczyn są niewystarczające wyniki osiągnięte w sprawdzianach sprawności fizycznej (ang. Physical Fitness Test - PFT).

Regularna ocena poziomu tych sprawności pozwala na szybką identyfikację niedoborów oraz wdrażanie programów kompensacyjnych, co przekłada się na zwiększenie efektywności całych pododdziałów. Wysoka sprawność motoryczna i psychomotoryczna nie tylko podnosi skuteczność działań bojowych, ale również zwiększa bezpieczeństwo żołnierza i jego zespołu. Dlatego też ich rozwój traktowany jest jako priorytetowy element przygotowania bojowego, ściśle powiązany z wymaganiami współczesnego teatru działań zbrojnych.

Szkolenie wojskowe wywiera istotny wpływ na poziom sprawności fizycznej, zdolności adaptacyjne oraz ogólną wydolność organizmu żołnierzy. Przegląd literatury wskazuje na różnorodne aspekty oddziaływania treningu wojskowego na parametry fizjologiczne oraz kondycję fizyczną. Intensywne 8-tygodniowe szkolenie wojskowe amerykańskich Rangers powodowało istotne zmiany w parametrach sprawności fizycznej i fizjologicznej. Zauważono znaczące spadki w sile maksymalnej (-20%), wysokości skoku (-16%) oraz zmiany w kompozycji ciała, takie jak spadek masy ciała (-13%), masy beztłuszczowej tkanki (-6%) i masy tkanki tłuszczowej (-50%) (Nindl, i wsp. 2007). Podczas 20-dniowego ćwiczenia wojskowego w warunkach arktycznych u fińskich żołnierzy zaobserwowano niższe wyniki w skoku w dal z miejsca, wysokości skoku, odległości rzutu piłką lekarską, podciąganiu na drążku z obciążeniem, 2 minutowym teście skłonów z leżenia tyłem i teście ewakuacji poszkodowanego. Ponadto odnotowano redukcję masy ciała o 4% oraz masy tkanki tłuszczowej o 31% (Ojanen, i wsp. 2023).

Badania w trakcie 11-tygodniowego kursu fińskich spadochroniarzy nie wykazały dużych zmian w składzie ciała, jednak zaobserwowano zmiany w sprawności fizycznej. Maksymalna siła pozostała niezmienną, natomiast maksymalna moc uległa obniżeniu (Vaara, i wsp. 2015).

Uczestnicy corocznego kursu selekcyjnego do norweskich sił specjalnych, kończący etap tzw. "hell week" — tydzień intensywnych ćwiczeń, podczas którego wysoka

aktywność fizyczna była przerywana jedynie 2–3 godzinami snu na dobę — odnotowali znaczące spadki siły mięśniowej. Siła w wyciskaniu nogami oraz wyciskaniu na ławce zmniejszyła się odpowiednio o 20% oraz 9%, a wysokość skoku uległa obniżeniu o 28% (Hamarsland, i wsp. 2018).

Realizacja zadań bojowych w trakcie misji wojskowych stanowi istotny czynnik wpływający na poziom sprawności motorycznej żołnierzy. Intensywność działań operacyjnych, zmienność środowiska służby oraz często nieprzewidywalny charakter obciążenia fizycznego sprawiają, że utrzymanie optymalnej kondycji fizycznej jest wyzwaniem. Wymagania te, w połączeniu z ograniczonym dostępem do sprzętu treningowego, brakiem stałej struktury treningu, mogą prowadzić zarówno do spadku wybranych zdolności motorycznych, jak i do ich utrzymania bądź poprawy — w zależności od specyfiki misji i organizacji przygotowania fizycznego (Lester, i wsp. 2010). Wyniki badań przeprowadzonych w różnych armiach świata wskazują, że wielomiesięczne misje mogą w istotny sposób modyfikować sprawność motoryczną żołnierzy, a zmiany te są zróżnicowane w zależności od warunków operacyjnych i sposobu realizacji aktywności fizycznej (Sharp, Knapik, i wsp. 2008; Pihlainen, i wsp. 2018; Fallowfield, i wsp. 2014; Dyrstad, Miller i Hallén 2007).

Badania z udziałem fińskich żołnierzy uczestniczących w sześciomiesięcznej operacji w Libanie wykazały obniżenie poziomu aktywności fizycznej, co skutkowało redukcją bodźców niezbędnych do utrzymania optymalnej sprawności motorycznej (Pihlainen, i wsp. 2018). Podobną tendencję wykazano u żołnierzy norweskich odbywających roczną misję pokojową, w której trening fizyczny miał charakter dobrowolny – jedynie około jedna trzecia uczestników poprawiła wydolność tlenową w trakcie służby, co podkreśla znaczenie motywacji wewnętrznej i samodyscypliny w utrzymaniu sprawności (Dyrstad, Miller i Hallén 2007).

Odmienne wyniki uzyskano w badaniach żołnierzy brytyjskich, którzy podczas sześciomiesięcznej misji w Afganistanie utrzymali poziom wydolności tlenowej i siły mięśniowej, jednocześnie redukując masę tkanki tłuszczowej (Fallowfield, i wsp. 2014). Natomiast u żołnierzy amerykańskich odbywających dziewięciomiesięczną misję w Afganistanie stwierdzono spadek wydolności tlenowej, siły mięśniowej oraz masy beztłuszczowej, co wskazuje na ogólne pogorszenie sprawności motorycznej, przy jednoczesnym wzroście zawartości tkanki tłuszczowej (Sharp, Knapik, i wsp. 2008).

Podsumowując, badania potwierdzają, że intensywne szkolenia wojskowe oraz udział w misjach operacyjnych prowadzą do istotnych zmian w sprawności fizycznej żołnierzy. Podczas takich okresów obserwuje się znaczące spadki siły mięśniowej, mocy, wydolności oraz zmiany składu ciała, co może negatywnie wpływać wykonywanie

zadań bojowych. Wysoki poziom sprawności fizycznej jest zatem niezbędny do efektywnego działania na polu walki, jednakże obciążenia treningowe i warunki operacyjne często powodują jej degradację. Zrozumienie tych zmian jest kluczowe dla oceny gotowości bojowej oraz zarządzania zasobami ludzkimi w siłach zbrojnych.

Równie istotna jest sprawność psychomotoryczna, która umożliwia szybkie i precyzyjne reagowanie na nieprzewidywalne bodźce, podejmowanie decyzji pod presją czasu oraz utrzymanie koncentracji w warunkach silnego stresu. Ułamki sekund decydują o powodzeniu misji bojowej, dlatego czas reakcji, zdolność percepcji przestrzennej oraz koordynacja wzrokowo-ruchowa mają kluczowe znaczenie dla przeżycia i skuteczności działań żołnierza. Zdolności psychomotoryczne, w tym czas reakcji (RT) i czas motoryczny (MT), odgrywają kluczową rolę w służbie wojskowej żołnierzy, zwłaszcza w sytuacjach wysokiego stresu wymagających skupienia. Powyższe funkcje umożliwiają szybkie podejmowanie decyzji, efektywne działanie pod presją oraz przyczyniają się do sukcesu misji (Lisowski i Mihuta 2013). Badania wskazują, że żołnierze o wysokim poziomie sprawności psychomotorycznej cechują się większą odpornością na obciążenia psychofizyczne, a ich decyzje w sytuacjach kryzysowych są bardziej trafne (Biggs, Cain i Mitroff 2015). Trening wojskowy poprawia czas motoryczny, a zarówno szkolenia wojskowe, jak i sportowe korzystnie wpływają na rozwój zdolności psychomotorycznych (Hickey, Donne i O'Brien 2012). Powyższe umiejętności są niezbędne do radzenia sobie ze stresem fizjologicznym oraz do szybkiego i trafnego podejmowania decyzji w wymagających warunkach bojowych. Współczesne programy szkoleniowe integrują komponenty fizyczne z treningami stymulującymi funkcje poznawcze i reakcje psychomotoryczne, aby jak najlepiej przygotować żołnierzy do dynamicznych i złożonych realiów pola walki (Biggs, Cain i Mitroff 2015; Lisowski i Mihuta 2013; Sánchez-Molina, Robles-Pérez i Clemente-Suárez 2019b). Badanie przeprowadzone na kandydatach do polskich JWS, którzy ukończyli selekcję, wykazało, że żołnierze pozytywnie kończący ten proces charakteryzowali się wysokim poziomem zdolności psychomotorycznych (Paško, i wsp. 2022).

Sprawność motoryczna i psychomotoryczna żołnierzy stanowi jeden z najważniejszych filarów skuteczności bojowej, determinując zdolność do realizacji zadań w realiach współczesnego pola walki. Wysoki poziom przygotowania fizycznego pozwala na wykonywanie najbardziej wymagających czynności, takich jak długotrwałe marsze z obciążeniem, dynamiczne działania ofensywne czy ewakuacja rannych. Jednocześnie rozwinięte zdolności psychomotoryczne, obejmujące m.in. czas reakcji, koordynację wzrokowo-ruchową oraz zdolność do trafnego podejmowania decyzji decydują o przewadze żołnierza w warunkach stresu, zmęczenia i ograniczonego

czasu. Współczesne operacje bojowe charakteryzują się nieprzewidywalnością, wysoką dynamiką i wielowymiarowością obciążeń, co sprawia, że tylko kompleksowe przygotowanie obejmujące oba te obszary pozwala na osiągnięcie wysokiej efektywności. Przegląd literatury, ze szczególnym uwzględnieniem doświadczeń armii NATO jednoznacznie wskazuje, że proces szkolenia wojskowego coraz częściej integruje elementy kształtujące zarówno parametry motoryczne, jak i psychomotoryczne. Coraz większy nacisk kładzie się nie tylko na rozwój siły, szybkości czy wytrzymałości, ale także na zdolności neurokognitywne oraz odporność psychiczną. Dbałość o synergię tych komponentów staje się fundamentem nowoczesnego szkolenia, które musi odpowiadać na rosnące wymagania współczesnych operacji specjalnych.

Podsumowując, złożoność wyzwań stojących przed kandydatami do Jednostek Wojsk Specjalnych uzasadnia konieczność prowadzenia badań naukowych nad uwarunkowaniami sukcesu selekcyjnego. Tego rodzaju badania, jak przedstawiona w niniejszej pracy analiza, umożliwiają identyfikację kluczowych cech morfologicznych, motorycznych i psychomotorycznych, które mogą pełnić rolę predyktorów pozytywnego ukończenia selekcji. Wyniki badań mają nie tylko wymiar poznawczy, ale także praktyczny – mogą wspierać doskonalenie procesów rekrutacyjnych, optymalizację programów szkoleniowych oraz minimalizację ryzyka urazów. W dłuższej perspektywie pozwalają na lepsze przygotowanie żołnierzy do sprostania specyfice współczesnego pola walki oraz utrzymanie wysokiej gotowości bojowej jednostek specjalnych.

2. Cel pracy i pytania badawcze

2.1. Cel pracy

Głównym celem badań jest identyfikacja zmiennych morfologicznych, motorycznych i psychomotorycznych kandydatów do Jednostek Wojsk Specjalnych oraz określenie ich związku z wynikiem procesu selekcyjnego, ze szczególnym uwzględnieniem terenowego etapu selekcji (ETS). Dodatkowo zostaną wskazane zmienne, które mogą pełnić rolę predyktorów sukcesu selekcyjnego, a tym samym wspierać i optymalizować proces selekcji kandydatów do służby w Jednostkach Wojsk Specjalnych.

2.2. Pytania badawcze

Na podstawie przyjętego celu pracy sformułowano następujące pytania badawcze:

1. Jakie cechy morfologiczne różnicują kandydatów, którzy pozytywnie ukończyli selekcję, od tych, którzy jej nie zaliczyli?
2. Jakie zdolności motoryczne mają istotne znaczenie dla pozytywnego ukończenia procesu selekcyjnego?
3. Jakie zdolności psychomotoryczne odgrywają rolę w uzyskaniu sukcesu podczas selekcji do Jednostek Wojsk Specjalnych?
4. Które z analizowanych zmiennych morfologicznych, motorycznych i psychomotorycznych można uznać za predyktory sukcesu w procesie selekcji do Jednostek Wojsk Specjalnych?

3. Materiał i metody badań

3.1. Charakterystyka grupy badanej

Badaniami objęto grupę 87 kandydatów na operatorów Jednostki Wojsk Specjalnych w wieku $28,1 \pm 3,8$ lat. Do grupy badanej zostali zakwalifikowani kandydaci, którzy ukończyli z wynikiem pozytywnym wstępną ocenę sprawności fizycznej oraz ocenę psychologiczną. Każdy z uczestników wyraził świadomą zgodę na udział w procesie selekcji oraz nie posiadał przeciwwskazań lekarskich do uprawiania sportu.

Spośród 87 kandydatów terenowy etap selekcji pozytywnie zaliczyło 49 osób (grupa T), natomiast 38 nie ukończyło tego etapu (grupa N).

Ze względu na porównawczy charakter badań, w których nie dokonywano manipulacji warunkami eksperymentalnymi, nie wprowadzono grupy kontrolnej.

Badania zostały pozytywnie zaopiniowane przez Komisję Bioetyczną Uniwersytetu Rzeszowskiego (decyzja nr 3/01/2021). Wszystkie procedury wykonywane w czasie badań na uczestnikach były wykonywane zgodnie z procedurami Deklaracji Helsińskiej z roku 1964 i jej późniejszymi zmianami.

3.2. Metody badawcze

Badania sprawności motorycznej i psychomotorycznej zostały przeprowadzone podczas jednego z etapów selekcji w obiektach sportowych JW GROM. Pomiarów dokonano z wykorzystaniem aparatury badawczej Pracowni Diagnostyki w Treningu Sportowym i Zdrowotnym, Instytutu Nauk o Kulturze Fizycznej oraz Uniwersyteckiego Centrum Lekkoatletycznego Ośrodka Badań Innowacyjnych w Sporcie Uniwersytetu Rzeszowskiego.

Pomiar poziomu sprawności motorycznej i psychomotorycznej kandydatów do Jednostki Wojsk Specjalnych wykonano przed etapem terenowym procesu selekcji i polegał on na przeprowadzeniu 16 testów sprawnościowych. Przed każdym testem uczestnicy zostali zaznajomieni z procedurami i przebiegiem badania. Wszystkie pomiary wykonano w dniu poprzedzającym pierwszy dzień etapu terenowego selekcji. Dodatkowo dokonano pomiar antropometryczny kandydatów dzień przed etapem terenowym selekcji oraz po jego zakończeniu.

W ramach badań dokonano następujących pomiarów:

1. **Pomiary antropometryczne**, w skład których wchodziły: pomiar wysokości ciała przy użyciu wzrostomierza oraz pomiar masy ciała i jej komponentów

za pomocą analizatora TANITA MC-780.

2. **Pomiar siły ścisku dłoni** wykonano z użyciem ręcznego cyfrowego dynamometru. Badanie przeprowadzono w pozycji siedzącej; ramię oparte było o udo, a w stawie łokciowym zachowany był kąt prosty. Pomiar polegał na wykonaniu maksymalnego ścisku dynamometru – osobno dla lewej i prawej dłoni. Każdy z badanych wykonywał trzy próby, a do analizy przyjęto najlepszy wynik dla każdej dłoni.
3. **Pomiar siły maksymalnej** dokonano testem Isometric Mid-Thigh Pull (IMTP). Test ten jest wiarygodnym wielostawowym testem izometrycznym, którego celem jest ocena siły maksymalnej oraz mocy generowanej przez całe ciało. Badany ciągnął sztangę umieszczoną na wysokości połowy uda z maksymalną siłą przez 3–5 sekund. Test wykonywano na platformie tensometrycznej, co umożliwiała określenie siły szczytowej, siły względnej, tempa narastania siły (ang. Rate of Force Development - RFD) oraz czasu do osiągnięcia siły szczytowej.
4. **Skoczność** oceniono za pomocą optycznego systemu pomiarowego Optojump NEXT. Każdy badany wykonał trzy próby: Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump z zamachem (CMJ), oraz CMJ bez zamachu.
 - SJ polegał na wyskoku z półprzysiadu przy kącie 90° w stawie kolanowym, z dłońmi opartymi na biodrach.
 - CMJ rozpoczynał się z pozycji stojącej i polegał na wyskoku z zamachem kończyn górnych.
 - CMJ bez zamachu wykonywano z rękami ułożonymi na biodrach.

Moc maksymalną obliczano za pomocą formuły Sayersa (Sayers, i wsp. 1999).

5. **Poziom zwinności** oceniono za pomocą testu T-test Agility. Test polegał na wykonaniu sekwencji przyspieszeń, hamowań oraz zmian kierunku biegu. Kandydat rozpoczynał od biegu na odcinku 10 m wzdłuż linii środkowej, następnie:
 - dotykał prawą dłonią wierzchołka pachołka,
 - przemieszczał się krokiem odstawno-dostawnym 5 m w lewo i dotykał wierzchołka pachołka,
 - następnie 10 m w prawo do kolejnego pachołka, który również dotykał wierzchołka pachołka dłonią,

- po czym 5 m z powrotem do środkowego pachołka, dotykając jego wierzchołka lewą dłonią,
- a ostatni etap stanowił bieg tyłem 10 m do linii mety.

Czas rejestrowano za pomocą fotokomórek SmartSpeed.

6. **Pomiar wytrzymałości tlenowej (zdolności tlenowych)** przeprowadzono w biegu na dystansie 3000 m.
7. **Ocena wytrzymałości szybkościowej i indeksu zmęczenia** została przeprowadzona testem RAST (Running-based Anaerobic Sprint Test). Próba odbywała się na odcinku 30 m, z fotokomórkami ustawionymi na starcie i mecie. Kandydaci rozpoczynali bieg na komendę z pozycji startu wysokiego. Po każdym 30-metrowym sprincie wracali truchtem na linię startu w czasie 10 s. Bieg powtarzano 6-krotnie.
8. **Ocena równowagi statycznej** została przeprowadzona przy użyciu przenośnej platformy dynamometrycznej AMTI AccuGait (50 × 50 × 4,4 cm) wyposażonej w czujniki tensometryczne. Platformę ustawiono na stabilnym podłożu, rejestrując siły i momenty sił w trzech osiach (Fx, Fy, Fz oraz Mx, My, Mz). Badany wykonywał dwie próby równowagi boso:
 - pierwsza polegała na swobodnym staniu z rozstawem nóg na szerokość bioder, ręce wzdłuż tułowia, wzrok skierowany przed siebie;
 - druga – analogiczna, ale z zamkniętymi oczami.

Każdy pomiar trwał 30 sekund.
9. **Szybkość** została oceniona za pomocą pomiaru czasu sprintu na odcinku 30 metrów, gdzie czasy były rejestrowane na 10, 20 i 30 metrze biegu. Badany przystępował do testu po przeprowadzonej indywidualnej rozgrzewce i był w pełni wypoczęty. Test rozpoczynał się ze startu zatrzymanego, a uczestnik sam decydował o momencie rozpoczęcia biegu. Czas mierzony był za pomocą bramek fotokomórkowych SmartSpeed.
10. **Ocena zdolności psychomotorycznych** została przeprowadzona przy wykorzystaniu komputerowych testów *Test2Drive* dostarczonych przez firmę ALTA Sp. z o.o. Każdy przeprowadzony test składał się z dwóch etapów: uczenia zaznajamiającego z zasadami dotyczącymi danego testu oraz testu właściwego. Wykorzystano sześć testów psychomotorycznych:

- **SIRT (Simple Reaction Time Test)** – test mierzący prosty czas reakcji. Polegał na ocenie szybkości odpowiedzi i jej stabilności. Zadaniem kandydata było dotknięcie niebieskiego pola po pojawieniu się czerwonego punktu. Podczas każdego pomiaru rejestrowano czas reakcji oraz czas motoryki. Każdy pomiar rozpoczynał się od pola „START”, na którym umieszczony był palec wskazujący ocenianego.
- **CHORT (Choice Reaction Time Test)** – test czasu reakcji z wyborem. Podczas testu dokonywano oceny szybkości i adekwatności reakcji w złożonej sytuacji. Celem badanego była reakcja na bodziec (pojawienie się linii pionowych lub poziomych) lub brak działania (pojawienie się linii ukośnych). Mierzono czas reakcji, czas motoryki oraz liczbę błędnych odpowiedzi. Każdy pomiar rozpoczynał się na polu „START”, na którym umieszczony był palec wskazujący ocenianego.
- **HECOR (Hand-Eye Coordination Test)** – test oceniający koordynację wzrokowo-ruchową. W czasie próby oceniano czas potrzebny na przeprowadzenie analizy, a następnie zainicjowanie ruchu oraz jego prędkość. Test rozpoczynał się z palcem wskazującym umieszczonym na polu „START”, a zadaniem uczestnika było wybranie pola niebieskiego, które znajdowało się poniżej pola czerwonego.
- **SPANT (Spatial Anticipation Test)** – test dwuwymiarowy oceniający koordynację wzrokowo-ruchową na podstawie wyświetlanej informacji przestrzennej. Zadaniem badanego było wskazanie miejsca przecięcia wirtualnych linii przebiegających przez dwa czerwone punkty (w płaszczyźnie poziomej i pionowej). Test mierzył parametry: czas reakcji, czas ruchu oraz liczbę błędnych odpowiedzi.
- **PUT (Pop-up Test)** – test polegający na ocenie funkcjonowania uwagi wzrokowej. Zadaniem kandydata było wyszukiwanie i detekcja wskazanych obiektów w polu widzenia. Badany miał za zadanie wybrać pionowy czarny trójkąt z grupy różnych konfiguracji trójkątów lub wybrać przycisk „BRAK” w przypadku jego niepojawienia się w sesji. Podczas testu mierzono szybkość reakcji oraz liczbę błędnych odpowiedzi.
- **PAMT (Perception Anticipation Movement Test)** – test antycypacji, polegający na ocenie przewidywanego ruchu poziomego kulki względem ruchu pionowego dwóch prostokątów celem uniknięcia kolizji. Podczas testu mierzono liczbę błędnych decyzji (kolizji).

Dodatkowo do badań wykorzystano pomiary przeprowadzone w czasie wstępnej oceny sprawności fizycznej:

1. **Pływanie na dystansie 200 metrów** zostało przeprowadzone na krytym basenie sportowym o długości 25 metrów. Badany miał do pokonania dystans 200 metrów dowolnym stylem pływackim, rozpoczynając z pozycji startowej ze słupka startowego. Czas mierzony był za pomocą ręcznego stopera.
2. **Podciąganie na drążku wysokim** polegało na wykonaniu maksymalnej liczby powtórzeń w zwisie nachwytem. Badany rozpoczynał próbę od pełnego zwisu na prostych ramionach, a następnie miał za zadanie podciągnąć się tak, aby broda znalazła się powyżej drążka. Tempo wykonywania powtórzeń było dowolne, natomiast nie dopuszczano ruchów wahadłowych ciała ani użycia zamachu. Próba kończyła się w momencie, gdy badany nie był w stanie wykonać prawidłowego powtórzenia.
3. **Uginanie ramion na poręczach równoległych** polegało na wykonaniu maksymalnej liczby powtórzeń w podporze. Badany rozpoczynał próbę w pozycji wyprostowanej, z ramionami całkowicie wyprostowanymi w stawach łokciowych. Następnie wykonywał ugięcie ramion do momentu, aż barki znalazły się poniżej poziomu łokci, po czym powracał do pozycji wyjściowej. Powtórzenia były zaliczane tylko wtedy, gdy zakres ruchu był pełny, a ciało pozostawało w stabilnej pozycji bez kołysania.
4. **Siady z leżenia tyłem** zostały przeprowadzone w czasie 2 minut. Badany znajdował się w pozycji leżenia tyłem, nogi ugięte w stawach kolanowych pod kątem około 90° , stopy zahaczone o dolny szczebel drabinki gimnastycznej. Ręce splecione były na karku. Zadaniem badanego było wykonanie jak największej liczby powtórzeń polegających na uniesieniu tułowia do pozycji siedzącej, tak aby łokciami dotknąć kolan, a następnie powrót do pozycji leżącej.
5. **Sprint na dystansie 100 metrów** został przeprowadzony na bieżni lekkoatletycznej z wykorzystaniem elektronicznego pomiaru czasu (fotokomórki SmartSpeed). Badany rozpoczynał bieg ze startu niskiego, na sygnał instruktora. Czas rejestrowano od przekroczenia linii startu do przecięcia linii mety.
6. **Próba sprawności specjalnej "Wall Ball"** (PSS Wall Ball) polegała na wykonaniu maksymalnej liczby powtórzeń w czasie 1 minuty z wykorzystaniem piłki lekarskiej o masie 4 kg. Badany wykonywał przysiad, a następnie wyrzucał piłkę oburącz w górę tak, aby odbiła się od wyznaczonego punktu na ścianie. Wynik testu stanowiła liczba prawidłowo zaliczonych powtórzeń.

7. **Próba sprawności specjalnej "Ściana"** (PSS Ściana) polegała na wielokrotnym pokonywaniu przeszkody o wysokości 1,5 m w czasie 3 minut. Zadaniem badanego było wykonanie sekwencji: przerzut piłki lekarskiej o masie 8 kg na drugą stronę ściany, a następnie samodzielne pokonanie przeszkody i przejście na drugą stronę. Wynik testu stanowiła liczba pełnych powtórzeń wykonanych w zadanym czasie.
8. **Próba sprawności specjalnej "Lina"** (PSS Lina) polegała na wejściu po linie na wysokość 5 metrów. Badany rozpoczynał w pozycji stojącej, na sygnał startowy miał za zadanie wspiąć się na sam szczyt liny używając dowolnej techniki (z użyciem lub bez użycia nóg). Pomiar stoperem kończono w momencie dotknięcia górnego punktu oznaczonego na linie. Wynik testu stanowił czas wejścia na wysokość 5 m.
9. **Bieg wahadłowy 10 × 10 m** został przeprowadzony na hali sportowej. Wyznaczono odcinek 10 m oznaczony dwoma tyczkami. Zadaniem badanego było 10-krotne przebiegnięcie dystansu tam i z powrotem w jak najkrótszym czasie, z nawrotem za tyczką. Czas mierzono od sygnału startowego do momentu minięcia linii mety przy ostatnim powrocie. Zwrot następował poprzez dotknięcie stopą lub dłonią wyznaczonej linii.

3.3. Metody statystyczne

Analizę statystyczną przeprowadzono w celu oceny rozkładu danych, porównania grup oraz określenia zależności pomiędzy zmiennymi. Dla zmiennych ilościowych obliczono podstawowe miary tendencji centralnej i zmienności: średnią arytmetyczną (M), która określa przeciętną wartość w badanej próbie, oraz medianę (Me), wskazującą wartość środkową, mniej podatną na wpływ wartości odstających. Dodatkowo wyznaczono minimum i maksimum, które określają zakres zmienności danych, oraz odchylenie standardowe (SD), stanowiące miarę rozproszenia wyników wokół średniej.

W przypadku danych, które nie spełniały założeń rozkładu normalnego, do porównań między dwiema niezależnymi grupami zastosowano nieparametryczny test U Manna–Whitneya. Istotne statystycznie przyjęto wartości $p < 0,05$.

Dodatkowo, do analizy zależności między zmiennymi oraz oceny wpływu wielu predyktorów jednocześnie wykorzystano dwukierunkową regresję logistyczną. Metoda ta umożliwia modelowanie prawdopodobieństwa wystąpienia określonego zdarzenia (zmienna zależna dychotomiczna) na podstawie dwóch lub więcej zmiennych niezależnych. Analiza regresji logistycznej pozwala określić względne ryzyko (iloraz szans,

OR) oraz znaczenie poszczególnych predyktorów, z uwzględnieniem ich jednoczesnego wpływu.

W analizie wykorzystano również wskaźnik Romberga (Romberg Ratio, RR), który obliczono jako stosunek wartości uzyskanych w próbach z zamkniętymi oczami (oz) do wartości z prób z otwartymi oczami (oo):

$$RR = \frac{\text{wartość (oz)}}{\text{wartość (oo)}}$$

gdzie interpretacja wskaźnika jest następująca:

- $RR > 1$ – pogorszenie stabilności po zamknięciu oczu,
- $RR \approx 1$ – brak istotnej zmiany,
- $RR < 1$ – lepsze wyniki przy zamkniętych oczach (rzadko, np. w wyniku mechanizmów kompensacyjnych).

Kolejny wskaźnik to wskaźnik asymetrii rozkładu dla IMTP obliczono przy użyciu wzoru Pearsona, który pozwala na szybkie oszacowanie skośności na podstawie różnicy pomiędzy średnią arytmetyczną (\bar{x}) a medianą (Me), znormalizowanej względem odchylenia standardowego (SD):

$$A_s = \frac{3(\bar{x} - Me)}{SD}$$

gdzie:

- A_s – wskaźnik asymetrii Pearsona,
- \bar{x} – średnia arytmetyczna,
- Me – mediana,
- SD – odchylenie standardowe.

Interpretacja wskaźnika przebiega następująco:

- $A_s \approx 0$ – rozkład symetryczny,
- $A_s > 0$ – rozkład prawoskośny (ogon w stronę wyższych wartości),
- $A_s < 0$ – rozkład lewoskośny (ogon w stronę niższych wartości).

Do prezentacji wyników zastosowano również wykresy radarowe. W celu umożliwienia porównania różnych parametrów na wykresach radarowych (rycina: 1, 2, 3 i 4) charakteryzujących kandydatów, które były mierzone w różnych jednostkach

i zakresach wartości, zastosowano skalowanie danych metodą min–max. Zastosowana metoda polega na przekształceniu wartości każdego parametru do wspólnej skali od 0 do 100, gdzie 0 odpowiada wartości minimalnej, a 100 wartości maksymalnej w zbiorze danych. Dzięki temu różnorodne miary mogły być wizualizowane na jednym wykresie radarowym, umożliwiając jednoczesną analizę oraz łatwiejszą interpretację wyników.

W przypadku parametrów czasowych, takich jak czasy pokonania określonych dystansów, zastosowano skalowanie odwrotne (inwersję). Jest to spowodowane tym, że dla tych miar „mniej znaczy lepiej” (krótszy czas oznacza lepszy wynik). Zastosowanie transformacji odwrotnej, gdzie dla wartości czasu t wyliczano wartość skalowaną jako

$$\frac{\max(t) - t}{\max(t) - \min(t)} \times 100,$$

pozwoлиło to na jednolite przedstawienie wszystkich parametrów zgodnie z zasadą, że wyższe wartości oznaczają lepszą sprawność lub wydajność.

Umożliwiło to spójną wizualizację i porównanie wyników testów, uwzględniając różne jednostki oraz charakterystyki zmiennych.

4. Wyniki badań

4.1. Analiza parametrów antropometrycznych

Podczas prowadzenia badań przeanalizowano zebrane dane morfologiczne, obejmujące następujące parametry: wysokość i masę ciała, współczynnik BMI, zawartość procentowa (FATP) i masowa (FATM) tkanki tłuszczowej, beztłuszczową masę ciała (FFM), przewidywaną masę mięśniową (PMM), zawartość wody (TBW) w organizmie z podziałem na wewnątrzkomórkową (ICW), zewnątrzkomórkową (ECW) oraz poziom oporu elektrycznego (impedancji). Tabela 2 przedstawia miary statystyczne dotyczące trzech parametrów: wysokości ciała, masy ciała oraz współczynnika BMI. Analiza wykazała, że kandydaci należący do grupy T (która pozytywnie zaliczyła selekcję - etap terenowy) cechowali się wyższą wysokością ciała (+1,16 cm), większą masą ciała zarówno na początku (+3,2 kg), jak i po zakończeniu etapu terenowego (+0,88 kg). Natomiast współczynnik BMI zaobserwowano wyższy w tej grupie tylko na początku etapu terenowego (+0,34 kg/m²) w porównaniu z grupą N (która nie zaliczyła tego etapu). Pomiar wykazały istotne statystyczne różnice pomiędzy grupami tylko w aspekcie wysokości ciała ($p = 0,049$; E.S. = 0,21).

Tabela 2: Charakterystyka liczbowa dla wysokości ciała oraz pomiaru masy ciała i BMI wykonane przed i po etapie terenowym selekcji z podziałem na grupę T i N

Parametr	Pomiar	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
Wysokość ciała (cm)	P1	N	178,61	178,00	6,10	167,00	193,00	0,049	0,21
		T	181,29	180,00	6,47	170,00	193,00		
Masa ciała (kg)	P1	N	80,62	79,50	8,43	68,10	105,00	0,059	0,24
		T	83,82	84,40	8,57	68,70	105,20		
	P2	N	77,60	76,75	8,46	63,10	100,50	0,421	0,10
		T	78,48	79,70	7,91	63,70	95,80		
BMI	P1	N	25,22	25,20	1,51	22,20	29,10	0,316	0,13
		T	25,56	25,60	1,70	20,70	29,50		
	P2	N	24,24	24,20	1,51	21,50	27,60	0,404	0,11
		T	23,93	23,90	1,50	19,70	27,20		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu; P1 – pomiar przed etapem terenowym; P2 – pomiar po etapie terenowym.

Przeprowadzona analiza procentowej zawartości tkanki tłuszczowej (FATP) w organizmie kandydatów (tabela 3) wykazała niższy procentowy poziom tej tkanki wśród kandydatów z grupy T (zarówno przed rozpoczęciem etapu terenowego selekcji (ETS) - pomiar 1 (P1), jak i po jego zakończeniu - pomiar 2 (P2)), odpowiednio 14,92 % i 9,43 %. Taką samą zależność zauważono w przypadku całkowitej masy tkanki tłuszczowej (FATM), gdzie kandydaci z grupy T charakteryzowali się niższymi wartościami FATM w obu pomiarach (12,61 kg i 7,50 kg) w porównaniu do kandydatów należących do grupy N (13,01 kg i 10,75 kg). Zaobserwowano statystycznie istotne różnice w FATP i FATM uzyskanych tylko w P2 (odpowiednio $p < 0,001$; E.S. = 0,61 i $p < 0,001$; E.S. = 0,49).

Tabela 3: Charakterystyka liczbowa dla pomiaru zawartości procentowej i masowej tkanki tłuszczowej wykonane przed i po etapie terenowym selekcji z podziałem na grupę T i N

Parametr	Pomiar	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
FATP (%)	P1	N	16,04	16,10	2,61	10,10	21,50	0,082	0,22
		T	14,92	15,10	3,43	8,40	21,70		
	P2	N	13,59	13,70	3,21	7,00	20,00	<0,001	0,61
		T	9,43	9,20	3,47	3,00	18,20		
FATM (kg)	P1	N	13,01	13,05	2,92	7,40	20,70	0,575	0,07
		T	12,61	12,30	3,58	6,60	20,30		
	P2	N	10,75	10,00	3,31	4,50	18,00	<0,001	0,49
		T	7,50	7,40	3,07	2,00	14,20		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu; P1 – pomiar przed etapem terenowym; P2 – pomiar po etapie terenowym.

Tabela 4 przedstawia wyniki dwóch pomiarów (wykonanych przed i po etapie terenowym selekcji) beztłuszczowej masy ciała (FFM) oraz przewidywanej masy mięśniowej (PMM). Analizowane przypadki wykazały, że kandydaci z grupy T osiągnęli wyższe wartości badanych parametrów niż osoby z grupy N. Dla parametru FFM odpowiednio 71,21 kg i 67,61 kg (P1) oraz 70,98 kg i 66,86 kg (P2), natomiast w przypadku PMM odpowiednio 67,69 kg i 64,26 kg (P1) oraz 67,48 kg i 61,82 kg (P2).

Wykazano istotne statystycznie różnice dla wartości FFM (P1; $p = 0,014$; E.S. = 0,31 i P2; $p = 0,005$; E.S. = 0,35) i PMM (P1; $p = 0,014$; E.S. = 0,31 i P2; $p = 0,003$, E.S. = 0,37)

Tabela 4: Charakterystyka liczbowa dla pomiaru beztłuszczowej masy ciała oraz przewidywanej masy mięśniowej wykonane przed i po etapie terenowym selekcji z podziałem na grupę T i N

Parametr	Pomiar	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
FFM (kg)	P1	N	67,61	66,00	6,59	57,10	84,30	0,01	0,31
		T	71,21	70,90	6,87	58,20	88,20		
	P2	N	66,86	65,80	6,57	54,30	83,20	0,01	0,35
		T	70,98	70,20	6,65	57,40	86,50		
PMM (kg)	P1	N	64,26	62,70	6,29	54,20	80,20	0,01	0,31
		T	67,69	67,40	6,56	55,30	83,90		
	P2	N	61,82	61,85	12,05	0,00	79,10	0,00	0,37
		T	67,48	66,70	6,36	54,50	82,30		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu; P1 – pomiar przed etapem terenowym; P2 – pomiar po etapie terenowym.

Pomiary zawartości wody w organizmie kandydatów zostały przedstawione w tabeli 5. Najwyższą zawartością całkowitej wody w organizmie (TBW) mieli kandydaci z grupy T (P1; 48,33 kg i P2; 47,38 kg). Podobne prawidłowości zaobserwowano w przypadku masy wody wewnątrzkomórkowej (ICW; P1; 28,56 kg i P2; 28,00 kg) oraz wody zewnątrzkomórkowej (ECW; P1; 19,77 kg i P2; 19,38 kg). Statystycznie istotne różnice wykazano w wartościach TBW (P1; $p = 0,0014$; E.S. = 0,31), ICW (P1; $p = 0,013$; E.S. = 0,31) i ECW (P1; $p = 0,029$; E.S. = 0,27; P2; $p = 0,006$; E.S. = 0,34).

Tabela 5: Charakterystyka liczbowa dla pomiaru całkowitej masy wody, masy wody wewnątrzkomórkowej i zewnątrzkomórkowej w organizmie wykonane przed i po etapie terenowym selekcji z podziałem na grupę T i N

Parametr	Pomiar	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
TBW (kg)	P1	N	46,64	45,85	3,28	41,90	55,80	0,014	0,31
		T	48,33	48,50	3,42	42,30	55,90		
	P2	N	46,06	45,25	3,22	41,00	55,20	0,054	0,24
		T	47,38	47,50	3,22	41,40	53,70		
ICW (kg)	P1	N	27,58	27,50	1,88	25,00	32,70	0,013	0,31
		T	28,56	28,60	2,02	24,40	32,40		
	P2	N	27,52	27,05	1,88	24,60	33,20	0,236	0,15
		T	28,00	27,90	1,90	24,90	31,70		
ECW (kg)	P1	N	19,07	18,95	1,48	16,70	23,10	0,029	0,27
		T	19,77	19,70	1,53	16,90	23,50		
	P2	N	18,51	18,45	1,46	15,70	22,00	0,006	0,34
		T	19,38	19,40	1,39	16,50	22,50		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu; P1 – pomiar przed etapem terenowym; P2 – pomiar po etapie terenowym.

Tabela 6 przedstawia wartości oporu elektrycznego (IMP) uzyskane w czasie pomiarów na analizatorze Tanita. Kandydaci grupy N charakteryzowali się wyższymi wartościami impedancji w stosunku do grupy T, zarówno w P1 (504,15 Om i 482,39 Om), jak i P2 (509,35 Om i 466,64 Om). Statystycznie istotne różnice zaobserwowano w P2 ($p < 0,001$; E.S. = 0,54).

Tabela 6: Charakterystyka liczbowa dla pomiaru impedancji wykonane przed i po etapie terenowym selekcji z podziałem na grupę T i N

Parametr	Pomiar	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
IMP (Om)	P1	N	504,15	498,00	46,88	432,98	631,00	0,05	0,25
		T	482,39	477,19	46,50	381,68	587,07		
	P2	N	509,35	501,16	47,03	426,49	625,62	<0,001	0,54
		T	466,64	461,77	38,70	401,85	570,37		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu; P1 – pomiar przed etapem terenowym; P2 – pomiar po etapie terenowym.

4.2. Analiza zdolności motorycznych

Analizie statystycznej poddano wyniki z ośmiu testów oceniających zdolności siłowe i moc mięśniową, przeprowadzonych w dwóch etapach selekcji. Etap wstępnego sprawdzianu sprawności fizycznej obejmował trzy próby: podciąganie na drążku wysokim, ugięcia ramion na poręczach oraz siad z leżenia tyłem wykonywany przez 2 minuty. Dzień przed etapem terenowym selekcji wykonano testy pomiaru maksymalnej siły izometrycznej kończyn dolnych (IMTP), siły obu dłoni, skoku z półprzysiadu, oraz skoku bez zamachu ramion (CMJ bz) i z zamachem ramion (CMJ zz).

Przeprowadzona analiza statystyczna wyników w teście podciągania na drążku wysokim (tabela 7) wykazała, że największą średnią liczbę powtórzeń wykonała grupa N (20,72 powt.), jednak różnica w liczbie powtórzeń w tym teście jest marginalna oraz nie wykazuje statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami ($p = 0,654$; E.S. = 0,06). Podczas testu ugięć ramion na poręczach i siadu z leżenia tyłem (tabela 11) najlepsze średnie liczby powtórzeń należały do kandydatów grupy T (odpowiednio 30,63 powt. i 86,35 powt.). Różnice w wynikach kandydatów obu grup były minimalne oraz statystycznie nieistotne z punktu widzenia wyników uzyskanych teście U Manna - Whitneya (uginanie ramion na poręczach; $p = 0,891$, E.S. = 0,02; siad z leżenia tyłem; $p = 0,425$, E.S. = 0,10).

Tabela 7: Charakterystyka liczbowa uzyskanych w podciąganiu na drążku wysokim, ugięciu ramion na poręczach oraz siadów z leżenia tyłem z podziałem na grupę T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
Podciąganie (powt.)	N	20,72	21,00	2,98	16,00	29,20	0,65	0,06
	T	20,31	20,00	2,53	16,00	27,00		
Poręcze (powt.)	N	30,34	30,00	3,52	25,00	40,00	0,89	0,02
	T	30,63	30,00	5,11	23,00	42,00		
Siad z leżenia tyłem (powt.)	N	84,89	84,50	6,28	73,00	98,00	0,43	0,10
	T	86,35	86,00	7,03	75,00	106,00		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna-Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Maksymalna siła izometryczna oraz generowana moc kończyn dolnych w teście IMTP zostały przedstawione w tabeli 8. Przeprowadzony test IMTP wykazał istotne statystycznie różnice w średniej sile prawej kończyny ($p = 0,008$; E.S. = 0,33).

Osoby z grupy T wykazały wyższą ogólną siłę kończyn dolnych o średnio 1,5 N/100 w porównaniu do osób, które nie ukończyły selekcji. Analiza w teście U Manna - Whitneya wykazała statystycznie istotne różnice w sile pomiędzy grupami T i N ($p = 0,012$; E.S. = 0,32). Ponadto u osób należących do grupy T zaobserwowano wyższy średni poziom mocy o 7,34 W/100 w stosunku do osób z grupy N. Powyższy wynik w analizie statystycznej został przedstawiony jako istotna statystycznie różnica występująca w grupach T i N ($p = 0,008$; E.S. = 0,33). Średnie wartości przyspieszenia uzyskiwali kandydaci z grupy T (+ 0,99² m/s). Natomiast analiza wyników przyspieszenia nie wykazała istotnych statystycznie różnic dla obu badanych grup ($p = 0,106$; E.S. = 0,20).

Tabela 8: Charakterystyka liczbowa uzyskanych wyników maksymalnej siła izometryczna i mocy kończyn dolnych w teście IMTP z podziałem na grupy T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
IMTP Lewa (kg)	N	127,45	127,60	16,47	97,80	173,60	0,12	0,19
	T	133,87	131,70	18,38	105,20	198,20		
IMTP Prawa (kg)	N	124,34	124,40	14,09	99,80	156,00	0,01	0,33
	T	136,72	131,60	22,36	88,80	197,00		
IMTP Siła (N/100)	N	16,39	16,60	1,96	12,80	20,10	0,01	0,32
	T	17,89	17,20	2,62	13,00	25,90		
IMTP Przyspieszenie (m/s ²)	N	20,37	20,70	2,25	15,50	25,80	0,11	0,20
	T	21,36	21,00	2,49	16,80	27,90		
IMTP Moc (W/100)	N	79,76	81,10	9,50	60,70	96,90	0,01	0,33
	T	87,10	84,10	12,53	62,80	123,50		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna-Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Analiza wskaźników asymetrii Pearsona (tabela 9) wykazała, że w grupie N rozkłady większości zmiennych miały charakter symetryczny lub lekko lewoskośny, co wskazuje na równomierne rozłożenie wyników ze skłonnością do nieco niższych wartości. Natomiast w grupie T większość rozkładów cechowała się prawoskośnością, co świadczy o obecności jednostek osiągających wyjątkowo wysokie rezultaty w testach siły i mocy. Wynik ten potwierdza, że wysokie wartości tych parametrów mogą być kluczowe dla pozytywnego ukończenia ETS.

Tabela 9: Wskaźniki asymetrii rozkładu wyników parametrów testu IMTP w grupach T i N

Parametr	Grupa	Asymetria (Pearsona)
IMTP Lewa (kg)	N	-0,03
	T	0,35
IMTP Prawa (kg)	N	-0,01
	T	0,69
IMTP Siła (N/100)	N	-0,32
	T	0,79
IMTP Przyspieszenie (m/s ²)	N	-0,44
	T	0,43
IMTP Moc (W/100)	N	-0,42
	T	0,72

Tabela 10 przedstawia analizę wyników pomiarów siły prawej i lewej dłoni. Porównanie wyników wykazało różnice w zakresie siły dłoni obu kończyn występujące w obu grupach. Średnia siła dłoni prawej ręki była wyższa w grupie T o 0,77 kg w porównaniu do lewej, natomiast w grupie N o 1,68 kg. Analiza statystyczna średnich wartości siły prawej dłoni w grupach T i N wykazała wyraźne różnice na korzyść osób z grupy T (+ 4,85 kg), natomiast jeszcze większą różnicę zaobserwowano w przypadku pomiarów średnich wartości siły lewej dłoni, gdzie grupa T charakteryzowała się wyższym średnim wynikiem o 5,76 kg. Analiza z zastosowaniem testu U Manna - Whitneya wykazała statystyczną istotność różnic występujących między grupami, zarówno dla prawej ($p = 0,008$; E.S. = 0,38), jak i lewej ($p = 0,002$; E.S. = 0,40) dłoni.

Tabela 10: Charakterystyka liczbowa uzyskanych wyników siły prawej i lewej dłoni z podziałem na grupy T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
Siła dłoni prawa (kg)	N	54,98	55,25	8,42	37,50	72,60	0,01	0,38
	T	59,83	58,80	8,35	41,40	80,50		
Siła dłoni lewa (kg)	N	53,30	54,20	7,23	38,60	67,10	0,00	0,40
	T	59,06	58,80	8,20	40,60	77,10		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

W tabeli 11 przedstawiono wyniki średnich wysokości skoku oraz średnich mocy uzyskanej w skoku z przysiadu (SJ). Analiza statystyczna próby SJ wykazała statystycznie nieistotne różnice w osiąganych wysokościach skoku oraz wygenerowanych mocach w czasie skoku, zarówno liczonych w W jak i w przeliczeniu W/kg. Nieznacznie lepsze wyniki w tej próbie osiągnęli kandydaci z grupy T. Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami w żadnym badanym parametrze (wysokość; $p = 0,605$; E.S. = 0,07; Moc (W); $p = 0,100$; E.S. = 0,21; Moc (W/kg); $p = 0,611$; E.S. = 0,06).

Tabela 11: Charakterystyka liczbowa uzyskanych wyników wysokości i mocy w czasie skoku z półprzysiadu (SJ) z podziałem na grupy T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
SJ (cm)	N	35,33	34,75	4,83	26,30	45,30	0,61	0,07
	T	35,60	35,50	3,71	27,50	45,80		
Moc SJ (W)	N	3766,68	3722,50	480,03	3068,00	5091,00	0,10	0,21
	T	3906,98	3919,00	421,83	3080,00	4794,00		
Moc SJ (W/kg)	N	46,42	46,01	3,51	39,76	53,43	0,61	0,06
	T	46,61	46,48	2,81	40,39	53,94		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Analizę statystyczną wysokości skoku i generowanej mocy w teście CMJ bez zamachu ramion (CMJ bz) przedstawiono w tabeli 12. We wszystkich badanych parametrach lepsza średnia wysokość i średnia generowana moc występowały u kandydatów w grupie T. Jednakże różnice pomiędzy grupami w analizowanych wynikach były niewielkie i nie wykazywały statystycznej istotności (wysokość; $p = 0,60$; E.S. = 0,07; Moc (W); $p = 0,160$; E.S. = -0,31; Moc (W/kg); $p = 0,61$; E.S = 0,06).

Tabela 12: Charakterystyka liczbowa uzyskanych wyników wysokości i mocy w czasie skoku bez zamachu (CMJ bz) z podziałem na grupy T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
CMJ bz (cm)	N	37,41	36,25	5,21	28,00	48,20	0,60	0,07
	T	37,78	37,50	4,32	30,80	49,70		
Moc CMJ bz (W)	N	3892,87	3808,50	520,42	3213,00	5461,00	0,16	-0,31
	T	4039,04	4031,00	440,23	3347,00	5401,00		
Moc CMJ bz (W/kg)	N	47,95	47,16	3,76	41,15	55,33	0,66	0,06
	T	48,20	47,90	3,18	43,22	56,99		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Przeprowadzona analiza statystyczna próby CMJ z zamachem ramion (tabela 13) ujawniła, że nieznacznie lepsze wyniki uzyskała grupa N w zakresie średniej wysokości skoku (43,78 cm) oraz średniej mocy przeliczanej na kg masy ciała (52,73 W/kg). Natomiast kandydaci grupy T generowali nieznacznie większą średnią moc wyrażoną w jednostkach Wat (W) wynoszącą 4368,55 W. W przeprowadzonej analizie testu U Manna - Whitneya nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy poszczególnymi grupami w zakresie wysokości skoku ($p = 0,666$; E.S. = 0,05), mocy ($p = 0,273$; E.S. = 0,14) i mocy przeliczonej na kg masy ciała ($p = 0,510$; E.S. = 0,08.).

Tabela 13: Charakterystyka liczbowa uzyskanych wyników wysokości i mocy w czasie skoku z zamachem (CMJ zz) z podziałem na grupy T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
CMJ zz (cm)	N	43,78	42,45	6,50	30,30	56,00	0,67	0,05
	T	43,20	42,50	4,66	34,60	52,90		
Moc CMJ zz (W)	N	4279,39	4200,00	583,20	3381,00	5971,00	0,27	0,14
	T	4368,55	4334,00	433,72	3667,00	5291,00		
Moc CMJ zz (W/kg)	N	52,73	51,59	4,66	43,00	61,79	0,51	0,08
	T	52,19	51,61	3,59	45,81	60,16		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Analiza statystyczna zdolności szybkościowych oraz beztlenowych polegała na interpretacji wyników uzyskanych w dwóch testach biegowych (100 m i 10 x 10 m) przeprowadzonych we wstępnym etapie oceny sprawności fizycznej do JWS, oraz testu RAST i sprintu na dystansie 30 m, które zostały przeprowadzone dzień przed rozpoczęciem etapu terenowego selekcji.

Przeprowadzona analiza średnich czasów w sprincie na 30 m (tabela 14) wykazała, że najlepsze średnie wyniki we wszystkich pomiarach na odcinku 10 m, 20 m i 30 m osiągnęła grupa T. Kandydaci z grupy T osiągnęli średnie czasy: na 10 m sprintu 1,94 s, na 20 m 3,27 s i po przebiegnięciu 30 m 4,54 s. Analiza statystyczna wykazała istotność różnic wyników na każdym mierzonym odcinku (10 m; $p = 0,02$; E.S. = 0,30; 20 m; $p = 0,004$; E.S. = 0,36; 30 m; $p = 0,002$; E.S. = 0,38).

Tabela 14: Charakterystyka liczbowa uzyskanych czasów w sprincie na dystansie 30 m z podziałem na grupę T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
10 m (s)	N	1,99	1,98	0,12	1,67	2,33	0,02	0,30
	T	1,94	1,94	0,08	1,77	2,08		
20 m (s)	N	3,36	3,37	0,16	2,99	3,82	0,00	0,36
	T	3,27	3,29	0,11	3,06	3,49		
30 m (s)	N	4,67	4,67	0,22	4,20	5,25	0,00	0,38
	T	4,54	4,52	0,16	4,25	4,88		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Tabela 15 prezentuje wyniki uzyskane w biegu na 100 m i biegu 10 x 10 m. Analiza statystyczna uzyskanych czasów wykazała, że w biegu na 100 m lepsze średnie czasy uzyskiwali kandydaci do JWS z grupy N (13,89 s). Jednakże różnica w czasie pomiędzy dwoma grupami była marginalna i nie wykazała istotności statystycznej ($p = 0,61$; E.S. = 0,06). W przypadku analizy biegu 10 x 10 m lepsze średnie wyniki uzyskiwały osoby należące do grupy T (29,14 s). Podobnie jak w przypadku biegu na 100 m analiza nie wykazała statystycznie istotnych różnic ($p = 0,39$; E.S. = 0,11).

Tabela 15: Charakterystyka liczbowa uzyskanych czasów w biegu na dystansie 100 m i biegu na dystansie 10 x 10 m z podziałem na grupę T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
Bieg 100 m (s)	N	13,89	13,80	0,80	12,20	15,80	0,61	0,06
	T	13,95	13,90	0,65	12,70	15,20		
Bieg 10x10 (s)	N	29,34	29,30	0,86	27,40	31,75	0,39	0,11
	T	29,14	29,20	0,97	26,70	31,90		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Analiza statystyczna średnich czasów w próbie anaerobowej RAST (tabela 16) wykazała, że niezależnie od wybranego powtórzenia różnice pomiędzy kandydatami z grupy T a tymi z grupy N były marginalne. Grupa T osiągnęła nieznacznie niższe wartości we wszystkich sześciu powtórzeniach, jednak różnice te mieściły się

w przedziale od 0,05 do 0,11 s. Test U Manna–Whitneya nie wykazał istotnych różnic pomiędzy grupą T a grupą N ($p = 0,21$), a wielkość efektu pozostawała niska (E.S. = 0,18).

Tabela 16: Charakterystyka liczbowa uzyskanych czasów w teście RAST z podziałem na grupę T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
1 RAST (s)	N	5,48	5,43	0,31	5,00	6,32	0,21	0,18
	T	5,37	5,36	0,27	4,92	6,03		
2 RAST (s)	N	5,47	5,43	0,26	5,01	6,10	0,33	0,14
	T	5,39	5,42	0,25	4,90	5,96		
3 RAST (s)	N	5,72	5,73	0,28	5,15	6,30	0,15	0,20
	T	5,61	5,56	0,25	5,03	6,11		
4 RAST (s)	N	5,74	5,76	0,29	5,30	6,40	0,38	0,12
	T	5,69	5,69	0,27	5,27	6,42		
5 RAST (s)	N	5,97	6,03	0,30	5,39	6,57	0,10	0,23
	T	5,87	5,78	0,28	5,50	6,65		
6 RAST (s)	N	5,91	5,93	0,29	5,45	6,52	0,21	0,17
	T	5,84	5,77	0,29	5,38	6,62		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Tabela 17 przedstawia analizę statystyczną obejmującą wartości średnie mocy szczytowej, minimalnej i średniej oraz wskaźników zmęczenia wśród kandydatów z grupy T oraz grupy N. Stwierdzono, że kandydaci z grupy T uzyskali istotnie statystycznie wyższe wyniki we wszystkich analizowanych parametrach mocy w porównaniu z kandydatami z grupy N. Średnia moc szczytowa wynosiła odpowiednio 688,44 W w grupie T oraz 630,20 W w grupie N ($p = 0,04$, E.S. = 0,23). Średnia moc minimalna osiągnęła wartość 500,72 W w grupie T oraz 456,89 W w grupie N ($p = 0,03$, E.S. = 0,24), natomiast średnia moc wynosiła odpowiednio 586,55 W i 535,74 W ($p = 0,03$, E.S. = 0,25). Natomiast kandydaci z grupy N charakteryzowali się nieznacznie wyższym średnim wskaźnikiem zmęczenia, który wynosił 27,24% ($p = 0,91$, E.S. = 0,01). Nie stwierdzono jednak statystycznie istotnych różnic w wartościach analizowanych parametrów testu RAST pomiędzy badanymi grupami.

Tabela 17: Charakterystyka liczbowa parametrów testu RAST (moc szczytowa, moc minimalna, moc średnia, wskaźnik zmęczenia) w podziale na grupy T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
Moc szczytowa (W)	N	630,20	638,24	101,40	426,59	831,08	0,04	0,23
	T	688,44	697,73	110,94	478,97	910,47		
Moc minimalna (W)	N	456,89	438,73	71,40	349,61	576,15	0,03	0,24
	T	500,72	493,27	86,34	325,95	690,77		
Moc średnia (W)	N	535,74	531,70	82,98	385,34	686,85	0,03	0,25
	T	586,55	595,03	94,62	397,16	756,11		
Wskaźnik zmęczenia (%)	N	27,24	27,36	5,12	17,57	39,07	0,91	0,01
	T	27,14	27,94	6,61	9,61	41,53		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Analiza zdolności wytrzymałościowych (tlenowych) polegała na statystyce uzyskanych czasów w biegu na dystansie 3000 m oraz pływaniu na dystansie 200 m, które zostały przeprowadzone w etapie poprzedzającym etap terenowy. Tabela 18 przedstawia analizę statystyczną średnich czasów uzyskanych przez grupy T i N w biegu na dystansie 3000 m. Najlepszym średnim czasem charakteryzowały się osoby z grupy T (676,10 s.). Test U Manna - Whitneya wykazał statystyczną istotność różnic uzyskanych wyników w biegu ($p = 0,009$; E.S. = 0,33).

Tabela 18: Charakterystyka liczbowa uzyskanych czasów w biegu na dystansie 3000 m z podziałem na grupę T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
Bieg 3000 m (s)	N	685,47	686,50	12,72	657,00	717,00	0,009	0,33
	T	676,10	676,00	24,83	601,00	730,00		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Tabela 19 prezentuje wyniki przeprowadzonej analizy czasów uzyskanych w pływaniu na dystansie 200 m. Najkrótsze średnie czasy uzyskali kandydaci z grupy T (3,36 min.). Jednakże różnica średnich czasów pomiędzy grupami była niewielka i nie zaobserwowano statystycznej istotności dla tej próby ($p = 0,13$; E.S. = 0,19).

Tabela 19: Charakterystyka liczbowa uzyskanych czasów w pływaniu na dystansie 200 m z podziałem na grupę T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
Pływanie 200 m (min)	N	3,41	3,36	0,36	2,52	4,37	0,13	0,19
	T	3,36	3,29	0,34	2,46	4,41		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Poziom zdolności koordynacyjnych był sprawdzany za pomocą testu T-test. Parametrem ocenianym był czas, w którym kandydat wykonał daną próbę. Statystyka opisowa T-test została przedstawiona w tabeli 20. Analiza danych wykazała, że najkrótszym średnim czasem cechuje się grupa T (11,88 s). Test U Manna - Whitneya nie wykazał istnienia statystycznie istotnych różnic występujących pomiędzy grupami T i N ($p = 0,07$; E.S. = 0,23).

Tabela 20: Charakterystyka liczbowa uzyskanych czasów w teście zwinności T-test podziałem na grupę T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
T-test (s)	N	12,20	12,07	0,64	10,97	13,47	0,07	0,23
	T	11,88	11,94	0,70	10,48	13,42		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Parametry stabilności posturalnej – powierzchnia elipsy, średnia prędkość oraz długość ścieżki zostały przedstawione w tabeli 21. Dane obejmują wartości uzyskane podczas próby z oczami: otwartymi (oo) oraz zamkniętymi (oz). Średnie wartości powierzchni elipsy, średnie prędkości oraz średnie długości ścieżki w próbie oo i oz były nieznacznie niższe wśród osób, które ukończyły etap terenowy selekcji. Średnie wartości grupy T dla próby z oczami otwartymi wyniosły odpowiednio 1,07 cm², 9,37 cm/s oraz 281,25 mm, natomiast dla próby z oczami zamkniętymi 1,17 cm², 9,46 cm/s i 283,89 mm. Obydwa analizowane przypadki, zarówno w próbie z oczami otwartymi, jak i zamkniętymi, nie uwiaryściły istotnych statystycznie różnic pomiędzy kandydatami z grupy N i T dla żadnego z ocenianych parametrów: powierzchni elipsy (oo; $p = 0,32$; E.S. = 0,13; oz; $p = 0,98$; E.S. = 0,00), średniej prędkości (oo; $p = 0,75$;

E.S. = 0,04; oz; $p = 0,75$; E.S. = 0,04) i długości ścieżki (oo; $p = 0,75$; E.S. = 0,04; oz; $p = 0,75$; E.S. = 0,04).

Tabela 21: Charakterystyka liczbowa uzyskanych wyników powierzchni elipsy, średnich prędkości i długości ścieżki dla próby z otwartymi i zamkniętymi oczami z podziałem na grupy T i N.

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
Pow. elipsy 95% (oo) (cm ²)	N	1,53	0,83	3,45	0,08	21,53	0,32	0,13
	T	1,07	0,93	0,73	0,13	4,30		
Średnia prędkość (oo)	N	9,53	9,49	7,78	2,67	50,24	0,75	0,04
	T	9,37	9,45	2,81	3,03	15,37		
Długość ścieżki (oo) (mm)	N	285,93	284,77	233,34	80,22	1507,14	0,75	0,04
	T	281,25	283,61	84,31	90,90	461,11		
Pow. elipsy 95% (oz) (cm ²)	N	1,43	1,13	2,17	0,09	13,43	0,98	0,00
	T	1,17	1,07	0,87	0,08	5,14		
Średnia prędkość (oz)	N	9,59	9,57	7,48	2,77	47,66	0,75	0,04
	T	9,46	9,44	2,75	2,95	14,80		
Długość ścieżki (oz) (mm)	N	287,62	287,19	224,38	82,95	1429,88	0,75	0,04
	T	283,89	283,29	82,58	88,60	443,97		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna-Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Analiza wskaźników Romberga (RR) przedstawionych w tabeli 22, obliczonych jako stosunek wartości dla prób z zamkniętymi oczami (oz) do wartości dla prób z otwartymi oczami (oo), wykazała wartości bardzo zbliżone do 1 w obu grupach. Grupa N charakteryzowała się średnimi wartościami odpowiednio: powierzchnia elipsy 95% – 0,93, średnia prędkość – 1,01 oraz długość ścieżki – 1,01. Natomiast wartości dla grupy T nieznacznie się różniły: powierzchnia elipsy 95% – 1,09, średnia prędkość – 1,01 i długość ścieżki – 1,01.

Interpretacja tych wyników wskazuje, że zarówno u kandydatów, którzy ukończyli ETS (grupa T), jak i u osób, które jej nie ukończyły (grupa N), stabilność posturalna nie ulegała istotnym zmianom po zamknięciu oczu. Wskaźniki Romberga bliskie jedności sugerują dobrze rozwinięte mechanizmy kompensacyjne, oparte na układzie przedsionkowym i propriocepcji.

Jedyną zauważalną różnicą była powierzchnia elipsy 95%, dla której w grupie

N wskaźnik Romberga miał wartość poniżej 1 (0,93), co teoretycznie wskazuje na nieznacznie lepszą stabilność przy zamkniętych oczach. Natomiast w grupie T wartość ta wynosiła powyżej 1 (1,09), co oznacza minimalne pogorszenie kontroli równowagi w warunkach ograniczenia informacji wzrokowych. Różnice te są jednak niewielkie i mogą wynikać z indywidualnej zmienności lub charakterystyki badanej próby.

Tabela 22: Wskaźniki Romberga (RR) dla parametrów stabilności posturalnej w grupach T i N

Parametr	Grupa N	Grupa T
Pow. elipsy 95% (RR)	0,93	1,09
Średnia prędkość (RR)	1,01	1,01
Długość ścieżki (RR)	1,01	1,01

Wstępna ocena sprawność fizycznej kandydatów do JWS obejmowała trzy próby sprawności specjalnej: przysiady z wyrzuceniem piłki lekarskiej w górę (PSS Wall ball) wykonywane w czasie 1 minuty, przejście przez ścianę wysokości 1,5 m z uprzednim przerzuceniem przez ścianę 8 kg piłki lekarskiej w czasie 3 minut (PSS Ściana) oraz wejście po linie na wysokość 7 m na czas (PSS Lina).

Tabela 23 przedstawia statystykę opisową uzyskanych wyników powtórzeń w próbie sprawności specjalnej "Wall Ball". Przeprowadzona analiza wykazała, że zarówno grupa T i N uzyskała zbliżone wyniki średniej liczby powtórzeń w tej próbie (odpowiednio 42,22 i 42,05 powt.). Test U Manna - Whitneya nie wykazał istotnych statystycznie różnic ($p = 1,00$; E.S. = 0,001).

Tabela 23: Charakterystyka liczbowa uzyskanych powtórzeń w próbie sprawności specjalnej "Wall Ball" wykonanych w ciągu 1 minuty z podziałem na grupy T i N.

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
PSS Wall Ball (powt.)	N	42,05	42,00	4,13	32,00	49,00	1,00	0,001
	T	42,22	42,00	3,66	34,00	55,00		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna-Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Analiza statystyczna próby sprawności specjalnej przejścia przez 1,5 m ścianę (tabela 24) ujawniła, że oceniane grupy T i N uzyskały średnie liczby powtórzeń na podobnym poziomie (odpowiednio 23,94 i 24,13 powt.), w wyniku czego nie zaobserwowano statystycznie istotnych różnic ($p = 0,972$; E.S. = 0,00).

Tabela 24: Charakterystyka liczbowa uzyskanych powtórzeń w próbie sprawności specjalnej "Ściana" wykonanych w czasie 3 minut z podziałem na grupy T i N.

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
PSS Ściana (wejścia)	N	24,13	24,00	3,07	19,00	30,00	0,97	0,00
	T	23,94	24,00	1,99	19,00	27,00		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Analiza średnich czasów próby sprawności specjalnej (PSS Lina) wejścia po linie na wysokość 5 m została przedstawiona w tabeli 25. Analiza statystyczna wyników próby nie uwidoczniła znaczących różnic w uzyskanych średnich czasach grupy T i N (odpowiednio 9,28 i 9,12 s.). Nie zaobserwowano statystycznie istotnych różnic w tej próbie pomiędzy badanymi grupami ($p = 0,92$; E.S. = 0,01).

Tabela 25: Charakterystyka liczbowa uzyskanego czasu wejścia po 5 metrowej linie w próbie sprawności specjalnej "Lina" z podziałem na grupy T i N.

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
PSS Lina (s)	N	9,12	9,10	1,79	5,70	14,60	0,92	0,01
	T	9,28	8,90	1,84	5,80	13,10		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

4.3. Analiza zdolności psychomotorycznych

Analiza zdolności psychomotorycznych obejmowała 6 testów: test prostego czasu reakcji (SIRT), test złożonego czasu reakcji – reakcja z wyborem (CHORT), test koordynacji wzrokowo–ruchowej (HECOR), test uwagi przestrzennej (SPANT), test aktualizacji percepcyjnej (PUT) oraz test precyzji percepcyjno–motorycznej (PAMT).

Tabela 26 prezentuje analizę czasu reakcji oraz czasu motoryki w teście SIRT. Średni czas reakcji był najlepszy wśród kandydatów grupy N (340,50 ms), natomiast średni czas motoryki zanotowały osoby należące do grupy T (167,40 ms). Nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami w parametrze czasu reakcji ($p = 0,09$; E.S. = 0,22), jednakże w przypadku czasu motoryki test U Manna - Whitneya wykazał statystyczną istotność różnic w badanych grupach ($p = 0,01$; E.S. = 0,32).

Tabela 26: Charakterystyka liczbowa dla czasu reakcji i czasu motoryki w teście na szybkość reakcji prostej grup T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
SIRT RT (ms)	N	340,50	339,00	36,94	273,00	423,00	0,09	0,22
	T	353,50	360,00	31,27	284,00	426,00		
SIRT MT (ms)	N	188,63	186,00	40,69	110,00	283,00	0,01	0,32
	T	167,40	166,50	42,45	97,00	283,00		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Średni czas reakcji w teście CHORT (tabela 27) był najniższy wśród osób z grupy N (RT = 692,39 ms). Różnice w średnich czasach badanych grup były marginalne (9,42 ms) i statystycznie nieistotne ($p = 0,60$; E.S. = 0,07). Grupa T uzyskała najlepszy średni czas motoryki (MT = 190,42 ms). Dodatkowo różnica w średnich czasach obu grup w teście U Manna - Whitneya wykazała statystyczną istotność dla tego parametru ($p = 0,04$; E.S. = 0,26). Analiza średnich liczb poprawnych odpowiedzi w teście CHORT wykazała, że grupa N charakteryzowała się nieznacznie lepszym wynikiem (cr = 97,45 %) niż grupa T (96,06 %). Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic dla cr ($p = 0,11$; E.S. = 0,19).

Tabela 27: Charakterystyka liczbowa dla czasu reakcji, czasu motoryki i poprawnych odpowiedzi w teście szybkości reakcji z wyborem grup T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
CHORT RT (ms)	N	692,39	686,00	61,69	539,00	865,00	0,60	0,07
	T	701,81	696,50	68,67	569,00	844,00		
CHORT MT (ms)	N	213,42	206,50	50,51	127,00	309,00	0,04	0,26
	T	190,42	185,00	46,75	116,00	299,00		
CHORT cr (%)	N	97,45	100,00	5,01	71,00	100,00	0,11	0,19
	T	96,06	96,00	5,00	75,00	100,00		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Średnie czasy reakcji (RT) i czasy motoryki (MT) w teście koordynacji wzrokowo - ruchowej (HECOR) prezentuje tabela 28. Analiza statystyczna wyników wykazała, że najkrótszym średnim czasem reakcji charakteryzowała się grupa N (412,74 ms). Różnica pomiędzy średnimi RT obu grup wynosiła 6,80 ms, co w teście U Manna - Whitneya nie wykazało statystycznej istotności tego parametru ($p = 0,27$; E.S. = 0,14). Natomiast na podstawie analizy średnich czasów motoryki zaobserwowano, kandydaci z grupy T mieli najkrótszy średni czas (217,71 ms), a różnica MT wynosiła 25,58 ms i była istotna statystycznie w teście U Manna - Whitneya ($p = 0,03$; E.S. = 0,28).

Tabela 28: Charakterystyka liczbowa dla czasu reakcji i czasu motoryki w teście koordynacji wzrokowo-ruchowej z wyborem grup T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
HECOR RT (ms)	N	412,74	412,50	37,07	345,00	501,00	0,27	0,14
	T	419,54	423,00	36,60	325,00	505,00		
HECOR MT (ms)	N	243,29	234,50	49,85	158,00	366,00	0,03	0,28
	T	217,71	216,00	41,99	127,00	312,00		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Tabela 29 prezentuje analizę statystyczną czasu reakcji (RT), czasu motoryki (MT) i procentowej liczby poprawnych odpowiedzi (cr) dla testu na orientację przestrzenną (SPANT). Analiza wyników dowiodła, że osoby należące do grupy N uzyskali lepsze wyniki w parametrze RT i cr (odpowiednio 592,76 ms i 96,45 %) od grupy T (odpowiednio 626,50 ms i 93,23 %). Jednakże test U Manna - Whitneya nie ujawnił istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami dla tych parametrów (RT; $p = 0,18$; E.S. = 0,17; cr; $p = 0,72$; E.S. = 0,04). Najniższy średni MT zaobserwowano wśród kandydatów z grupy T (219,08 ms) a różnica MT w obu grupach wynosiła 17,24 ms. Nie zaobserwowano istotnej statystycznie różnicy dla MT ($p = 0,30$; E.S. = 0,13).

Tabela 29: Charakterystyka liczbowa dla czasu reakcji, czasu motoryki i poprawnych odpowiedzi w teście na orientację przestrzenną grup T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
SPANT RT (ms)	N	592,76	590,50	74,33	451,00	755,00	0,18	0,17
	T	626,50	603,00	107,66	402,00	918,00		
SPANT MT (ms)	N	236,32	217,50	67,41	122,00	370,00	0,30	0,13
	T	219,08	209,50	52,03	129,00	391,00		
SPANT cr (%)	N	96,45	100,00	4,49	85,00	100,00	0,72	0,04
	T	93,23	100,00	14,53	20,00	100,00		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna-Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Analiza uwagi wzrokowej przeprowadzono za pomocą testu aktualizacji percepcyjnej (PUT). Badane parametry w teście to: liczba poprawnych odpowiedzi (cr), czasu reakcji na neutralne (n) i krytyczne bodźce (k). Tabela 30 prezentuje analizę statystyczną wyników PUT. Średnia procentowa liczba poprawnych odpowiedzi była nieznacznie wyższa wśród kandydatów grupy N (97,37 %). Natomiast najniższe średnie czasy dla n i k uzyskały osoby należące do grupy T (odpowiednio 2139,85 ms i 1296,29 ms). Przeprowadzony test U Manna - Whitneya nie wykazał dla żadnego z parametrów istotnych statystycznie różnic w badanych grupach (cr; $p = 0,07$; E.S. = 0,22; n; $p = 0,31$; E.S. = 0,13; k; $p = 0,20$; E.S. = 0,16).

Tabela 30: Charakterystyka liczbowa dla poprawnych odpowiedzi, bodźców neutralnych i krytycznych w teście badającym uwagę wzrokową grup T i N

Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
PUT _{cr} (%)	N	97,37	98,00	2,87	88,00	100,00	0,07	0,22
	T	96,38	98,00	3,05	88,00	100,00		
PUT _n (ms)	N	2219,53	2247,50	390,01	1509,00	3461,00	0,31	0,13
	T	2139,85	2095,50	341,00	1541,00	3123,00		
PUT _k (ms)	N	1351,87	1342,50	189,42	927,00	1718,00	0,20	0,16
	T	1296,29	1289,50	170,47	886,00	1750,00		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Tabela 31 przedstawia analizę statystyczną uzyskanych przez badane grupy procentowej liczby poprawnych odpowiedzi (cr) w teście precyzji percepcyjno–motorycznej (PAMT). Wyższy procentowy udział cr zaobserwowano u kandydatów z grupy N (88,16 %) niż w grupie T (85,25 %). Jednak zaobserwowane różnice w średnich wynikach cr pomiędzy grupami nie wykazały istotności statystycznej dla tego testu ($p = 0,08$; E.S. = 0,22).

Tabela 31: Charakterystyka liczbowa dla poprawnych odpowiedzi w teście antycypacji grup T i N

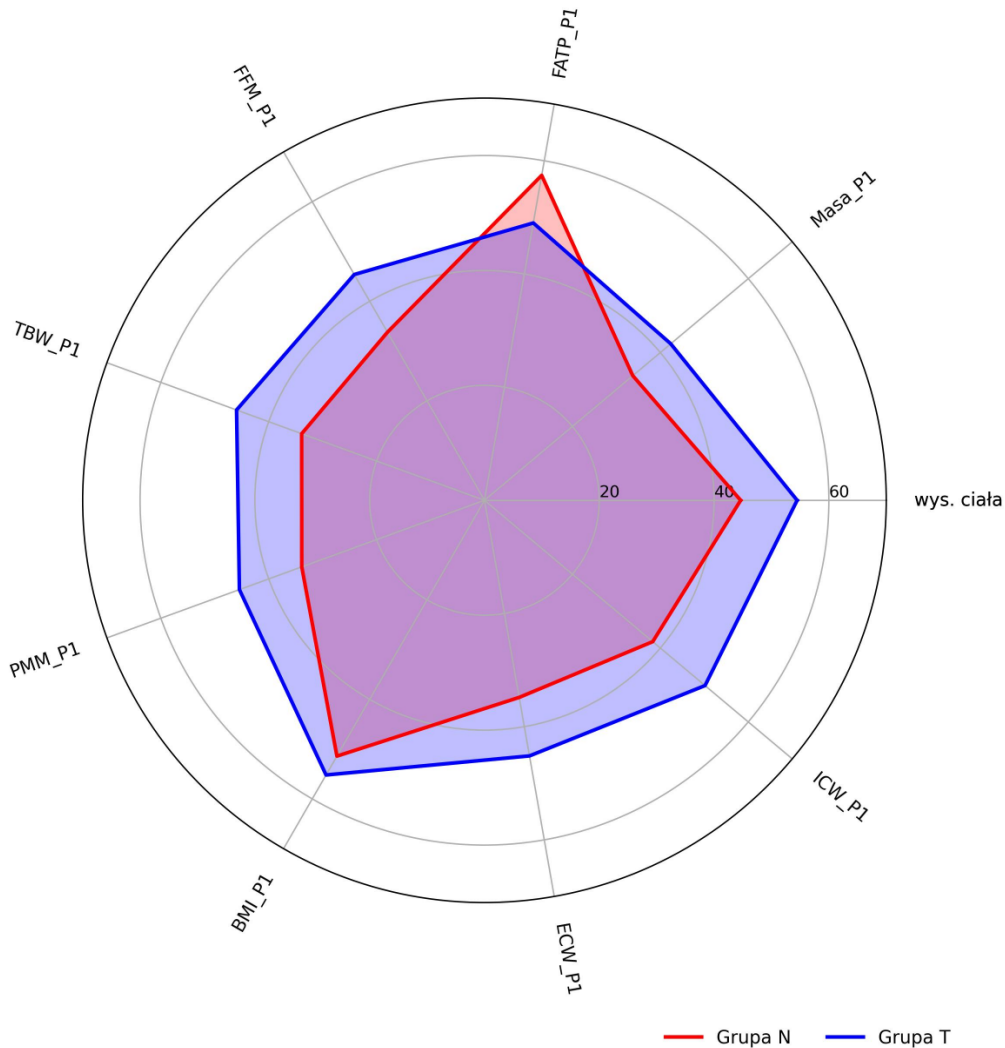
Parametr	Grupa	\bar{x}	Me	SD	Min	Max	p	E.S.
PAMT _{cr} (%)	N	88,16	89,00	7,84	67,00	100,00	0,08	0,22
	T	85,25	86,00	7,96	67,00	100,00		

\bar{x} – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; Min – wartość minimalna; Max – wartość maksymalna; p – wartość testu U Manna–Whitneya; E.S. – wielkość efektu

Rycina 1 przedstawia wykres radarowy porównujący średnie wartości parametrów antropometrycznych kandydatów w grupie T i N. Zmiennymi analizowanymi były: wysokość ciała, oraz zmierzone przed etapem terenowym selekcji masa ciała przed (Masa_P1), procentowa zawartość tkanki tłuszczowej (FATP_P1), masa wody wewnątrzkomórkowej (ICW_P1), masa wody pozakomórkowej (ECW_P1),

beztłuszczowa masa ciała (FFM_P1), całkowita zawartość wody w organizmie (TBW_P1), masa mięśni szkieletowych (PMM_P1) i wskaźnik masy ciała (BMI_P1).

Analiza wizualna wykazała, że kandydaci z Grupy T osiągnęli wyższe wartości takich parametrów, jak wysokość ciała, Masa_P1, ICW_P1, ECW_P1, TBW_P1, PMM_P1, FFM_P1 oraz BMI_P1 w porównaniu z Grupą N. Z kolei Grupa N charakteryzowała się wyższymi wartościami FATP_P1.

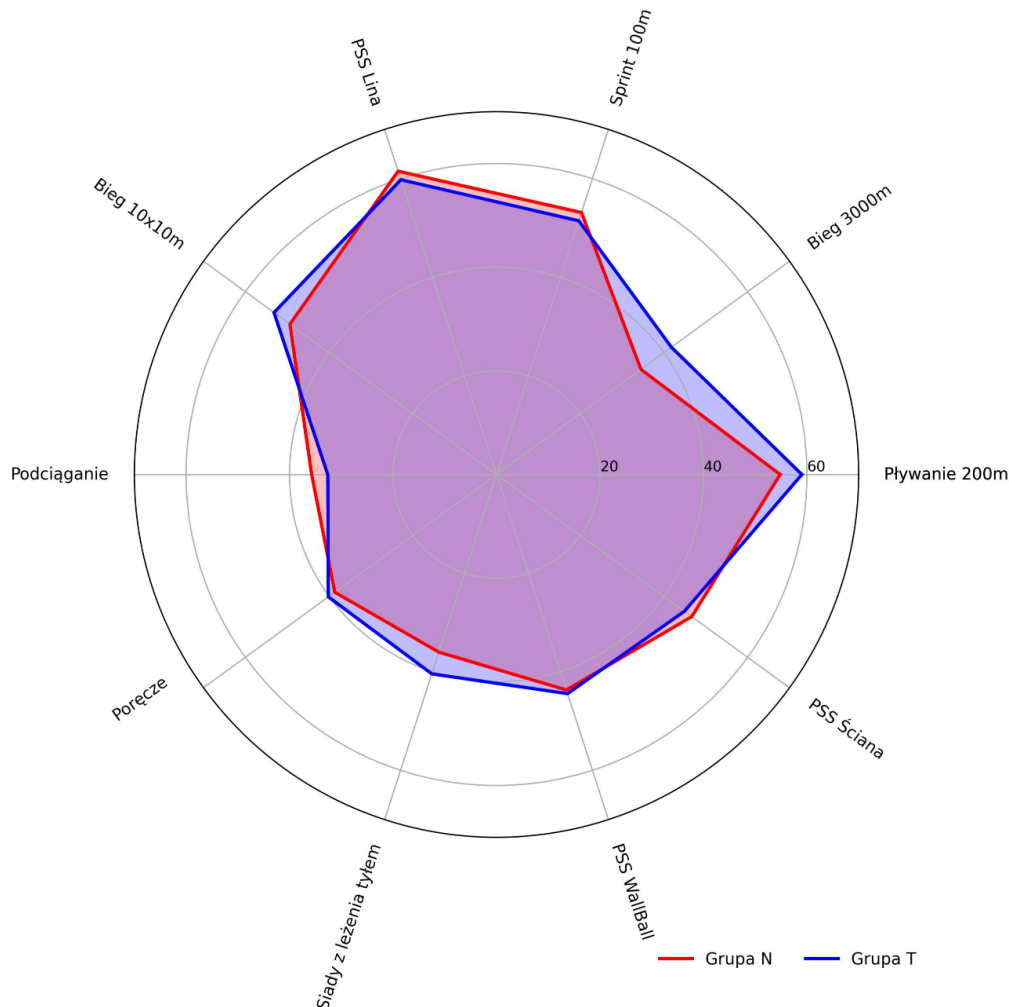


Rycina 1: Wykres radarowy - porównanie wyników antropometrycznych grup T i N

Wykres radarowy porównujący przeskalowane wartości średnie wyników prób sprawnościowych uzyskanych przez kandydatów z grupy pozytywnie kończącej selekcję (grupa T) oraz grupy, która selekcji nie ukończyła (grupa N) przedstawia rycina 2. Analizowane próby obejmowały: bieg na 100 m (sprint 100 m), bieg na 3000 m, bieg 10×10 m, próbę sprawności specjalnej wspinania się po linie (lina), pływanie na dystansie 200 m (pływanie 200 m), uginanie ramion na poręczach (poręczce), podciąganie na drążku wysokim (podciąganie), siady z leżenia tyłem

(siady), przysiady z wyrzuceniem piłki lekarskiej w górę (PSS Wall ball) oraz próbę sprawności specjalnej pokonywania 1,5 metrowej ściany (PSS Ściana).

Analiza wizualna wskazuje, że grupa T uzyskała wyraźnie lepsze wyniki w biegu na 3000 m oraz w pływaniu na 200 m. Natomiast grupa N wykazała nieznaczną przewagę w próbach wymagających krótkotrwałego wysiłku beztlenowego, takich jak sprint 100 m, bieg 10×10 m czy wspinanie po linie. Różnice pomiędzy grupami w pozostałych testach sprawnościowych były minimalne.

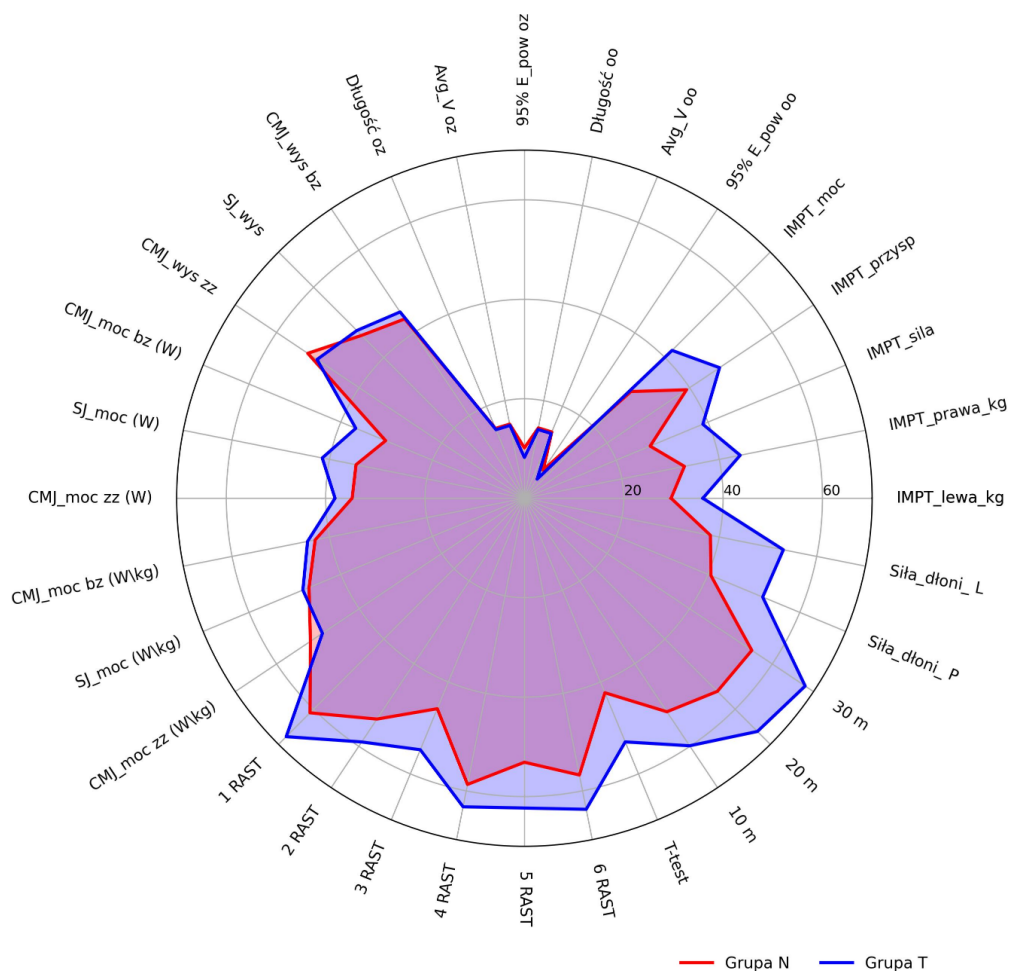


Rycina 2: Wykres radarowy - porównanie wyników etapu oceny sprawności fizycznej grup T i N

Rycina 3 przedstawia wykres radarowy porównujący przeskalowane wartości średnie wyników uzyskanych w próbach motorycznych przez uczestników z grupy T oraz grupy N. Analizowane zmienne obejmowały m.in.: parametry (moc, wysokość) testów skocznościowych SJ, CMJ z zamachem ramion (CMJ zz) i bez zamachu ramion (CMJ bz), sprint na odcinku 30 m (czasy na odcinku 10 m, 20 m, 30 m), test zwinnościowy T-test, test RAST czasy 1 - 6 odcinków sprintów, pomiary siły

izometrycznej kończyn dolnych (IMTP_moc - generowana moc, IMTP_przysp - przyspieszenie, IMTP_siła - wygenerowana siła oraz IMTP_prawa(lewa)_kg - ciężar dla danej nogi), pomiar siły dłoni (Siła_dłoni_L(P) - siła zginaczy palców dłoni lewej (prawej) oraz parametry pomiaru stabilności posturalnej (Avg_V - średnia prędkość, długość - długość trajektorii, 95% E_pow - powierzchnia elipsy 95%) dla próby z oczami zamkniętymi (oz) i otwartymi (oo).

Przeprowadzona analiza wizualna wskazuje, że grupa T uzyskała wyższe wyniki w większości parametrów siłowych i szybkościowych, w szczególności w testach sprintu (10–30 m) oraz próbach RAST. Natomiast grupa N odnotowała zbliżone lub nieco lepsze wyniki w niektórych parametrach testów skocznościowych (CMJ_wys_zz i CMJ_moc_zz (W/kg)). Różnice w pozostałych zmiennych pomiędzy grupami były niewielkie.

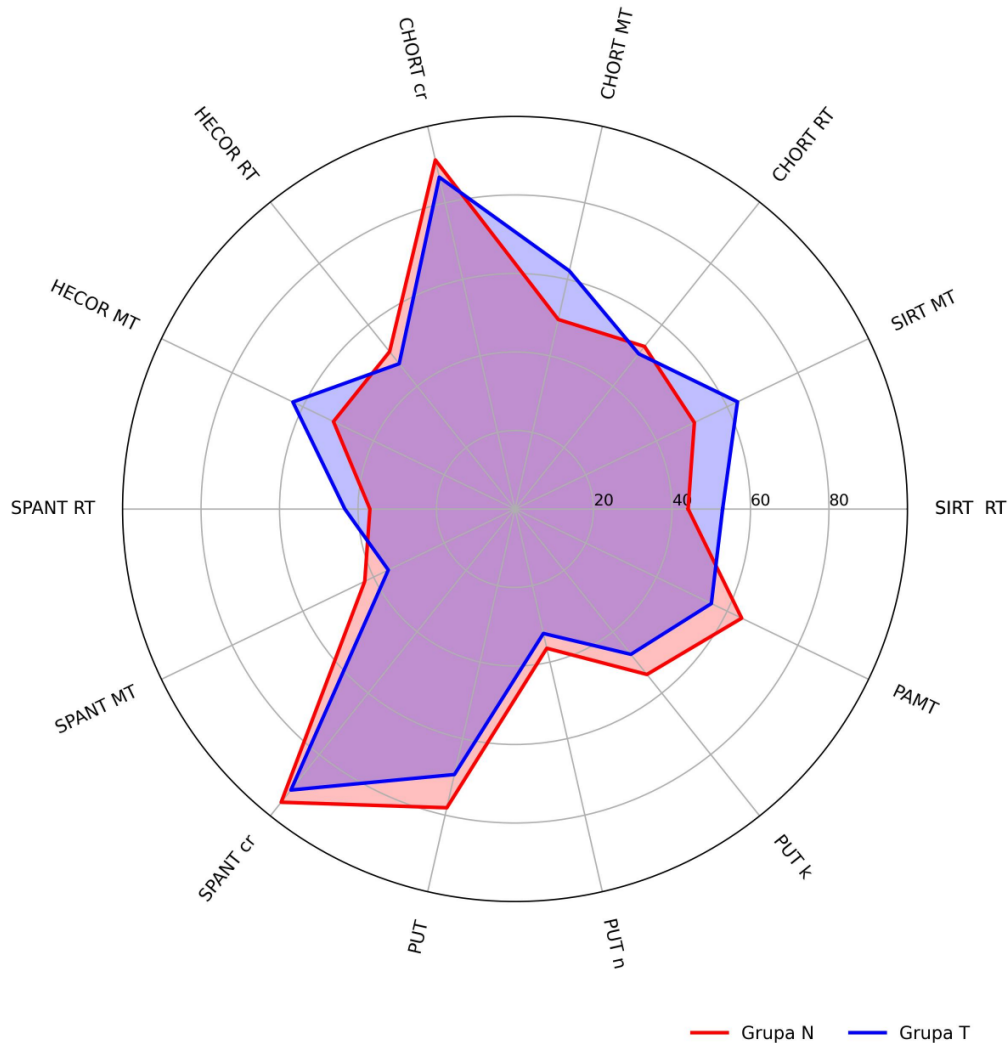


Rycina 3: Wykres radarowy - porównanie wyników sprawności motorycznej grup T i N

Rycina 4 przedstawia zestawienie wyników uzyskanych przez kandydatów z grupy T w odniesieniu do grupy N w zakresie parametrów psychomotorycznych

ocenianych za pomocą baterii testów komputerowych. Wartości zaprezentowano w formie wykresu radarowego, co umożliwia jednoczesną wizualizację i porównanie wielu zmiennych. Ocenie poddano: czas reakcji (RT) oraz czas motoryki (MT) w teście prostej reakcji SIRT, teście reakcji z wyborem CHORT, teście koordynacji wzrokowo-ruchowej z wyborem HECOR, a także w teście orientacji przestrzennej SPANT (dodatkowo analizowano odsetek poprawnych odpowiedzi (%)). Ponadto uwzględniono odsetek poprawnych odpowiedzi (%) dla bodźców neutralnych (n) i krytycznych (k) w teście uwagi wzrokowej PUT oraz odsetek poprawnych odpowiedzi (%) w teście antycypacji PAMT.

Analiza wizualna wskazuje, że Grupa T uzyskała wyższe wyniki w SIRT MT, SIRT RT, CHORT MT, HECOR MT i SPANT RT. Natomiast kandydaci z grupy N byli lepsi w PAMT, PUT k, PUT, SPAMT MT oraz osiągnęli nieznacznie lepsze wyniki w HECOR RT, CHORT RT, CHORT cr, SPANT cr i PUT n.



Rycina 4: Wykres radarowy - porównanie wyników sprawności psychomotorycznej grup T i N

4.4. Modelowanie ukończenia etapu terenowego selekcji z użyciem regresji logistycznej

Analiza wyników badań została przeprowadzona z wykorzystaniem dwukierunkowej (bidirectional stepwise) regresji logistycznej, umożliwiającej jednocześnie dodawanie i usuwanie zmiennych mających na celu optymalizację dopasowania modelu na podstawie kryterium istotności statystycznej ($p < 0,05$) oraz wskaźnika dopasowania (Pseudo- R^2).

Model regresji logistycznej dwukierunkowej, uwzględniający wyłącznie parametry antropometryczne kandydatów z grup T i N (tabela 32), wykazał tylko jedną istotną zmienną.

Analiza regresji logistycznej wykazała, że większa beztłuszczowa masa ciała (FFM_P1) istotnie zwiększa prawdopodobieństwo pozytywnego ukończenia selekcji. Wzrost FFM o 1 kg zwiększał szanse ukończenia o 8,5% (OR = 1,085; 95% CI: 1,013–1,162; $p = 0,019$). Choć wpływ zmiennej jest statystycznie istotny, niski poziom Pseudo- R^2 (0,051) wskazuje, że sama beztłuszczowa masa ciała nie jest wystarczającym predyktorem.

Tabela 32: Wyniki modelu regresji logistycznej dwukierunkowej dla danych antropometrycznych.

Zmienna	OR	95% CI dla OR	p	Pseudo- R^2
FFM_P1	1,08	1,01 – 1,16	0,019	0,051

FFM_P1 - masa beztłuszczowa mierzona przed ETS; OR – iloraz szans; 95% CI – przedział ufności 95% dla ilorazu szans; p – wartość istotności statystycznej; Pseudo- R^2 – wskaźnik dopasowania modelu

Wyniki analizy dwukierunkowej regresji logistycznej, uwzględniającej wskaźniki sprawności motorycznej kandydatów z grupy T i N, wskazały na istotny statystycznie wpływ trzech zmiennych na prawdopodobieństwo pozytywnego ukończenia selekcji (tabela 33). Najsilniejszy, ujemny związek zaobserwowano dla czasu sprintu zmierzonego na odcinku 30 m, gdzie krótszy czas istotnie zwiększał szanse powodzenia (OR = 0,0007; 95% CI: 0,000013–0,0400; $p = 0,0004$). Odmienny efekt odnotowano natomiast dla czasu biegu na 100 m, w przypadku którego dłuższy czas wiązał się z ponad trzykrotnym wzrostem prawdopodobieństwa ukończenia selekcji (OR = 3,44; 95% CI: 1,38–8,55; $p = 0,008$). Ponadto stwierdzono, że wyższa wartość siły izometrycznej

kończyny dolnej prawej, mierzona w teście IMTP (IMTP_prawa_kg), istotnie zwiększała szanse uzyskania wyniku pozytywnego (OR = 1,05; 95% CI: 1,02–1,08; $p = 0,003$). Wartość Pseudo- R^2 równa 0,230 wskazuje, że model charakteryzuje się umiarkowaną zdolnością do opisanego osiągnięcia sukcesu w ETS na podstawie zastosowanych predyktorów.

Tabela 33: Wyniki modelu regresji logistycznej dwukierunkowej dla zmiennych sprawności motorycznej

Zmienna	OR	95% CI dla OR	p	Pseudo- R^2
Sprint 30 m	0,0007	0,000013 – 0,0400	0,0004	0,230
Sprint 100 m	3,44	1,38 – 8,55	0,008	
IMTP prawa (kg)	1,05	1,02 – 1,08	0,003	

OR – iloraz szans; 95% CI – przedział ufności 95% dla ilorazu szans; p – wartość istotności statystycznej; Pseudo- R^2 – wskaźnik dopasowania modelu

Analiza regresji logistycznej dwukierunkowej, przeprowadzona dla badanych parametrów sprawności motorycznej i psychomotorycznej (tabela 34), wykazała istotny wpływ ośmiu zmiennych na prawdopodobieństwo pozytywnego ukończenia ETS.

Analiza w zakresie siły izometrycznej wykazała, że wyższe wartości siły dłoni lewej (Siła_ręka_L) istotnie zwiększały szanse powodzenia (OR = 1,14; 95% CI: 1,03–1,26; $p = 0,012$), podobnie jak siła prawej kończyny dolnej mierzona w teście IMTP (OR = 1,09; 95% CI: 1,03–1,15; $p = 0,002$). W zakresie zdolności szybkościowych i wytrzymałościowych istotny pozytywny wpływ stwierdzono dla czasu sprintu na dystansie 100 m (OR = 9,81; 95% CI: 2,41–39,90; $p = 0,001$) oraz pomiaru czasu na 10 m w teście sprintu 30 m (OR = $2,31 \times 10^{16}$; 95% CI: $6,64 \times 10^5$ – $8,04 \times 10^{26}$; $p = 0,002$).

Odmienny, negatywny wpływ wykazywały: czas motoryki w teście koordynacji wzrokowo-ruchowej HECOR MT (OR = 0,97; 95% CI: 0,96–0,99; $p = 0,001$), procent poprawnych odpowiedzi w teście CHORT cr (OR = 0,83; 95% CI: 0,73–0,95; $p = 0,007$), sprintu na 30 m dla czasu mierzonego na dystansie 20 m (OR = $7,19 \times 10^{-15}$; 95% CI: $7,81 \times 10^{-23}$ – $6,62 \times 10^{-07}$; $p = 0,0005$) oraz czas biegu na 3000 m (OR = 0,95; 95% CI: 0,90–1,00; $p = 0,033$).

Wskaźnik dopasowania modelu Pseudo- R^2 wyniósł 0,497, co wskazuje na umiarkowaną zdolność wyjaśniania szansy sukcesu w ETS przez uwzględnione predyktory.

Tabela 34: Wyniki modelu regresji logistycznej dwukierunkowej dla zmiennych sprawności motorycznej i psychomotorycznej.

Zmienna	OR	95% CI dla OR	p	Pseudo-R ²
Siła lewej dłoni	1,14	1,03 – 1,26	0,012	0,497
HECOR MT	0,97	0,96 – 0,99	0,001	
IMTP prawa (kg)	1,09	1,03 – 1,15	0,002	
CHORT cr	0,83	0,73 – 0,95	0,007	
Sprint 20 m	$2,31 \cdot 10^{16}$	$7,8 \cdot 10^{-23} - 6,6 \cdot 10^{-7}$	< 0,001	
Sprint 100m	9,81	2,41 – 39,90	0,001	
10 m	$2,3 \cdot 10^{16}$	$6,6 \cdot 10^5 - 8,0 \cdot 10^{26}$	0,002	
Bieg 3000m	0,95	0,90 – 0,99	0,033	

OR – iloraz szans; 95% CI – przedział ufności 95% dla ilorazu szans; p – wartość istotności statystycznej; Pseudo-R² – wskaźnik dopasowania modelu

Dla modelu regresji logistycznej dwukierunkowej obejmującego wyłącznie zmienne sprawności psychomotorycznej (tabela 35) istotnym predyktorem okazał się jedynie czas motoryki w teście HECOR (HECOR MT). Krótszy czas wykonania zadania wiązał się ze wzrostem szansy na pozytywne ukończenie selekcji (OR = 0,99; 95% CI: 0,98–1,00; $p = 0,011$). Wskaźnik dopasowania modelu Pseudo-R² osiągnął wartość 0,061, wskazuje to na niewielką efektywność modelu w wyjaśnianiu szansy powodzenia w ETS przy uwzględnieniu jedynie parametrów psychomotorycznych.

Tabela 35: Wyniki modelu regresji logistycznej dwukierunkowej dla zmiennych sprawności psychomotorycznej.

Zmienna	OR	95% CI dla OR	p	Pseudo-R ²
HECOR MT	0,99	0,98 – 1,00	0,011	0,061

OR – iloraz szans; 95% CI – przedział ufności 95% dla ilorazu szans; p – wartość istotności statystycznej; Pseudo-R² – wskaźnik dopasowania modelu

Model regresji logistycznej dwukierunkowej obejmujący wszystkie analizowane zmienne (tabela 36) wykazał istotny wpływ ośmiu parametrów na wynik etapu terenowego selekcji. Wyższa siła dłoni lewej (Siła_ręka_L: OR = 1,14; 95% CI: 1,03–1,26; $p = 0,012$) oraz większa izometryczna siła kończyny dolnej prawej

(IMPT_prawa_kg: OR = 1,09; 95% CI: 1,03–1,15; $p = 0,002$) istotnie zwiększały szanse pozytywnego ukończenia procesu selekcji. Podobnie, lepsze wyniki w próbach szybkościowych – sprint na 100 m (OR = 9,81; 95% CI: 2,41–39,90; $p = 0,001$) oraz czas biegu mierzony na 10 m (OR = $2,3 \cdot 10^{16}$; 95% CI: $6,6 \cdot 10^5$ – $8,0 \cdot 10^{26}$; $p = 0,002$) – znacząco zwiększały prawdopodobieństwo sukcesu.

Natomiast gorsze rezultaty w czasie motoryki w teście koordynacji wzrokowo–ruchowe (HECOR MT: OR = 0,97; 95% CI: 0,96–0,99; $p = 0,001$), większa liczba błędów w teście CHORT (OR = 0,83; 95% CI: 0,73–0,95; $p = 0,007$), dłuższe czasy uzyskiwane w biegu na 20 m (OR ≈ 0 ; $p < 0,001$) oraz wydłużony czas w biegu na 3000 m (OR = 0,95; 95% CI: 0,90–0,99; $p = 0,033$) istotnie obniżały szanse ukończenia ETS.

Wskaźnik dopasowania modelu Pseudo- R^2 wyniósł 0,497, co wskazuje na dobrą zdolność modelu do wyjaśniania zmienności wyniku selekcji.

Model regresji logistycznej dwukierunkowej dla wszystkich badanych parametrów uzyskał wartości identyczne jak w przypadku analizy z pominięciem zmiennych antropologicznych. Rezultat ten wskazuje, że parametry antropometryczne nie miały istotnego wpływu na poprawę dopasowania modelu, a kluczowe znaczenie w przewidywaniu wyniku etapu terenowego selekcji odgrywały zmienne motoryczne i psychomotoryczne.

Tabela 36: Wyniki modelu regresji logistycznej dwukierunkowej dla wszystkich badanych zmiennych

Zmienna	OR	95% CI dla OR	p	Pseudo- R^2
Siła_ręka_L	1,14	1,03 – 1,26	0,012	0,497
HECOR MT	0,97	0,96 – 0,99	0,001	
IMPT_prawa_kg	1,09	1,03 – 1,15	0,002	
CHORT cr	0,83	0,73 – 0,95	0,007	
20 m	$2,31 \cdot 10^{16}$	$7,8 \cdot 10^{-23}$ – $6,6 \cdot 10^{-7}$	$< 0,001$	
Sprint 100m	9,81	2,41 – 39,90	0,001	
10 m	$2,3 \cdot 10^{16}$	$6,6 \cdot 10^5$ – $8,0 \cdot 10^{26}$	0,002	
Bieg 3000m	0,95	0,90 – 0,99	0,033	

OR – iloraz szans; 95% CI – przedział ufności 95% dla ilorazu szans; p – wartość istotności statystycznej; Pseudo- R^2 – wskaźnik dopasowania modelu

5. Dyskusja

Zasadniczym celem badań było określenie kluczowych cech morfologicznych i funkcjonalnych kandydatów do Wojsk Specjalnych, mających istotny wpływ na pozytywne ukończenie terenowego etapu selekcji (ETS) realizowanego w Jednostkach Wojsk Specjalnych (JWS). Badania przeprowadzono w dwóch etapach selekcji: w etapie oceny sprawności fizycznej oraz podczas sześciodniowego etapu terenowego. Cechy morfologiczne kandydatów analizowano dwukrotnie – przed rozpoczęciem etapu terenowego - P1 oraz po jego zakończeniu - P2 (zarówno w przypadku pozytywnego, jak i negatywnego wyniku etapu terenowego selekcji). Uwarunkowania funkcjonalne oceniano natomiast w trakcie etapu oceny sprawności fizycznej oraz dzień przed rozpoczęciem ETS. Uzyskane wyniki pozwoliły na wyodrębnienie grupy kluczowych parametrów morfologicznych, motorycznych i psychomotorycznych, które mogą wspierać i optymalizować proces selekcji kandydatów do służby w JWS.

Analiza wyników masy ciała (mierzona dwukrotnie: przed i po etapie terenowym), wysokości ciała oraz wskaźnika masy ciała (BMI) kandydatów nie wykazała istotnych różnic pomiędzy grupą, która pozytywnie ukończyła etap terenowy (grupa T), a grupą kandydatów, którzy tego etapu nie ukończyli (grupa N). Kandydaci z grupy T charakteryzowali się nieznacznie wyższą wysokością ciała (181,1 cm) w porównaniu z kandydatami z grupy N, których średnia wartość wyniosła 178,8 cm, a różnica w tym parametrze była statystycznie istotna. Analogicznie, masa ciała kandydatów z grupy T była nieznacznie wyższa niż w grupie N i wynosiła odpowiednio $83,82 \pm 8,6$ kg oraz $80,62 \pm 8,4$ kg. Wartości BMI kształtowały się na poziomie $25,56 \pm 1,7$ kg/m² dla grupy T oraz $25,22 \pm 1,5$ kg/m² dla grupy N.

Żołnierze, którzy pozytywnie ukończyli kurs selekcyjny SFAS (Special Forces Assessment and Selection) do amerykańskich Wojsk Specjalnych (badania prowadzone od maja 2015 roku do marca 2017 roku), wyróżniali się wyższą wysokością ciała ($179,0 \pm 6,6$ cm do $176,7 \pm 6,7$ cm), większą masą ciała ($85,8 \pm 8,8$ kg do $82,1 \pm 9,6$ kg) oraz wyższym wskaźnikiem BMI ($26,8 \pm 2,2$ do $26,3 \pm 2,6$ kg/m²) w stosunku do grupy, która ukończyła selekcje z wynikiem negatywnym. Ponadto u żołnierzy charakteryzujących się wyższą wysokością ciała zaobserwowano lepsze wyniki w testach biegowych (2 mile w umundurowaniu) oraz w marszach z obciążeniem, podczas gdy większa masa ciała i wyższe wartości BMI istotnie sprzyjały uzyskiwaniu lepszych rezultatów w marszu z obciążeniem (Farina, L. A. Thompson, Knapik, Pasiakos, J. P. McClung, i wsp. 2022).

Żołnierze biorący udział w specjalistycznych kursach australijskich Wojsk Specjalnych, którzy pozytywnie ukończyli selekcję po teście SFET (Special Forces Entry Test), charakteryzowali się następującymi parametrami morfologicznymi: wysokość

ciała $180,6 \pm 5,5$ cm i $182,5 \pm 6,7$ cm oraz masa ciała $82,3 \pm 7,1$ kg i $85,4 \pm 9,1$ kg (Hunt, R. M. Orr i Billing 2013).

Brytyjscy żołnierze, którzy pozytywnie ukończyli selekcję do UKSF (United Kingdom Special Forces), odznaczali się wysokością ciała $180,1 \pm 6,3$ cm, masą ciała $79,3 \pm 6,5$ kg oraz wskaźnikiem BMI $24,4 \pm 2,6$ kg/m² (R. J. Simpson, i wsp. 2017).

Uczestnicy selekcji do kanadyjskich Wojsk Specjalnych charakteryzowali się wysokością ciała $176,5 \pm 7,4$ cm oraz masą ciała $82,4 \pm 10,1$ kg (Carlson i Jaenen 2012). Średnia wysokość ciała operatorów austriackiego Jagdkommando wynosił $178,9 \pm 6,0$ cm, a masa ciała $79,2 \pm 8,7$ kg, co przekładało się na wskaźnik BMI $24,8 \pm 1,9$ kg/m² (Eisinger, i wsp. 2009).

Badania prowadzone w czasie selekcji żołnierzy amerykańskich Sił Powietrznych dedykowanych do operacji specjalnych uwiarygodniły umiarkowaną ujemną korelację pomiędzy czasem wykonania ćwiczenia „Spacer Farmera” a masą ciała ($r = -0,46$, $p < 0,01$). Natomiast ciężar podnoszony podczas martwego ciągu (protokół 3 RM) wykazywał umiarkowaną dodatnią korelację z masą ciała ($r = 0,49$) oraz BMI ($r = 0,50$) (Feeney, i wsp. 2022).

Wysokość ciała i masa ciała miały istotny wpływ na sukces w selekcji do australijskiego SWAT (odpowiednio $r = 0,441$, $p = 0,011$ oraz $r = 0,443$, $p = 0,011$) (R. M. Orr, J. Robinson, i wsp. 2022).

Podstawowe parametry morfologiczne kandydatów (masa ciała, wysokość ciała, BMI) różnicowały grupy T i N w sposób nieznaczny; wyższa wysokość ciała była jednak statystycznie istotna i sprzyjała lepszym wynikom w testach biegowych oraz marszach z obciążeniem. Wyniki przeglądu literatury potwierdzają, że większa wysokość ciała i masa ciała mogą stanowić czynniki wspierające sukces w selekcji, choć nie są one czynnikami decydującymi.

Niższa zawartość tkanki tłuszczowej zarówno liczona procentowo (FATP), jak i mierzona masą bezwzględną (FATM) została zaobserwowana w grupie T w porównaniu z grupą N i wynosiła odpowiednio: dla FATP $9,43 \pm 3,47\%$ i $13,59 \pm 3,21\%$ oraz dla FATM $7,50 \pm 3,07$ kg i $10,75 \pm 3,31$ kg. Podobne zależności uzyskano podczas badania kandydatów w amerykańskim kursie selekcyjnym Special Forces Assessment and Selection (SFAS), gdzie przy wykorzystaniu absorpcjometrii rentgenowskiej o podwójnej energii (DXA) wykazano, że grupa, która pozytywnie ukończyła selekcję charakteryzowała się wartościami FATP na poziomie $17,3 \pm 3,4\%$ w porównaniu z grupą, która nie zaliczyła tego procesu ($20,1 \pm 4,5\%$) oraz FATM odpowiednio $14,2 \pm 3,7$ kg i $15,8 \pm 4,4$ kg ($p < 0,05$) (Farina, L. A. Thompson, Knapik, Pasiakos, J. P. McClung, i wsp. 2022). Ponadto Farina, L. A. Thompson, Knapik, Pasiakos, J. P. McClung, i wsp. (2022) odnotowali umiarkowany ujemny związek pomiędzy

FATP i FATM a wynikami w zadaniach nawigacyjnych realizowanych podczas SFAS (FATP: $r = -0,43$, $p < 0,001$; FATM: $r = -0,46$, $p < 0,001$) oraz korelacje z liczbą wykonanych podciągnięć na drążku (FATP: $r = -0,38$, $p < 0,001$; FATM: $r = -0,41$, $p < 0,0001$).

Acevedo, Zeigler, Melton, i wsp. (2024) w badaniu amerykańskich żołnierzy stwierdzili, że wyższy poziom FATM wiązał się z gorszymi czasami w teście wytrzymałościowym biegu na 2 mile, ponadto procentowa zawartość tłuszczu oraz masa tkanki tłuszczowej w organizmie korelowały także z wyższym zapotrzebowaniem metabolicznym (stałe VO_2 jako procent VO_2 max) podczas marszów z obciążeniem, co mogło być jednym z czynników wpływających na nieukończenie etapu terenowego selekcji przez kandydatów z grupy N, zwłaszcza w warunkach deficytu kalorycznego charakterystycznego dla tego etapu (Lyons, Allsopp i Bilzon 2005).

Natomiast w innym badaniu Fuks, i wsp. (2011) opracowali model określający czynniki wpływające na rezygnację z procesu szkolenia kandydatów do izraelskich JWS. Wykazano, że FATP był czynnikiem istotnym, a jego wyższe wartości korelowały umiarkowanie ujemnie z pozytywnym ukończeniem szkolenia ($r = -0,37$, $p = 0,0003$) (Fuks, i wsp. 2011).

Analiza regresji logistycznej wykazała, że wyższa procentowa zawartość tkanki tłuszczowej mierzona po selekcji istotnie obniżała szanse na pozytywne ukończenie ETS (OR = 0,23; 95% CI: 0,10–0,53; $p = 0,001$), co oznacza, że każdy jednostkowy wzrost tej zmiennej wiązał się z około 77% spadkiem prawdopodobieństwa sukcesu. Natomiast wyższy poziom procentowej zawartości tkanki tłuszczowej przed ETS istotnie zwiększał szanse powodzenia (OR = 3,75; 95% CI: 1,51–9,32; $p = 0,004$), co odpowiadało ponad trzykrotnemu wzrostowi prawdopodobieństwa pozytywnego wyniku.

Sukces w ETS zależał nie tyle od wyjściowego poziomu tkanki tłuszczowej, ile od jej dynamicznej redukcji w trakcie selekcji. Kandydaci, którzy rozpoczynali z umiarkowanym poziomem tkanki tłuszczowej i znacząco go obniżyli, mieli największe szanse na powodzenie. Może to wynikać z lepszego zabezpieczenia energetycznego na początku oraz zdolności do adaptacji metabolicznej w warunkach deficytu kalorycznego i wysokiej intensywności wysiłku.

Niższa zawartość tkanki tłuszczowej (FATP, FATM) była charakterystyczna dla kandydatów, którzy ukończyli selekcję, a jej nadmiar korelował z gorszymi wynikami w testach wytrzymałościowych i siłowych. Analiza regresji logistycznej potwierdziła, że wysoki poziom tkanki tłuszczowej obniżał szanse powodzenia, natomiast kluczowym czynnikiem okazała się dynamiczna redukcja jej zawartości w trakcie selekcji, świadcząca o zdolności do adaptacji metabolicznej w warunkach

deficytu energetycznego. Wyniki te wskazują, że nie tyle początkowy poziom tkanki tłuszczowej, lecz jego zmiany podczas procesu selekcyjnego stanowią istotny predyktor sukcesu.

Masa beztłuszczowa ciała (FFM) oraz szacunkowa masa mięśniowa (PMM) były wyższe w grupie T w porównaniu z grupą N, zarówno przed etapem terenowym (P1), jak i po jego zakończeniu (P2). Wartości FFM dla grupy T wynosiły odpowiednio $71,21 \pm 6,87$ kg w porównaniu z $67,61 \pm 6,59$ kg w grupie N (P1) oraz $70,98 \pm 6,65$ kg względem $66,86 \pm 6,57$ kg (P2). Podobną zależność odnotowano podczas SFAS, selekcji do amerykańskich Wojsk Specjalnych, gdzie FFM mierzona przed procesem wynosiła $67,2 \pm 7,3$ kg w grupie, która ukończyła pozytywnie selekcje oraz $61,9 \pm 7,6$ kg w grupie, która odpadła z procesu rekrutacyjnego. Ponadto większa FFM sprzyjała uzyskiwaniu krótszych czasów marszu z plecakiem i była czynnikiem najsilniej różnicującym kandydatów z wyższym prawdopodobieństwem zaliczenia selekcji ($d = 0,71$). Prawdopodobieństwo pozytywnego ukończenia rekrutacji było sześciokrotnie wyższe u żołnierzy z wartościami FFM mieszczącymi się w pierwszym kwartylu w porównaniu z kandydatami z ostatniego kwartyłu (Farina, L. A. Thompson, Knapik, Pasiakos, J. P. McClung, i wsp. 2022).

Badanie przeprowadzone na norweskich kandydatach do akademii wojskowych wykazało, że wyższy poziom PMM skutkowało lepszymi wynikami w testach siły eksplozywnej zarówno kończyn dolnych, jak i górnych (wyskok dosiężny oraz rzut piłką lekarską w przód: odpowiednio $r = 0,71$, $r = 0,54$, $p < 0,001$), a także większą liczbą podciągnięć na drążku ($r = 0,50$, $p < 0,001$) (Aandstad 2020).

Badanie Weyden, Merrigan i Martin (2022) uwidocznilo, że żołnierze charakteryzujący się większą masą beztłuszczową uzyskiwali lepsze czasy w marszu z plecakiem o masie 15,9 kg na dystansie 19,31 km (norma ukończenia: 180 minut). Każdy dodatkowy 1 kg FFM zwiększał szanse ukończenia marszu w normie czasowej o 24% (Weyden, Merrigan i Martin 2022).

Analiza związku pomiędzy składem ciała a wynikami testów sprawnościowych w procesie rekrutacji do amerykańskich Wojsk Specjalnych (Sił Powietrznych) była przedmiotem badania Feeney, i wsp. (2022). Naukowcy odnotowali silną ujemną korelację pomiędzy czasem wykonania ćwiczenia „Spacer Farmera” a PMM ($r = -0,53$) oraz umiarkowaną dodatnią korelację pomiędzy PMM a ciężarem podnoszonym w teście martwego ciągu (3 RM; $r = 0,49$, $p < 0,01$).

Przedstawione wyniki wskazują, że operatorzy Wojsk Specjalnych różnych narodowości charakteryzują się podobnymi cechami morfologicznymi w zakresie masy ciała, wysokości ciała oraz wskaźnika BMI. Wyższa wysokość ciała, większa FFM i PMM oraz niższe wartości FATP i FATM mogą sprzyjać pozytywnemu

ukończeniu selekcji, w szczególności etapu terenowego. Należy jednak podkreślić, że w grupie polskich kandydatów istotność statystyczną wykazały jedynie FFM i PMM, podczas gdy FATP i FATM były istotne dopiero po ukończeniu selekcji. Może to sugerować, że kandydaci z grupy T w trakcie przemian metabolicznych, w procesie katabolizmu, w większym stopniu wykorzystywali jako źródło energii β - oksydację kwasów tłuszczowych.

Wyższa masa beztłuszczowa i szacunkowa masa mięśniowa były istotnymi predyktorami sukcesu selekcyjnego, co potwierdzają badania międzynarodowe wskazujące na ich związek z lepszymi wynikami siłowymi i wytrzymałościowymi. Wyniki sugerują, że optymalny skład ciała – charakteryzujący się wyższą FFM i PMM oraz niższym poziomem tkanki tłuszczowej – sprzyja ukończeniu selekcji, m.in. poprzez efektywniejsze wykorzystanie tłuszczów jako źródła energii w warunkach katabolicznych.

Analiza pomiarów TBW, ECW i ICW uwiaryściła, że całkowita zawartość wody, ilość wody wewnątrzkomórkowej oraz wody pozakomórkowej były statystycznie istotnie wyższe w grupie T, szczególnie w przypadku wartości mierzonych przed etapem terenowym, a dla parametru ECW także po zakończeniu tego etapu selekcji. Natomiast IMP w grupie T była niższa w porównaniu z grupą N.

Model regresji logistycznej wykazał, że wyższy poziom całkowitej wody w organizmie przed testem korelował z większym prawdopodobieństwem pozytywnego ukończenia ETS (OR = 1,167; 95% CI: 1,019–1,336), co może wskazywać na znaczenie nawodnienia i homeostazy płynów ustrojowych w kontekście wydolności fizycznej.

Badanie analizujące związek między stanem nawodnienia, składem ciała a wydolnością fizyczną wśród hiszpańskiego personelu wojskowego, wykazało, że żołnierze utrzymujący odpowiedni poziom nawodnienia (mierzony m.in. poprzez TBW) osiągnęli lepsze wyniki w testach fizycznych w porównaniu do osób z niższym nawodnieniem (Carretero-Krug, i wsp. 2021). Podobne zależności odnotowano w badaniach brazylijskich skoczków spadochronowych uczestniczących w kursie Brazilian Army Pathfinder. Intensywne treningi w trudnych warunkach, takich jak środowisko dżungli, wymagały zachowania odpowiedniego poziomu nawodnienia, aby zminimalizować ryzyko urazów, co pośrednio warunkowało powodzenie w operacjach wojskowych i selekcji do JWS (Pereira, i wsp. 2024).

Podczas badania amerykańskich żołnierzy zaobserwowano wyższe wartości TBW u żołnierzy Wojsk Specjalnych ($47,9 \pm 2,8$ l) w porównaniu z żołnierzami jednostek wsparcia ($42,4 \pm 3,9$ l) (Tharion, i wsp. 2004).

Metaanaliza przeprowadzona przez Gigou, Lamontagne-Lacasse i Goulet (2010) wykazała, że poziom całkowitej wody w organizmie istotnie wpływa na parametry

wydolności u sportowców wyczynowych. Niedostateczne nawodnienie przed wysiłkiem (PEH – pre-exercise hypohydration) na poziomie 3% masy ciała obniżało wydolność wytrzymałościową (EP – endurance performance) o 3%, VO_2 mierzone na poziomie progu mleczanowego (VO_{2LT}) o 6% oraz VO_{2max} o 2,4%. Średnia moc wyjściowa spadała o 3,2% w przypadku PEH, a VO_{2max} obniżał się o 2,9% na każdy dodatkowy 1% utraty masy ciała powyżej progu 3,1%. Wyniki te podkreślają kluczową rolę nawodnienia w osiągnięciach sportowych (Gigou, Lamontagne-Lacasse i Goulet 2010).

Badacze w innej metaanalizie wykazali, że PEH znacząco obniża ogólną wytrzymałość mięśni (o 13%), w tym siłę mięśni nóg (o 6%), ramion (o 5%) oraz wydolność beztlenową (o 6%) w porównaniu z grupą kontrolną (Goulet, i wsp. 2010; Savoie, i wsp. 2015). Ponadto nieodpowiednie nawodnienie przed wysiłkiem może pogarszać nastrój i subiektywne odczucia w trakcie oraz po wysiłku. Nie stwierdzono jednak spadku sprawności poznawczej, chyba że odwodnienie było poważne (utrata wody >3% masy ciała) (Dube, Gouws i Breukelman 2022; Peacock, Stokes i D. Thompson 2011).

Dewhurst, i wsp. (2014) w swojej pracy wykazali, że marsze z obciążeniem (plecak o masie 33,5 kg) przez 45 minut powodowały ubytek wody na poziomie $1,2 \pm 0,4$ l/h, co było dwukrotnie większe niż w przypadku grupy wykonującej to samo zadanie bez obciążenia ($0,6 \pm 0,2$ l/h). Zbliżone wyniki uzyskano w badaniu S. D. Blacker, i wsp. (2009), gdzie podczas 120-minutowego marszu z obciążeniem 25 kg utrata płynów wynosiła $1,45 \pm 0,16$ l w porównaniu z grupą kontrolną ($0,81 \pm 0,19$ l). Natomiast w innym badaniu odnotowano, że ubytek wody był większy o 40% ($p < 0,001$) względem grupy kontrolnej (Koulmann 2006).

Analiza regresji logistycznej wykazała, że wyższy poziom TBW mierzony na początku selekcji (TBW_P1) istotnie zwiększał szanse ukończenia ETS (OR = 16,59; $p = 0,003$), co może odzwierciedlać lepszy stan nawodnienia, wyższą masę beztłuszczową oraz większy potencjał do utrzymania wydolności fizycznej w warunkach ekstremalnego obciążenia. Jednocześnie niski poziom ICW po zakończeniu selekcji (ICW_P2) był silnym negatywnym predyktorem sukcesu (OR = 0,01; $p = 0,004$), co może wskazywać na znaczące odwodnienie, utratę masy mięśniowej lub zaburzenia homeostazy komórkowej. Wyniki te podkreślają, że utrzymanie odpowiedniego poziomu nawodnienia i objętości wody wewnątrzkomórkowej stanowi istotny element zdolności adaptacyjnych w trakcie selekcji.

Kandydaci z grupy T osiągnęli lepszy czas w biegu na 3000 m, średnio o 9,37 s szybciej niż kandydaci z grupy N. Średnie czasy dla obu grup wynosiły odpowiednio $676,1 \pm 24,83$ s i $685,47 \pm 12,72$ s.

Na podstawie uzyskanych czasów biegu na dystansie 3000 m oszacowano wartości maksymalnego poboru tlenu (VO_2max) w obu grupach, zgodnie ze wzorem zaproponowanym przez Danielsa i Gilberta (1979), uwzględniającym dystans pokonany w ciągu 12 minut. Szacunkowe wartości VO_2max wynosiły odpowiednio: grupa T 60,13 ml/kg/min oraz grupa N 59,15 ml/kg/min.

Solberg, i wsp. (2015) badali norweskich operatorów morskich JWS (którzy pozytywnie ukończyli selekcję) i stwierdzili, że uzyskali oni lepsze wyniki w biegu na 3000 m (666 ± 60 s) oraz VO_2max na poziomie $60 \pm 4,2$ ml/kg/min w porównaniu z badaną grupą T.

Badanie kandydatów do australijskich jednostek specjalnych policji wykazało, że osoby, które pozytywnie ukończyły Initial Barrier Assessment, osiągały lepsze wyniki w biegu na 1,2 km o 16 s (różnica istotna statystycznie). VO_2max kandydatów z grupy, która pozytywnie ukończyła ocenę wyższy o 4,8 ml/kg/min i wynosił $53,7 \pm 2,3$ ml/kg/min (J. Robinson, i wsp. 2019).

Carlson i Jaenen (2012) w swoich badaniach wykazali, że wyższy poziom VO_2max charakteryzował grupę, która pozytywnie ukończyła proces selekcyjny ($55,0 \pm 3,7$ ml/kg/min) w porównaniu z kandydatami, którzy z tego procesu odpadli ($50,9 \pm 3,4$ ml/kg/min), co było istotnym statystycznie predyktorem sukcesu selekcyjnego.

Badanie amerykańskich kadetów Weyden, Merrigan i Martin (2022) uwidocznilo silną korelację pomiędzy czasem biegu na 3,2 km (2 mile) a pozytywnym ukończeniem marszu z plecakiem na dystansie ok. 19 km. Zmierzony czas biegu w teście AFCT (Army Force Combat Test) przeliczano na punkty zgodnie z tabelą norm, a każda różnica o 1 punkt (ok. 12 s) zwiększała szanse ukończenia marszu w normie czasowej o 9% (180 min.) (Weyden, Merrigan i Martin 2022).

Kandydaci, którzy pozytywnie ukończyli proces selekcyjny do amerykańskiego 75. pułku Ranger (Ranger Assessment and Selection Program), uzyskiwali lepsze średnie czasy w biegu na 3,2 km niż kandydaci z grupy N ($12,8 \pm 0,8$ min do $13,1 \pm 0,8$ min), a różnice te były statystycznie istotne (Barringer, i wsp. 2019).

Czas biegu na 2,8 km był również istotnym predyktorem sukcesu w selekcji do elitarnej jednostki szwedzkiej policji (Counterterrorism Intervention Assessment and Selection, CTIAS) (Tedeholm, Larsson i Sjöberg 2023).

Hunt, R. M. Orr i Billing (2013) w badaniach australijskich żołnierzy wykazali, że czas uzyskiwany w biegu w umundurowaniu na dystansie 3,2 km istotnie wpływał na ukończenie etapu selekcyjnego. Średnie czasy dla kandydatów, którzy zaliczyli selekcje oraz kandydatów, którzy odpadli z procesu wynosiły odpowiednio $15,0 \pm 0,7$ min oraz $15,5 \pm 1,1$ min ($p < 0,05$).

Coakley, i wsp. (2019) wykazali silną dodatnią korelację pomiędzy czasem biegu

na 1,5 mili a czasem marszu na 8 mil z obciążeniem 25 kg ($R^2 = 0,71$, $p < 0,001$) u brytyjskich żołnierzy. Podobnie Frykman, i wsp. (2017) w badaniach amerykańskich żołnierzy stwierdzili, że czas biegu na 2 mile (3,4 km) korelował z czasem marszu z obciążeniem 46 kg na dystansie 12 mil ($r = 0,57$, $p < 0,001$), a także z: wzrostem ($r = -0,64$, $p < 0,001$), masą ciała ($r = -0,55$, $p < 0,001$) i liczbą ugięć ramion w 2 minuty ($r = -0,53$, $p < 0,001$).

Kandydaci, którzy pozytywnie ukończyli proces selekcyjny do izraelskich JWS, charakteryzowali się wyższym $VO_2\max$ ($56,55 \pm 4,99$ ml/kg/min) w porównaniu z grupą, która nie zaliczyła selekcji ($54,48 \pm 7,16$ ml/kg/min). Różnice były istotne statystycznie ($p = 0,036$, $r = -0,168$) (Fuks, i wsp. 2011).

Wydolność tlenowa w warunkach ekstremalnego obciążenia fizycznego odgrywa kluczową rolę w zdolności kandydatów do JWS do szybkiej regeneracji, utrzymania tempa marszu i biegu, ograniczenia akumulacji kwasu mlekowego w mięśniach, a także podejmowania trafnych decyzji pod presją fizyczną i psychiczną. Badania wykazały, że kandydaci do JWS, którzy pomyślnie ukończyli wstępne testy sprawnościowe, uzyskiwali lepsze wyniki w marszach terenowych (Farina, L. A. Thompson, Knapik, Pasiakos, J. P. McClung, i wsp. 2019; Hunt, R. M. Orr i Billing 2013) oraz ogólnie cechowali się wyższym poziomem sprawności fizycznej (Beal 2010).

Knapik, Grier, i wsp. (2011) w badaniu przeprowadzonym na kandydatach na agentów FBI podczas 21-tygodniowego kursu wykazali, że gorsze czasy biegu na 1,5 mili korelowały z większym ryzykiem urazów w czasie szkolenia. Podobne wyniki uzyskano u amerykańskich żołnierzy w trakcie szkolenia bojowego BCT (Basic Combat Training) (Knapik, Sharp, i wsp. 2001).

Analiza regresji logistycznej wykazała, że krótszy czas biegu na dystansie 3000 m wiązał się z wyższym prawdopodobieństwem zaliczenia etapu terenowego selekcji (OR = 0,95; 95% CI: 0,900–0,999). Wynik ten potwierdza, że wydolność tlenowa jest istotnym predyktorem sukcesu selekcyjnego.

Bieg na 3000 m okazał się więc istotnym wskaźnikiem powodzenia w selekcji – krótszy czas, a tym samym wyższe $VO_2\max$, zwiększały prawdopodobieństwo pozytywnego ukończenia procesu. Wyniki te są zgodne z literaturą, która podkreśla kluczową rolę wydolności tlenowej w zdolności żołnierzy do realizacji długotrwałych obciążeń, szybkiej regeneracji oraz w prewencji urazów podczas szkolenia.

Statystycznie istotne wyniki kandydatów do JWS uzyskano w badaniu maksymalnej siły izometrycznej kończyn dolnych (IMTP). Grupa T charakteryzowała się wyższymi wartościami obciążenia (dla kończyny prawej), siły oraz mocy kończyn dolnych w porównaniu z grupą N. Średnie wartości ciężaru zmierzone dla kończyny prawej wynosiły $136,0 \pm 22,36$ kg w grupie T oraz $124,34 \pm 14,09$ kg w grupie

N. W przypadku całkowitej siły kończyn wartości kształtowały się odpowiednio $17,89 \pm 2,62$ N/100 i $16,39 \pm 1,96$ N/100, a moc wynosiła $87,10 \pm 12,53$ kg w grupie T oraz $79,76 \pm 9,50$ kg w grupie N.

Analiza regresji logistycznej wykazała, że w teście IMTP obciążenie prawej nogi (OR = 1,09; 95% CI: 1,03–1,15) istotnie zwiększało prawdopodobieństwo pozytywnego ukończenia ETS. Oznacza to, że każda jednostkowa zmiana tej zmiennej wiązała się ze wzrostem szans powodzenia o około 9%. Jednocześnie obciążenie lewej nogi nie wykazało istotnego wpływu w analizowanym modelu.

Badanie amerykańskich operatorów RAIDER wykazało, że charakteryzowali się oni istotnie większą siłą w teście IMTP w porównaniu z żołnierzami wsparcia (odpowiednio mediana 2898,0 N i 2453,2 N; $p < 0,001$, E.S. = 0,137) (Ross, i wsp. 2023). Wyniki te wskazują, że operatorzy mają znacznie wyższe absolutne wartości siły izometrycznej niż kandydaci badanych grup T i N.

Nevin, i wsp. (2024) analizowali korelację pomiędzy wynikami IMTP a marszem z 25 kg obciążeniem. Stwierdzono niewielką zależność z czasem ukończenia marszu, jednak badanie obejmowało dystans jedynie 2 km, co nie jest charakterystyczne dla procesu selekcji w JWS.

Podczas przeglądu literatury nie znaleziono innych badań IMTP prowadzonych na żołnierzach JWS lub realizujących zadania z obciążeniem. Istnieje jednak wiele prac wykazujących silną korelację pomiędzy wynikami testu IMTP a wynikami testów maksymalnego powtórzenia (1RM) w przysiadzie.

Badanie Wang, i wsp. (2016) wykazało, że siła szczytowa (peak force) w IMTP była silnie skorelowana z 1RM w przysiadzie ($r = 0,866$, $p < 0,05$), a także z siłą generowaną w krótkich przedziałach czasowych (90–250 ms), co wskazuje na istotny związek między zdolnościami siłowymi izometrycznymi a dynamicznymi.

Podobne obserwacje przedstawili Brady, i wsp. (2018), wskazując, że IMTP i 1RM w przysiadzie wykazują wysoką korelację, co sugeruje, że wyższe wyniki w IMTP mogą odzwierciedlać wyższy potencjał siłowy w testach dynamicznych. Również De Witt, i wsp. (2018) potwierdzili, że IMTP silnie koreluje z wynikami 1RM w martwym ciągu, co czyni go wiarygodnym narzędziem do oceny potencjału siłowego sportowców.

Inne badanie przeprowadzone na amerykańskich żołnierzach uwidocznilo silną korelację pomiędzy czasem ukończenia specjalnego toru przeszkód (w umundurowaniu oraz z pełnym wyposażeniem, ok. 42 kg) a wynikami testu 1RM w przysiadzie (Mała, i wsp. 2015). Natomiast w badaniu 71 kandydatów do kanadyjskiej JWS (ang. Canadian Special Operations Regiment - CSOR) wykazano, że siła kończyn dolnych mierzona testem 1RM w przysiadzie miała istotne znaczenie dla pozytywnego ukoń-

czenia rekrutacji. Kandydaci, którzy zaliczyli proces, osiągnęli wynik $143,6 \pm 25,5$ kg, czyli średnio o prawie 6 kg więcej niż kandydaci, którzy nie ukończyli selekcji (Carlson i Jaenen 2012).

Barringer, i wsp. (2019) odnotowali korelację pomiędzy wynikami w 1RM martwego ciągu a sukcesem selekcyjnym do amerykańskich Rangerów. Każde zwiększenie podnoszonego ciężaru o 5% masy ciała zwiększało szanse sukcesu w Ranger Physical Assessment Test (RPAT) o 2%.

Doyle, i wsp. (2022) w badaniu oceniającym ryzyko kontuzji u kandydatów do australijskich JWS stwierdzili, że osoby bez urazów miały wyższe wartości siły absolutnej w IMTP (szczytowa siła absolutna, $p = 0,022$) w porównaniu z kandydatami z urazami. Ponadto urazy kolana, którym można było zapobiec, korelowały istotnie z wynikami IMTP ($r = -0,245$, $p = 0,031$) (Doyle, i wsp. 2022).

Metaanaliza przeprowadzona przez R. M. Orr, Dawes, i wsp. (2019) wykazała istotne, dodatnie korelacje pomiędzy parametrami siły i mocy kończyn dolnych a zdolnością do przemieszczania się z obciążeniem w różnych zadaniach taktycznych. Autorzy podkreślili, że większa siła i moc mięśni kończyn dolnych przekładają się na lepsze wyniki w zadaniach obejmujących transport ciężarów (np. marsz z plecakiem i wyposażeniem taktycznym), redukcję ryzyka urazów oraz zwiększoną efektywność pracy podczas wysiłku (R. M. Orr, Dawes, i wsp. 2019).

Podobne zależności odnotowano również poza kontekstem wojskowym. Badanie irańskich wspinaczy wysokogórskich wykazało, że większy ciężar w próbie 1RM przysiadu silnie korelował z powodzeniem wyprawy ($r = 0,42$, $p = 0,004$) (Arazi, Saedi i Izadi 2017).

Test IMTP stanowi bezpieczniejszą i bardziej efektywną czasowo alternatywę dla testów maksymalnego powtórzenia (1RM), gdyż wykonanie próby trwa zaledwie 3–5 s i nie wymaga forsownych pozycji ciała.

Siła izometryczna kończyn dolnych mierzona testem IMTP była istotnym predyktorem sukcesu selekcyjnego. Każda jednostkowa poprawa wyniku zwiększała szanse pozytywnego ukończenia etapu terenowego. Literatura wskazuje, że test IMTP jest silnie skorelowany z wynikami 1RM (przysiad, martwy ciąg), stanowi nie tylko wiarygodny wskaźnik potencjału siłowego, ale także czynnik ograniczający ryzyko urazów. Biorąc pod uwagę bezpieczeństwo i krótki czas wykonania może być traktowany jako praktyczna alternatywa dla klasycznych testów siłowych w procesach selekcyjnych.

Pomiar siły izometrycznej generowanej przez mięśnie zginacze palców i dłoni jest powszechnie stosowanym parametrem w warunkach laboratoryjnych, pozwalającym na porównanie badanych grup. Wyniki badania wykazały, że kandydaci z grupy T

charakteryzowali się większą siłą ścisku w porównaniu z grupą N zarówno w dłoni prawej ($59,83 \pm 8,35$ kg do $54,98 \pm 8,42$ kg), jak i lewej ($59,06 \pm 8,20$ kg do $53,30 \pm 7,23$ kg).

Podobne rezultaty uzyskano w badaniu kandydatów do australijskiego SWAT. Kandydaci, którzy pozytywnie ukończyli selekcję, osiągnęli w ręce dominującej $65,4 \pm 6,3$ kg, a kandydaci, którzy odpadli — $60,6 \pm 4,8$ kg. Natomiast w przypadku ręki niedominującej wartości wynosiły odpowiednio $61,2 \pm 6,2$ kg i $57,5 \pm 7,4$ kg (J. Robinson, i wsp. 2019).

R. Orr, Pope, Stierli, i wsp. (2017) w swoim badaniu stwierdzili, że wyższe wartości siły chwytu korelowały z lepszymi wynikami w policyjnych testach funkcjonalnych (prawa ręka: $r = 0,227$, $p = 0,003$; lewa ręka: $r = 0,269$, $p < 0,0001$) oraz testach strzeleckich (prawa ręka: $r = 0,398$, $p < 0,0001$; lewa ręka: $r = 0,475$, $p < 0,0001$).

Zaobserwowano również słabą ujemną korelację między siłą chwytu lewej dłoni a ryzykiem kontuzji ($r = -0,181$, $p = 0,018$) (R. Orr, Pope, Stierli, i wsp. 2017).

Badanie brazylijskich żołnierzy uwidocznilo istotne korelacje ($p < 0,05$) pomiędzy siłą dłoni a głównymi komponentami siły mięśniowej ciała: z siłą kończyn górnych ($r = 0,536$), dolnych ($r = 0,460$) i mięśni tułowia ($r = 0,352$). Najsilniejszy związek stwierdzono między siłą chwytu dłoni dominującej a całkowitą siłą mięśniową, mierzoną bez korekty wskaźników antropometrycznych ($r = 0,658$) (Gonçalves, i wsp. 2018).

Carlson i Jaenen (2012) zaobserwowali, że żołnierze, którzy nie ukończyli selekcji, uzyskiwali niższe wartości sumy siły dłoni prawej i lewej niż kandydaci z pozytywnym wynikiem tego procesu (odpowiednio $110,6 \pm 16,8$ kg i $113,9 \pm 14,6$ kg), choć różnice te nie były statystycznie istotne.

Sánchez-Molina, Robles-Pérez i Clemente-Suárez (2019a) w przeprowadzonym badaniu porównującym reakcje psychofizjologiczne i zdolności motoryczne żołnierzy elitarnych i standardowych jednostek lekkiej piechoty przed i po symulacji walki miejskiej stwierdzili, że żołnierze z jednostki elitarniej charakteryzowali się wyższą średnią siłą mięśni dłoni zarówno przed (P1: $56,27 \pm 10,29$ kg do $49,30 \pm 11,13$ kg), jak i po zadaniu (P2: $57,70 \pm 9,04$ kg do $50,71 \pm 10,11$ kg).

Model regresji logistycznej wykazał, że siła lewej dłoni (OR = 1,14; 95% CI: 1,03–1,26) była istotnym predyktorem sukcesu w ETS. Każdy dodatkowy 1 kg w pomiarze siły dłoni zwiększał szanse powodzenia o 14%. Wyniki te podkreślają znaczenie ogólnej sprawności neuromięśniowej kończyn górnych w zadaniach terenowych.

Siła chwytu dłoni, choć często traktowana jako prosty wskaźnik siły izometrycznej, okazała się istotnym czynnikiem predykcyjnym sukcesu selekcyjnego — szczególnie w przypadku ręki niedominującej. Jej wzrost nie tylko zwiększał prawdopodobieństwo

pozytywnego ukończenia procesu, ale także może odgrywać rolę w prewencji urazów oraz w utrzymaniu wysokiego poziomu zdolności funkcjonalnych żołnierzy.

Test szybkości oparty na sprincie na dystansie 30 m wykazał, że kandydaci, którzy pozytywnie ukończyli etap terenowy, uzyskiwali lepsze czasy zarówno na całym dystansie, jak i na poszczególnych odcinkach 10 m, w porównaniu z grupą N. Średnie wyniki wynosiły odpowiednio $4,54 \pm 0,16$ s dla grupy T oraz $4,67 \pm 0,22$ s dla grupy N.

Analiza regresji logistycznej wykazała, że czas pokonania odcinków 20 i 30 m stanowił istotny predyktor sukcesu selekcyjnego — krótszy czas zwiększał prawdopodobieństwo pozytywnego ukończenia etapu terenowego. Wynik ten potwierdza znaczenie eksplozywnej siły startowej i dynamiki ruchowej w krótkich interwałach.

Badanie porównawcze żołnierzy operatorów i żołnierzy wsparcia amerykańskiego MARSOC (United States Marine Forces Special Operations Command) wykazało, że operatorzy uzyskiwali lepsze czasy w sprincie na 30 jardów (27,4 m; 4,61 s), jednak były one gorsze niż wyniki uzyskane przez obie badane grupy T i N (Ross, i wsp. 2023). Zaobserwowano również umiarkowaną korelację pomiędzy czasami sprintu a wynikami w teście zwinności 5-10-5 (Ross, i wsp. 2023).

Podczas badania chorwackich żołnierzy jednostki SOB średni wynik sprintu na 20 m wynosił $3,81 \pm 0,17$ s i po 62 dniach szkolenia podstawowego praktycznie się nie zmienił ($3,83 \pm 0,24$ s) (Sporiš, i wsp. 2012). Porównanie wyników wskazuje, że zarówno badani kandydaci z grupy T, jak i N, charakteryzowali się lepszymi parametrami szybkościowymi niż operatorzy SOB.

Podsumowując, szybkość krótkodystansowa, oceniana na podstawie sprintu na 30 m, stanowi istotny czynnik różnicujący kandydatów, którzy pomyślnie przechodzą proces selekcji do JWS. Krótszy czas sprintu wiąże się z większym prawdopodobieństwem sukcesu, co znajduje potwierdzenie zarówno w wynikach własnych, jak i w literaturze dotyczącej żołnierzy jednostek specjalnych. Wyniki te podkreślają znaczenie eksplozywnej siły startowej, dynamiki i zdolności do szybkiej mobilizacji układu nerwowo-mięśniowego jako kluczowych determinant efektywności w warunkach selekcji wojskowej.

Analiza zdolności psychomotorycznych wykazała istotne statystycznie różnice pomiędzy kandydatami z grupy T i N w testach SIRT MT, CHORT MT oraz HECOR MT. W zakresie czasu motoryki grupa T uzyskiwała niższe wartości w stosunku do kandydatów z grupy N: $167,40 \pm 42,45$ ms vs $188,63 \pm 40,69$ ms dla testu SIRT MT; $190,42 \pm 46,75$ ms vs $213,42 \pm 50,51$ ms dla CHORT MT oraz $217,71 \pm 41,99$ ms vs $243,29 \pm 49,85$ ms dla HECOR MT. Wyniki regresji logistycznej wykazały, że krótszy czas reakcji w trzech testach poznawczo-ruchowych

był istotnie związany z większym prawdopodobieństwem pozytywnego ukończenia etapu terenowego selekcji: CHORT cr (OR = 0,83; 95% CI: 0,73–0,95), HECOR MT (OR = 0,97; 95% CI: 0,96–0,99) oraz SIRT MT (OR = 0,97; 95% CI: 0,95–0,99). Im krótszy czas motoryki i im większa liczba poprawnych odpowiedzi uczestnika, tym większe były jego szanse na uzyskanie wyniku pozytywnego. Może to świadczyć o istotnym wpływie sprawności poznawczej, szybkości przetwarzania informacji oraz koordynacji nerwowo-mięśniowej w warunkach wymagających dynamicznych decyzji i reakcji, typowych dla intensywnych prób terenowych.

Podczas badania parametrów psychomotorycznych polskich kandydatów do JWS zaobserwowano, że średnie wyniki całej próby żołnierzy w testach SIRT, CHORT oraz HECOR były w większości zbliżone do wartości osiągniętych przez kandydatów z grupy T, którzy pozytywnie ukończyli proces selekcji (Paśko, i wsp. 2022). Testy SIRT i CHORT, obejmujące odpowiednio reakcję prostą oraz reakcję z wyborem, wykazały, że średni czas reakcji (RT) wśród kandydatów wynosił odpowiednio 350,6 ms i 695,0 ms, co było porównywalne do wyników obu badanych grup T i N. Natomiast średni czas motoryki (MT) wynosił 165,2 ms w SIRT oraz 186,3 ms w CHORT, co odpowiadało wartościom obserwowanym w grupie T (Paśko, i wsp. 2022). Podobną tendencję stwierdzono w teście HECOR, gdzie średni czas MT w całej próbie (210,3 ms) był zbliżony do wartości badanej grupy T (217,7 ms) i krótszy od wyników badanej grupy N (243,3 ms). Wskaźniki odsetka poprawnych odpowiedzi w testach CHORT i SPANT utrzymywały się na wysokim poziomie (> 93%) i były porównywalne w obu podgrupach, co sugeruje, że dokładność reakcji nie jest kluczowym czynnikiem różnicującym w tej populacji (Paśko, i wsp. 2022).

Yanovich, i wsp. (2015) analizowali wyniki Vienna Visual Test (VVT) i Four Choice Reaction Time (FCRT) po 10-kilometrowym marszu i nie odnotowali zmian w czasie reakcji, lecz stwierdzili większą liczbę błędnych identyfikacji w VVT oraz podobną tendencję w FCRT. Sugeruje to, że nawet umiarkowany wysiłek może obniżać precyzję działania, co w warunkach działań wojskowych zwiększa podatność na błędy i ryzyko nieprawidłowych decyzji.

Badania wskazują, że zarówno czas reakcji (RT), jak i czas motoryki (MT) odgrywają istotną rolę w prewencji urazów wśród sportowców (Wilkerson 2012; Wilke i Groneberg 2022). Analiza czasów reakcji wśród kickbokserów wykazała, że osiągnęli oni w teście SIRT średni wynik 359,9 ms, co było nieco wolniejszym RT w porównaniu z kandydatami do selekcji (340,5–353,5 ms). Natomiast w teście HECOR czasy RT były zbliżone (430,8 ms u kickbokserów vs 412,74–419,54 ms u kandydatów), co sugeruje wyższy poziom szybkości reakcji w zadaniach o średniej złożoności u kandydatów do JWS (Niewczas, i wsp. 2024). Podczas testu SPANT

wartości w obu grupach mieściły się w podobnym zakresie (619,7 ms u kickbokserów w porównaniu z grupą 592,76–626,50 ms u kandydatów), co potwierdza, że wraz ze wzrostem złożoności zadania różnice między grupami stają się mniej wyraźne. Największe rozbieżności odnotowano w teście CHORT, gdzie kickbokserzy uzyskali średni czas 717,9 ms, a kandydaci istotnie krótszy (692,39–701,81 ms) (Niewczas, i wsp. 2024).

Badania sugerują również, że słabsza reakcja neurokognitywna sprzyja zaburzeniom biomechaniki kończyn dolnych podczas zadań dynamicznych, co zwiększa ryzyko urazów (Porter, Quintana i Hoch 2020).

Wydłużony czas reakcji (RT) oraz czas motoryki (MT) spowalniają zarówno proces decyzyjny, jak i wykonanie ruchu, prowadząc do mniej precyzyjnych odpowiedzi i większej podatności na kontuzje (Porter, Quintana i Hoch 2020; Wilkerson, K. A. Simpson i Clark 2017).

Zdolności psychomotoryczne, a w szczególności krótszy czas reakcji i czas motoryki, okazały się istotnym predyktorem sukcesu selekcyjnego, co potwierdzają zarówno wyniki badań własnych, jak i analiza literatury. Szybkość przetwarzania informacji i sprawność neurokognitywna zwiększają szanse pozytywnego ukończenia selekcji, a jednocześnie pełnią istotną rolę w prewencji urazów poprzez ograniczanie błędów ruchowych i poprawę kontroli biomechanicznej w warunkach dynamicznych obciążeń.

Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic między grupami T i N w zakresie siły mięśni kończyn górnych oraz mięśni tułowia. Średnie wyniki liczby powtórzeń w teście podciągania na drążku wysokim oraz w ugięciach ramion na poręczach były niemal identyczne w obu grupach (odpowiednio 20,31 i 20,72 powt. oraz 30,63 i 30,34 powt.). Natomiast w teście siadu z leżenia tyłem grupa T uzyskała nieznacznie wyższy wynik (86,35 powt. wobec 84,89 powt.).

Analiza wyników kandydatów ubiegających się o przyjęcie do amerykańskiego 75. Pułku Rangerów wykazała, że liczba podciągnięć na drążku wysokim korelowała z pozytywnym ukończeniem testu sprawności taktyczno-fizycznej RPAT (Ranger Physical Assessment Test). Każde dodatkowe podciągnięcie zwiększało szanse zaliczenia testu o 6% (OR = 1,06; 95% CI: 1,01–1,12) (Barringer, i wsp. 2019).

Hunt, R. M. Orr i Billing (2013) w badaniu kandydatów do australijskich jednostek specjalnych zaobserwowali związek pomiędzy liczbą wykonywanych ugięć ramion w podporze oraz siadu z leżenia tyłem a ukończeniem marszu z obciążeniem 28 kg na dystansie 20 km oraz marszu z obciążeniem 40 kg na dystansie 5 km. Podobne wyniki uzyskano w grupie funkcjonariuszy australijskiej jednostki specjalnej policji – siła mięśni górnej części ciała, mierzona 1 RM w podciąganiu na drążku, istotnie korelowała z czasami uzyskiwanymi w marszu na dystansie 5 km z obciążeniem 40 kg

($r = -0,466$, $p < 0,01$) (R. M. Orr, J. Robinson, i wsp. 2022).

Carlson i Jaenen (2012) wykazali istotną zależność pomiędzy liczbą powtórzeń w teście podciągania na drążku wysokim a sukcesem w procesie selekcyjnym. Również w badaniu irańskich wspinaczy wysokogórskich Arazi, Saedi i Izadi (2017) zaobserwowano istotne związki między wytrzymałością mięśniową tułowia (test siadu z leżenia tyłem; $p = 0,02$; $r = 0,31$) oraz górnej części ciała (ugięcia ramion w podporze; $p = 0,008$; $r = 0,38$) a powodzeniem w wyprawach górskich, gdzie konieczne było długotrwałe przenoszenie ciężkich plecaków.

Dodatkowo Evans, i wsp. (2003) stwierdzili, że w populacji amerykańskich żołnierzy osoby z najniższego kwartyła wyników testu siadu z leżenia tyłem wykazywały ponad dwukrotnie wyższe ryzyko urazów kończyn dolnych i odcinka lędźwiowego kręgosłupa podczas treningu, a w trakcie szkolenia terenowego ryzyko to wzrastało nawet dziewiętnastokrotnie.

Podsumowując, choć w przeprowadzonych testach siły mięśniowej górnej części ciała i tułowia nie stwierdzono różnic między grupami, literatura wskazuje, że parametry te mogą mieć istotne znaczenie zarówno dla powodzenia w procesie selekcji, jak i w prewencji urazów. Lepsza wytrzymałość mięśniowa sprzyja bowiem osiągnięciu lepszych wyników w wymagających próbach wysiłkowych oraz ogranicza ryzyko kontuzji w warunkach obciążeń terenowych.

Ocenę skoczności kandydatów dokonano na podstawie przeprowadzonych trzech testach: SJ, CMJ bez zamachu oraz CMJ z zamachem. Parametr skoczności jest ściśle skorelowany z siłą kończyn dolnych, które odgrywają kluczową rolę w wykonywaniu większości zadań żołnierzy (Šimenko, i wsp. 2021). Test CMJ jest uznawany za wiarygodny test siły eksplozywnej oraz miarodajny sposób monitorowania efektów treningowych (Claudino, i wsp. 2017). Ponadto Lombard, i wsp. (2017) wykazali, że pomiar CMJ z wykorzystaniem płyt siłowych charakteryzuje się wysoką precyzją i pozwala na wykrywanie nawet niewielkich zmian w funkcji nerwowo-mięśniowej, w tym efektów zmęczenia.

Przeprowadzone testy miały na celu ocenę kandydatów pod kątem zdolności do szybkiego generowania siły wyłącznie w fazie koncentrycznej (SJ) oraz zdolności wytwarzania siły eksplozywnej kończyn dolnych w cyklu rozciąganie–skracanie (CMJ). Uzyskane wyniki we wszystkich testach nie wykazały statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami T i N, a tym samym nie stanowiły predyktorów sukcesu selekcyjnego.

Analiza wyników żołnierzy podchodzących do programu selekcyjnego RPAT (Ranger Physical Assessment Test) wykazała, że lepsze wyniki w skoku w dal zwiększały szanse zaliczenia testu. Każde dodatkowe 2,54 cm w skoku w dal podnosiło

prawdopodobieństwo sukcesu o 4% (OR = 1,04; 95% CI: 1,01–1,07) (Barringer, i wsp. 2019). Natomiast w procesie selekcji do australijskich JWS średnie wyniki wysokości skoku w CMJ były zbliżone w grupach T i N (odpowiednio $55,7 \pm 7,1$ cm i $55,6 \pm 6,8$ cm), a test ten nie został uznany za predyktor sukcesu (Hunt, R. M. Orr i Billing 2013).

Ross, i wsp. (2023) zaobserwowali w teście wyskoku pionowego (VJ), że operatorzy US Marine Raiders osiągnęli istotnie lepsze wyniki w porównaniu z żołnierzami wsparcia (63,5 cm wobec 60,5 cm). Otrzymane wyniki były ponadto wyższe od średnich rezultatów kandydatów badanych w niniejszym projekcie o 17% i 11%. Dodatkowo wyniki testu VJ były umiarkowanie silnie, ujemnie skorelowane z czasem uzyskanym w teście zwinności 5-10-5 (Ross, i wsp. 2023).

Heilbronn, i wsp. (2025) w badaniach nad amerykańskimi żołnierzami potwierdzili, że CMJ jest testem rzetelnym i użytecznym w ocenie sprawności fizycznej oraz gotowości bojowej (ICC: 0,50–0,99; CV%: 1,18–7,73; ES: 0,50–0,69). Również Carlson i Jaenen (2012) odnotowali, że kandydaci do australijskich JWS, którzy zaliczyli selekcję, uzyskali nieznacznie wyższe średnie wyniki w teście skoczności. Natomiast R. Orr, Pope, Peterson, i wsp. (2016) wykazali, że kandydaci do australijskiej policji z niższą mocą kończyn dolnych, mierzoną wyskokiem pionowym, byli ponad trzykrotnie bardziej narażeni na urazy podczas szkolenia ($r = -0,09$; $p < 0,005$).

Podsumowując, testy skoczności (SJ, CMJ) nie różnicowały istotnie kandydatów i nie stanowiły predyktorów sukcesu selekcyjnego. Jednak wyniki badań międzynarodowych wskazują, że wyższa moc kończyn dolnych sprzyja osiągnięciu lepszych rezultatów w selekcji oraz ograniczeniu ryzyka urazów, co podkreśla potencjalną rolę testów skoczności w długofalowej ocenie gotowości bojowej żołnierzy.

Analiza parametrów uzyskanych w teście RAST, oceniającym zdolności beztlenowe, nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami. Szczegółowa ocena średnich czasów uzyskanych na poszczególnych odcinkach 30 m oraz parametrów mocy (minimalnej, szczytowej i średniej) wykazała jednak, że kandydaci z grupy T osiągnęli lepsze wyniki w porównaniu z grupą N. Ponadto grupa T uzyskała nieco niższy wskaźnik zmęczenia w tym teście.

Royer, i wsp. (2018), badając różnice w sprawności operatorów zespołów bojowych i żołnierzy wsparcia amerykańskich JWS (US Marines), odnotowali wyższe wartości mocy maksymalnej w teście Wingate u operatorów. Jednocześnie Angeltveit, i wsp. (2016) wykazali wśród norweskich operatorów zespołów bojowych istotną korelację średniej mocy w teście Wingate z czasem wykonania testu sprawności specjalnej obejmującego ewakuację rannego o masie 80 kg ($r = -0,68$; $p < 0,05$).

Badanie kandydatów do amerykańskiego FBI wykazało, że gorsze czasy uzyski-

wane w biegu na 300 m były istotnie związane z większym ryzykiem urazu podczas szkolenia (Knapik, Grier, i wsp. 2011). Natomiast analiza regresji logistycznej przeprowadzona na wynikach 1141 żołnierzy uczestniczących w selekcji do amerykańskich Rangerów wykazała, że krótszy czas w biegu wahadłowym na dystansie 300 jardów zwiększał szanse pozytywnego ukończenia procesu selekcyjnego o 9% (Barringer, i wsp. 2019).

Podsumowując, test RAST nie różnicował istotnie kandydatów, choć grupa T uzyskiwała lepsze wyniki w zakresie parametrów mocy i niższy wskaźnik zmęczenia. Wyniki literatury sugerują, że zdolności beztlenowe mogą mieć znaczenie funkcjonalne, m.in. poprzez powiązanie z realizacją zadań bojowych i ryzykiem urazów. Ich wartość predykcyjna w selekcji pozostaje jednak niejednoznaczna.

Umiejętność pływania stanowi istotny element z punktu widzenia potencjalnych zadań realizowanych przez operatorów JWS. Podczas etapu wstępnej oceny sprawności fizycznej kandydaci przechodzą wieloetapowy test pływacki. Niniejsze badanie poddaje ocenie wyłącznie test przepłynięcia dystansu 200 m stylem dowolnym na czas (limit 4 min). Analiza średnich czasów uzyskanych przez grupy T i N nie wykazała statystycznie istotnej korelacji pomiędzy wynikiem w pływaniu a pozytywnym ukończeniem etapu terenowego selekcji.

Podobnie R. M. Orr, J. Robinson, i wsp. (2022), badając australijskich kandydatów do jednostki specjalnej policji, nie stwierdzili wpływu wyników w teście pływania na dystansie 300 m na prawdopodobieństwo pozytywnego ukończenia selekcji ($p = 0,118$; $r = -0,321$). Również Hunt, R. M. Orr i Billing (2013), analizując wyniki kandydatów do australijskich JWS, nie odnotowali korelacji pomiędzy czasami uzyskanymi w teście pływackim na dystansie 400 m a rezultatem selekcji.

Podsumowując, pływanie – mimo swojego znaczenia z perspektywy przyszłych zadań operatorów – nie wykazało wartości predykcyjnej w odniesieniu do sukcesu selekcyjnego. Wyniki badań przeprowadzonych w różnych procesach selekcyjnych potwierdzają brak istotnego związku pomiędzy czasami pływania a pozytywnym ukończeniem selekcji.

Analiza wyników testu zwinności (T-test) nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami T i N. Średnie czasy były nieznacznie lepsze w grupie T.

Horička, Hianik i Šimonek (2014) podkreślają, że na zwinność składają się nie tylko elementy takie jak szybkość reakcji prostej, przyspieszenie, hamowanie czy zmiana kierunku biegu, lecz także zdolności percepcyjne, w tym reakcja złożona na nieoczekiwane i zmienne bodźce występujące podczas uprawiania dyscyplin zespołowych bądź wykonywania zadań bojowych przez żołnierzy.

Hunt, R. M. Orr i Billing (2013) w swoim badaniu stwierdzili, że poziom zwinności wśród kandydatów do australijskich JWS nie różnił się istotnie pomiędzy grupami i nie miał wpływu na sukces w selekcji. Podobnie Strader, i wsp. (2020) nie zaobserwowali korelacji pomiędzy wynikami jednostki SWAT w teście Illinois Agility a rezultatami w teście sprawdzającym przydatność do służby w SWAT (OSPA – Occupational Specific Physical Assessment).

Również R. M. Orr, J. Robinson, i wsp. (2022), analizując czynniki sukcesu w selekcji do elitarnych jednostek australijskiej policji, stwierdzili brak istotnego związku pomiędzy wynikami testu *agility run* a wynikiem selekcji ($p = 0,141$; $r = -0,303$). Podobne wnioski przyniosło badanie kandydatów do amerykańskich Rangerów – średnie wyniki testu 5-10-5 były niemal identyczne w obu grupach, co wskazuje na brak jego wartości predykcyjnej (Barringer, i wsp. 2019).

Wyniki badań sugerują jednak, że zwinność może pośrednio wpływać na rezultaty w testach psychomotorycznych. Turna (2020) wykazali istotne statystycznie różnice pomiędzy wynikami testów zwinności, prostego czasu reakcji oraz wielokrotnego czasu reakcji.

Podsumowując, testy zwinności nie różnicowały istotnie kandydatów, co potwierdzają badania przeprowadzone w jednostkach specjalnych i policyjnych. Wskazuje to, że klasyczne testy zwinności posiadają ograniczoną wartość predykcyjną w procesie selekcji, gdyż nie odzwierciedlają w pełni złożonych wymagań psychomotorycznych charakterystycznych dla działań bojowych.

Ocena stabilności posturalnej na platformie siłowej nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami w żadnym z analizowanych parametrów. Kandydaci z grupy N uzyskali jednak gorsze średnie wyniki w zakresie powierzchni elipsy z otwartymi oczami (oo) o 30% oraz z zamkniętymi oczami (oz) o 18%. Pozostałe średnie wartości parametrów były nieznacznie korzystniejsze w grupie T.

Dziadek, i wsp. (2025) w przeprowadzonym badaniu wśród operatorów polskich JWS stwierdzili, że średnia powierzchnia elipsy 95% (oo) wynosiła $136,68 \pm 95,35 \text{ mm}^2$, co było wynikiem gorszym o 20% w porównaniu z badaną grupą T. W przypadku próby oz wartości były niemal identyczne. Natomiast w zakresie średniej prędkości wychyleń żołnierze JWS uzyskali wyniki lepsze o 33% dla oo oraz o 13% dla oz, a także krótszą długość ścieżki posturalnej (oo: o 35%; oz: o 14%) w porównaniu z kandydatami grupy T.

Podczas tego samego badania wykazano istotne pogorszenie parametrów stabilności posturalnej podczas wykonywania prób z dodatkowym obciążeniem (hełm, kamizelka taktyczna, buty; masa całkowita 7 kg) (Dziadek, i wsp. 2025). Powierzchnia elipsy wzrosła wówczas o 47% dla oo i 45% dla oz, długość ścieżki odpowiednio o 31%

(oo) i 37% (oz), natomiast prędkość wychyleń o 28% (oo) i 35% (oz).

Przegląd literatury wskazuje, że noszenie dodatkowego obciążenia, np. plecaka wojskowego, istotnie zwiększa kołysanie postawy (Rugelj i Sevšek 2011; Heller, Challis i Sharkey 2009; Dziadek, i wsp. 2025). Badanie Heller, Challis i Sharkey (2009) wykazało, że przy obciążeniu 18,1 kg wychylenie środka nacisku (COP) wzrastało nawet o 229%, co może prowadzić do większego prawdopodobieństwa upadków i urazów.

Podsumowując, stabilność posturalna nie różnicowała istotnie kandydatów, jednak jej obniżenie – szczególnie w warunkach dodatkowego obciążenia – zwiększa ryzyko kontuzji. Tym samym może stanowić istotny element w prewencji urazów podczas etapu terenowego selekcji oraz działań bojowych.

Oprócz klasycznych testów mierzących wyizolowane parametry sprawności fizycznej kandydaci poddawani są także bardziej złożonym próbom sprawności specjalnej, które kompleksowo oceniają uczestników selekcji pod względem siły, wytrzymałości, koordynacji ruchowej oraz szybkości. Żaden z przeprowadzonych prób sprawności specjalnej (wall ball, przejście przez ścianę o wysokości 1,5 m, wejście po linie) w etapie wstępnej oceny sprawności fizycznej nie wykazał istotności jako predyktor sukcesu w etapie terenowym selekcji.

Podczas procesu selekcji do australijskiego SWAT test sprawności specjalnej Lift and Carry (Podnieść i przenieść) okazał się istotnym parametrem przewidującym pozytywne zaliczenie procesu rekrutacji ($p = 0,010$, $r = -0,508$) (R. M. Orr, J. Robinson, i wsp. 2022). Natomiast w pracy Farina, L. A. Thompson, Knapik, Pasiakos, J. P. McClung, i wsp. (2019) wykazano, że tor przeszkód (*Obstacle Course*) był istotnym predyktorem sukcesu w selekcji do amerykańskich JWS – lepszy czas zwiększał o 65% szanse pozytywnego ukończenia SFAS (Special Forces Assessment and Selection) oraz o 54% ukończenia kursu bazowego SFQC (Special Forces Qualification Course) (Farina, Stein, i wsp. 2025).

Natomiast Thomas, i wsp. (2019), badając predyktory sukcesu w selekcji do amerykańskiej jednostki specjalnej policji SWAT, zaobserwowali, że test Urban Rush, będący złożoną próbą funkcjonalną odzwierciedlającą realne działania bojowe, nie miał istotnego wpływu na wynik selekcji.

Podsumowując, testy sprawności specjalnej charakteryzują się ograniczoną wartością predykcyjną, a ich użyteczność zależy od stopnia odwzorowania rzeczywistych wymagań operacyjnych jednostek specjalnych.

6. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej analizy sformułowano następujące wnioski:

1. Cechy morfologiczne różnicują kandydatów do JWS – osoby o wyższej wysokości ciała i większej beztłuszczowej masie ciała istotnie statystycznie częściej kończą pozytywnie etap terenowy selekcji. Parametry te mogą stanowić uwarunkowanie korzystne w kontekście obciążeń terenowych i adaptacji do specyfiki zadań.
2. Parametry wytrzymałości tlenowej, oceniane na podstawie biegu na 3000 m, stanowią istotny predyktor sukcesu selekcyjnego. Krótszy czas biegu zwiększał prawdopodobieństwo pozytywnego ukończenia selekcji.
3. Najistotniejsze predyktory pozytywnego wyniku selekcji to: siła izometryczna prawej kończyny dolnej (IMTP), zdolności szybkościowe (sprint 20–30 m) oraz wybrane parametry psychomotoryczne (czas motoryki w testach SIRT, CHORT, HECOR).
4. Klasyczne testy siły mięśniowej, skoczności, zdolności beztlenowych, zwinności, stabilności posturalnej, pływania oraz testy sprawności specjalnej nie różnicowały istotnie kandydatów, choć literatura wskazuje na ich znaczenie dla realizacji zadań bojowych i prewencji urazów.
5. Szybkość przetwarzania informacji, sprawność kognitywna i dynamika ruchowa pełni kluczową rolę w pozytywnym ukończeniu selekcji.
6. Analiza własnych wyników w odniesieniu do literatury wskazuje, że sukces selekcyjny do JWS jest uwarunkowany przede wszystkim kombinacją cech morfologicznych, zdolności wydolnościowych, zdolności szybkościowych i psychomotorycznych, natomiast klasyczne testy siły i wytrzymałości beztlenowej mają ograniczoną wartość prognostyczną.

Implikacje dla praktyki

Uzyskane wyniki wskazują, że proces selekcji do JWS może być usprawniony dzięki wyodrębnieniu profilu kandydata o najwyższym prawdopodobieństwie powodzenia. Kluczowe znaczenie mają komponenty szybkościowo-mocowe (sprint 30 m, siła izometryczna mierzona za pomocą testu IMTP, siła dłoni, moc w teście RAST) oraz wytrzymałość tlenowa (bieg 3000 m).

W praktyce może to oznaczać potrzebę:

1. Opracowania benchmarków wyników fizycznych i publikacji progów minimalnych oraz rekomendowanych.
2. Wprowadzenia krótkiego panelu testów preselekcyjnych (sprint 30 m, test IMTP, ocena siły chwytu, bieg na 3000 m).
3. Ukierunkowania treningu kandydatów na rozwój szybkości, mocy i wytrzymałości tlenowej.
4. Stworzenia specjalnych programów treningowych dla kandydatów, umożliwiających samodzielne przygotowanie, monitorowanie postępów i bieżącą ocenę własnych deficytów kluczowych parametrów sprawności motorycznej i psychomotorycznej.

Dla kadry instruktorskiej wiedza ta umożliwi lepsze planowanie procesu szkolenia, efektywniejszy dobór kandydatów oraz ograniczenie kosztów selekcji poprzez wcześniejsze wyłanianie osób o największym potencjale.

7. Piśmiennictwo

- Aandstad, A. (2020). „Association between performance in muscle fitness field tests and skeletal muscle mass in soldiers”. W: *Military Medicine* 185.5-6, e839–e846.
- Acevedo, A., Zeigler, Z., Melton, B., i wsp. (2024). „Body composition as a predictor of performance on the Army combat fitness test total score for ROTC cadets”. W: *Journal of Exercise and Nutrition* 7.1.
- Aharony, S., Milgrom, C., Wolf, T., Barzilay, Y., Applbaum, Y. H., Schindel, Y., Finestone, A. i Liram, N. (2008). „Magnetic resonance imaging showed no signs of overuse or permanent injury to the lumbar sacral spine during a Special Forces training course”. W: *The Spine Journal* 8.4, s. 578–583.
- Angeltveit, A., Paulsen, G., Solberg, P. A. i Raastad, T. (2016). „Validity, reliability, and performance determinants of a new job-specific anaerobic work capacity test for the Norwegian Navy Special Operations Command”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 30.2, s. 487–496.
- Arazi, H., Saedi, T. i Izadi, M. (2017). „Association of anthropometric, physiological and physical traits to success of elite male mountain climbers”. W: *Fizicka Kultura* 71.1, s. 12–20.
- Barringer, N. D., McKinnon, C. J., O’Brien, N. C. i Kardouni, J. R. (2019). „Relationship of strength and conditioning metrics to success on the army ranger physical assessment test”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 33.4, s. 958–964.
- Bartone, P. T., Roland, R. R., Picano, J. J. i Williams, T. J. (2008). „Psychological hardiness predicts success in US Army Special Forces candidates”. W: *International Journal of Selection and Assessment* 16.1, s. 78–81.
- Beal, S. A. (2010). *The roles of perseverance, cognitive ability, and physical fitness in US Army Special Forces assessment and selection*. Spraw. tech. Army Research Institute For The Behavioral i Social Sciences Fort Bragg.
- Biggs, A. T., Cain, M. S. i Mitroff, S. R. (2015). „Cognitive training can reduce civilian casualties in a simulated shooting environment”. W: *Psychological science* 26.8, s. 1164–1176.

- Blacker, S., Wilkinson, D., Bilzon, J. i Rayson, M. (2005). „Risk factors for the development of training injuries among British Army recruits”. W: *Bristol, UK: Optimal Performance Limited*.
- Blacker, S. D., Fallowfield, J. L., Bilzon, J. L. i Willems, M. E. (2009). „Physiological responses to load carriage during level and downhill treadmill walking”. W: *Medicina Sportiva* 13.2, s. 116–124.
- Brady, C. J., Harrison, A. J., Flanagan, E. P., Haff, G. G. i Comyns, T. M. (2018). „A comparison of the isometric midthigh pull and isometric squat: Intraday reliability, usefulness, and the magnitude of difference between tests”. W: *International journal of sports physiology and performance* 13.7, s. 844–852.
- Canadian Forces Morale and Welfare Services (CFMWS) (2025). *Tactical Athlete Training Program*. <https://cfmws.ca/shilo/tactical-athlete-training-program>. Dostęp: 11 sierpnia 2025.
- Canham-Chervak, M., Hauret, K., Hoedebecke, E., Laurin, M. J. i Cuthie, J. (2001). „Discharges during US Army basic training: injury rates and risk factors”. W: *Military medicine* 166.7, s. 641–647.
- Carlson, M. J. i Jaenen, S. P. (2012). „The development of a preselection physical fitness training program for Canadian Special Operations Regiment applicants”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26, S2–S14.
- Carretero-Krug, A., Úbeda, N., Velasco, C., Medina-Font, J., Laguna, T., Varela-Moreiras, G. i Montero, A. (2021). „Hydration status, body composition, and anxiety status in aeronautical military personnel from Spain: a cross-sectional study”. W: *Military Medical Research* 8 (1).
- Çemç, M. S. i Şahin, R. (2024). „Physical Fitness in the Armed Forces: A Comprehensive Study of International Assessment Practices”. W: *Turkish Journal of Sport and Exercise* 26.2, s. 252–264.
- Claudino, J. G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Tricoli, V., Amadio, A. C. i Serrão, J. C. (2017). „The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis”. W: *Journal of science and medicine in sport* 20.4, s. 397–402.
- Coakley, S. L., Myers, S. D., Walker, E. F., Hale, B., Jackson, S., Greeves, J. P., Roberts, R. i Blacker, S. D. (2019). „1.5 mile run time and body mass predict 8 mile loaded march performance, irrespective of sex”. W: *Journal of Science and Medicine in Sport* 22.2, s. 217–221.
- Cooper, A. D., Warner, S. G., Rivera, A. C., Rull, R. P., Adler, A. B., Faix, D. J., Neff, R., Deagle, E. A., Caserta, R. J., LeardMann, C. A., i wsp. (2020). „Mental

- health, physical health, and health-related behaviors of US Army Special Forces”. W: *Plos one* 15.6, e0233560.
- De Witt, J. K., English, K. L., Crowell, J. B., Kalogera, K. L., Guilliams, M. E., Nieschwitz, B. E., Hanson, A. M. i Ploutz-Snyder, L. L. (2018). „Isometric midhigh pull reliability and relationship to deadlift one repetition maximum”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 32.2, s. 528–533.
- Dewhurst, S., Bargh, M. J., Davidson, C. i Bampouras, T. M. (2014). „Loaded and unloaded marching: implications for fluid replacement”. W: *The open sports sciences JOURNAL*.
- Dijksma, I., Arslan, I. G., Etten-Jamaludin, F. S. van, Elbers, R. G., Lucas, C. i Stuiver, M. M. (2020). „Exercise Programs to reduce the risk of Musculoskeletal Injuries in Military personnel: a systematic review and Meta-analysis”. W: *PM&R* 12.10, s. 1028–1037.
- Doyle, T. L., Fain, A. C., Wills, J. A., Cooper, D., Toonen, K. i Kamphius, B. (2022). „Measures of lower body strength associated with injuries in Australian special forces selection candidates”. W: *Journal of applied biomechanics* 38.4, s. 255–262.
- Dube, A., Gouws, C. i Breukelman, G. (2022). „Effects of hypohydration and fluid balance in athletes’ cognitive performance: a systematic review”. W: *African health sciences* 22.1, s. 367–76.
- Dyrstad, S., Miller, B. W. i Hallén, J. (2007). „Physical fitness, training volume, and self-determined motivation in soldiers during a peacekeeping mission”. W: *Military medicine* 172.2, s. 121–127.
- Dziadek, B., Paśko, W., Podgórski, R., Śliż, M., Krawczyk, G., Brożyna, M., Marszałek, P., Iskra, J., Maciejewski, K., Gouveia, É. R., i wsp. (2025). „Postural stability of polish special forces operators”. W: *Scientific Reports* 15.1, s. 10749.
- Eddy, M. D., Hasselquist, L., Giles, G., Hayes, J. F., Howe, J., Rourke, J., Coyne, M., O’Donovan, M., Batty, J., Brunyé, T. T., i wsp. (2015). „The effects of load carriage and physical fatigue on cognitive performance”. W: *PloS one* 10.7, e0130817.
- Eisinger, G. C., Wittels, P., Enne, R., Zeilinger, M., Rausch, W., Hölzl, T., Dorner, G., Bachl, N. i Eisinger, G. C. (2009). „–EVIDENCED-BASED JOB ANALYSIS AND METHODOLOGY TO DETERMINE PHYSICAL REQUIREMENTS OF SPECIAL MILITARY OCCUPATIONS”. W: *Optimizing Operational Physical Fitness*, s. 1–64.
- Evans, R. K., Creedon, J. F., Leu, J. R. i Reynolds, K. L. (2003). „Incidence of acute injury related to fitness testing of US Army personnel”. W: *Medicine & Science in Sports & Exercise* 35.5, S134.

- Fallowfield, J. L., Delves, S. K., Hill, N. E., Cobley, R., Brown, P., Lanham-New, S. A., Frost, G., Brett, S. J., Murphy, K. G., Montain, S. J., i wsp. (2014). „Energy expenditure, nutritional status, body composition and physical fitness of Royal Marines during a 6-month operational deployment in Afghanistan”. W: *British journal of nutrition* 112.5, s. 821–829.
- Farina, E. K., Stein, J. A., Thompson, L. A., Knapik, J. J., Pasiakos, S. M., Mcclung, J. P. i Lieberman, H. R. (2025). „Longitudinal changes in psychological, physiological, and nutritional measures and predictors of success in Special Forces training”. W: *Physiology & Behavior* 291, s. 114790.
- Farina, E. K., Thompson, L. A., Knapik, J. J., Pasiakos, S. M., Lieberman, H. R. i Mcclung, J. P. (2020). „Diet quality is associated with physical performance and special forces selection”. W: *Medicine and science in sports and exercise* 52.1, s. 178.
- Farina, E. K., Thompson, L. A., Knapik, J. J., Pasiakos, S. M., McClung, J. P. i Lieberman, H. R. (2019). „Physical performance, demographic, psychological, and physiological predictors of success in the US Army Special Forces Assessment and Selection course”. W: *Physiology & behavior* 210, s. 112647.
- (2022). „Anthropometrics and body composition predict physical performance and selection to attend special forces training in United States Army soldiers”. W: *Military medicine* 187.11-12, s. 1381–1388.
- Feeney, K. A., Melton, B. F., Ryan, G. A., Bland, H. W. i Butler, C. R. (2022). „The Association Between Body Composition and Performance on Military Fitness Tests”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research*, s. 10–1519.
- Foulis, S. A., Redmond, J. E., Frykman, P. N., Warr, B. J., Zambraski, E. J. i Sharp, M. A. (2017). „US Army physical demands study: Reliability of simulations of physically demanding tasks performed by combat arms soldiers”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 31.12, s. 3245–3252.
- Franklyn, M. i Lee, P. V. S. (2017). *Military injury biomechanics: the cause and prevention of impact injuries*. CRC Press.
- Fraćik, K., i wsp. (2020). „Wojska Specjalne Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej w obliczu transformacji ustrojowej”. W: *Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka* 39.2, s. 49–60.
- Friedl, K. E. (2012). „Body composition and military performance—many things to many people”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26, S87–S100.
- Frykman, P. N., Foulis, S. A., Redmond, J. E., Warr, B. J., Hydren, J. R., Zambraski, E. J. i Sharp, M. A. (2017). „Predicting Load Carriage Performance Using Physical

- Fitness and Anthropometric Measures in Soldiers: 1246 Board# 1 June 1 8: 00 AM-10: 00 AM". W: *Medicine & Science in Sports & Exercise* 49.5S, s. 335.
- Fuks, Y., Hadid, A., Arbel, Y., Yanovich, R., Moran, D. S. i Laor, A. (2011). „Prediction Model for Attrition from a Combat Unit Training Program: 1607: Board# 140 June 1 3: 30 PM-5: 00 PM". W: *Medicine & Science in Sports & Exercise* 43.5, s. 366.
- Gaździńska, A., Gaździński, S., Jagielski, P. i Kler, P. (2023). „Body composition and cardiovascular risk: a study of Polish military flying personnel". W: *Metabolites* 13.10, s. 1102.
- Gigou, P.-Y., Lamontagne-Lacasse, M. i Goulet, E. D. (2010). „Meta-Analysis Of The Effects Of Pre-Exercise Hypohydration On Endurance Performance, Lactate Threshold And Vo2max: 1679: Board# 116 June 2 3: 30 PM-5: 00 PM". W: *Medicine & Science in Sports & Exercise* 42.5, s. 361–362.
- Gonçalves, M. M., Marson, R. A., Fortes, M. d. S., Neves, E. B., Neto, G. R. i Novaes, J. (2018). „The relationship between handgrip strength and total muscle strength in the Brazilian army military personnel". W: *Minerva Medica* 71, s. 461–473.
- Goulet, E. D., Lamontagne-Lacasse, M., Gigou, P.-Y., Kenefick, R. W., Ely, B. R. i Cheuvront, S. N. (2010). „Pre-exercise hypohydration effects on jumping ability and muscle strength, endurance and anaerobic capacity: A meta-analysis". W: *Medicine and Science in Sports and Exercise* 42.
- Grandou, C., Wallace, L., Fullagar, H. H., Duffield, R. i Burley, S. (2019). „The effects of sleep loss on military physical performance". W: *Sports Medicine* 49.8, s. 1159–1172.
- Grier, T., Anderson, M. K., Depenbrock, P., Eiserman, R., Nindl, B. C. i Jones, B. H. (2018). „Evaluation of the US Army Special Forces Tactical Human Optimization, Rapid Rehabilitation, and Reconditioning Program." W: *Journal of Special Operations Medicine: A Peer Reviewed Journal for SOF Medical Professionals* 18.2, s. 42–48.
- Hamarsland, H., Paulsen, G., Solberg, P. A., Slaathaug, O. G. i Raastad, T. (2018). „Depressed physical performance outlasts hormonal disturbances after military training." W: *Medicine and science in sports and exercise* 50.10, s. 2076–2084.
- Hardison, C. M., Mayberry, P. W., Krull, H., Setodji, C. M., Panis, C., Madison, R., Simpson, M., Avriette, M., Totten, M. E. i Wong, J. (2022). „Independent Review of the Army Combat Fitness Test: Summary of Key Findings and Recommendations". W: *RAND Corporation Report*.

- Harty, P. S., Friedl, K. E., Nindl, B. C., Harry, J. R., Vellers, H. L. i Tinsley, G. M. (2022). „Military body composition standards and physical performance: historical perspectives and future directions”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 36.12, s. 3551–3561.
- Heilbronn, B. E., Doma, K., Sinclair, W. H., Drain, J., Connor, J. i Leicht, A. S. (2025). „Reliability and Divergent Validity of Novel Tools to Assess Occupationally Relevant Performance in Infantry Soldiers”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 39.6, e815–e823.
- Heller, M. F., Challis, J. H. i Sharkey, N. A. (2009). „Changes in postural sway as a consequence of wearing a military backpack”. W: *Gait & posture* 30.1, s. 115–117.
- HFM-171, N. T. G. (2012). „Psychological and Physiological Selection of Military Special Operations Forces Personnel”. W: s. 1–66.
- Hickey, J., Donne, B. i O'Brien, D. (2012). „Effects of an eight week military training program on aerobic indices and psychomotor function”. W: *BMJ Military Health* 158.1, s. 41–46.
- Horička, P., Hianik, J. i Šimonek, J. (2014). „The relationship between speed factors and agility in sport games”. W: *Applied Sciences (Web)*.
- Hunt, A. P., Orr, R. M. i Billing, D. C. (2013). „Developing physical capability standards that are predictive of success on Special Forces selection courses”. W: *Military medicine* 178.6, s. 619–624.
- Iwan, R. (2008). „Cichociemni rekrutacja, szkolenie i przerzut do Polski”. W: *Koło Historii: materiały Koła Naukowego Historyków Studentów Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej* 10, s. 77–106.
- Jadach, K. (2020). „Szkolenie żołnierzy oddziałów bojowych JW GROM do działań specjalnych”. W: *Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka* 39.2, s. 77–88.
- Jagodziński, B. (2019). „Rola wojsk specjalnych w konfliktach zbrojnych w XX i XXI wieku”. W: *Przegląd Bezpieczeństwa Wewnętrznego* 11.20.
- (2020). „Działania i rozwój jednostek specjalnych”. W: *Przegląd Bezpieczeństwa Wewnętrznego* 12.22, s. 167–184.
- Jia-Yong, Z., Ye, L., Xin-Min, M., Chong-Wei, H., Xiao-Jing, M., Qiang, L., Yue-Jin, W. i Ang, Z. (2020). „A preliminary study of the military applications and future of individual exoskeletons”. W: *Journal of Physics: Conference Series*. T. 1507. 10. IOP Publishing, s. 102044.
- Jones, B. H., Hauret, K. G., Dye, S. K., Hauschild, V. D., Rossi, S. P., Richardson, M. D. i Friedl, K. E. (2017). „Impact of physical fitness and body composition on injury risk among active young adults: a study of Army trainees”. W: *Journal of science and medicine in sport* 20, S17–S22.

- Jówko, E., Rózański, P. i Tomczak, A. (2018). „Effects of a 36-h survival training with sleep deprivation on oxidative stress and muscle damage biomarkers in young healthy men”. W: *International journal of environmental research and public health* 15.10, s. 2066.
- Jungong Cheo, A., Nkemngong, D. N. i Mortenson, M. (2024). „Body Armor and Lumbar Disc Herniation in Young Military Veterans: A Case Series”. W: *Military Medicine*, usae131.
- Kajetanowicz, J. (2015). „Polskie wojska specjalne w polityce bezpieczeństwa państwa w okresie powojennym”. W: *Res Politicae* 7.1, s. 27–41.
- Kelly, T. K., Masi, R., Walker, B., Knapp, S. i Leuschner, K. J. (2013). „An assessment of the army’s tactical human optimization, rapid rehabilitation and reconditioning program”. W: *Rand health quarterly* 3.2, s. 8.
- Kim, S. i Won, C. W. (2022). „Sex-different changes of body composition in aging: a systemic review”. W: *Archives of gerontology and geriatrics* 102, s. 104711.
- Knapik, J. J., Grier, T., Spiess, A., Swedler, D. I., Hauret, K. G., Graham, B., Yoder, J. i Jones, B. H. (2011). „Injury rates and injury risk factors among Federal Bureau of Investigation new agent trainees”. W: *BMC public health* 11.1, s. 920.
- Knapik, J. J., Sharp, M. A., Canham-Chervak, M., Hauret, K., Patton, J. F. i Jones, B. H. (2001). „Risk factors for training-related injuries among men and women in basic combat training.” W: *Medicine and science in sports and exercise* 33.6, s. 946–954.
- Kondrad, K. (2023). „Operacje i siły specjalne w polityce bezpieczeństwa państwa w XXI w.” W: *Uniwersytet Gdański, Wydział Nauk Społecznych*, s. 257.
- Koulmann, N. (2006). „Biomechanical, Physiological and Thermoregulatory Responses during Prolonged Walking with Different Load Carriage Distribution: 2062: Board# 213 9: 30 AM–10: 30 AM”. W: *Medicine & Science in Sports & Exercise* 38.5, S358.
- Królikowski, H. (2001). *Wojskowa Formacja Specjalna GROM im. Cichociemnych-Spadochroniarzy Armii Krajowej: 1990-2000*. Gdańsk: Gdański Dom Wydawniczy.
- Królikowski, H., i wsp. (2020). „Koncepcja i tworzenie JW GROM jako jednostki sił operacji specjalnych”. W: *Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka* 39.2, s. 61–79.
- Kwon, H. i Kim, D. (2025). „Correlation Between Leg Length and Physical Performance According to Sports Characteristics of Well-Trained Athletes”. W: *Applied Sciences* 15.7, s. 3836.
- Land, B. C. (2010). „Current Department of Defense guidance for total force fitness”. W: *Military Medicine* 175.suppl_8, s. 3–5.

- Lester, M. E., Knapik, J. J., Catrambone, D., Antczak, A., Sharp, M. A., Burrell, L. i Darakjy, S. (2010). „Effect of a 13-month deployment to Iraq on physical fitness and body composition”. W: *Military medicine* 175.6, s. 417–423.
- Lickiewicz, J., Szymańska, J. i Burkiewicz, Ł. (2015). „Próba charakterystyki psychologicznej Cichociemnego.” W: *Państwo i Społeczeństwo* 2, s. 113–123.
- Lieberman, H. R., Farina, E. K., Caldwell, J., Williams, K. W., Thompson, L. A., Niro, P. J., Grohmann, K. A. i McClung, J. P. (2016). „Cognitive function, stress hormones, heart rate and nutritional status during simulated captivity in military survival training”. W: *Physiology & behavior* 165, s. 86–97.
- Lindner, T., Schulze, C., Woitge, S., Finze, S., Mittelmeier, W. i Bader, R. (2012). „The effect of the weight of equipment on muscle activity of the lower extremity in soldiers”. W: *The Scientific World Journal* 2012.1, s. 976513.
- Lisowski, V. i Mihuta, Y. (2013). „Importance of coordination skills essential psychophysical demonstrated competencies as a military specialists”. W: *Physical education of students* 17.6, s. 38–42.
- Lombard, W., Reid, S., Pearson, K. i Lambert, M. (2017). „Reliability of metrics associated with a counter-movement jump performed on a force plate”. W: *Measurement in Physical Education and Exercise Science* 21.4, s. 235–243.
- Lyons, J., Allsopp, A. i Bilzon, J. (2005). „Influences of body composition upon the relative metabolic and cardiovascular demands of load-carriage”. W: *Occupational medicine* 55.5, s. 380–384.
- Mala, J., Szivak, T. K., Flanagan, S. D., Comstock, B. A., Laferrier, J. Z., Maresh, C. M. i Kraemer, W. J. (2015). „The role of strength and power during performance of high intensity military tasks under heavy load carriage.” W: *US Army Medical Department Journal*.
- Margolis, L. M., Crombie, A. P., McClung, H. L., McGraw, S. M., Rood, J. C., Montain, S. J. i Young, A. J. (2014). „Energy requirements of US Army Special Operation Forces during military training”. W: *Nutrients* 6.5, s. 1945–1955.
- Mathis, W. (1995). „DoD Physical Fitness and Body Fat Programs Procedures”. W: *DoD Instruction*.
- Mattila, V. M., Tallroth, K., Marttinen, M. i Pihlajamäki, H. (2007). „Physical fitness and performance. Body composition by DEXA and its association with physical fitness in 140 conscripts.” W: *Medicine and science in sports and exercise* 39.12, s. 2242–2247.
- McClung, H. L., Bartlett, P. M., Spiering, B. A., Foulis, S. A., Oliver, T. E., Walker, L. A., Nguyen, V. T., Proctor, S. P., McClung, J. P. i Taylor, K. M. (2025). „Science behind policy: implementing a modern circumference-based body fat

- equation with a physical fitness threshold is associated with lower musculoskeletal injury risk”. W: *International Journal of Obesity*, s. 1–8.
- Moon, M. (2018). *NATO Special Operations Forces in the Modern Security Environment*. Spraw. tech. NATO Parliamentary Assembly, Defence i Security Committee.
- Morrissey, M. C., Wu, Y., Zuk, E. F., Livingston, J., Casa, D. J. i Pescatello, L. S. (2021). „The impact of body fat on thermoregulation during exercise in the heat: A systematic review and meta-analysis”. W: *Journal of Science and Medicine in Sport* 24.8, s. 843–850.
- Nevin, J., Bowling, K., Cousens, C., Bambrough, R. i Ramsdale, M. (2024). „The Relationship Between Isometric Midthigh Pull Force-Time Characteristics and 2-km Load-Carrying Performance in Trained British Army Soldiers”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 38.2, s. 360–366.
- Niewczas, M., Ambrozy, T., Obminski, Z., Wasacz, W., Kasicki, K. i Rydzik, L. (2024). „Psychomotor skills of Kickboxing athletes and their correlation with training experience, body mass, and technical-tactical skill levels”. W: *Idō Movement for Culture* 24.2.
- Nindl, B. C., Barnes, B. R., Alemany, J. A., Frykman, P. N., Shippee, R. L. i Friedl, K. E. (2007). „Physiological consequences of US Army Ranger training”. W: *Medicine and science in sports and exercise* 39.8, s. 1380.
- Nogueira, E. C., Porto, L. G. G., Nogueira, R. M., Martins, W. R., Fonseca, R. M., Lunardi, C. C. i Oliveira, R. J. de (2016). „Body composition is strongly associated with cardiorespiratory fitness in a large Brazilian military firefighter cohort: the Brazilian firefighters study”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 30.1, s. 33–38.
- Nowicki, A. C. (2017). „United States Marine Corps basic reconnaissance course: predictors of success”. W: *Naval Postgraduate School Monterey*.
- NSA, N. S. A. (2013). „AJP 3.5 Allied Joint Doctrine Special Operations”. W.
- Ojanen, T., Pihlainen, K., Vaara, J. P. i Kyröläinen, H. (2023). „Physiological and physical performance changes during a 20-day winter military training course and its subsequent 10-day recovery period”. W: *International Journal of Circumpolar Health* 82.1, s. 2207287.
- Olton, M. (2021). *Cichociemna elita*. Grafika Usługi Wydawnicze Iwona Knechta.
- Orr, R., Pope, R., Peterson, S., Hinton, B. i Stierli, M. (2016). „Leg power as an indicator of risk of injury or illness in police recruits”. W: *International journal of environmental research and public health* 13.2, s. 237.

- Orr, R., Pope, R., Stierli, M. i Hinton, B. (2017). „Grip strength and its relationship to police recruit task performance and injury risk: A retrospective cohort study”. W: *International journal of environmental research and public health* 14.8, s. 941.
- Orr, R. M., Dawes, J. J., Lockie, R. G. i Godeassi, D. P. (2019). „The relationship between lower-body strength and power, and load carriage tasks: A critical review”. W: *International journal of exercise science* 12.6, s. 1001.
- Orr, R. M., Robinson, J., Hasanki, K., Talaber, K. A., Schram, B. i Roberts, A. (2022). „The relationship between strength measures and task performance in specialist tactical police”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 36.3, s. 757–762.
- Paško, W., Guła, P., Brożyna, M., Dziadek, B., Zadarko, E., Śliż, M., Polak, K. i Przednowek, K. (2022). „Psychomotor abilities of candidates for Polish Special Forces”. W: *Scientific Reports* 12.1, s. 1–8.
- Peacock, O. J., Stokes, K. i Thompson, D. (2011). „Initial hydration status, fluid balance, and psychological affect during recreational exercise in adults”. W: *Journal of sports sciences* 29.9, s. 897–904.
- Pereira, A. T., Lermen, R., Freitas Costa, R. de, Barros Sena, M. A. de, Scoz, R. D., Amorim, C. F. i Marson, R. A. (2024). „Muscle Damage Biomarkers for Exertional Rhabdomyolysis Inmilitary Personnel during Intense Training in the Amazon Jungle”. W.
- Pihlainen, K., Santtila, M., Vasankari, T., Häkkinen, K. i Kyröläinen, H. (2018). „Evaluation of occupational physical load during 6-month international crisis management operation”. W: *International journal of occupational medicine and environmental health* 31.
- Plavina, L. (2008). „Preparedness and physical fitness of military personnel”. W: *Paper Anthropol* 17, s. 255–264.
- Porter, K., Quintana, C. i Hoch, M. (2020). „The relationship between neurocognitive function and biomechanics: a critically appraised topic”. W: *Journal of sport rehabilitation* 30.2, s. 327–332.
- Robinson, J., Schram, B., Canetti, E. i Orr, R. (2019). „Do barrier test results predict survival in specialist police tactical selection courses?” W: *International journal of environmental research and public health* 16.18, s. 3319.
- Robinson, M., Siddall, A., Bilzon, J., Thompson, D., Greeves, J., Izard, R. i Stokes, K. (2016). „Low fitness, low body mass and prior injury predict injury risk during military recruit training: a prospective cohort study in the British Army”. W: *BMJ open sport & exercise medicine* 2.1.

- Rohde, U., Rütter, T. i Leyk, D. (2017). „Basic Military Fitness Tool (BMFT): A reliable field uniform-test for performance prediction of strength-related common military tasks”. W: *Journal of Science and Medicine in Sport* 20, S170.
- Ross, J. A., Winters, J. D., Royer, S. D., Hoch, M. C., Bergin, R., Morelli, N., Conley, C., Sheppard, R. L. i Heebner, N. R. (2023). „Comparisons and intercorrelations of physical performance variables of operational preparedness in special operations forces”. W: *Military Medicine* 188.5-6, e1109–e1116.
- Royer, S. D., Thomas, D. T., Winters, J. D., Abt, J. P., Best, S., Poploski, K. M., Zalauskalns, A. i Lephart, S. M. (2018). „Physical, physiological, and dietary comparisons between marine corps forces special operations command critical skills operators and enablers”. W: *Military medicine* 183.11-12, e341–e347.
- Rózański, P., Jówko, E. i Tomczak, A. (2020). „Assessment of the levels of oxidative stress, muscle damage, and psychomotor abilities of special force soldiers during military survival training”. W: *International journal of environmental research and public health* 17.13, s. 4886.
- Rue, C., Needham-Beck, S., Maroni, T., Siddall, A., Ashdown, K., Lee, B., Walker, F., Osofa, J., Doherty, J., Vine, C., i wsp. (2025). „A comparison of role-related physical fitness between British Army trainees and trained soldiers”. W: *European Journal of Sport Science* 25.1, e12227.
- Rugelj, D. i Sevšek, F. (2011). „The effect of load mass and its placement on postural sway”. W: *Applied ergonomics* 42.6, s. 860–866.
- Sánchez-Molina, J., Robles-Pérez, J. J. i Clemente-Suárez, V. J. (2019a). „Psychophysiological and fine motor skill differences of elite and non-elite soldiers in an urban combat simulation”. W: *Military Psychology* 31.6, s. 425–432.
- Sánchez-Molina, J., Robles-Pérez, J. J. i Clemente-Suárez, V. J. (2019b). „Psychophysiological and specific fine motor skill modifications in a checkpoint action”. W: *Journal of Medical Systems* 43, s. 1–7.
- Santtila, M., Pihlainen, K., Vaara, J., Nindl, B., Heikkinen, R. i Kyröläinen, H. (2024). „Aerobic fitness predicted by demographics, anthropometrics, health behaviour, physical activity and muscle fitness in male and female recruits entering military service”. W: *BMJ Mil Health* 170.4, s. 337–341.
- Savoie, F.-A., Kenefick, R. W., Ely, B. R., Chevront, S. N. i Goulet, E. D. (2015). „Effect of hypohydration on muscle endurance, strength, anaerobic power and capacity and vertical jumping ability: a meta-analysis”. W: *Sports medicine* 45.8, s. 1207–1227.

- Sayers, S. P., Harackiewicz, D. V., Harman, E. A., Frykman, P. N. i Rosenstein, M. T. (1999). „Cross-validation of three jump power equations.” W: *Medicine and science in sports and exercise* 31.4, s. 572–577.
- Scofield, D. E. i Kardouni, J. R. (2015). „The tactical athlete: a product of 21st century strength and conditioning”. W: *Strength & Conditioning Journal* 37.4, s. 2–7.
- Seay, J. F. (2015). „Biomechanics of load carriage—Historical perspectives and recent insights”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 29, S129–S133.
- Sell, T. C., Abt, J. P., Nagai, T., Deluzio, J. B., Lovalekar, M., Wirt, M. D. i Lephart, S. M. (2016). „The eagle tactical athlete program reduces musculoskeletal injuries in the 101st airborne division (air assault)”. W: *Military medicine* 181.3, s. 250–257.
- Sharp, M. A., Cohen, B. S., Boye, M. W., Foulis, S. A., Redmond, J. E., Larcom, K., Hydren, J. R., Gebhardt, D. L., Canino, M. C., Warr, B. J., i wsp. (2017). „US Army physical demands study: Identification and validation of the physically demanding tasks of combat arms occupations”. W: *Journal of Science and Medicine in Sport* 20, S62–S67.
- Sharp, M. A., Knapik, J. J., Walker, L. A., Burrell, L., Frykman, P. N., Darakjy, S. S., Lester, M. E. i Marin, R. E. (2008). *Physical fitness and body composition after a 9-month deployment to Afghanistan*. Spraw. tech. Army research Institute of Environmental Medicine Natick MA Military Performance Division.
- Šimenko, J., Kovčan, B., Pori, P., Vodičar, J., Vodičar, M. i Hadžić, V. (2021). „The relationship between army physical fitness and functional capacities in infantry members of the Slovenian armed forces”. W: *Journal of Strength and Conditioning Research* 35.12, s. 3506–3512.
- Simpson, R. J., Graham, S. M., Connaboy, C., Clement, R., Pollonini, L. i Florida-James, G. D. (2017). „Blood lactate thresholds and walking/running economy are determinants of backpack-running performance in trained soldiers”. W: *Applied ergonomics* 58, s. 566–572.
- Smith, C., Doma, K., Heilbronn, B. i Leicht, A. (2022). „Effect of exercise training programs on physical fitness domains in military personnel: A systematic review and meta-analysis”. W: *Military medicine* 187.9-10, s. 1065–1073.
- Solberg, P. A., Paulsen, G., Slaathaug, O. G., Skare, M., Wood, D., Huls, S. i Raastad, T. (2015). „Development and implementation of a new physical training concept in the Norwegian Navy Special Operations Command”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 29, S204–S210.

- Sporiš, G., Harasin, D., Bok, D., Matika, D. i Vuleta, D. (2012). „Effects of a training program for special operations battalion on soldiers' fitness characteristics”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 26.10, s. 2872–2882.
- Stocker, H., Leo, P. i Landl, S. (2019). „Relationship between anthropometrics and physiological determinants on military-specific skills”. W: *Journal of Physical Education and Sport* 19.3, s. 1670–1675.
- Strader, J., Schram, B., Irving, S., Robinson, J. i Orr, R. (2020). „Special weapons and tactics occupational-specific physical assessments and fitness measures”. W: *International journal of environmental research and public health* 17.21, s. 8070.
- Szivak, T. K. i Kraemer, W. J. (2015). „Physiological readiness and resilience: pillars of military preparedness”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 29, S34–S39.
- Tassone, E. C. i Baker, B. A. (2017). „Body weight and body composition changes during military training and deployment involving the use of combat rations: a systematic literature review”. W: *British Journal of Nutrition* 117.6, s. 897–910.
- Tedeholm, P. G., Larsson, A. C. i Sjöberg, A. (2023). „Predictors in the Swedish counterterrorism intervention unit selection process”. W: *Scandinavian Journal of Work and Organizational Psychology* 8.1.
- Tharion, W. J., Baker-Fulco, C. J., Bovill, M. E., Montain, S. M., DeLany, J. P., Champagne, C. M., Hoyt, R. W. i Lieberman, H. R. (2004). „Adequacy of garrison feeding for special forces soldiers during training”. W: *Military medicine* 169.6, s. 483–490.
- Thomas, R., Schram, B., Irving, S., Robinson, J. i Orr, R. (2019). „Associations between specialist tactical response police unit selection success and urban rush, along with 2.4 km and 10 km loaded carriage events”. W: *International journal of environmental research and public health* 16.19, s. 3558.
- Tomczak, A. (2012). „Physical activity of soldiers in the Polish Armed Force's military administration units and special units”. W: *Biomedical Human Kinetics* 4, s. 93.
- (2024). „Physical fitness tests in the army—legitimate diversity or randomness?” W: *Military Medicine* 189.11-12, s. 309–312.
- Tornero-Aguilera, J. F., Robles-Pérez, J. J. i Clemente-Suárez, V. J. (2017). „Effect of combat stress in the psychophysiological response of elite and non-elite soldiers”. W: *Journal of medical systems* 41.6, s. 1–6.
- Training, U. A. i Command, D. (2010). „Army Physical Readiness Training Circular (TC 3–22.20)”. W: *Washington, DC: Headquarters, Department of the Army*.
- Turna, B. (2020). „The Effect of Agility Training on Reaction Time in Fencers.” W: *Journal of Education and Learning* 9.1, s. 127–135.

- Vaara, J. P., Kalliomaa, R., Hynninen, P. i Kyröläinen, H. (2015). „Physical fitness and hormonal profile during an 11-week paratroop training period”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 29, S163–S167.
- Wang, R., Hoffman, J. R., Tanigawa, S., Miramonti, A. A., La Monica, M. B., Beyer, K. S., Church, D. D., Fukuda, D. H. i Stout, J. R. (2016). „Isometric mid-thigh pull correlates with strength, sprint, and agility performance in collegiate rugby union players”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research* 30.11, s. 3051–3056.
- Weyden, M. S. van der, Merrigan, J. J. i Martin, J. (2022). „Long duration load carriage performance is associated with army combat fitness test scores and fat-free mass”. W: *The Journal of Strength & Conditioning Research*, s. 10–1519.
- Wilke, J. i Groneberg, D. A. (2022). „Neurocognitive function and musculoskeletal injury risk in sports: A systematic review”. W: *Journal of science and medicine in sport* 25.1, s. 41–45.
- Wilkerson, G. B. (2012). „Neurocognitive reaction time predicts lower extremity sprains and strains”. W: *International Journal of Athletic Therapy and Training* 17.6, s. 4–9.
- Wilkerson, G. B., Simpson, K. A. i Clark, R. A. (2017). „Assessment and training of visuomotor reaction time for football injury prevention”. W: *Journal of sport rehabilitation* 26.1, s. 26–34.
- Wilkinson, D. M., Blacker, S. D., Richmond, V. L., Horner, F. E., Rayson, M. P., Spiess, A. i Knapik, J. J. (2011). „Injuries and injury risk factors among British army infantry soldiers during predeployment training”. W: *Injury prevention* 17.6, s. 381–387.
- Yanovich, R., Hadid, A., Erlich, T., Moran, D. S. i Heled, Y. (2015). „Physiological and cognitive military related performances after 10-kilometer march”. W: *Disaster and Military Medicine* 1.1, s. 6.

Spis rycin

1	Wykres radarowy - porównanie wyników antropometrycznych grup T i N	63
2	Wykres radarowy - porównanie wyników etapu oceny sprawności fizycznej grup T i N	64
3	Wykres radarowy - porównanie wyników sprawności motorycznej grup T i N	65
4	Wykres radarowy - porównanie wyników sprawności psychomotorycznej grup T i N	66

Spis tabel

1	Wykaz stosowanych skrótów	3
2	Charakterystyka liczbowa dla wysokości ciała oraz pomiaru masy ciała i BMI wykonane przed i po etapie terenowym selekcji z podziałem na grupę T i N	42
3	Charakterystyka liczbowa dla pomiaru zawartości procentowej i masowej tkanki tłuszczowej wykonane przed i po etapie terenowym selekcji z podziałem na grupę T i N	43
4	Charakterystyka liczbowa dla pomiaru beztłuszczowej masy ciała oraz przewidywanej masy mięśniowej wykonane przed i po etapie terenowym selekcji z podziałem na grupę T i N	44
5	Charakterystyka liczbowa dla pomiaru całkowitej masy wody, masy wody wewnątrzkomórkowej i zewnątrzkomórkowej w organizmie wykonane przed i po etapie terenowym selekcji z podziałem na grupę T i N	45
6	Charakterystyka liczbowa dla pomiaru impedancji wykonane przed i po etapie terenowym selekcji z podziałem na grupę T i N	45
7	Charakterystyka liczbowa uzyskanych w podciąganiu na drążku wysokim, ugięciu ramion na poręczach oraz siadów z leżenia tyłem z podziałem na grupę T i N	46
8	Charakterystyka liczbowa uzyskanych wyników maksymalnej siła izometryczna i mocy kończyn dolnych w teście IMTP z podziałem na grupy T i N	47
9	Wskaźniki asymetrii rozkładu wyników parametrów testu IMTP w grupach T i N	48
10	Charakterystyka liczbowa uzyskanych wyników siły prawej i lewej dłoni z podziałem na grupy T i N	49
11	Charakterystyka liczbowa uzyskanych wyników wysokości i mocy w czasie skoku z półprzysiadu (SJ) z podziałem na grupy T i N	49

12	Charakterystyka liczbowa uzyskanych wyników wysokości i mocy w czasie skoku bez zamachu (CMJ bz) z podziałem na grupy T i N . . .	50
13	Charakterystyka liczbowa uzyskanych wyników wysokości i mocy w czasie skoku z zamachem (CMJ zz) z podziałem na grupy T i N . . .	51
14	Charakterystyka liczbowa uzyskanych czasów w sprincie na dystansie 30 m z podziałem na grupę T i N	52
15	Charakterystyka liczbowa uzyskanych czasów w biegu na dystansie 100 m i biegu na dystansie 10 x 10 m z podziałem na grupę T i N . .	52
16	Charakterystyka liczbowa uzyskanych czasów w teście RAST z podziałem na grupę T i N	53
17	Charakterystyka liczbowa parametrów testu RAST (moc szczytowa, moc minimalna, moc średnia, wskaźnik zmęczenia) w podziale na grupy T i N	54
18	Charakterystyka liczbowa uzyskanych czasów w biegu na dystansie 3000 m z podziałem na grupę T i N	54
19	Charakterystyka liczbowa uzyskanych czasów w pływaniu na dystansie 200 m z podziałem na grupę T i N	55
20	Charakterystyka liczbowa uzyskanych czasów w teście zwinności T-test podziałem na grupę T i N	55
21	Charakterystyka liczbowa uzyskanych wyników powierzchni elipsy, średnich prędkości i długości ścieżki dla próby z otwartymi i zamkniętymi oczami z podziałem na grupy T i N.	56
22	Wskaźniki Romberga (RR) dla parametrów stabilności posturalnej w grupach T i N	57
23	Charakterystyka liczbowa uzyskanych powtórzeń w próbie sprawności specjalnej "Wall Ball" wykonanych w ciągu 1 minuty z podziałem na grupy T i N.	57
24	Charakterystyka liczbowa uzyskanych powtórzeń w próbie sprawności specjalnej "Ściana" wykonanych w czasie 3 minut z podziałem na grupy T i N.	58
25	Charakterystyka liczbowa uzyskanego czasu wejścia po 5 metrowej linii w próbie sprawności specjalnej "Lina" z podziałem na grupy T i N.	58
26	Charakterystyka liczbowa dla czasu reakcji i czasu motoryki w teście na szybkość reakcji prostej grup T i N	59
27	Charakterystyka liczbowa dla czasu reakcji, czasu motoryki i poprawnych odpowiedzi w teście szybkości reakcji z wyborem grup T i N . .	60

28	Charakterystyka liczbowa dla czasu reakcji i czasu motoryki w teście koordynacji wzrokowo-ruchowej z wyborem grup T i N	60
29	Charakterystyka liczbowa dla czasu reakcji, czasu motoryki i poprawnych odpowiedzi w teście na orientację przestrzenną grup T i N . . .	61
30	Charakterystyka liczbowa dla poprawnych odpowiedzi, bodźców neutralnych i krytycznych w teście badającym uwagę wzrokową grup T i N	62
31	Charakterystyka liczbowa dla poprawnych odpowiedzi w teście antycypacji grup T i N	62
32	Wyniki modelu regresji logistycznej dwukierunkowej dla danych antropometrycznych.	67
33	Wyniki modelu regresji logistycznej dwukierunkowej dla zmiennych sprawności motorycznej	68
34	Wyniki modelu regresji logistycznej dwukierunkowej dla zmiennych sprawności motorycznej i psychomotorycznej.	69
35	Wyniki modelu regresji logistycznej dwukierunkowej dla zmiennych sprawności psychomotorycznej.	69
36	Wyniki modelu regresji logistycznej dwukierunkowej dla wszystkich badanych zmiennych	70

Streszczenie

Uniwersytet Rzeszowski
Kolegium Nauk Medycznych
Instytut Nauk o Kulturze Fizycznej

14.10.2025 r.

Cechy morfofunkcjonalne kandydatów na żołnierzy Jednostek Wojsk Specjalnych w czasie terenowego etapu selekcji

Autor: mgr inż. Grzegorz Krawczyk

Promotor: dr hab. inż. Krzysztof Przednowek, prof. UR

Słowa kluczowe: aktywność fizyczna, cechy morfofunkcjonalne, jednostki wojsk specjalnych, żołnierz, selekcja

Celem pracy była identyfikacja wybranych cech morfologicznych, motorycznych i psychomotorycznych kandydatów do Jednostek Wojsk Specjalnych (JWS) oraz określenie ich związku z wynikiem procesu selekcyjnego. Badania przeprowadzono wśród 87 kandydatów, z których 49 ukończyło pozytywnie proces selekcji, a 38 zakończyło go niepowodzeniem. W ramach badań dokonano kompleksowej oceny kandydatów do JWS, obejmującej parametry morfologiczne, motoryczne i psychomotoryczne. Analizie poddano podstawowe cechy somatyczne, takie jak wysokość i masa ciała oraz skład ciała. Sprawność fizyczną oceniono w zakresie siły (siła ścisku dłoni, siła maksymalna w teście IMTP), skoczności (wyskoki pionowe SJ i CMJ), szybkości (sprint na 30 m i 100m), zwinności (test T-test Agility) oraz wytrzymałości tlenowej i beztlenowej (bieg na 3000 m i test RAST). Dodatkowo wykonano zestaw prób sprawności specjalnej specyficznych dla warunków wojskowych, m.in. wejście po linie, podciąganie na drążku, uginanie ramion na poręczach, wall ball, przeskoki przez ścianę, bieg 10×10 m, siad z leżenia tyłem czy pływanie na dystansie 200 m. Ocenie podlegała również równowaga statyczna mierzona na platformie dynamometrycznej. Zdolności psychomotoryczne badano przy użyciu zestawu testów komputerowych Test2Drive, obejmujących m.in. czas reakcji prosty i z wyborem, koordynację wzrokowo-ruchową, antycypację przestrzenną i ruchową oraz funkcjonowanie uwagi. Analiza wykazała, że pozytywne ukończenie selekcji do JWS było częstsze u kandydatów wyższych, o większej FATP_P1, co sprzyjało adaptacji do obciążeń terenowych. Istotnym predyktorem sukcesu okazała się także wydolność tlenowa oceniana biegiem na 3000 m, odzwierciedlająca poziom VO_{2max} . Kluczową rolę odgrywały również parametry siły kończyny dolnej prawej (IMTP), szybkościowe i psychomotoryczne, takie jak sprint 20–30 m oraz czasy motoryki w testach SIRT, CHORT i HECOR.

Abstract

University of Rzeszów
College of Medical Sciences
Institute of Physical Culture Sciences

14.10.2025 r.

Morphofunctional features of Special Operations Forces candidates during terrain phase of selection

Author: Grzegorz Krawczyk

Supervisor: Prof. Krzysztof Przednowek

Key words: physical activity, morphofunctional features, special operations forces, soldier, selection

The aim of the study was to identify selected morphological, motor, and psychomotor characteristics of candidates for Special Forces Units (SFU) and to determine their relationship with the outcome of the selection process. The research was conducted among 87 candidates, of whom 49 successfully completed the selection, while 38 failed. The study involved a comprehensive assessment of SFU candidates, covering morphological, motor, and psychomotor parameters. The analysis included basic somatic features such as body height, body mass, and body composition. Physical performance was assessed in terms of strength (handgrip strength, maximal force in the IMTP test), power (vertical jumps SJ and CMJ), speed (30 m and 100 m sprints), agility (T-test Agility), as well as aerobic and anaerobic endurance (3000 m run and RAST test). In addition, a set of functional tasks specific to military conditions was carried out, including rope climbing, pull-ups, dips, wall ball, wall vaults, 10×10 m shuttle run, sit-ups, and a 200 m swim. Static balance was also evaluated using a force platform. Psychomotor abilities were examined with the Test2Drive computerized battery, including simple and choice reaction time, hand-eye coordination, spatial and movement anticipation, as well as attention performance. The analysis revealed that successful completion of the SFU selection process was more frequent among taller candidates, with higher FATP_P1, which facilitated adaptation to field-related loads. Aerobic capacity, assessed through the 3000 m run and reflecting $VO_2\text{max}$, proved to be a significant predictor of success. Furthermore, right lower-limb strength (IMTP), speed parameters, and psychomotor abilities—such as 20–30 m sprint times and motor times in SIRT, CHORT, and HECOR tests—played a crucial role.

Załączniki

Załącznik nr 1 - Zgoda komisji bioetycznej



KOMISJA BIOETYCZNA UNIwersYTETU RZESZOWSKIEGO
UNIwersYTET RZESZOWSKI
Kolegium Nauk Medycznych
al. mjr. W. Kopisto 2a, 35-959 Rzeszów

UCHWAŁA nr 3/01/2021

Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Rzeszowskiego

z dnia 28/01/2021 roku

**w sprawie wniosku dotyczącego badania eksperymentu medycznego
„Problemy zdrowotne weteranów i rekrutów wojsk specjalnych”**

§ 1

Komisja Bioetyczna Uniwersytetu Rzeszowskiego, działając na podstawie art. 29 ustawy z dnia 5 grudnia 1996 roku o zawodach lekarza i lekarza dentystry (Dz. U. 2020 r. poz. 514, 1291 ze zm.) i Rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 maja 1999 roku w sprawie szczegółowych zasad powoływania i finansowania oraz trybu działania Komisji Bioetycznych (Dz. U. 1999 r. Nr 47 poz. 480) w związku z art. 27 pkt 10 ustawy z dnia 16 lipca 2020r. o zmianie ustawy o zawodach lekarza i lekarza dentystry oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2020 poz.1291) oraz art. 37r ustawy z dnia 6 września 2001 roku Prawo farmaceutyczne (Dz. U. 2020 r. poz. 944 ze zm.) i zgodnie z zasadami GCP (*Good Clinical Practice*), po zapoznaniu się z wnioskiem i dokumentacją eksperymentu medycznego, w wyniku dyskusji i głosowania przeprowadzonych dn. 28.01.2021 roku w formie zdalnej liczbą 13 głosów akceptujących spośród 13 oddanych głosów

postanawia

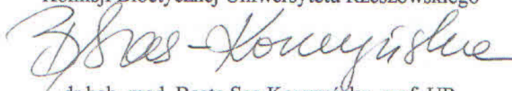
eksperyment medyczny **Problemy zdrowotne weteranów i rekrutów wojsk specjalnych** oraz dokumentację badania, w tym: opis projektu eksperymentu medycznego, informacja o eksperymencie dla uczestnika badania, formularz świadomej zgody uczestnika na udział w badaniu, informacja o nienaruszeniu praw autorskich wykorzystywanych kwestionariuszy, CV wszystkich członków zespołu badawczego, polisa OC badacza, wzór kwestionariusza kwalifikacji pacjenta

zaopiniować pozytywnie

Strona 1 | 2

§ 2

Uchwała wchodzi w życie z dniem jej podjęcia i obowiązuje przez okres objęty planem badań.

Przewodnicząca
Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Rzeszowskiego

dr hab. med. Beata Sas-Korczyńska, prof. UR

Do wiadomości:

Wnioskodawca: Prof. hab. n. med. Artur Mazur, dr Przemysław Guła, dr Maciej Brożyna,
dr hab. Emilian Zadarko prof. UR, dr hab. Krzysztof Przednowek prof. UR, dr Rafał Podgórski

Załącznik nr 2 - Oświadczenie

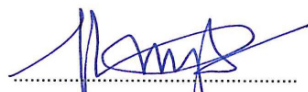
Mgr Grzegorz Krawczyk
Imię i nazwisko Doktoranta UR

Rzeszów, 7.10.2025

OŚWIADCZENIE

Ja, niżej podpisany Grzegorz Krawczyk oświadczam, że przygotowana dysertacja pt. Uwarunkowania morfofunkcjonalne ukończenia etapu terenowego selekcji do Jednostek Wojsk Specjalnych, którą przedkładam w przewodzie doktorskim procedowanym w Collegium Medicum, Uniwersytetu Rzeszowskiego, została przygotowana i w pełni odpowiada założeniom projektu badawczego pt. "Problemy zdrowotne weteranów I rekrutów wojsk specjalnych", który uzyskał pozytywną opinię Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Rzeszowskiego (uchwała nr .3/01/2021 wydana w dniu 28/01/2021).


.....
(promotor)


.....
(składający oświadczenie)