

AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO
IM. BRONISŁAWA CZECHA W KRAKOWIE



mgr Tomasz Białkowski

**WPLYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW OSOBNICZYCH,
WYSIŁKOWYCH I FUNKCJONALNYCH NA SKUTECZNOŚĆ
AKCJI RATOWNICZEJ W WODZIE I RESTYTUCJI
KRAŻENIOWO–ODDECHOWEJ**

Rozprawa doktorska

Promotor:

dr hab. Michał Spieszny, prof. AWF

Promotor pomocniczy:

dr Katarzyna Kucia

Kraków 2024

SPIS TREŚCI

WSTĘP	4
1. TEMAT W ŚWIETLE LITERATURY	6
1.1. Akcja ratownicza.....	6
1.2. Zasada 6 D.....	8
1.3. Resuscytacja krążeniowo-oddechowa (RKO).....	11
1.4. Skuteczność działania	11
1.5. Zmęczenie mięśni oddechowych	13
1.6. Uzasadnienie podjęcia tematu pracy	15
2. CEL PRACY, PYTANIA I HIPOTEZY BADAWCZE	18
2.1. Cel pracy	18
2.2. Pytania badawcze	18
2.3. Hipotezy badawcze	19
3. METODOLOGIA BADAŃ.....	20
3.1. Materiał badawczy	20
3.1.1. Charakterystyka badanych grup z uwzględnieniem uprawnień oraz szkoleń ratownictwa wodnego	23
3.2. Metody badawcze.....	28
3.3. Procedury badawcze i organizacja badań	29
3.3.1. Skuteczność zabiegów RKO i prowadzonej akcji ratowniczej w wodzie... ..	29
3.3.2. Poziom zmęczenia mięśni oddechowych (IMF)	34
3.3.3. Testy ratownicze wykonane ze zróżnicowaną intensywnością wysiłkową ..	36
3.4. Procedury statystyczne opracowania materiału	38
4. WYNIKI	40
4.1. Zależności między skutecznością symulowanej akcji ratowniczej w wodzie a poziomem zmęczenia mięśni oddechowych	40
4.1.1. Skuteczność akcji w wodzie.....	40
4.1.2. Spirometria przed i po wykonanym wysiłku.....	42
4.1.3. Zależność skuteczności akcji w wodzie od wyników spirometrii.....	46
4.2. Zależności między skutecznością zabiegów resuscytacyjno-krążeniowych (RKO) a poziomem zmęczenia mięśni oddechowych	53
4.2.1. Testy RKO – ratownik wypoczęty i zmęczony.....	53
4.2.2. Zależność wyników RKO od poziomu zmęczenia mięśni oddechowych... ..	57
4.3. Związki między skutecznością symulowanej akcji ratowniczej i zabiegów resuscytacyjno-krążeniowych (RKO) a doświadczeniem zawodowym badanych ratowników	67
4.4. Sprawność ratowników a skuteczność symulowanej akcji ratowniczej	68
4.4.1. Sprawność pływacka ratowników	68
4.4.2. Sprawność pływacka ratowników a skuteczność akcji ratowniczej	72
5. DYSKUSJA.....	75
PODSUMOWANIE I WNIOSKI.....	83
Wnioski aplikacyjne	84

BIBLIOGRAFIA	86
Źródła internetowe	95
ANEKS	96
SPIS RYSUNKÓW, WYKRESÓW, ZDJĘĆ.....	99
SPIS TABEL.....	100
STRESZCZENIE.....	104
SUMMARY.....	106

WSTĘP

„...Umiejętność pływania – stosując pewne uproszczenia myślowe – jest darem życia dla wielu istnień ludzkich...” (Dybińska 2011)

Coraz więcej osób spędza czas wolny nad wodą, przy wodzie i na wodzie wykorzystując szeroką gamę sportów wodnych (Claesson i wsp. 2011). Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) główną przyczyną nieumyślnie spowodowanej śmierci na świecie są wypadki związane ze zdarzeniami nad wodą i tonięciem (Peden i wsp. 2008). Wypadki utonięć stanowią jeden z głównych problemów zdrowia publicznego. Zgodnie z oceną szacunkową Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) z tego powodu rocznie na świecie śmierć ponosi ok. 400 tys. osób, co stanowi 7% wszystkich zgonów w wyniku wypadków (Halik i wsp. 2014). Problem ten w szczególności dotyczy krajów rozwijających się. Szacuje się, że wśród osób poniżej 20 roku życia, utonięcie było aż co 8 przyczyną wszystkich zgonów na świecie (Peden i wsp. 2008), natomiast w Europie (MacKay i Vincenten 2009) i w Stanach Zjednoczonych (Centers for Disease Control and Prevention 2012) utonięcie było co 3 przyczyną zgonu. Dane te potwierdza raport International Live Saving (ILS, 2007).

W Polsce w latach 2000–2024 (za rok 2024 dane wstępne) w wyniku wypadkowych utonięć umierało co roku od 862 do 1 352 osób (dane GUS).

Tabela 1. Statystyki utonięć w latach 2000–2024

Lata	Liczba przypadków tonięcia	Liczba utonięć	w tym kobiety	przyczyna 1 alkohol
2024	193*			
2023	490	450	50	82
2022	444	419	47	107
2021	422	408	40	78
2020	483	460	48	117
2019	471	456	49	98
2018	553	545	77	126
2017	473	457	66	97
2016	517	504	57	111
2015	601	573	55	130

* dane wstępne

Źródło: opracowanie na podstawie danych Policji Polskiej na dzień 01.09.2024r. (URL 1)

Ryzyko utonięcia w Polsce jest dwukrotnie wyższe niż średnio we wszystkich krajach UE – wynika z analizy Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego – Państwowego Zakładu Higieny. Najczęściej toną mężczyźni z wykształceniem

zawodowym w wieku od 45 do 59 lat. (współczynnik standaryzowany umieralności 2,2 na 100 000 ludności w Polsce vs. 1,2 w UE w 2012 roku – (Halik i wsp. 2014). Potwierdzają to również statystyki Zarządu Głównego WOPR (URL 2) i Komendy Głównej Policji (URL 1). Jak wynika z danych GUS, łącznie w latach 2000-2012 w wyniku wypadku utonęło 12,7 tys. Polek i Polaków. Ponadto 501 osób utonęło w wyniku działań samobójczych, 37 w wyniku działań przestępczych, a 28 osób utonęło w wyniku wypadku jednostek pływających.

Ważną informacją, która może być pomocna w analizach związanych z problematyką utonięć jest oszacowanie liczby osób, które ulegają wypadkowi tonięcia, a w konsekwencji podtopieniu (*near drowning*), które prowadzi do groźnych powikłań skutkujących często poważnymi konsekwencjami zdrowotnymi bądź niepełnosprawnością (Salomonez i Vincent 2004). Szczegółowe analizy dostępnych źródeł danych związanych z systemem statystyki publicznej, ani informacje policji czy przegląd piśmiennictwa nie pozwoliły na precyzyjne określenie liczby osób, jakie ulegają podtopieniu w Polsce. Opublikowane oszacowania pochodzące z innych części świata również w niewystarczającym stopniu dokumentują skalę tego zjawiska. Według nich skala podtopień jest dwukrotnie do dwudziestokrotnie częstsza niż same utonięcia (Weinstein i Kraiger 1996, Falk 2002).

1. TEMAT W ŚWIETLE LITERATURY

1.1. Akcja ratownicza

„...Ratowanie życia ludzkiego w różnych warunkach było i jest naturalnym odruchem każdego człowieka...” (Filon 2003)

Kolejnym ważnym elementem jest działanie ratowników wodnych WOPR na rzecz zmniejszenia liczby osób tonących w polskich wodach oraz organizowanie pomocy osobom, które uległy wypadkowi lub narażone są na niebezpieczeństwo utraty życia lub zdrowia na obszarze wodnym (Statut WOPR – URL 3). Wodne Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe, zwane dalej „WOPR”, działa na podstawie ustawy z dnia 7 kwietnia 1989 roku Prawo o stowarzyszeniach, ustawy z dnia 24 kwietnia 2003 roku o działalności pożytku publicznego i o wolontariacie, ustawy z dnia 18 sierpnia 2011 roku o bezpieczeństwie osób przebywających na obszarach wodnych, ustawy z dnia 8 września 2006 roku o Państwowym Ratownictwie Medycznym i innych przepisów oraz na podstawie Statutu (URL 3). Zatem zgodnie ze wszystkimi aktami prawnymi dotyczącymi działalności WOPR, szczególną rolę odgrywa ratowanie życia ludzkiego na obszarach wodnych, co nierozdzielnie łączy się z podstawowym działaniem ratowników, jakim jest prowadzenie akcji ratowniczej (w innych opracowaniach możemy napotkać wymienną nomenklaturę – akcji ratunkowej).

W publikacjach poświęconych ratownictwu wodnemu, możemy napotkać na mnogość definicji akcji ratowniczej. Najczęściej spotykaną definicją akcji ratowniczej jest określenie jej przez zespół działań służących bezpośrednio ratowaniu życia ludzkiego, zakończonych ożywieniem tonącego (Parnicki i Siłakiewicz 2004, I. Michniewicz i R. Michniewicz 2011).

Powszechny podział akcji ratowniczej wyróżnia akcję:

- pośrednią – odbywa się bez wchodzenia do wody, pomoc udzielana jest z brzegu, pomostu, jednostki pływającej zazwyczaj z wykorzystaniem różnego sprzętu ratowniczego – lina, koło, rzutka, pas węgorz;
- bezpośrednią – odbywa się w wodzie, przy bezpośrednim kontakcie ratownika z osobą ratowaną. Jest to rodzaj akcji stanowiący szczególne zagrożenie dla ratownika, zwłaszcza w wypadku, jeżeli taka akcja odbywa się bez wykorzystania sprzętu ratowniczego – boja SP, pas typu węgorz.

Ogólną strukturę czynności ratowniczych bezpośrednich w wodzie określił Wiesner i wsp. (2000):

- 1) wejście do wody,
- 2) dopłynięcie do tonącego,
- 3) opanowanie tonącego,
- 4) holowanie,
- 5) zabiegi ożywiające.

Trochę inny podział czynności ratowniczych zaproponował A. Stanula (2008) opierając się na skuteczności prowadzonej akcji ratowniczej RKO, która wydaje się być funkcją wielu czynników, tworzących tak zwany łańcuch ratowniczy. Na poszczególne ogniwa takiego łańcucha składają się (Stanula 2008):

- wczesne rozpoznanie zagrożenia utraty życia w wodzie (rozpoznanie procesu tonięcia);
- podjęcie działań mających na celu przerwanie procesu tonięcia (dopłynięcie do poszkodowanego, wydobywanie na powierzchnię wody);
- ewakuacja poszkodowanego na brzeg (holowanie);
- podjęcie zabiegów resuscytacyjnych – w zależności od potrzeb.

Przegląd literatury dotyczący akcji ratowniczej w większości dotyczył aspektów takich jak: czasowa struktura akcji ratowniczej, intensywność wysiłku, rodzaj wykorzystywanego sprzętu podczas badania.

Dlatego można przypuszczać, że akcja ratownicza charakteryzuje się dużą dynamiką i zmiennością, zawiera sytuacje nowe i zaskakujące zmieniające strukturę wykonywanych czynności. Powoduje to brak możliwości zastosowania jednego czy wielu schematów. W rzeczywistości każda akcja ratownicza jest inna i nowa, nie możemy mówić o dwóch takich samych akcjach.

Podsumowując, ratownik w trakcie indywidualnej akcji ratowniczej (Stanula 2008, 2020) powinien pamiętać, że:

- jest zdany wyłącznie na siebie,
- musi rozłożyć siły na każdy z elementów akcji,
- musi być świadomy zagrożeń wpływających na czas powodujących stres,
- powinien liczyć się z wystąpieniem nieprzewidzianych okoliczności,
- musi mieć świadomość popełnianych błędów w sztuce ratowniczej.

1.2. Zasada 6 D

W chwili obecnej wprowadza się w służbach ratunkowych zasadę 6 D, stopniującą ryzyko podczas prowadzenia akcji Uwzględnia ona stan poszkodowanego, a także ogranicza bezpośredni kontakt ratownika z poszkodowanym, który zawsze związany jest z ryzykiem.

Zasada 5 D w ratownictwie wodnym na całym świecie jest powszechnie stosowana, ale często bardzo trudno jest przypisać jej autorstwo jednej konkretnej osobie. Zasada 5D w ratownictwie wodnym odnosi się do procedur i wytycznych stosowanych w akcjach ratunkowych, i jest używana jako akronim do zapamiętania pięciu podstawowych zasad bezpieczeństwa oraz postępowania.

Obejmuje ona następujące elementy:

1. Dosięgnij (*Reach*)
2. Dorzucić (*Throw*)
3. Dowiosłuj (*Row*)
4. Dopłyn / Dotrzyj i ratuj (*Go and Tow*)
5. Dowiedz się (*Know*)

Często zasada 5 D jest częścią szerszych materiałów szkoleniowych opracowanych przez organizacje zajmujące się bezpieczeństwem wodnym, takie jak Czerwony Krzyż, National Water Safety Congress, czy inne krajowe i międzynarodowe organizacje ratownicze. Zestawienie aktualnych materiałów ukazuje poniższa tabela 2.

Wodne Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe (WOPR) wprowadziło najpierw „Zasadę 5 D” kolejno „Zasadę 6 D”. Zasada wykorzystywana jest w aspekcie specjalistycznych szkoleń służb mundurowych w zakresie ratownictwa wodnego. Na potrzeby niniejszej pracy, unowocześniono i rozszerzono „Zasadę 6 D”.

Obecnie „Zasada 6 D” to metoda stopniowania ryzyka podczas akcji ratowniczej. Minimalizuje ona bezpośredni kontakt ratownika z poszkodowanym, a także działanie ratownika bezpośrednio w wodzie. Zasada ta determinuje także postępowanie w zależności od stanu poszkodowanego:

- przytomny;
- nieprzytomny;
- współpracujący;
- niewspółpracujący.

Tabela 2. Zestawienie materiałów szkoleniowych dotyczących zasady 5 D

Lp.	Organizacja	Tytuł publikacji	Zakres informacji
1.	American Red Cross	"American Red Cross Lifeguarding Manual"	Źródło dotyczące procedur i zasad ratownictwa wodnego, w tym technik ratowniczych i bezpieczeństwa
2.	Royal Life Saving Society UK	"The Lifesaving Manual"	Publikacja RLSS UK, która zawiera techniki i procedury ratownicze stosowane w ratownictwie wodnym.
3.	International Life Saving Federation	International Lifesaving Manual"	Książka ta zawiera szeroki zakres informacji na temat procedur ratowniczych stosowanych na całym świecie.
4.	Catherine Oakes and David Szpilman	"Drowning: Prevention, Rescue, Treatment"	To publikacja, która omawia różne aspekty ratownictwa wodnego, w tym techniki ratunkowe i zasady postępowania.
5.	Ellis & Associates	"International Lifeguard Training Program"	Program szkoleniowy, który może obejmować zasady i techniki ratownictwa wodnego, w tym elementy zasady 5D.
6.	John Connolly and Bruce Becker	"Aquatic Rescue and Safety"	Książka omawiająca różne techniki ratownicze oraz zasady bezpieczeństwa stosowane w środowisku wodnym.
7.	Bob Burnside	"Lifeguarding: A Memoir of Baywatch America"	Choć jest to bardziej autobiograficzne dzieło, zawiera wiele praktycznych informacji i doświadczeń związanych z ratownictwem wodnym.
8.	Red Cross, Royal Life Saving Society Australia	Water Safety and Rescue"	Publikacja RLSSA obejmująca szeroki zakres tematów związanych z bezpieczeństwem wodnym i technikami ratowniczymi.

Szczegółowa analiza zebranej literatury, pomogła rozszerzyć zrozumienie jej poszczególnych elementów. D. Szpilman i wsp. (2014) skupiają się na kluczowych elementach ratownictwa wodnego i zasadom postępowania w sytuacjach zagrożenia utonięciem. Na szczególną rolę ratowników wodnych w zapobieganiu utonięciom, w tym również techniki i procedury ratownicze zwracają uwagę w swoim opracowaniu J. Gilchrist, C.M. Branche i K.E. McKenna (2000). Rolę, znaczenie i działania osób postronnych oraz świadków zdarzenia w ratownictwie wodnym omówili szczegółowo A.M. Venema, J.W. Groothoff, i J.J. Bierens (2010). Z kolei J. Pearn i R.C. Franklin (2013) podkreślają jak trudne i skomplikowane są wyzwania związane z ratownictwem wodnym, ze szczególnym uwzględnieniem technik i czynności mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa ratownikom. Natomiast L. Quan i wsp. (2016) analizują czynniki mogące mieć potencjalny wpływ na wyniki akcji ratowniczych w środowisku wodnym. To pozwoliło na unowocześnienie i rozszerzenie wraz z omówieniem „Zasady 6 D”.

Poniżej przedstawiono unowocześnioną i rozszerzoną „Zasadę 6 D” (Rys. 1).

RATOWNICTWO WODNE

ZASADA 6 D

DOBRY RATOWNIK = TO ŻYWY I BEZPIECZNY
RATOWNIK WODNY = SUCHY RATOWNIK

1. DOWOLAJ (3 aspekty)

<div style="text-align: center; background-color: #ffe0e0; padding: 5px;"> I. KONTAKT Z POSZKODOWANYM </div> <p style="font-size: 0.8em;">Celem stwierdzenia czy osoba jest przytomna czy nie, czy jest w stanie z nami współpracować czy nie, gdyż to determinuje to nasze dalsze postępowanie</p>	<div style="text-align: center; background-color: #e0e0ff; padding: 5px;"> II. POMOC ZEWNĘTRZNA - ŚWIADEK ZDARZENIA </div> <p style="font-size: 0.8em;">Zapewnienie sobie wsparcia w postaci innej osoby lub osób czy też telefonu alarmowego TIZ</p>	<div style="text-align: center; background-color: #e0e0ff; padding: 5px;"> III. NIE DZIAŁAJ SAM! </div> <p style="font-size: 0.8em;">POPROŚ O POMOC PRZEDSTAW SIĘ I SPYTAJ ŚWIADKÓW O IMIONA TWOJE BEZPIECZENSTWO JEST NAJWAŻNIEJSZE</p>
--	--	---

WEJŚCIE RATOWNIKA DO WODY TO OSTATECZNOŚĆ - wykorzystaj dodatkowe możliwości!

2. DOSIĘGNIJ

Dosięgnij poszkodowanego: gałęzią, kijem, częścią garderoby czymś co przedłuży twoją rękę a zarazem unikniesz zarówno bezpośredniego uchwycenia przez osobę poszkodowaną jak i wejścia do wody. Większość wypadków tonięcia zdarza się w odległości 2-3 m od pomostu, łodzi, linii brzegowej itp.

3. DORZUĆ

Dorzuć rzutką rękawową, kołem ratowniczym, liną. Jak nie masz czym rzucić stwórz prowizoryczny sprzęt np. piłkę w torbie przywiązaną sznurkiem. Pamiętaj przed rzutem daj sygnał dźwiękowy i zabezpiecz koniec liny przy sobie.

4. DOWIOSŁUJ

Wykorzystaj cały dostępny sprzęt pływający: skuter wodny, łodzie motorowe, kajaki, deski typu SUP, deski windsurfingowe, łodzie wiosłowe czy żaglowe. Dalej ratownik pozostaje suchy, czyli bezpieczny.

Jak dotrzesz na sprzęcie pływającym do osoby poszkodowanej, zacznij procedurę od pkt. 2-4.

5. DOPLYN

Jeżeli już wyczerpałeś wszystkie możliwości to dopłyni wpław, ale zawsze z podręcznym sprzętem ratowniczym boja asekuracyjna, pas typu węgorz czy koło ratownicze. Pamiętaj jeżeli to możliwe o asekuracji zarówno z wody jak i z lądu (np. asekuracja na linie). Po dopłynięciu oddziel się sprzętem asekuracyjnym od poszkodowanego. „...Tonący brzytwy się chwyta...”

5. DOLEĆ

Helikopter to jedna z najskuteczniejszych form udzielania pomocy nie tylko w wodzie jak i na wodzie. Jednak bardzo kosztowna i mało dostępna. Od kilku lat bardzo mocno rozwija się nowa technologia wykorzystania dronów w ratownictwie wodnym, które są bardzo skuteczne w niesieniu pomocy.

Projekt designer:
Katarzyna Kuwa & Tomasz Białkowski

Graphic design:
by *Katarzyna Kuwa*

Rys. 1. Unowocześniona i rozszerzona Zasada 6 D

10

1.3. Resuscytacja krążeniowo-oddechowa (RKO)

Postępowanie, jakie należy prowadzić w stanie zagrożenia utraty życia powinno być znane każdemu, a w szczególności ratownikowi wodnemu. Wiedza w tym zakresie ciągle ewoluuje (a zasady udzielania pomocy zarówno przed medyczną (pierwszą) jak i medyczną zmieniają się i wymagane jest w tym względzie ustawiczne udoskonalanie ratowników.

Postępowanie w stanach zagrożenia życia to także umiejętność prowadzenia resuscytacji krążeniowo-oddechowej. Rozwój technik resuscytacyjnych opartych o badania naukowe można datować od końca lat 50-tych ubiegłego wieku. P. Safar wykazał, że najbardziej efektywną metodą wentylacji tzw. bez przyrządową, jest metoda usta – usta oraz to, że drogi oddechowe u nieprzytomnych pacjentów można udrożnić odginając głowę ku tyłowi i unosząc żuchwę (Safar i wsp. 1958, Rodgers i wsp. 1995).

Nowoczesna resuscytacja zaczęła rozwijać się od lat 60-tych dwudziestego wieku, kiedy to W. Kouwenhoven zaprezentował technikę zewnętrznego masażu serca (Kouwenhoven i wsp. 1960). Od 1961 roku P. Safar wskazał na połączenie wentylacji dodatnimi ciśnieniami z wykonywaniem zewnętrznego masażu serca (Safar 1968). Wzajemne połączenie przywracania funkcji układu oddechowego i krążenia krwi zostało nazwane resuscytacją krążeniowo-oddechową – RKO (*cardiopulmonary resuscitation* – CPR). Opracowany schemat postępowania znany powszechnie, jako A – B – C (A – Airway - drogi oddechowe, B – Breathing - oddychanie, C – Circulation - krążenie) upowszechnił się na całym świecie. W 1991 roku po raz pierwszy wprowadzono pojęcie tzw. łańcucha przeżycia (*chain of survival*), a realizowanie poszczególnych jego ogniw miało zapewniać większą skuteczność postępowania w stanie zagrożenia życia (Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation 1992).

1.4. Skuteczność działania

Tematyka związana ze skutecznością działania była wielokrotnie poruszana w opracowaniach dotyczących różnych dziedzin nauki.

Z punktu widzenia nauki o skutecznym działaniu, czyli prakseologii, pod pojęciem skuteczności działania kryje się takie działanie, które prowadzi do zamierzonego celu (Kotarbiński 1982). Skuteczność to innymi słowy, oceniana pozytywnie zgodność wyniku z celem. Zatem gdy wynik działania jest zgodny z celem, wtedy działanie określa się, jako skuteczne. W zależności od rodzaju celu, który może być stopniowalny lub

niestopniowalny wszelakie działania rozpatruje się, jako (Panfil 2006, Łasiński, Głowicki 2010):

- skuteczne lub nieskuteczne – tzn. skuteczność niestopniowalna,
- mniej lub bardziej skuteczne - tzn. skuteczność stopniowalna.

W socjologicznym ujęciu skuteczności działania, które stworzył Max Webber, definiuje się je jako zachowanie wyposażone w znaczenie i sens. Można wyróżnić trzy typologiczne zachowania koncepcji Webbera, które wyrażone są działaniem (Sztompka 2003, Szadzki 2004):

- działania racjonalne – poprzedzone pewną rozważą, podejmowane po przemyśleniach i premedytacją, mają na celu optymalizację działania (osiągnięcie celu);
- działania tradycyjne – inaczej rutynowe, działamy w sposób uważany za uznany, ponieważ inni tak postępują;
- działania afektywne – inaczej emocjonalne, powodowane są tzw. potrzebą ekspresji pewnych stanów psychicznych np.: radości, gniewu, strachu.

Kolejną ciekawą teorię skuteczności działania możemy odnaleźć w ujęciu ekonomicznym i zarządzania. Jest to teoria 7 nawyków skutecznego działania, którą zaprezentował Covey (2007). Covey zachęca do integrowania nawyków, do skrzyżowania wiedzy (co, dlaczego), umiejętności (jak) i pragnienia (chcę, motywacja).



Rys. 2. Siedem nawyków skutecznego działania według Webbera (2007)

Źródło: URL 4

Wśród 7 zasad (Rys. 2) mających podstawowe znaczenie dla skuteczności działania, które nazwał Covey (2007) nawykami, wyróżnia się:

1. Bądź proaktywny.
2. Zaczynaj z wizją końca.
3. Najpierw rzeczy najważniejsze.
4. Myśl w kategoriach wygrana – wygrana.
5. Staraj się najpierw zrozumieć, później być zrozumianym.
6. Synergia – współpracuj dążąc do osiągnięcia celu.
7. „Ostrzenie piły” – ciągle doskonal siebie w każdym z czterech wymiarów:
 - ✓ fizycznym,
 - ✓ umysłowym,
 - ✓ społecznym,
 - ✓ duchowym.

1.5. Zmęczenie mięśni oddechowych

W literaturze przedstawia się, że układ oddechowy posiada możliwości wentylacyjne, aby w głównej mierze sprostać wymogom stawianym przez wysiłek sportowy. Jednakże wiele prac opublikowanych w ostatnich kilkunastu latach wskazuje, że mięśnie oddechowe, podobnie jak i inne mięśnie szkieletowe, ulegają w czasie wysiłku zmęczeniu, co musi ograniczać zdolność wykonania wysiłku (Boussana i wsp. 2002, Ker i Schultz 1996, McConnell i Caine 1997, Sheel 2002, Volianitis 2001).

Do pomiaru zmęczenia mięśni oddechowych stosowano różne procedury. Polegają one między innymi na (Ozkaplan i Rhodes 2004, Klusiewicz 2007):

- stymulacji nerwu przeponowego,
- wykorzystaniu elektromiografii (EMG),
- czy pomiarach maksymalnych ciśnień oddechowych.

Ze względu na nieinwazyjny charakter oraz łatwość przeprowadzania często stosowana jest ocena różnic pomiędzy wielkością P_{Imax} w pomiarach przed i powysiłkowych (Coast i wsp. 1990, Lomax i McConnel 2003, McConnell i Caine 1997, Volianitis 2001, Klusiewicz 2007).

Jak wynika z danych zawartych w literaturze stopień zmęczenia mięśni oddechowych będzie zależny od:

- rodzaju zastosowanego protokołu wysiłkowego,
- poziomu wytrenowania badanych.

Symptomy zmęczenia mięśni oddechowych mogą nasilać się szczególnie w czasie wysiłków długotrwałych oraz o wysokiej intensywności, gdy czas ich trwania przekracza 20 minut a intensywność wynosi od 90 do 100% maksymalnych zdolności wysiłkowych (Ker i Schultz 1996, Powers i wsp. 1997).

Ostatnie badania wykazały, że zmęczenie mięśni oddechowych może pojawiać się przy znacznie krótszych wysiłkach maksymalnych, np.: po 6-minutowym symulowanym pokonaniu dystansu startowego przez wioślarza (Volianitis 2001, Klusiewicz 2007), a nawet po przepłynięciu przez pływak pojedynczego odcinka 200 m stylem dowolnym (Lomax i McConnel 2003). Jednak nie we wszystkich pracach wyniki były jednoznaczne. Część autorów (McConnel i wsp. 1997) podkreśla, że zmęczenie mięśni oddechowych może być powodem obniżenia się zdolności wysiłkowych organizmu.

Dla praktyki związanej z wysiłkiem fizycznym w środowisku wodnym znaczenie zmęczenia mięśni oddechowych będzie się przejawiało:

1. Zmniejszeniem odporności organizmu na zmęczenie (McConnel i wsp. 1997).
2. Zmniejszeniem zdolności do wykonywania wysiłku (Johnson i wsp. 1996).
3. Zwiększeniem kosztu energetycznego mięśni oddechowych podczas ich pracy.
W czasie intensywnych wysiłków u wysoko wytrenowanych osób zapotrzebowanie na tlen mięśni oddechowych może wynosić nawet 16% maksymalnego poBOAu tlenu. W warunkach spoczynkowych u osoby zdrowej mięśnie oddechowe zużywają od 2 do 5% tlenu wykorzystywanego przez organizm (Sheel 2002).
4. Zmniejszeniem maksymalnej pojemności minutowej serca, limitując w ten sposób zdolności wysiłkowe innych grup mięśni szkieletowych (Topin i wsp. 2003).
5. Wzrostem wentylacji minutowej płuc w czasie wysiłku o stałej intensywności (Boutellier i wsp. 1992).

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 3, przy wykonaniu spokojnego wdechu biorą udział mięśnie właściwe wdechowe, przy nasilonym lub utrudnionym wdechu biorą udział mięśnie pomocnicze. Mięśnie mostkowo – obojczykowo – sutkowe pracują wydatnie tylko wtedy gdy ustabilizowana jest głowa i kręgosłup szyjny, pozostałe mięśnie gdy ustabilizowana jest obręcz kończyny górnej.

Wydech jest aktem biernym (ale nie w środowisku wodnym – Dybińska 2011), przebiega na skutek wyzwolania energii elastycznej płuc i klatki piersiowej nagromadzonej w czasie wdechu. Nasilony lub utrudniony wydech wymaga zarówno użycia mięśni właściwych i pomocniczych.

Tabela 3. Zestawienie podstawowych i pomocniczych mięśni wdechowych i wydechowych (Rosławski 1995)

WDECH - Mięśnie podstawowe, właściwe	WDECH - Mięśnie pomocnicze, rezerwowe
<ul style="list-style-type: none"> • przepona • międzyżebrowe zewnętrzne 	<ul style="list-style-type: none"> • pochyłe • mostkowo – obojczykowo – sutkowe • podobojczykowe • dźwigacz łopatki • równoległoboczne • czworoboczny (część górna) • piersiowe mniejsze • najszerszy grzbietu • prostownik grzbietu • zębaty przedni • zębaty tylny górny
WYDECH Mięśnie podstawowe, właściwe	WYDECH Mięśnie pomocnicze, rezerwowe
<ul style="list-style-type: none"> • międzyżebrowe wewnętrzne 	<ul style="list-style-type: none"> • prosty brzucha • skośne brzucha zewnętrzne i wewnętrzne • poprzeczny brzucha • poprzeczny klatki piersiowej • czworoboczny łędźwi • najszerszy grzbietu • zębaty przedni • zębaty tylny dolny

1.6. Uzasadnienie podjęcia tematu pracy

Relatywnie niewielka liczba prac naukowych podejmowanych przez ostatnie lata (zarówno na rynku krajowym jak i zagranicznym) dotycząca skuteczności akcji ratowniczej w wodzie i resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO) w odniesieniu do wybranych czynników m.in.: osobniczych, wysiłkowych i funkcjonalno-psychologicznych stała się przesłanką do podjęcia przez autora badań w tym temacie.

Lektura prac poświęconych akcji ratowniczej, skłania do refleksji, iż proponowane zalecenia i uwagi w większości uwzględnianych przypadków są stereotypowym, utartym poglądem na akcję ratowniczą, bez próby uwzględnienia współczesnych realiów w tej dziedzinie oraz aktualnych oczekiwań wobec coraz skuteczniejszych działań ratownika.

Nie można doszukać się w literaturze przedmiotu, szczegółowych wytycznych, co do zastosowania jednego, optymalnego schematu akcji ratowniczej, który uwzględniałby takie zmienne jak: warunki atmosferyczne, liczbę i stan osób poszkodowanych, typ akwenu, odległość zdarzenia od brzegu, liczbę ratowników, wyszkolenie itp. Zatem nawet pomimo prób wypracowania jednolitych standardów i procedur postępowania (Siłakiewicz 2007, Grosse 2009), w zależności od rodzaju okoliczności wypadku, brak jest jak dotąd jednego wzorcowego schematu akcji ratowniczej.

Dodatkowo należy zwrócić szczególną uwagę, że utonięcia są zaliczane przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) do grupy zgonów możliwych do uniknięcia w wyniku działań prewencyjnych (WHO 2012). Dokonując analiz stanu wiedzy na temat utonięć i ich uwarunkowań w Polsce, wydaje się w dalszym ciągu, że jest on niewystarczający, o czym może świadczyć znikoma liczba publikacji poświęconych analizie epidemiologicznej tych zdarzeń.

Część badań, których wyniki weryfikowały wiedzę i umiejętności z zakresu resuscytacji krążeniowo-oddechowej udowodniło, że wiedza dotycząca postępowania w stanach zagrożenia życia może być niekiedy zapomniana, a umiejętności praktyczne mogą obniżać swoją skuteczność (Roppolo i wsp. 2007, Woollard i wsp. 2006). Stąd wydaje się, iż istnieje potrzeba ustawicznego szkolenia i podnoszenia umiejętności praktycznych w tym zakresie, także wśród grup lekarzy, ratowników wodnych (Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 marca 2007 r. w sprawie kursu w zakresie kwalifikowanej pierwszej pomocy) i ratowników medycyny ratunkowej (Einspruch i wsp. 2007, Charalampopoulos i wsp 2016).

Na podstawie przeglądu literatury związanej ze zmęczeniem mięśni oddechowych podczas akcji ratowniczej w wodzie, wydaje się, że wykształcenie w toku szkolenia ratowniczego, optymalnego fizjologicznie sposobu oddychania (podczas zróżnicowanych wysiłków w środowisku wodnym) może zmniejszyć koszt energetyczny pracy mięśni oddechowych. Uzyskać to można poprzez:

- nasilenie wentylacji płucnej;
- kształtowanie właściwej proporcji pomiędzy optymalną ilością oddechów a ich głębokością;
- odpowiedniej koordynacji oddychania z techniką wykonania ruchów.

Wszelkie badania mające na celu poprawę skuteczności działań w aspekcie ratowania zdrowia i życia ludzkiego są ważne i celowe, gdyż udzielanie pomocy osobom będącym w niebezpieczeństwie jest podstawowym zadaniem ratowników wodnych.

Fakt przebywania (przez ratownika) pod wodą oraz działania w warunkach braku dostępu do tlenu oraz zwiększonego zapotrzebowania na tlen wynikającego z submaksymalnego wysiłku oraz stresu powoduje, iż jest to sytuacja skrajnie ekstremalna (Terelak 2009). Brak jest empirycznych opracowań na temat skuteczności działania ratowników wodnych w sytuacjach stresowych. W literaturze przedmiotu

można doszukać się jedynie źródeł pośrednio podejmujących to zagadnienie (Kończ 1985, Niebudek 1989, Koszczyk 1997).

Dodatkowo uzasadnienie odpowiedzi na pytania o kwestie zarówno skutecznego szkolenia ratowników wodnych jak i efektywnego zapewniania bezpieczeństwa osobom korzystających z akwenów wodnych, może przyczynić się do kompleksowej oceny skuteczności działań służb ratowniczych w Polsce w ratownictwie wodnym.

Uzyskane, w wyniku badań dane, mogą dostarczyć zweryfikowanych informacji istotnych dla obszaru nauk o kulturze fizycznej a także nauk o zdrowiu. Opracowane wyniki badań powinny mieć praktyczne znaczenie dla szkoleniowców, ratowników wodnych jak i osób korzystających z różnego rodzaju akwenów wodnych.

2. CEL PRACY, PYTANIA I HIPOTEZY BADAWCZE

2.1. Cel pracy

Zasadniczym celem pracy jest próba oceny skuteczności akcji ratowniczej w wodzie i zabiegów resuscytacji krążeniowo-oddechowych (RKO) pod wpływem wybranych czynników osobniczych, wysiłkowych i funkcjonalnych.

Zmienne zależne w badaniach to:

1. Skuteczność symulowanej akcji ratowniczej w wodzie wykonanej ze zróżnicowaną intensywnością wysiłkową.
2. Skuteczność prowadzonych zabiegów resuscytacyjno-krążeniowych (RKO) wykonanych ze zróżnicowaną intensywnością wysiłkową.
3. Poziom zmęczenia mięśni oddechowych (IMF) po wysiłku – czyli pod wykonaniu testów ratowniczych z różną intensywnością wysiłkową w wodzie.

Zmienne niezależne to:

1. Wiek.
2. Specjalizacja ratownicza badanych.

Cel praktyczny:

Wypracowanie optymalnego schematu postępowania podczas akcji ratowniczej w wodzie z uwzględnieniem stopnia zmęczenia ratowników.

2.2. Pytania badawcze

Postawienie ogólnego celu pracy pozwoliło na sformułowanie szczegółowych pytań badawczych:

1. Czy istnieją współzależności, a jeżeli tak to w jakim stopniu, pomiędzy skutecznością symulowanej akcji ratowniczej w wodzie a poziomem zmęczenia mięśni oddechowych w obszarze grup wiekowych i specjalizacji ratowniczej badanych?
2. Czy istnieją zależności, a jeżeli tak to w jakim stopniu, pomiędzy skutecznością zabiegów resuscytacyjno-krążeniowych (RKO) a poziomem zmęczenia mięśni oddechowych w obszarze grup wiekowych i specjalizacji ratowniczej badanych?
3. Czy istnieją związki, a jeżeli tak to w jakim stopniu, pomiędzy skutecznością symulowanej akcji ratowniczej w wodzie i zabiegów resuscytacyjno-krążeniowych (RKO) a doświadczeniem zawodowym wśród ratowników wodnych?

4. Jak kształtowała się sprawność ratowników (zmierzona na podstawie wysiłku ze zróżnicowaną intensywnością w środowisku wodnym) w odniesieniu do skuteczności symulowanej akcji ratowniczej w uwzględnianych grupach wiekowych oraz specjalizacjach ratowniczych?

2.3. Hipotezy badawcze

1. Skuteczność symulowanej akcji ratowniczej w wodzie ulega obniżeniu pod wpływem sukcesywnego zmęczenia mięśni oddechowych, będącego następstwem wysiłków submaksymalnych i supramaksymalnych realizowanych w środowisku wodnym.
2. Skuteczność zabiegów resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO) wykazuje istotne współzależności ze wskaźnikami funkcjonalnymi diagnozującymi poziom zmęczenia mięśni oddechowych (IMF) – najsilniejsze związki dotyczą natężonej objętości wydechowej pierwszo-sekundowej (FEV1) oraz natężonej objętości wydechowej w 3 sekundzie.
3. Ratownicy w najmłodszej grupie wiekowej (20–30 lat) będą charakteryzować się wyższymi wskaźnikami określającymi poziom zmęczenia mięśni oddechowych, aniżeli starsi ratownicy (powyżej 30 roku życia).

3. METODOLOGIA BADAŃ

3.1. Materiał badawczy

Badaniami objęto 5 grup zawodowych ratowników wodnych 78 osób, przedstawicieli służb mundurowych z uwzględnieniem jedynie płci męskiej. Do przeprowadzenia badań wymagana była specjalna zgoda dowódcy lub przełożonego grup administrowanych przez Ministerstwo Spraw Wewnętrznych oraz MON po zatwierdzeniu projektu badawczego. Dokładną charakterystykę grupy, zaprezentowano poniżej.

Formacja zawodowa i specjalizacja ratownicza badanych:

- I grupa – zawodowi Ratownicy Wodni Wodnego Ochotniczego Pogotowia Ratowniczego (RW WOPR) oraz Ratownicy Wodni Ministerstwa Spraw Wewnętrznych MSW (n= 15).
- II grupa – żołnierze zawodowi z wojskowej jednostki specjalnej (GROM) Sekcja Wodna (n=17).
- III grupa – policjanci Biura Operacji Antyterrorystycznych (BOA) (n=16).
- IV grupa – ratownicy Górskiego Ochotniczego Pogotowia Ratowniczego (GOPR) – grupa ze specjalizacją na wodach szybko płynących (n=15).
- V grupa – funkcjonariusze Straży Pożarnej (STRAŻ) – Grupa wodno-nurkowa (n=15).

Grupy wiekowe badanych ratowników:

20–30 lat – 33 badanych

31–40 lat – 36 badanych

41–50 lat – 9 badanych

Poniżej przedstawiono krótką charakterystykę poszczególnych formacji zawodowych i specjalizacji ratowniczych badanych.



Straż Graniczna – jako formacja odpowiedzialna nie tylko za ochronę granic Polski, ale i bardzo ważnego odcinka zewnętrznej granicy Unii Europejskiej, w tym zwalczanie naruszającej je przestępczości zorganizowanej na terenie całego kraju – dostosowując swe struktury i formy działania do jak najskuteczniejszego wypełniania nałożonych na nią zadań, powołała do

życia w swych szeregach pododdziały specjalne do wykonywania najbardziej niebezpiecznych zadań, znane jako Wydziały Zabezpieczenia Działań. Wśród nich wyróżnia się WZD Karpackiego Ośrodka Wsparcia SG z Nowego Sącza.



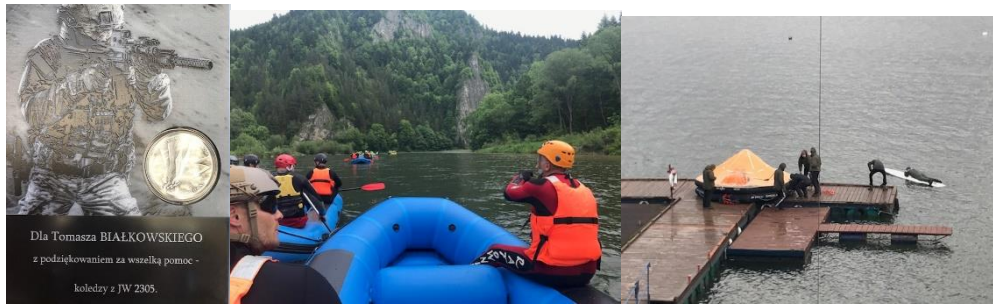
Zdjęcie 1. Szkolenie na OSW AWF Załęże
Źródło: Archiwum prywatne autora



Jednostka Wojskowa GROM – jednostka wojskowa Wojsk Specjalnych (Jednostka Wojskowa 2305), sformowana 13 lipca 1990 w odpowiedzi na postrzelenie przez terrorystów 30 marca 1990 w Bejrucie dwojga Polaków w odwecie za pomoc polskiego rządu w emigracji Żydów z ZSRR do Izraela. Tworzenie JW GROM rozpoczęto w 1990, przy wsparciu m.in. Stanów Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii oraz Niemiec.

Żołnierze JW GROM są przygotowani do prowadzenia operacji specjalnych, w tym: działań ratunkowych, akcji bezpośrednich, działań przeciw terrorystycznym zwłaszcza na terytoriach wrogich państw oraz innych objętych wojną, kryzysem itd. Jednostka jest polskim odpowiednikiem jednostek specjalnych: amerykańskich 1st Special Forces Operational Detachment „Delta” (tzw. Delta Force), SEALs DEVGRU – Naval Special Warfare Development Group, brytyjskiej SAS, izraelskiego Sajjeret Matkal.

Jednostka może wykonywać zadania: leśne, miejskie oraz wodne (taktyka niebieska) – działania pod wodą oraz na wodzie, w tym m.in. patrolowanie, nurkowanie, abordaże, także dotarcie do miejsca operacji drogą lotniczą lub wodną, w tym z użyciem helikoptera i/lub łodzi szturmowych. Żołnierze JW. GROM 2305 cyklicznie szkol się pod okiem instruktorów Drużyny AWF Kraków Załęże w szczególności w zakresie przepraw wodnych na wodach górskich. Kilukrotnie przebywali na ośrodku AWF zdobywając uprawnienia ratownika wodnego.



Zdjęcie 2. Szkolenia jednostki Grom na ośrodku AWF Załęże
Źródło: Archiwum prywatne autora



Centralny Pododdział Kontrterrorystyczny Policji „BOA” – jednostka organizacyjna Policji służby kontrterrorystycznej, zajmująca się zwalczaniem przestępczości zorganizowanej, dokonywaniem zatrzymań oraz konwojowaniem najgroźniejszych przestępców, w tym ekstradowanych. Wydział szkolenia kilkakrotnie przebywał na ośrodku AWF gdzie funkcjonariusze zdobyli uprawnienia ratownika wodnego. We współpracy z Drużyną AWF powstał program ratownictwa powodziowego z wykorzystaniem śmigłowca (Zdjęcie 3).



Zdjęcie 3. Szkolenie skoków ze śmigłowca
Źródło: Archiwum prywatne autora



Grupa Krynicka GOPR – jedna z siedmiu grup regionalnych Górskiego Ochotniczego Pogotowia Ratunkowego. Prowadzi akcje ratownicze, szkolenia i zapobiega wypadkom na terenach górskich Beskidu Sądeckiego i zachodniej części Beskidu Niskiego. Ze względu na liczne ciek wodne oraz to, iż wielu ratowników posiada zarówno uprawnienia WOPR jak i GOPR stworzono grupę wodną, której

członkowie wspólnie szkolą się z ratownikami WOPR wymieniając zarówno wiedzę jak i doświadczenie z zakresu ratownictwa wodnego oraz górskiego.



Zdjęcie 4. Szkolenie ratowników GOPR – wody szybko płynące i powodziowe
Źródło: Archiwum prywatne autora



**Komenda
Główna
Państwowej
Straży
Pożarnej**



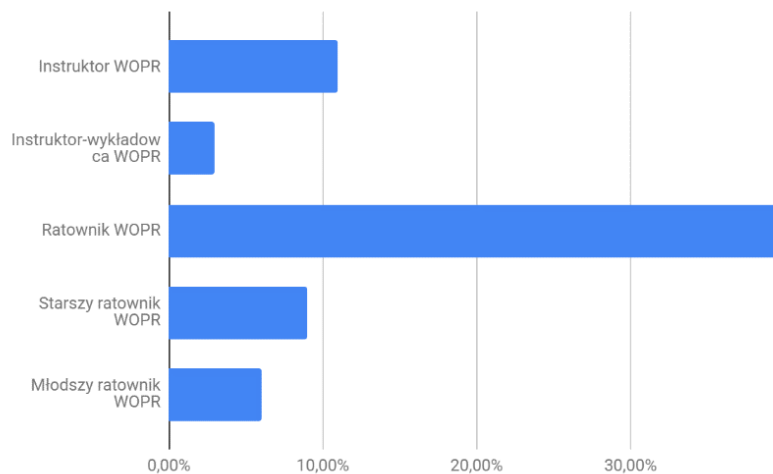
Wydział Szkolenia Specjalistycznych Grup Ratowniczych w Nowym Sączu powstał w 1999 roku. Początkowo funkcjonował jako dział ds. Szkolenia Grup Poszukiwawczo-Ratowniczych z siedzibą w Nowym Sączu, podległy Wydziałowi Nauczania Szkoły Aspirantów PSP w Krakowie. Kadre działu utworzono z 6 ratowników GPR Nowy Sącz – dotychczasowych funkcjonariuszy pracujących w JRG PSP nr 2 w Nowym Sączu. Idea stworzenia działu była ściśle powiązana z powołaniem rok wcześniej Grupy Poszukiwawczo-Ratowniczej z Nowego Sącza.

Najważniejszymi zadaniami działu jest prowadzenie szkoleń specjalistycznych dla PSP i KSRG w szczególności z obszaru funkcjonowania Grup Poszukiwawczo-Ratowniczych. W 2001 roku podjęto decyzję o przekształceniu działu w Wydział Szkolenia Specjalistycznych Grup Ratowniczych. Kadre wydziału zwiększono do 10 osób – funkcjonariuszy PSP. Specjalnością wydziału są szkolenia na wodach szybko płynących i powodziowych, gdzie instruktorami i wykładowcami są członkowie Drużyny WOPR AWF Załęże.

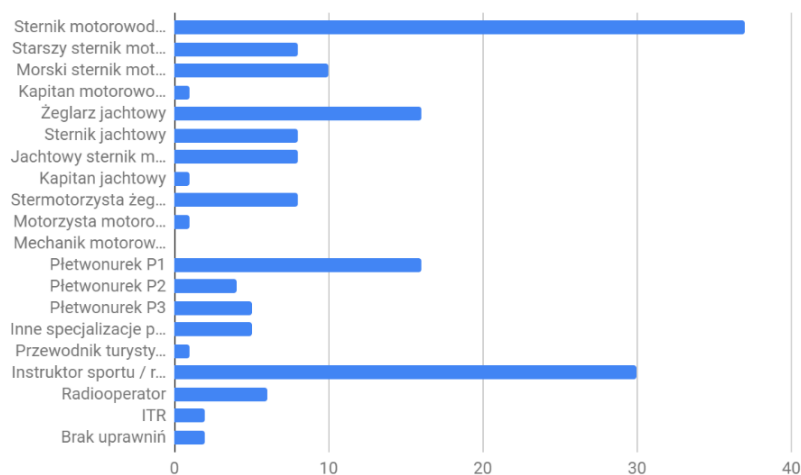
3.1.1. Charakterystyka badanych grup z uwzględnieniem uprawnień oraz szkoleń ratownictwa wodnego

W odniesieniu do poziomu wykształcenia ratowniczego badanych należy podkreślić, iż większość z nich legitymowała się uprawnieniami Ratowników Wodnych zgodnie z Programem Szkolenia Ratowników Wodnych WOPR (Zajączkowski i wsp. 2012) (do roku 2012) oraz zgodnie z wytycznymi MSW po roku 2012 (Wyk. 1). Większość badanych posiadała aktualne uprawnienia do wykonywania zawodu Ratownika

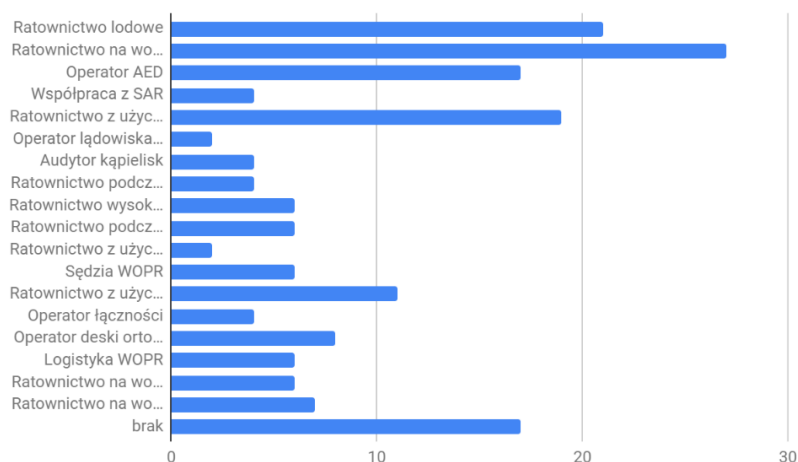
Wodnego. Dysponowali zarówno dodatkowymi uprawnieniami w ratownictwie wodnym (Wyk. 2) jak również szkoleniami z tego zakresu (Wyk. 3).



Wykres 1. Posiadane uprawnienia w ratownictwie wodnym

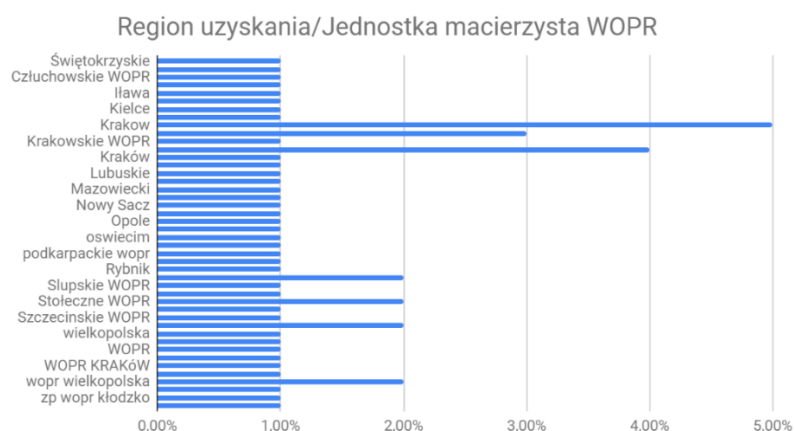


Wykres 2. Dodatkowe uprawnienia przydatne w ratownictwie wodnym



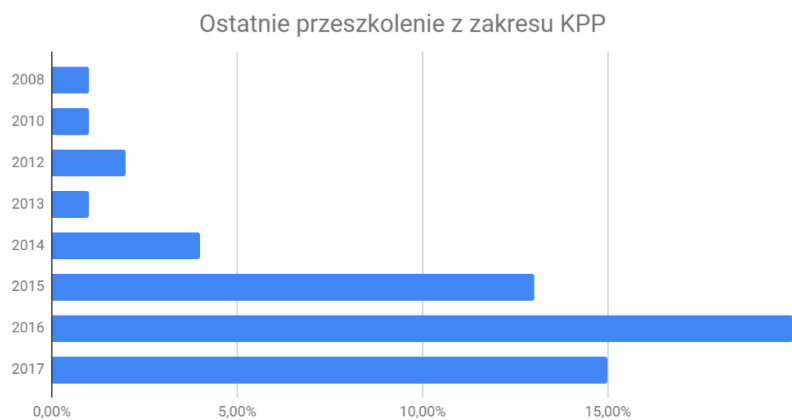
Wykres 3. Dodatkowe szkolenia przydatne w ratownictwie wodnym

Chociaż uprawnienia zdobywali w różnych latach i w różnych jednostkach terenowych WOPR oraz na różnych kursach szkoleniowych zarówno wg programów szkolenia WOPR jak i MSW (Wyk. 4).



Wykres 4. Region uzyskania uprawnień w ratownictwie wodnym

Dodatkowo wszyscy badani (Wyk. 5) posiadali przeszkolenie oraz wymagane Ustawą certyfikacje w obszarze Kwalifikowanej Pierwszej Pomocy (Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 marca 2007 r. w sprawie kursu w zakresie kwalifikowanej pierwszej pomocy).



Wykres 5. Ostatnie przeszkolenia z Kwalifikowanej Pierwszej Pomocy (KPP)

Poniżej przedstawiono charakterystykę badanych grup pod względem:

- specjalizacji ratowniczej i jednostki,
- wieku,
- wysokości i masy ciała oraz
- wskaźnika body mass index (BMI).

Tabela 4. Specjalizacja ratownicza uczestników badania- jednostka

Specjalizacja ratownicza – jednostka	Liczba badanych	%
RW WOPR	15	19,2%
GROM	17	21,8%
BOA	16	20,5%
GOPR	15	19,2%
STRAŻ	15	19,2%
Razem	78	100,0%

Badaniem objęto 78 ratowników, wśród których 15–19,2% należało do WR WOPR, 17–21,8% do GROM, 16–20,5% do BOA, 15–19,2% do GOPR i kolejnych 15–19,2% do STRAŻY (Tab. 4).

Tabela 5. Wiek uczestników badania z kategoryzacją obejmującą reprezentowaną jednostkę

Wiek [lat]	Podstawowe statystyki opisowe							
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD
RW WOPR	15	22,13	22,00	20,00	25,00	21,00	23,00	1,60
GROM	17	34,71	35,00	31,00	39,00	33,00	36,00	2,20
BOA	16	35,00	35,00	25,00	49,00	27,50	43,50	8,79
GOPR	15	30,67	29,00	22,00	42,00	25,00	35,00	6,66
STRAŻ	15	35,13	34,00	25,00	50,00	31,00	38,00	6,91
Razem	78	31,65	32,00	20,00	50,00	25,00	36,00	7,61
p	H=37,02 p<0,001							
	RW WOPR	GROM	BOA	GOPR	STRAŻ			
RW WOPR		<0,001	<0,001	0,007	<0,001			
GROM	<0,001		1,000	0,700	1,000			
BOA	<0,001	1,000		1,000	1,000			
GOPR	0,007	0,700	1,000					
STRAŻ	<0,001	1,000	1,000	1,000				

H - wartość testu Anova Kruskala-Wallisa; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Badani byli w wieku od 20 do 50 lat. Średnia wieku ogółu respondentów wyniosła 31,65 lat \pm 7,61 lat. Jedynie w przypadku ratowników RW WOPR średnia wieku wynosiła około 20 lat (22,13 lat \pm 1,6 lat). Średnia wieku ratowników pozostałych jednostek była wyższa aniżeli 30 lat. Wiek badanych z pięciu grup ratowniczych nie był równy ($p < 0,001$) a istotne statystycznie różnice uwidocznione zostały w teście post – hoc pomiędzy osobami z RW WOPR a osobami z pozostałych jednostek ($p < 0,001$). Nie wykazano natomiast różnic w wieku osób z jednostek GROM, BOA, GOPR i STRAŻY ($p > 0,05$) (Tab. 5).

Wysokość ciała ankietowanych mieściła się w zakresie od 170 do 201 cm, a średni wzrost ratowników medycznych wyniósł 183,23 cm \pm 7,46 cm. Wzrost respondentów z pięciu grup nie był równy ($p = 0,005$), a istotne statystycznie różnice w teście post – hoc stwierdzono pomiędzy grupami osób z GOPR (osoby te były najniższe – średnia 178,73 cm wzrostu) i z BOA (osoby te były z kolei najwyższe – średnia 188,19 cm wzrostu) (Tab. 6).

Tabela 6. Wysokość ciała uczestników badania z kategoryzacją obejmującą reprezentowaną jednostkę

Wysokość ciała [cm]	Podstawowe statystyki opisowe							
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD
RW WOPR	15	182,80	180,00	170,00	200,00	177,00	189,00	8,41
GROM	17	184,59	184,00	177,00	200,00	180,00	189,00	7,01
BOA	16	188,19	186,00	177,00	201,00	182,50	195,00	7,82
GOPR	15	178,73	179,00	170,00	188,00	176,00	182,00	4,35
STRAŻ	15	181,33	182,00	170,00	190,00	177,00	187,00	6,25
Razem	78	183,23	182,00	170,00	201,00	178,00	187,00	7,46
p	F=4,09 p=0,005							
	RW WOPR	GROM		BOA		GOPR		STRAŻ
RW WOPR	0,949		0,205		0,498		0,978	
GROM	0,949			0,571		0,131		0,676
BOA	0,205	0,571				0,003		0,056
GOPR	0,498	0,131		0,003				0,842
STRAŻ	0,978	0,676		0,056		0,842		

F - wartość testu jednoczynnikowej Anova (Fishera); p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Tabela 7. Masa ciała uczestników badania z kategoryzacją obejmującą reprezentowaną jednostkę

Masa ciała [kg]	Podstawowe statystyki opisowe							
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD
RW WOPR	15	81,13	80,00	66,00	95,00	76,00	86,00	7,48
GROM	17	83,76	84,00	66,00	95,00	80,00	88,00	7,12
BOA	16	86,63	87,00	74,00	95,00	84,00	89,50	6,00
GOPR	15	81,40	80,00	70,00	102,00	75,00	86,00	8,17
STRAŻ	15	90,13	85,00	72,00	130,00	78,00	100,00	16,00
Razem	78	84,62	84,00	66,00	130,00	78,00	89,00	9,89
	H=6,91 p=0,140							

H - wartość testu Anova Kruskala-Wallisa; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Brak było istotnych różnic pomiędzy masą ciała badanych z pięciu grup ($p=0,140$). Ważyli oni od 66 do 130 kg. Średnia masa ciała respondentów wyniosła $84,62 \text{ kg} \pm 9,89 \text{ kg}$ (Tab. 7).

Tabela 8. BMI uczestników badania z kategoryzacją obejmującą reprezentowaną jednostkę

BMI [kg/m ²]	Podstawowe statystyki opisowe							
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD
RW WOPR	15	24,29	24,07	21,06	29,06	22,98	25,66	1,86
GROM	17	24,66	24,86	20,37	30,32	22,40	26,60	2,62
BOA	16	24,63	24,99	21,26	29,32	22,70	26,13	2,37
GOPR	15	25,46	25,46	22,94	31,48	24,03	25,93	2,13
STRAŻ	15	27,20	26,23	23,55	37,58	24,58	28,68	3,79
Razem	78	25,22	24,94	20,37	37,58	23,52	26,23	2,77
p	H=7,96 p=0,093							

H - wartość testu Anova Kruskala-Wallisa; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Brak było również istotnych statystycznie różnic pomiędzy BMI respondentów z pięciu grup ($p=0,093$). Mieściło się ono w przedziale od 20,37 do 37,58 kg/m² i wynosiło średnio $25,22 \text{ kg/m}^2 \pm 2,77 \text{ kg/m}^2$ (Tab. 8).

Staż ratowniczy ogółu respondentów wynosił od 2 do 32 lat. Średnio obliczono go dla ogółu badanych na $10,68 \text{ lat} \pm 6,36 \text{ lat}$. Staż pracy respondentów z pięciu grup nie był równy ($p<0,001$), a istotne statystycznie różnic odnotowano pomiędzy stażem ratowniczym osób z RW WOPR (który był najkrótszy i wynosił średnio $3,33 \text{ lata} \pm 1,84$

lat) a stażem ratowniczym osób z pozostałych jednostek ratunkowych ($p < 0,05$). Nie wykazano natomiast istotnych różnic pomiędzy stażem ratowniczym osób z jednostek GROM, BOA, GOPR i STRAŻY ($p > 0,05$) (Tab. 9).

Tabela 9. Staż ratowniczy uczestników badania z kategoryzacją obejmującą reprezentowaną jednostkę

Staż ratowniczy [lat]	Podstawowe statystyki opisowe							
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD
RW WOPR	15	3,33	2,00	2,00	7,00	2,00	5,00	1,84
GROM	17	12,47	12,00	9,00	17,00	10,00	14,00	2,50
BOA	16	13,38	11,00	6,00	25,00	7,00	20,00	6,87
GOPR	15	9,80	8,00	3,00	20,00	5,00	15,00	5,48
STRAŻ	15	14,00	12,00	6,00	32,00	9,00	20,00	6,97
Razem	78	10,68	10,00	2,00	32,00	6,00	14,00	6,36
P	H=35,47p<0,001							
	RW WOPR	GROM	BOA	GOPR	STRAŻ			
RW WOPR		<0,001	<0,001	0,012	<0,001			
GROM	<0,001		1,000	0,806	1,000			
BOA	<0,001	1,000		1,000	1,000			
GOPR	0,012	0,806	1,000		1,000			
STRAŻ	<0,001	1,000	1,000	1,000				

H - wartość testu Anova Kruskala-Wallisa; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

3.2. Metody badawcze

Podstawową metodą zastosowaną w niniejszej pracy była metoda obserwacji. W aspekcie aplikacyjnym rodzaje obserwacji dobrano według wskazówek i wytycznych zalecanych przez I. Rygułę (2004).

W przedstawionej pracy zastosowano następujące rodzaje obserwacji:

1. Obserwacja bezpośrednia – uczestnicząca – skategoryzowana – polega na planowym przyglądaniu się badanemu zjawisku w jego naturalnym otoczeniu oraz gromadzeniu i interpretowaniu danych (Łobocki 1999). Metoda ta ma ogromne znaczenie w kontroli efektów procesu treningowego. Podstawową techniką w zakresie prowadzonej obserwacji było zastosowanie testów. Dokonano obserwacji oraz oceny aktualnych czynności, zachowań oraz zjawisk dotyczących poszczególnych grup służb mundurowych w Polsce.
2. Obserwacja pośrednia (wspomagana) – wykorzystano w niej zarówno opisy, sprawozdania oraz statystyki przygotowane przez dowódców poszczególnych grup, a także materiały video.
3. Obserwacja uczestnicząca jawna – prowadzący badania czynnie uczestniczył we wszystkich testach diagnozujących, a uczestnicy badań wiedzieli jakie ma zadania i jaką pełni rolę.

W trakcie dokonywania obserwacji Autor przestrzegał wszelkich uwarunkowań obowiązujących przy zastosowaniu tego typu metod badawczych, a były nimi

następujące wymogi: wierność, obiektywność, wnikliwość i kompleksowość (Ryguła 2004).

Metodę uzupełniającą w badaniach stanowiły:

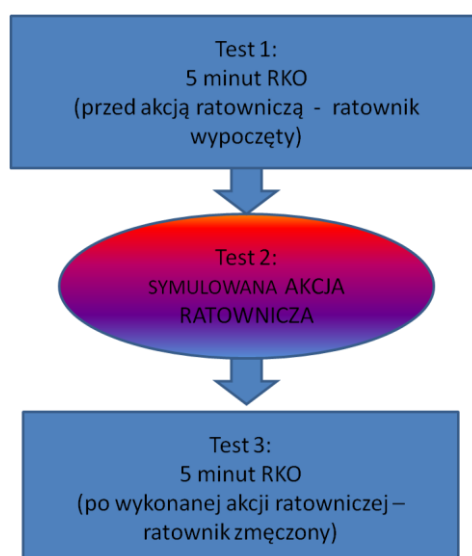
- ankieta skierowana do ratowników służb mundurowych w celu uzyskania szczegółowych informacji osobowych o każdym z badanych (Aneks),
- wywiad z dowódcami poszczególnych grup służb mundurowych.

3.3. Procedury badawcze i organizacja badań

Badania zostały przeprowadzone na akwenu otwartym w Ośrodku Sportów Wodnych AWF w Krakowie Znamirówce – Załęże w roku 2019 z wyznaczonym dokładnie 50 m torem do realizacji zadań ratowniczych w wodzie oraz wyznaczonym podestem do przeprowadzania badań spirometrycznych oraz badań resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO) na Ambumanie. Pomiary realizowano w miesiącach maj–sierpień 2019 roku w dni bezwietrzne (dopuszczalna skala wiatru 1 stopień w skali Beauforta), temperatura powietrza to 20–26 ° C., temperatura wody 22–24° C. Wszystkie badania odbyły się w podziale na grupy dla których został wyznaczony termin badań. Każdy z badanych wyraził zgodę na udział w testach, a projekt został zaakceptowany przez Zakład Sportów Wodnych AWF w Krakowie. Badania zostały wykonane w trzech po sobie następujących dniach.

3.3.1. Skuteczność zabiegów RKO i prowadzonej akcji ratowniczej w wodzie

Organizacja badań dla poszczególnych testów została przedstawiona na rycinie 3. Poniżej dokonano omówienia poszczególnych testów oraz uwzględnianych parametrów i narzędzi badawczych zastosowanych w poszczególnych testach.



Rys. 3. Organizacja badań oraz poszczególnych testów

Miejscem badań był tor pływacki usytuowany na jeziorze Rożnowskim w Ośrodku Sportów Wodnych AWF Załęże (Zdjęcie 5).



Zdjęcie 5. Zdjęcie toru pływackiego
Źródło: Archiwum prywatne autora

Skuteczność prowadzonej akcji ratowniczej oceniana była na podstawie dwóch kryteriów:

1. Skuteczność prowadzonych zabiegów resuscytacyjno-krążeniowych (RKO) przed i po wykonaniu symulowanej akcji ratowniczej w wodzie ze zróżnicowaną intensywnością wysiłkową.
2. Poprawność i szybkość wykonania symulowanej akcji ratowniczej w wodzie – kryterium jakościowe i ilościowe.

Ad.1. Skuteczność prowadzonej akcji ratowniczej na lądzie została wyrażona wynikiem resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO), która była rejestrowana przy użyciu fantomu Ambu MAN W – tors wraz programem i zestawem szkoleniowym Ambu Defib Trainer W (Wireless).

Resuscytacja krążeniowo-oddechowa (RKO), przeprowadzona była zgodnie z obowiązującymi wytycznymi resuscytacji, ERC 2015. Wykonana została zarówno przed oraz po symulowanej akcji ratowniczej w wodzie przez 8 minut. Dedykowane oprogramowanie umożliwiło rejestrowanie momentów wykonania czynności związanych z akcją ratowniczą.

Oceniane parametry skuteczności działań resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO) przedstawiono w tabeli nr 10, natomiast wytyczne do oceny skuteczności prowadzonej akcji ratowniczej w tabeli nr 11.

Tabela 10. Parametry oceny skuteczności działań resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO)

Masaż serca	Wentylacja
1. Średnia głębokość ucisków	1. Średnia objętość wdmuchnięcia
2. Średnia ilość ucisków na minutę	2. Średnia ilość wdechów na minutę
3. Średnia częstość ucisków na minutę	3. Pojemność minutowa ml/min.
4. Całkowita ilość ucisków	4. Całkowita ilość wdechów
5. Ilość ucisków prawidłowych	5. Ilość wdechów prawidłowych
6. Ilość ucisków zbyt głębokich	6. Ilość wdechów o zbyt dużej objętości
7. Ilość ucisków zbyt płytkich	7. Ilość wdechów o zbyt małej objętości
8. Ilość ucisków w nieprawidłowym miejscu	8. Ilość wdechów zbyt szybko wykonanych
9. Ilość ucisków z błędem relaksacji	

AmbuMan jest nowoczesnym manekinem instruktazowo-szkoleniowym prezentującym, w sposób zbliżony do obrazu rzeczywistego, szczegóły anatomii człowieka istotne w przeprowadzaniu resuscytacji krążeniowo-oddechowej.

System higieny składający się z masek (części twarzowych) oraz worków na wdmuchiwane powietrze chroni ćwiczących przed przenoszeniem infekcji, ponadto eliminuje konieczność czyszczenia oraz dezynfekcji dróg oddechowych manekina.

Manekin AmbuMan wyposażony jest w program komputerowy Ambu CPR Software, służący do szczegółowej analizy i oceny resuscytacji krążeniowo-oddechowej. Program komputerowy współpracuje z systemami Windows XP, Vista, 7, 8, 8.1 (32-bit i 64-bit). Dane rejestrowane przez czujniki znajdujące się w manekinie przesyłane są do komputera bezprzewodowym łączem WLAN lub przewodowym łączem USB.

Po wykonaniu resuscytacji krążeniowo-oddechowej w zalecany czas wyświetlane jest podsumowanie w postaci graficznej i numerycznej umożliwiające szybką ocenę wykonanego zabiegu resuscytacji.

W celu archiwizacji danych dotyczących badań są one zapisywane i drukowane.

Parametry urządzenia AmbuMan to:

- ciężar około 12 kg,
- całkowita długość (tors): około 80 cm.

Niezawodny Zespół Mechanicznych Wskaźników (zgodnych z Wytocznymi Resuscytacji 2015) diagnozuje wykonywaną resuscytację RKO zarówno przed wysiłkiem (RKO rested) jak i po wysiłku (RKO exhausted). Ocena ta wyrażana jest w następujących wskaźnikach:

1. Wentylacja minutowa – VmV.
2. Wentylacja początkowa – IV.
3. Częstość oddechów – VR.
4. Objętość wdechu – VV.
5. Wdmuchnięcie do żołądka – Si.

6. Częstotliwość uciśnień – ECCR.
7. Stosunek uciśnień do relaksacji – C/Relax.
8. Głębokość uciśnień – Cd.
9. Przerwy pomiędzy uciśnięciami – PbECC.
10. Złe ułożenie rąk – Whp.
11. Relaksacja – L.
12. Stosunek uciśnień do wdechów – C/Vent.

Tabela 11. Wytyczne do oceny skuteczności prowadzonej akcji ratowniczej CPR – wytyczne Polskiej Rady Resuscytacji 2015

Lp.	Działanie	Wytyczne
1.	Ocena bezpieczeństwa własnego i zagrożonego	Ocena zagrożenia dla ratownika i poszkodowanego
2.	Ocena przytomności	Potrząśnięcie, zawołanie
3.	Zabezpieczenie pomocy	Wołanie o pomoc
4.	Udrożnienie dróg oddechowych	Odgięcie głowy do tyłu z uniesieniem żuchwy
5.	Ocena oddechu	Wzrokiem, słuchem, czuciem w czasie 10'' przy utrzymaniu drożności dróg oddechowych
6.	Wezwanie pomocy	Sposoby wezwania pomocy
7.	Uciski klatki piersiowej	Praktyczne zademonstrowanie skutecznych ucisków klatki piersiowej (siła i częstotliwość)
8.	Oddechy ratownicze	Praktyczne zademonstrowanie skutecznych oddechów ratowniczych (objętość i częstotliwość)
9.	Stosunek uciśnień do liczby oddechów	Właściwy stosunek uciśnień klatki piersiowej do liczby oddechów
10.	Kolejność postępowania	Właściwa kolejność postępowania

Ad. 2. Symulowana akcja ratownicza w wodzie

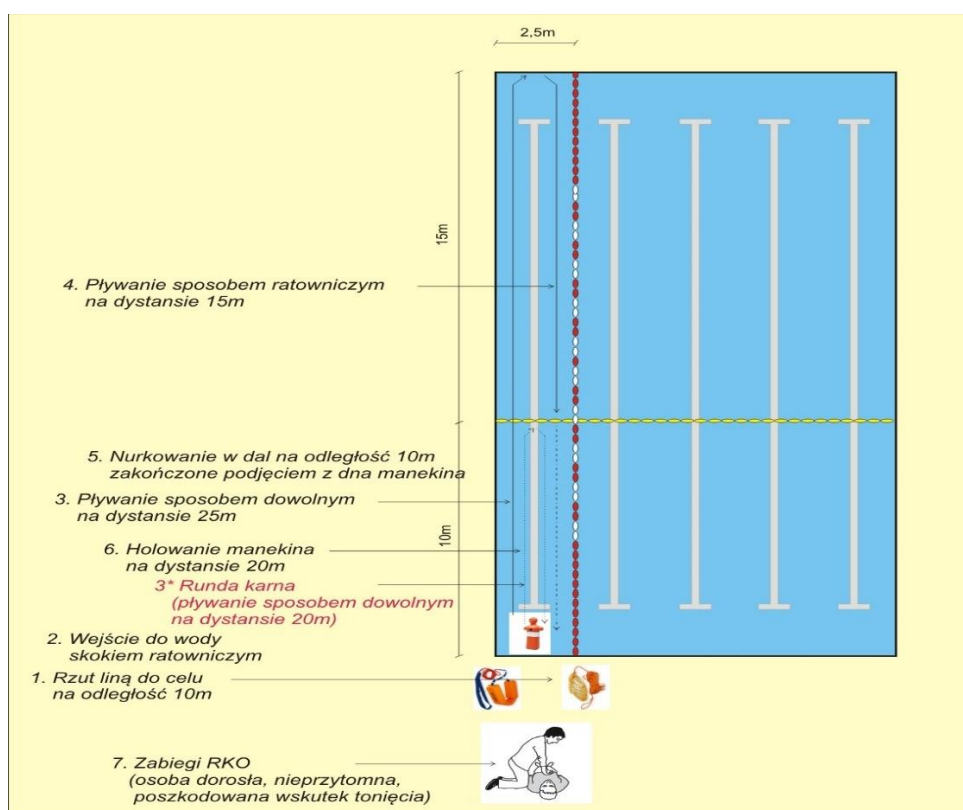
W przedstawionych na rysunku nr 4 badaniach akcja ratownicza w wodzie polegała na symulowanych działaniach, wykonywanych w następującej kolejności:

1. Rzut rzutką ratowniczą w torze o szerokości 2,5 m na odległość nie mniejszą niż 10 m – brak zaliczenia po wykonaniu 3 prób skutkuje koniecznością przepłynięcia dodatkowego dystansu 20 m.
2. Bezpieczny skok do wody (np. poprzez wykonanie skoku ratowniczego) z brzegu stałego z pasem ratowniczym lub boją SP.
3. Przepłynięcie dystansu 40 m – z czego 25 m sposobem dowolnym, 15 m sposobem ratowniczym.
4. Przepłynięcie dystansu 10 m pod wodą i podjęcie z dna manekina.
5. Holowanie manekina na dystansie 20 m sposobem dowolnym.
6. Zaliczenie algorytmu resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO) na fantomie (wyłowionym z wody) – po spełnieniu kryterium czasowego wg limitów zawartych w tabeli 12.

Na podstawie wyników akcji ratowniczej w wodzie został stworzony punktowy wskaźnik skuteczności prowadzenia tej akcji. Wskaźnik ten wyliczany był następująco:

- za każdy dobrze wykonany element akcji ratowniczej przyznawany był 1 punkt,
- natomiast za źle wykonany element lub jego brak przyznawano 0 punktów.

Uzyskana przez każdego z ratowników suma punktów pozwoliła dokonać rankingu pod względem skuteczności przeprowadzenia akcji ratowniczej.



Rys. 4. Schemat symulowanej akcji ratowniczej w wodzie
 Źródło: Program Szkolenia Ratowników wodnych, Katowice 2012

Wyniki skuteczności akcji ratowniczej w wodzie (punktowe) zostały odniesione do szybkości przeprowadzonej akcji (wyrażonej czasem mierzonym za pomocą stopera firmy Casio 187 z dokładnością do 0,01 s), a w konsekwencji badanym przyznane zostały oceny – zaprezentowane w tabeli 12.

Tabela 12. Ocena szybkości wykonanej akcji ratowniczej w wodzie

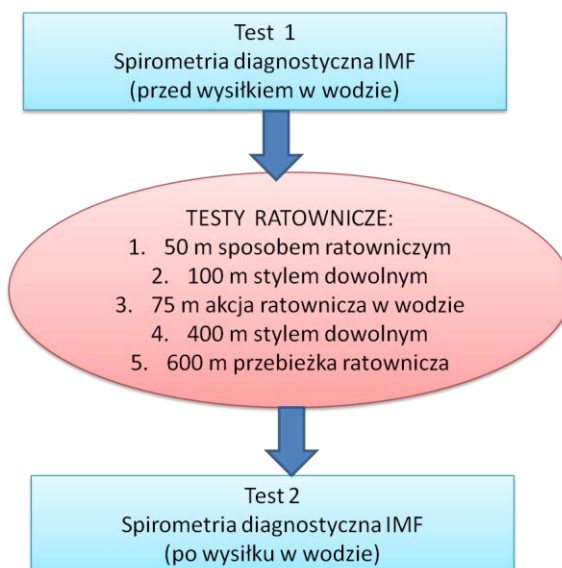
OCENA	dostateczny	plus dostateczny	dobry	plus dobry	bardzo dobry	celujący
CZAS (min)	04:30	04:20	04:10	04:00	03:50	03:30

Na podstawie ilościowych i jakościowych danych został stworzony autorski wskaźnik oceny skuteczności prowadzenia akcji w wodzie. Wskaźnik ten został obliczony następująco: ilość uzyskanych punktów za skuteczność akcji ratowniczej

dzielona była przez czas wykonania akcji ratowniczej mierzony w sekundach. Uzyskany wynik został pomnożony razy 100.

3.3.2. Poziom zmęczenia mięśni oddechowych (IMF)

Organizacja badań została przedstawiona na rysunku 5. Poniżej dokonano omówienia poszczególnych testów oraz uwzględnianych parametrów i zastosowanych narzędzi badawczych.



Rys. 5. Organizacja badań oraz poszczególnych testów

Ocena poziomu zmęczenia mięśni oddechowych (IMF) zrealizowana została dwukrotnie:

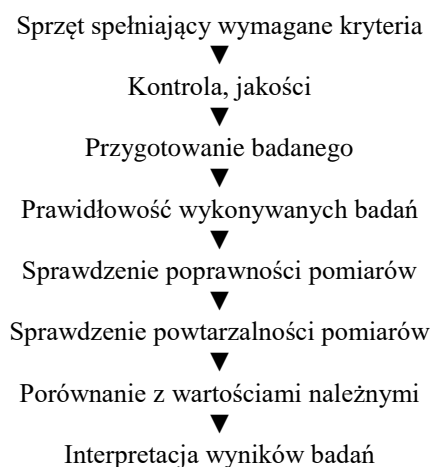
- przed wykonaniem wysiłku w środowisku wodnym,
- tuż po wykonaniu wysiłku (testu ratowniczego) w środowisku wodnym.

Przeprowadzona ona została za pomocą spirometrii diagnostycznej, według zaleceń Polskiego Towarzystwa Ftyzjopneumonologicznego dotyczących, wykonywania badań spirometrycznych. Zalecenia przygotowała komisja powołana przez Zarząd Polskiego Towarzystwa Fizjologicznego (URL 5).

Oceny poziomu zmęczenia mięśni oddechowych dokonano poprzez badania diagnostyczne, które przeprowadzono według procedury zaproponowanej przez Gondorowicza i Siergiejko (2006). Kryteria badania dotyczyły poprawności wykonania próby oraz powtarzalności wykonania próby.

Badanie spirometryczne wykonano za pomocą Spirometru diagnostycznego bezprzewodowego Micro Loop wraz z oprogramowaniem i sprzętem diagnostycznym (adapter wielorazowego użytku, do jednorazowych ustników, klips na nos, podłączenie

do komputera przenośnego). Badanie przeprowadzono zgodnie z procedurami przedstawionymi na poniższym schemacie:



Rys. 6. Zastosowane etapy prawidłowego badania spirometrycznego
Źródło: Gondorowicz i Siergiejko (2006)

Do oceny siły mięśni oddechowych używano pomiarów maksymalnego ciśnienia wdechowego (PImax). Ze względu na nieinwazyjny charakter pomiarów (PImax) zastosowana była ocena różnic pomiędzy wielkością PI max w pomiarach przed i powysiłkowych.

Postępowanie w badaniu prowadzono według procedury polecanej przez autorów: L. Fuso i wsp (1996 oraz Romer L.M 2004. Wykonanie próby obejmowało wykonanie 10–15 wdechów. Trzy najwyższe pomiary z 5% zmiennością określa maksimum (PImax). Początkowe położenie mięśni oddechowych było kontrolowane przed rozpoczęciem każdego wysiłku od tzw. kontroli objętości zalegającej (RV) = PImax RV. Wszystkich pomiarów dokonano w pozycji siedzącej.

Parametr PImax określa zdolność do generowania siły przez mięśnie wdechowe w czasie krótkotrwałego prawie statycznego skurczu, przy niemal całkowitym zamkniętym przepływie powietrza przez drogi oddechowe.

W badaniach uwzględnia się następujące parametry układu oddechowego:

- natężoną objętość wydechową pierwszo-sekundową (FEV1) – objętość powietrza wydmuchnięta w czasie pierwszej sekundy natężonego wydechu,
- natężoną objętość wydechową w 3 sekundzie (FEV3) – objętość powietrza wydmuchnięta w czasie 3 sekundy natężonego wydechu,
- FEV0 – procent pojemności życiowej VC (FEV.75/VC),
- maksymalny przepływ wydechowy dla 25% FVC zalegającej (FEF25),
- maksymalny przepływ wydechowy dla 50% FVC zalegającej (FEF50),

- maksymalny przepływ wydechowy dla 75% FVC zalegającej (FEF75),
- natężoną pojemność życiową (FVC) – największa objętość powietrza wydmuchnięta przy maksymalnym wysiłku wydechowym,
- procent natężonej objętości wydechowej w 6 sekundzie (FEV0.75/FEV6),
- czas natężonego wydechu pomiędzy 25-75% pojemności (MET),
- czas trwania natężonego wydechu (FET),
- szczytowy przepływ wydechowy (PEF) – zarejestrowany w trakcie badania maksymalnie natężonego wydechu – największy przepływ uzyskany w czasie natężonego wydechu, rozpoczynającego się natychmiast po najgłębszym wdechu,
- maksymalną wentylację dowolną (MVV) – sumaryczna maksymalna wentylacja mierzona w ciągu 12 s i przeliczona na wentylację minutową.

3.3.3. Testy ratownicze wykonane ze zróżnicowaną intensywnością wysiłkową

Intensywność wdrażanych wysiłków w środowisku wodnym określana była za pomocą zróżnicowanych testów ratowniczych. Intensywność wysiłkowa oceniona została na podstawie wytycznych Maglisho (2012), tak jak określone są wysiłki w sporcie pływackim (Tab. 13).

Tabela 13. Zestawienie parametrów określających intensywność pływania na różnych stopniach testu

Parametr	V1	V2	V3	V4	V5
Prędkość pływania (V)	niska 60%	nisko-średnia 70%	średnio-wysoka 80%	bardzo wysoka 90%	maksymalna 100%
Źródło energii (Maglisho 2012)	Aerobic Fatty Acid	Aerobic Threshold	Aerobic Overload	Anaerobic Lactate Production	Anaerobic Lactate Tolerance
Intensywność wysiłku	31-50% VO _{2max}	51-69% VO _{2max}	70-85% VO _{2max}	86-100% VO _{2max}	86-100% VO _{2max}
Intensywność pływania	niska	średnia	submaksymalna	maksymalna	supramaksymalna

Testy ratownicze

W badaniach zastosowano następujące testy ratownicze odpowiadające ustalonym parametrom określającym intensywność wysiłków w wodzie:

1. **50 m sposobem ratowniczym** (czas < 50'') – prędkość pływania maksymalna (100%), intensywność wysiłku supramaksymalna -V5
Założeniem próby było pokonanie odcinka 50 m sposobem ratowniczym z głową nad wodą. Kryterium zaliczenia polegało na uzyskaniu czasu poniżej 50 sekund. Pomiar wykonany został ręcznie stoperem firmy Casio z dokładnością do 0,01 s.
2. **75 m akcja ratownicza w wodzie** (czas < 3'30'') – prędkość pływania bardzo wysoka (90%), intensywność wysiłku maksymalna - V4

Próba oparta była na symulowanej akcji ratowniczej w wodzie (opis w poprzednim podrozdziale – Rys. 4). Po spełnieniu kryterium czasowego według limitów (Tab. 12) następowało wykonanie algorytmu RKO, polegające na zaprezentowaniu na fantomie postępowania z osobą wyratowaną z wody.

3. **100 m stylem dowolnym** (czas < 1'40'') – prędkość pływania średnio-wysoka (80%), intensywność wysiłku submaksymalna - V3

Test polegał na pokonaniu odcinka 100 m stylem dowolnym. Zaliczenie testu odbywało się w momencie osiągnięcia czasu poniżej 1 minuty 40 sekund. Pomiar wykonany został ręcznie stoperem firmy Casio z dokładnością do 0,01 s.

4. **400 m stylem dowolnym** (czas < 8') – prędkość pływania nisko-średnia (70%), intensywność wysiłku średnia - V2

Głównym założeniem próby było pokonanie odcinka 400 m stylem dowolnym w czasie poniżej 8 minut. Pomiar wykonany został ręcznie stoperem firmy Casio z dokładnością do 0,01 s. Zdecydowano się na wybór tej próby ponieważ w wielu organizacjach ratowniczych na świecie jest to najpopularniejsza próba stosowana podczas weryfikacji ratowników na stopnie ratownicze. Próba została przeprowadzona zgodnie ze standardami ILS (International Life Saving Federation).

5. **600 m przebieżka ratownicza** (czas < 14') – prędkość pływania niska (60%) intensywność wysiłku niska - V1

Próba polegała na przepłynięciu dystansu 600 m z wykonaniem kolejno następujących czynności (Rys. 7):

- 1) skok ratowniczy (rozkroczny) z płetwami trzymanymi w rękach,
- 2) założenie płetw w wodzie bez podtrzymywania się elementów brzegu,
- 3) przepłynięcie 300 m w płetwach sposobem dowolnym,
- 4) zdjęcie płetw i podanie ich na brzeg (bez podtrzymywania się elementów brzegu),
- 5) przepłynięcie 100 m żabką na piersiach,
- 6) przepłynięcie 25 m pod wodą,
- 7) przepłynięcie 75 m sposobami stosowanymi w ratownictwie wodnym (na lewym boku, na prawym boku, na wznak),
- 8) przepłynięcie 100 m kraulem na piersiach.



Rys. 7. Przebieżka ratownicza
Źródło: URL 6

Podczas wykonywania przez badanych ww. testów oceniane były dwa parametry – czas (t) i prędkość pływania (V), która obliczona została według wzoru:

$$\bar{V} = \frac{d}{t}$$

Gdzie:

V – oznacza prędkość pływania,

d – dystans pokonany przez pływaka,

t – czas, który był potrzebny do pokonania dystansu.

3.4. Procedury statystyczne opracowania materiału

Analizę statystyczną przeprowadzono w programie Statistica 13.3 TIBCO. Zastosowano zarówno testy parametryczne jak i testy nieparametryczne. Wybór odpowiedniej grupy testów, podyktowany był spełnieniem ich założeń. W przypadku testów parametrycznych rozpatrywano m.in. rozkład badanych zmiennych pod kątem normalności za pomocą testu W Shapiro-Wilka czy też jednorodność wariancji badanych zmiennych za pomocą testu Levene'a. Do oceny różnic wyników, uzyskanych w dwóch grupach posłużono się parametrycznym testem t-Studenta dla zmiennych niezależnych lub alternatywnie nieparametrycznym testem U Manna-Whitney'a. Do oceny różnic wyników, uzyskanych w więcej niż dwóch grupach posłużono się parametrycznym testem jednoczynnikowej ANOVA (testem Fischera) lub alternatywnie nieparametrycznym testem ANOVA Kruskala-Wallisa. Testem dokładnym dla powyższych (testem post-hoc) był odpowiednio: parametryczny test Tukey'a lub nieparametryczny test porównań wielokrotnych. Różnicę w wynikach uzyskanych w tej

samej grupie w dwóch pomiarach (różnica w czasie) oceniono nieparametrycznym testem kolejności par Wilcoxon. Związki, zachodzące pomiędzy dwoma parametrami oceniono parametrycznym testem korelacji liniowej Pearsona lub nieparametrycznym jej odpowiednikiem – testem korelacji rang Spearmana. Wybrane wyniki uzupełniono wykresami Pareto. Za poziom istotności statystycznej przyjęto $p < 0,05$.

Zastosowane metody statystyczne – wykaz skrótów:

- N – liczba
- Śr. – średnia arytmetyczna
- Me. – mediana
- Min. – wartość minimalna
- Max. – wartość maksymalna
- Q1 – kwartył pierwszy
- Q3 – kwartył trzeci
- SD – odchylenie standardowe od średniej arytmetycznej
- p – wskaźnik prawdopodobieństwa testowego
- t – wartość testu t-Studenta
- Z – wartość testu U Manna-Whitney’a
- T – wartość testu kolejności par Wilcoxon (próby poniżej 25 osób)
- Z – wartość testu kolejności par Wilcoxon (próby od 25 osób)
- F – wartość testu jednoczynnikowej Anova (Fishera)
- H – wartość testu Anova Kruskala-Wallisa
- r – wartość testu korelacji liniowej Pearsona
- R – wartość testu korelacji rang Spearmana

4. WYNIKI

4.1. Zależności między skutecznością symulowanej akcji ratowniczej w wodzie a poziomem zmęczenia mięśni oddechowych

4.1.1. Skuteczność akcji w wodzie

Wskaźnik skuteczności akcji w wodzie wynosił dla ogółu badanych średnio $4,93 \pm 1,15$, najmniej 2,39 a najwięcej 7,24 (Tab. 14). Wskaźnik ten nie we wszystkich jednostkach był statystycznie równy ($p=0,033$). Istotne różnice opisano pomiędzy wskaźnikiem skuteczności akcji w wodzie osób z GROM i BOA ($p=0,027$). Jednostki BOA uzyskały najniższe noty, zaś jednostki GROM noty najwyższe. Pozostałe jednostki uzyskiwały zbliżone wyniki, nieróżniące się istotnie statystycznie względem siebie ($p>0,05$).

Tabela 14. Wskaźnik skuteczności akcji w wodzie (ocena) – w zależności od jednostki

Wskaźnik skuteczności akcji w wodzie (ocena)	Podstawowe statystyki opisowe				
	N	Śr.	Min.	Max.	SD
RW WOPR	15	4,60	2,58	5,93	1,02
GROM	17	5,61	4,26	7,05	0,70
BOA	16	4,45	2,87	6,14	0,98
GOPR	15	4,89	2,59	7,24	1,44
STRAŻ	15	5,03	2,39	6,36	1,27
Razem	78	4,93	2,39	7,24	1,15
P	F=2,78 p=0,033				
	RW WOPR	GROM	BOA	GOPR	STRAŻ
RW WOPR	0,079	0,079	0,996	0,949	0,823
GROM	0,079		0,027	0,348	0,558
BOA	0,996	0,027		0,803	0,599
GOPR	0,949	0,348	0,803		0,997
STRAŻ	0,823	0,558	0,599	0,997	

F - wartość testu jednoczynnikowej ANOVA (Fishera); p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Skuteczności akcji w wodzie określona w skali procentowej wynosiła dla ogółu badanych średnio $90,78\% \pm 13,2\%$, najmniej 51,6% a najwięcej 120,63% (Tab. 15). Wskaźnik ten nie we wszystkich jednostkach był statystycznie równy ($p=0,003$). Istotne różnice opisano pomiędzy skutecznością akcji w wodzie osób z GROM i RW WOPR ($p=0,002$). Jednostki RW WOPR uzyskały najniższe noty, zaś jednostki GROM noty najwyższe. Pozostałe jednostki uzyskiwały zbliżone wyniki, nieróżniące się istotnie statystycznie względem siebie ($p>0,05$).

Wskaźnik skuteczności akcji w wodzie różnił się istotnie w grupach wiekowych 31–40 lat i 41–50 lat ($p=0,011$). Ratownicy w wieku 31–40 lat uzyskiwali wyniki najwyższe, a osoby w wieku 41–50 lat miały najniższą skuteczność (Tab. 16).

Tabela 15. Skuteczność akcji w wodzie – w zależności od jednostki

Skuteczność akcji w wodzie [%]	Podstawowe statystyki opisowe				
	N	Śr.	Min.	Max.	SD
RW WOPR	15	81,52	51,60	98,81	13,89
GROM	17	98,25	85,25	117,51	7,45
BOA	16	87,19	71,68	102,35	10,02
GOPR	15	93,35	64,72	120,63	14,92
STRAŻ	15	92,82	59,84	107,07	13,65
Razem	78	90,78	51,60	120,63	13,20
P	F=4,39 p=0,003				
	RW WOPR	GROM	BOA	GOPR	STRAŻ
RW WOPR		0,002	0,695	0,070	0,093
GROM	0,002		0,079	0,787	0,717
BOA	0,695	0,079		0,624	0,700
GOPR	0,070	0,787	0,624		1,000
STRAŻ	0,093	0,717	0,700	1,000	

F - wartość testu jednoczynnikowej Anova (Fishera); p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Tabela 16. Wskaźnik skuteczności akcji w wodzie (ocena) w zależności od wieku badanych

Wskaźnik skuteczności akcji w wodzie (ocena)	Podstawowe statystyki opisowe				
	N	Śr.	Min.	Max.	SD
20–30 lat	33	4,78	2,58	6,50	1,06
31–40 lat	36	5,28	3,07	7,24	1,04
41–50 lat	9	4,07	2,39	6,34	1,44
Razem	78	4,93	2,39	7,24	1,15
P	F=4,92 p=0,010				
	20-30 lat	31-40 lat	41-50 lat		
20–30 lat		0,142	0,209		
31–40 lat	0,142		0,011		
41–50 lat	0,209	0,011			

F - wartość testu jednoczynnikowej Anova (Fishera); p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Tabela 17. Skuteczność akcji w wodzie w zależności od wieku badanych

Skuteczność akcji w wodzie [%]	Podstawowe statystyki opisowe				
	N	Śr.	Min.	Max.	SD
20–30 lat	33	87,47	51,60	108,34	13,83
31–40 lat	36	95,74	76,69	120,63	10,12
41–50 lat	9	83,07	59,84	105,71	15,53
Razem	78	90,78	51,60	120,63	13,20
P	F=5,75 p=0,005				
	20-30 lat	31-40 lat	41-50 lat		
20–30 lat		0,020	0,618		
31–40 lat	0,020		0,021		
41–50 lat	0,618	0,021			

F - wartość testu jednoczynnikowej Anova (Fishera); p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

W przypadku skuteczności akcji w wodzie określonej w procentach (Tab. 17), wyniki trzech grup wiekowych także nie były równe ($p=0,005$). Osoby w wieku 31–40 lat uzyskiwały wyniki istotnie statystycznie wyższe, zarówno od osób w wieku 20–30 lat ($p=0,020$) jak i od osób w wieku 41–50 lat ($p=0,021$). Skuteczność akcji w wodzie osób w wieku 31–40 lat była najwyższa.

4.1.2. Spirometria przed i po wykonanym wysiłku

W tej części pracy uwzględniono następujące skrótory dotyczące pomiarów parametrów układu oddechowego:

- natężoną objętość wydechową pierwszo – sekundową (FEV1) – objętość powietrza wydmuchnięta w czasie pierwszej sekundy natężonego wydechu;
- natężoną objętość wydechową w 3 sekundzie (FEV3) – objętość powietrza wydmuchnięta w czasie 3 sekundy natężonego wydechu;
- FEVO – procent pojemności życiowej VC (FEV.75/VC);
- maksymalny przepływ wydechowy dla 25% FVC zalegającej (FEF25);
- maksymalny przepływ wydechowy dla 50% FVC zalegającej (FEF50);
- maksymalny przepływ wydechowy dla 75% FVC zalegającej (FEF75);
- natężoną pojemność życiową (FVC) – największa objętość powietrza wydmuchnięta przy maksymalnym wysiłku wydechowym;
- procent natężonej objętości wydechowej w 6 sekundzie (FEV0.75/FEV6);
- czas natężonego wydechu pomiędzy 25-75% pojemności (MET);
- czas trwania natężonego wydechu (FET);
- szczytowy przepływ wydechowy (PEF) – zarejestrowany w trakcie badania maksymalnie natężonego wydechu – największy przepływ uzyskany w czasie natężonego wydechu, rozpoczynającego się natychmiast po najgłębszym wdechu;
- maksymalną wentylację dowolną (MVV) – sumaryczna maksymalna wentylacja mierzona w ciągu 12 s i przeliczona na wentylację minutową.

Tabela 18. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych wśród ogółu badanych osób w pomiarze przed i po wysiłku

Wszyscy badani	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							Z	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
FEV1	4,21	4,22	3,03	5,39	3,64	4,85	0,68	4,08	4,08	2,87	5,35	3,69	4,53	0,68	2,71	0,007
FEV0.75	3,85	3,90	2,54	4,84	3,48	4,43	0,63	3,95	3,86	2,67	9,85	3,50	4,48	0,92	0,89	0,372
FVC	4,42	4,71	3,01	6,67	3,76	4,87	0,81	4,35	4,46	2,82	6,18	3,77	5,05	0,83	0,91	0,361
FEV3	4,38	4,44	2,95	6,35	3,76	4,87	0,81	4,31	4,25	2,54	6,07	3,77	5,05	0,85	2,04	0,041
PEF	465,44	488,00	0,50	698,00	404,00	541,00	117,80	499,00	494,00	255,00	689,00	456,00	556,00	85,87	1,55	0,120
FEV0.75/FEV6	87,50	89,00	68,00	100,00	82,00	93,00	7,63	88,00	95,00	61,00	100,00	75,00	100,00	12,02	0,56	0,568
FEF25	7,11	7,30	2,91	10,28	5,98	8,18	1,37	7,51	7,54	2,14	9,96	6,51	8,94	1,44	1,73	0,082
FEF50	5,78	5,78	2,21	7,72	4,70	6,98	1,36	6,06	6,04	3,67	8,23	4,97	7,12	1,30	3,18	0,001
FEV75	3,58	3,71	1,52	5,49	2,55	4,49	1,13	3,62	3,77	0,03	5,74	2,53	4,90	1,54	2,63	0,008
MVV(ind)	156,49	158,00	112,00	198,00	137,00	177,00	25,34	151,91	149,50	105,00	192,00	139,00	170,00	25,86	3,40	0,001
MET	0,41	0,38	0,24	0,75	0,36	0,45	0,10	0,62	0,33	0,13	3,54	0,29	0,59	0,79	0,16	0,871
FET	1,43	1,05	0,62	5,33	0,94	1,57	0,91	1,41	0,89	0,61	4,98	0,71	1,79	1,02	1,70	0,088

Z - wartość testu U Manna-Whitney'a; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Porównano wartości parametrów spirometrycznych w próbie przeprowadzonej przed i po wysiłku wśród ogółu ratowników (Tab. 18). W próbie po wysiłku istotnie zmniejszyły się wartości parametrów FEV1, FEV3 oraz MVV(ind), natomiast istotnie zwiększyły się wartości parametrów FEF50 oraz FEV75 ($p < 0,05$).

Tabela 19. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie RW WOPR w pomiarze przed i po wysiłku

RW WOPR	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							T	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
FEV1	4,14	4,22	3,03	5,04	3,52	4,75	0,67	4,15	4,08	2,87	5,05	3,69	4,89	0,66	54,0	0,733
FEV0.75	3,82	3,89	2,54	4,58	3,52	4,43	0,64	3,95	3,89	2,87	4,82	3,67	4,52	0,59	21,0	0,048
FVC	4,16	4,22	3,01	5,12	3,52	4,75	0,71	4,18	4,08	2,82	5,12	3,69	4,89	0,76	48,0	0,777
FEV3	4,14	4,22	2,95	5,12	3,52	4,75	0,70	4,14	4,08	2,54	5,12	3,69	4,89	0,79	51,0	0,924
PEF	468,67	478,00	310,00	565,00	424,00	535,00	79,48	519,67	515,00	385,00	611,00	466,00	588,00	66,84	28,0	0,069
FEV0.75/FEV6	92,40	93,00	84,00	100,00	89,00	95,00	4,45	95,00	99,00	75,00	100,00	95,00	100,00	7,71	23,0	0,115
FEF25	7,09	7,30	5,09	8,66	5,98	7,54	1,11	7,94	7,81	6,20	9,51	7,10	8,99	1,12	26,0	0,053
FEF50	6,13	6,13	4,20	7,66	5,32	7,49	1,25	6,50	6,99	4,74	8,23	5,28	7,63	1,22	24,0	0,041
FEV75	4,20	4,27	2,36	5,49	3,71	5,01	0,96	4,43	4,60	0,03	5,74	4,03	5,45	1,42	22,0	0,031
MVV(ind)	154,73	158,00	112,00	189,00	132,00	178,00	25,94	154,13	153,00	105,00	189,00	138,00	183,00	26,76	55,0	0,776
MET	0,36	0,37	0,24	0,44	0,34	0,38	0,06	0,52	0,31	0,13	3,54	0,28	0,33	0,84	24,0	0,132
FET	0,95	0,98	0,62	1,26	0,92	1,05	0,16	0,84	0,79	0,61	1,55	0,68	0,89	0,23	21,0	0,026

T - wartość testu kolejności par Wilcoxon; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Uwzględniając wyłącznie ratowników RW WOPR, w próbie po wysiłku istotnie zmniejszyła się wartość parametru FET a zwiększyły się wartości parametrów FEV0.75, FEF50 oraz FEV75 ($p < 0,05$) (Tab. 19).

Tabela 20. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie GROM w pomiarze przed i po wysiłku

GROM	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							T	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
FEV1	4,04	4,22	3,03	5,04	3,52	4,72	0,70	4,02	4,08	2,87	5,05	3,69	4,49	0,67	27,0	0,061
FEV0.75	3,69	3,89	2,54	4,58	3,17	4,33	0,74	3,84	3,89	2,87	4,82	3,67	4,12	0,65	41,0	0,281
FVC	4,08	4,22	3,01	5,12	3,52	4,72	0,77	4,07	4,08	2,82	5,12	3,69	4,89	0,85	48,0	0,495
FEV3	4,04	4,22	2,95	5,12	3,52	4,72	0,76	4,00	4,08	2,54	5,12	3,69	4,89	0,89	32,0	0,111
PEF	441,47	477,00	310,00	565,00	353,00	488,00	85,99	502,12	481,00	385,00	611,00	456,00	556,00	73,02	50,0	0,570
FEV0.75/FEV6	91,29	92,00	84,00	100,00	89,00	93,00	3,93	95,12	99,00	75,00	100,00	95,00	100,00	8,53	19,0	0,020
FEF25	6,70	7,21	5,09	8,66	5,65	7,40	1,21	7,81	7,54	6,20	9,51	7,10	8,99	1,10	33,5	0,132
FEF50	5,90	6,13	4,20	7,66	4,70	7,21	1,33	6,37	6,99	4,74	8,23	5,28	7,12	1,20	29,0	0,078
FEV75	3,82	4,15	2,36	5,49	2,98	4,49	1,01	4,03	4,60	0,03	5,70	3,63	5,08	1,67	53,0	0,690
MVV(ind)	150,65	158,00	112,00	189,00	132,00	177,00	27,71	148,24	153,00	105,00	189,00	138,00	168,00	28,20	19,5	0,021
MET	0,37	0,37	0,24	0,44	0,36	0,38	0,04	0,67	0,29	0,13	3,54	0,28	0,33	1,08	7,0	0,003
FET	0,99	0,95	0,62	1,26	0,92	1,05	0,15	0,85	0,72	0,61	1,55	0,68	0,89	0,28	34,0	0,139

T - wartość testu kolejności par Wilcoxon; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Uwzględniając wyłącznie ratowników GROM, w próbie po wysiłku istotnie zmniejszyła się wartość parametru MVV(ind) a zwiększyły się wartości parametrów FEV0.75/FEV6 oraz MET ($p < 0,05$) (Tab. 20).

Tabela 21. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie BOA w pomiarze przed i po wysiłku

BOA	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							T	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
FEV1	4,10	4,02	3,03	5,04	3,58	4,79	0,66	4,09	4,08	2,87	5,05	3,73	4,49	0,59	68,0	1,000
FEV0.75	3,78	3,76	2,54	4,58	3,35	4,33	0,64	3,89	3,87	2,87	4,82	3,68	4,12	0,52	33,0	0,125
FVC	4,16	4,02	3,01	5,12	3,64	4,79	0,72	4,18	4,08	2,82	5,12	3,73	4,89	0,74	48,0	0,777
FEV3	4,12	4,02	2,95	5,12	3,64	4,79	0,70	4,12	4,08	2,54	5,12	3,73	4,89	0,77	51,0	0,924
PEF	465,44	478,00	310,00	565,00	397,50	538,00	88,09	506,38	515,00	385,00	611,00	461,00	556,00	68,72	44,0	0,214
FEV0.75/ FEV6	91,56	92,00	84,00	100,00	88,00	94,50	4,80	94,06	99,00	75,00	100,00	89,50	100,00	9,10	32,0	0,198
FEF25	6,98	7,30	5,09	8,66	5,82	7,96	1,26	7,77	7,68	6,20	9,51	6,72	8,99	1,17	38,0	0,120
FEF50	5,97	5,78	4,20	7,66	5,01	7,21	1,21	6,31	6,52	4,74	8,23	5,13	7,12	1,17	40,0	0,147
FEV75	4,12	4,27	2,36	5,49	3,35	4,75	0,97	4,10	4,55	0,03	5,70	3,83	5,27	1,73	38,0	0,121
MVV(ind)	153,56	150,50	112,00	189,00	134,50	179,50	25,76	152,06	153,00	105,00	189,00	139,50	168,00	24,09	56,0	0,534
MET	0,37	0,37	0,24	0,44	0,35	0,41	0,06	0,70	0,29	0,13	3,54	0,26	0,41	1,11	36,0	0,300
FET	0,98	0,98	0,62	1,26	0,92	1,09	0,18	0,87	0,76	0,61	1,55	0,68	0,95	0,29	34,0	0,078

T - wartość testu kolejności par Wilcoxon; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

W grupie ratowników BOA wyniki spirometrii przed wysiłkiem i po wysiłku nie różniły się istotnie statystycznie w żadnym z mierzonych parametrów ($p > 0,05$) (Tab. 21).

Tabela 22. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie GPR w pomiarze przed i po wysiłku

GPR	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							T	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
FEV1	4,32	4,28	3,08	5,39	3,87	4,95	0,70	4,07	4,14	2,88	5,35	3,19	4,71	0,82	0,0	0,001
FEV0.75	3,89	3,96	2,78	4,74	3,50	4,29	0,55	4,12	3,50	2,87	9,85	3,21	4,16	1,72	26,5	0,057
FVC	4,67	4,74	3,08	5,70	4,37	4,97	0,66	4,54	4,47	2,87	5,61	3,88	5,15	0,75	24,5	0,078
FEV3	4,61	4,74	3,08	5,70	4,31	4,97	0,72	4,47	4,44	2,87	5,61	4,12	5,11	0,77	19,0	0,020
PEF	443,03	488,00	0,50	595,00	384,00	542,00	152,12	460,13	481,00	255,00	611,00	335,00	523,00	108,50	27,0	0,061
FEV0.75/ FEV6	81,47	81,00	73,00	94,00	78,00	83,00	5,90	79,20	78,00	67,00	100,00	74,00	81,00	8,93	0,0	0,001
FEF25	6,90	6,81	2,91	9,53	6,40	8,13	1,74	6,41	6,95	2,14	9,11	5,33	7,42	1,79	21,0	0,027
FEF50	5,00	4,91	2,21	7,66	4,15	6,27	1,60	5,30	5,01	3,67	8,23	4,38	6,51	1,35	44,5	0,378
FEV75	2,83	2,56	1,96	4,62	2,29	3,11	0,83	2,69	2,53	1,19	5,08	2,04	3,25	1,01	49,0	0,532
MVV(ind)	158,00	161,00	114,00	196,00	149,00	169,00	20,71	149,07	146,00	108,00	189,00	142,00	165,00	23,23	0,0	0,001
MET	0,49	0,47	0,34	0,65	0,44	0,53	0,08	0,64	0,68	0,28	0,84	0,58	0,76	0,16	42,0	0,306
FET	1,72	1,74	0,95	3,18	1,25	2,10	0,57	1,89	1,83	0,72	3,45	1,38	2,29	0,70	58,0	0,909

T - wartość testu kolejności par Wilcoxon; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Uwzględniając wyłącznie ratowników GPR, w próbie po wysiłku istotnie zmniejszyły się wartości parametrów FEV1, FEV3, FEV0.75/FEV6, FEF25 oraz MVV(ind) ($p < 0,05$) (Tab. 22).

Natomiast w przypadku ratowników ze Straży Pożarnej w próbie po wysiłku istotnie zmniejszyły się wartości parametrów FEF25 i FEV75 a zwiększyła się wartość parametru FET ($p < 0,05$) (Tab. 23).

Tabela 23. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie STRAŻ w pomiarze przed i po wysiłku

STRAŻ	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							T	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
FEV1	4,49	4,28	3,38	5,27	3,94	5,24	0,66	4,06	3,94	3,01	5,12	3,43	4,89	0,75	71,5	0,812
FEV0.75	4,08	4,14	3,25	4,84	3,48	4,62	0,58	3,97	4,15	2,67	5,21	3,25	4,52	0,76	28,0	0,069
FVC	5,11	5,04	3,68	6,67	4,70	5,64	0,78	4,82	4,69	3,28	6,18	4,26	5,61	0,87	59,5	0,977
FEV3	5,07	5,02	3,68	6,35	4,70	5,55	0,73	4,89	4,92	3,50	6,07	4,12	5,61	0,81	52,5	0,670
PEF	511,77	547,00	0,50	698,00	499,00	575,00	162,95	505,80	490,00	310,00	689,00	449,00	583,00	104,71	36,0	0,055
FEV0.75/ FEV6	80,00	80,00	68,00	98,00	74,00	87,00	7,85	75,27	73,00	61,00	97,00	71,00	81,00	8,38	31,0	0,056
FEF25	7,93	8,18	5,58	10,28	6,62	8,92	1,33	7,53	7,54	4,25	9,96	6,51	8,65	1,57	30,0	0,028
FEF50	5,87	5,84	3,64	7,72	4,58	6,70	1,27	5,76	5,67	4,01	7,98	4,32	6,51	1,35	37,0	0,062
FEV75	2,87	2,39	1,52	4,69	2,06	4,25	1,12	2,74	2,89	1,34	4,22	2,07	3,28	0,87	35,0	0,049
MVV(ind)	166,47	161,00	120,00	198,00	148,00	197,00	26,04	156,53	145,00	113,00	192,00	139,00	187,00	28,95	60,0	0,434
MET	0,49	0,49	0,30	0,75	0,40	0,56	0,12	0,53	0,49	0,25	0,84	0,45	0,59	0,17	35,0	0,088
FET	2,60	2,18	0,83	5,33	1,57	3,57	1,37	2,70	2,45	0,78	4,98	1,72	3,81	1,38	31,0	0,031

T - wartość testu kolejności par Wilcozona; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Tabela 24. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie osób w przedziale wieku od 20 do 30 lat w pomiarze przed i po wysiłku

20–30 lat	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							Z	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
FEV1	4,20	4,22	3,03	5,39	3,64	4,72	0,64	4,07	3,93	2,87	5,35	3,69	4,53	0,71	1,38	0,166
FEV0.75	3,82	3,90	2,54	4,58	3,52	4,21	0,52	4,00	3,79	2,67	9,85	3,67	4,12	1,18	0,35	0,729
FVC	4,30	4,45	3,01	5,29	3,81	4,85	0,64	4,25	4,26	2,82	5,16	3,77	4,89	0,68	0,16	0,875
FEV3	4,27	4,37	2,95	5,27	3,76	4,85	0,65	4,20	4,21	2,54	5,12	3,75	4,89	0,67	1,19	0,235
PEF	455,24	488,00	0,50	595,00	424,00	541,00	143,87	503,21	515,00	255,00	611,00	481,00	556,00	89,90	1,13	0,256
FEV0.75/ FEV6	89,18	89,00	78,00	100,00	83,00	94,00	6,93	89,39	95,00	72,00	100,00	79,00	100,00	10,48	0,13	0,896
FEF25	7,29	7,54	2,91	9,53	6,98	8,37	1,49	7,54	7,81	2,14	9,51	6,51	8,99	1,64	0,75	0,452
FEF50	5,82	5,42	2,21	7,66	4,70	7,21	1,52	6,08	6,04	3,67	8,23	4,97	7,19	1,44	1,97	0,048
FEV75	3,79	4,15	1,96	5,49	2,65	4,49	1,15	3,72	4,03	0,03	5,74	2,28	5,08	1,66	1,17	0,241
MVV(ind)	155,09	158,00	112,00	189,00	137,00	177,00	21,64	150,15	146,00	105,00	189,00	141,00	168,00	22,59	2,26	0,024
MET	0,40	0,38	0,24	0,56	0,35	0,46	0,09	0,62	0,33	0,13	3,54	0,29	0,59	0,78	1,33	0,183
FET	1,25	1,05	0,62	3,18	0,94	1,26	0,58	1,26	0,89	0,61	3,45	0,71	1,72	0,73	0,57	0,567

Z - wartość testu kolejności par Wilcozona; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Uwzględniając wyłącznie ratowników w wieku 20–30 lat, w próbie po wysiłku istotnie zmniejszyła się wartość parametru MVV(ind), a zwiększyła się wartości parametru FEF50 ($p < 0,05$) (Tab. 24).

Tabela 25. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie osób w przedziale wieku od 31 do 40 lat w pomiarze przed i po wysiłku

31–40 lat	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							Z	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
FEV1	4,26	4,25	3,03	5,27	3,74	4,85	0,71	4,12	4,11	2,87	5,12	3,77	4,62	0,66	1,96	0,049
FEV0.75	3,92	4,07	2,54	4,84	3,49	4,48	0,69	3,98	3,89	2,87	5,36	3,58	4,52	0,69	1,02	0,308
FVC	4,54	4,72	3,01	6,67	3,81	5,08	0,90	4,42	4,52	2,82	5,79	3,91	5,09	0,86	1,13	0,256
FEV3	4,50	4,71	2,95	6,35	3,81	5,07	0,88	4,42	4,57	2,54	6,01	3,93	5,09	0,91	1,46	0,143
PEF	472,97	483,00	310,00	698,00	419,50	538,00	87,87	495,06	481,00	334,00	654,00	453,00	562,00	82,72	1,07	0,281
FEV0.75/ FEV6	86,72	89,00	68,00	100,00	82,50	92,50	8,13	87,25	95,00	61,00	100,00	75,00	99,50	13,11	0,66	0,507
FEF25	7,02	7,21	5,09	10,28	5,98	7,94	1,24	7,39	7,54	4,25	9,96	6,33	7,87	1,31	1,05	0,292
FEF50	5,84	5,83	3,64	7,72	4,64	6,90	1,28	6,17	6,06	4,21	8,23	5,28	7,12	1,23	2,82	0,005
FEV75	3,54	3,71	1,78	5,49	2,47	4,44	1,08	3,71	3,77	0,03	5,70	2,89	4,90	1,40	2,43	0,015
MVV(ind)	159,22	158,00	112,00	198,00	143,00	182,00	26,95	155,06	157,00	105,00	192,00	140,00	184,00	27,72	2,07	0,038
MET	0,43	0,38	0,24	0,75	0,37	0,44	0,11	0,58	0,33	0,13	3,54	0,29	0,59	0,75	0,77	0,441
FET	1,45	1,04	0,62	5,33	0,95	1,66	0,92	1,35	0,89	0,61	4,98	0,72	1,66	0,95	2,43	0,015

Z - wartość testu kolejności par Wilcozona; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Mając wzgląd wyłącznie na ratowników w wieku 31–40 lat, w próbie po wysiłku istotnie zmniejszyły się wartości parametrów FEV1, MVV(ind) oraz FET a zwiększyły się wartości parametrów FEF50 i FEV75 ($p < 0,05$) (Tab. 25).

Tabela 26. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie osób w przedziale wieku od 41 do 50 lat w pomiarze przed i po wysiłku

41–50 lat	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							T	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
FEV1	4,06	3,85	3,08	5,04	3,38	4,95	0,80	3,93	4,08	2,88	4,99	3,33	4,49	0,73	10,0	0,138
FEV0.75	3,67	3,48	2,54	4,58	3,17	4,33	0,78	3,67	3,84	2,87	4,52	2,91	4,16	0,69	22,0	0,952
FVC	4,39	4,71	3,01	5,70	3,68	5,12	1,04	4,37	4,52	2,82	6,18	3,53	5,12	1,17	15,0	0,674
FEV3	4,34	4,44	2,95	5,70	3,68	5,12	1,04	4,28	4,25	2,54	6,07	3,50	5,12	1,19	14,0	0,575
PEF	472,67	478,00	310,00	695,00	353,00	547,00	127,47	499,33	466,00	385,00	689,00	449,00	524,00	92,58	20,0	0,767
FEV0.75/ FEV6	84,44	84,00	73,00	93,00	81,00	91,00	7,35	85,89	82,00	71,00	100,00	74,00	100,00	13,50	16,0	0,779
FEF25	6,75	6,11	5,09	9,14	5,65	8,37	1,50	7,82	7,54	6,20	9,81	7,10	8,65	1,27	7,0	0,066
FEF50	5,40	5,02	4,20	7,21	4,46	6,26	1,08	5,53	5,28	4,09	7,12	4,87	6,02	1,02	21,0	0,858
FEV75	2,98	2,98	1,52	5,01	2,36	3,11	1,15	2,86	2,44	0,03	5,45	2,07	3,63	1,61	18,0	0,593
MVV(ind)	150,67	144,00	112,00	189,00	120,00	186,00	32,41	145,78	153,00	105,00	187,00	115,00	168,00	30,55	8,0	0,085
MET	0,43	0,43	0,36	0,53	0,37	0,47	0,06	0,73	0,42	0,13	3,54	0,29	0,52	1,06	16,0	0,441
FET	2,03	1,26	0,92	5,11	0,95	2,38	1,53	2,18	1,55	0,67	4,89	0,71	3,81	1,76	18,0	0,593

T - wartość testu kolejności par Wilcozona; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

W grupie ratowników w wieku 41–50 lat wyniki spirometrii przed wysiłkiem i po wysiłku nie różniły się istotnie statystycznie w żadnym z mierzonych parametrów ($p > 0,05$) (Tab. 26).

4.1.3. Zależność skuteczności akcji w wodzie od wyników spirometrii

Tabela 27. Ocena zależności wyników spirometrii (po wysiłku oraz różnicy pomiędzy wynikiem przed i po wysiłku – poziomem zmęczenia) i skuteczności akcji w wodzie wśród ogółu ratowników

Spirometria	po aktywności a wskaźnik skuteczności akcji w wodzie [ocena]		po aktywności a skuteczność akcji w wodzie [%]		Różnica spirometrii - (po-przed) a wskaźnik skuteczności akcji w wodzie [ocena]		Różnica spirometrii (po-przed) a skuteczność akcji w wodzie [%]	
	R	p	R	p	R	p	R	p
FEV1	-0,00	0,969	0,04	0,724	0,02	0,888	-0,00	0,989
FEV0.75	0,10	0,404	0,11	0,330	0,06	0,596	0,00	0,991
FVC	0,10	0,391	0,19	0,096	0,15	0,204	0,15	0,185
FEV3	0,07	0,524	0,18	0,116	0,02	0,877	0,07	0,557
PEF	-0,02	0,871	0,04	0,734	-0,07	0,561	-0,08	0,503
FEV0.75/FEV6	-0,11	0,335	-0,19	0,089	-0,11	0,343	-0,17	0,126
FEF25	0,00	0,972	-0,03	0,826	-0,13	0,273	-0,17	0,148
FEF50	0,04	0,747	0,02	0,873	-0,05	0,668	-0,04	0,727
FEV75	-0,12	0,304	-0,18	0,114	-0,02	0,845	-0,09	0,413
MVV(ind)	-0,01	0,923	0,05	0,638	-0,05	0,670	-0,04	0,737
MET	0,10	0,395	0,19	0,098	0,13	0,265	0,18	0,113
FET	0,05	0,687	0,15	0,188	0,06	0,587	0,08	0,462

R - wartość testu korelacji rang Spearmana; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Nie wykazano obecności istotnej statystycznie korelacji pomiędzy wynikami spirometrii w próbie po wysiłku a skutecznością przeprowadzonej akcji w wodzie. Nie było również związku pomiędzy skutecznością akcji w wodzie a wydolnością ratowników mierzona różnicą w wyniku badania spirometrycznego przed i po wysiłku ($p > 0,05$). Korelacje te uwzględniały wszystkich ratowników łącznie, lecz w dalszej części analizy oceniono te same korelacje z uwzględnieniem jednostki i grup wiekowych (Tab. 27).

Ratownicy RW WOPR, którzy w próbie spirometrii po wysiłku, uzyskiwali większe wartości parametru FEF25 uzyskiwali również wyższe oceny skuteczności akcji ratunkowej.

Tabela 28. Wynik spirometrii po wysiłku a wskaźnik skuteczności akcji w wodzie (ocena) z podziałem na jednostkę

Wynik spirometrii po wysiłku	RW WOPR		GROM		BOA		GOPR		STRAŻ	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
FEV1	0,03	0,914	-0,50	0,043	0,30	0,264	-0,13	0,643	0,50	0,060
FEV0.75	0,12	0,661	-0,48	0,052	0,08	0,757	0,29	0,286	0,45	0,089
FVC	0,02	0,944	-0,45	0,069	0,39	0,131	-0,14	0,615	0,56	0,031
FEV3	0,02	0,944	-0,45	0,069	0,39	0,131	-0,08	0,785	0,38	0,164
PEF	0,21	0,461	-0,21	0,412	0,11	0,675	-0,12	0,680	0,15	0,589
FEV0.75/FEV6	0,04	0,896	0,33	0,190	-0,29	0,277	-0,08	0,771	-0,19	0,498
FEF25	0,53	0,042	-0,12	0,646	0,02	0,944	-0,20	0,470	0,09	0,761
FEF50	0,41	0,132	-0,34	0,184	-0,05	0,858	-0,01	0,975	0,33	0,232
FEV75	0,16	0,570	-0,28	0,273	-0,01	0,970	-0,20	0,470	0,21	0,449
MVV(ind)	0,01	0,965	-0,49	0,048	0,30	0,259	-0,13	0,642	0,39	0,156
MET	-0,07	0,794	-0,26	0,304	0,39	0,137	0,48	0,069	-0,12	0,679
FET	-0,13	0,637	-0,36	0,161	0,30	0,259	-0,04	0,884	-0,15	0,585

R - wartość testu korelacji rang Spearmana; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Ratownicy GROM, którzy w próbie spirometrii po wysiłku, uzyskiwali większe wartości parametrów FEV1 i MVV(ind) uzyskiwali niższe oceny skuteczności akcji ratunkowej. Ratownicy STRAŻY, którzy w próbie spirometrii po wysiłku, uzyskiwali większe wartości parametru FVC uzyskiwali również wyższe oceny skuteczności akcji ratunkowej (Tab. 28).

W przypadku oceny procentowej skuteczności akcji w wodzie istotne były dwie korelacje. Ratownicy RW WOPR, którzy w próbie spirometrii po wysiłku, uzyskiwali większe wartości parametru FEF25 oraz ratownicy STRAŻY, którzy w próbie spirometrii po wysiłku, uzyskiwali większe wartości parametru FVC mieli także większą procentową skuteczność akcji ratunkowej (Tab. 29).

Tabela 29. Wynik spirometrii po wysiłku a skuteczność akcji w wodzie [%] z podziałem na jednostkę

Wynik spirometrii po wysiłku	RW WOPR		GROM		BOA		GOPR		STRAŻ	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
FEV1	0,20	0,469	-0,24	0,348	0,35	0,182	-0,16	0,580	0,46	0,084
FEVO.75	0,28	0,310	-0,24	0,359	0,11	0,679	0,33	0,234	0,33	0,232
FVC	0,09	0,736	-0,23	0,379	0,44	0,086	-0,11	0,689	0,56	0,031
FEV3	0,09	0,736	-0,23	0,379	0,44	0,086	0,03	0,914	0,34	0,216
PEF	0,35	0,207	0,03	0,907	0,17	0,519	-0,10	0,722	0,25	0,368
FEV0.75/FEV6	-0,01	0,958	0,21	0,410	-0,31	0,236	-0,13	0,652	-0,34	0,215
FEF25	0,54	0,039	-0,05	0,862	0,03	0,900	-0,14	0,625	-0,10	0,732
FEF50	0,43	0,108	-0,11	0,676	-0,08	0,769	0,11	0,689	0,19	0,491
FEV75	0,27	0,329	-0,11	0,683	-0,06	0,811	-0,20	0,470	0,03	0,909
MVV(ind)	0,18	0,510	-0,23	0,369	0,36	0,174	-0,05	0,859	0,29	0,287
MET	0,02	0,934	-0,21	0,419	0,46	0,073	0,50	0,059	0,06	0,844
FET	-0,05	0,869	-0,24	0,353	0,34	0,202	0,03	0,924	-0,09	0,752

R - wartość testu korelacji rang Spearmana; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Tabela 30. Różnica w wartości spirometrii (poziom zmęczenia mięśni oddechowych) a wskaźnik skuteczności akcji w wodzie (ocena) z podziałem na jednostkę

Różnica (po-przed)	RW WOPR		GROM		BOA		GOPR		STRAŻ	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
FEV1	0,44	0,102	-0,02	0,936	0,10	0,715	-0,19	0,491	0,30	0,274
FEVO.75	0,41	0,125	-0,05	0,862	-0,23	0,400	0,13	0,639	0,23	0,420
FVC	0,37	0,169	-0,17	0,516	0,54	0,031	-0,15	0,606	0,45	0,092
FEV3	0,36	0,192	-0,24	0,359	0,56	0,023	-0,15	0,601	0,02	0,945
PEF	0,32	0,238	0,06	0,811	-0,32	0,222	-0,39	0,149	0,18	0,524
FEV0.75/FEV6	0,09	0,759	0,33	0,193	-0,47	0,069	-0,13	0,640	-0,23	0,416
FEF25	0,26	0,357	0,06	0,833	-0,31	0,249	-0,18	0,511	-0,20	0,467
FEF50	-0,03	0,904	0,18	0,493	-0,40	0,124	0,06	0,845	0,12	0,676
FEV75	0,45	0,090	0,20	0,434	-0,42	0,102	0,19	0,487	-0,56	0,031
MVV(ind)	0,32	0,252	-0,09	0,745	0,21	0,431	-0,13	0,637	-0,00	0,990
MET	0,00	1,000	-0,13	0,613	0,49	0,056	0,23	0,404	0,02	0,934
FET	0,04	0,884	-0,22	0,401	0,42	0,104	-0,22	0,427	0,23	0,420

R - wartość testu korelacji rang Spearmana; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Biorąc pod uwagę zmienność wyniku spirometrii (wynik po wysiłku – wynik przed wysiłkiem), jej istotny statystycznie wpływ na ocenę skuteczności akcji ratowniczej dostrzeżono w grupie BOA i STRAŻY. W przypadku ratowników BOA, im wielkość parametrów FVC oraz FEV3 w pomiarze po wysiłku była wyższa względem pomiaru przed wysiłkiem tym ratownicy ci mieli większą skuteczność akcji ratunkowej. Z kolei w przypadku ratowników STRAŻY, im wartość FEV75 po wysiłku była niższa względem wartości przed wysiłkiem tym ratownicy ci mieli większą skuteczność akcji ratunkowej (Tab. 30).

Równocześnie biorąc pod uwagę skuteczność akcji w wodzie ocenianej w skali procentowej, istotny wpływ na nią zmienności wyniku spirometrii (wynik po wysiłku – wynik przed wysiłkiem) odnotowano w grupie BOA i STRAŻY. W przypadku STRAŻY wnioski były takie same – im wartość FEV75 po wysiłku była niższa względem wartości

przed wysiłkiem tym ratownicy ci mieli większą skuteczność akcji ratunkowej. W przypadku BOA, potwierdzono pozytywny wpływ na skuteczność akcji zmiany wartości parametrów FVC i FEV3 a dodatkowo parametru MET. W przypadku ratowników BOA, im wielkość wskazanych parametrów (FVC, FEV3, MET) w pomiarze po wysiłku była wyższa względem pomiaru przed wysiłkiem tym ratownicy ci mieli większą skuteczność akcji ratunkowej. Wykazano ponadto, że im wartość FEV0.75/FEV6 po wysiłku była wśród ratowników BOA niższa względem wartości przed wysiłkiem tym ratownicy ci mieli większą skuteczność akcji ratunkowej (Tab. 31).

Tabela 31. Różnica w wartości spirometrii (poziom zmęczenia mięśni oddechowych) a skuteczność akcji w wodzie [%] z podziałem na jednostkę

Różnica (po-przed)	RW WOPR		GROM		BOA		GOPR		STRAŻ	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
FEV1	0,49	0,066	0,07	0,804	0,19	0,469	-0,27	0,334	0,43	0,107
FEV0.75	0,36	0,192	0,06	0,811	-0,21	0,436	0,10	0,732	0,15	0,594
FVC	0,37	0,173	-0,01	0,959	0,71	0,002	-0,20	0,466	0,43	0,108
FEV3	0,38	0,165	-0,08	0,767	0,72	0,002	-0,08	0,770	0,13	0,643
PEF	0,30	0,279	0,08	0,767	-0,28	0,292	-0,43	0,109	0,31	0,260
FEV0.75/FEV6	0,06	0,828	0,15	0,578	-0,50	0,047	-0,14	0,631	-0,32	0,241
FEF25	0,22	0,430	0,11	0,669	-0,29	0,277	-0,13	0,643	-0,37	0,173
FEF50	-0,06	0,834	0,20	0,446	-0,45	0,083	0,07	0,795	0,29	0,296
FEV75	0,41	0,132	-0,06	0,818	-0,44	0,090	0,16	0,562	-0,61	0,016
MVV(ind)	0,42	0,116	0,06	0,817	0,30	0,253	-0,11	0,707	0,01	0,960
MET	0,01	0,960	-0,12	0,633	0,58	0,019	0,22	0,427	0,12	0,671
FET	0,05	0,854	-0,16	0,530	0,48	0,059	-0,21	0,450	0,11	0,704

R - wartość testu korelacji rang Spearmana; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Tabela 32. Wynik spirometrii po wysiłku a wskaźnik skuteczności akcji w wodzie (ocena) z podziałem na wiek

Wynik spirometrii po wysiłku	20–30 lat		31–40 lat		41–50 lat	
	R	p	R	p	R	p
FEV1	-0,09	0,621	-0,16	0,341	0,53	0,139
FEV0.75	0,16	0,362	-0,09	0,622	0,42	0,265
FVC	0,03	0,876	-0,05	0,788	0,52	0,154
FEV3	-0,05	0,773	-0,10	0,556	0,52	0,154
PEF	0,16	0,365	-0,31	0,069	0,50	0,170
FEV0.75/FEV6	0,03	0,860	-0,07	0,671	-0,20	0,600
FEF25	0,28	0,116	-0,22	0,199	0,45	0,224
FEF50	0,29	0,104	-0,24	0,152	-0,17	0,668
FEV75	-0,02	0,932	-0,26	0,125	-0,28	0,460
MVV(ind)	-0,03	0,860	-0,26	0,130	0,52	0,154
MET	0,11	0,531	-0,03	0,853	0,25	0,515
FET	0,01	0,948	0,01	0,969	-0,05	0,898

R - wartość testu korelacji rang Spearmana; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Nie stwierdzono związku pomiędzy wynikiem spirometrii po wysiłku a oceną skuteczności akcji w wodzie, rozważając zależności te w poszczególnych grupach wiekowych ratowników (Tab. 32).

Nie stwierdzono również związku pomiędzy wynikiem spirometrii po wysiłku a procentową oceną skuteczności akcji w wodzie, rozważając zależności te w poszczególnych grupach wiekowych ratowników (Tab. 33).

Tabela 33. Wynik spirometrii po wysiłku a skuteczność akcji w wodzie [%] z podziałem badanych ze względu na wiek

Wynik spirometrii po wysiłku	20–30 lat		31–40 lat		41–50 lat	
	R	p	R	p	R	p
FEV1	-0,03	0,888	-0,09	0,596	0,45	0,224
FEV0.75	0,22	0,225	-0,07	0,692	0,28	0,460
FVC	0,17	0,357	0,05	0,781	0,47	0,205
FEV3	0,12	0,489	-0,01	0,974	0,47	0,205
PEF	0,20	0,273	-0,18	0,295	0,47	0,205
FEV0.75/FEV6	-0,11	0,536	-0,18	0,307	-0,20	0,600
FEF25	0,18	0,306	-0,24	0,156	0,42	0,265
FEF50	0,21	0,251	-0,23	0,184	-0,22	0,576
FEV75	-0,12	0,521	-0,28	0,103	-0,32	0,406
MVV(ind)	0,09	0,633	-0,17	0,310	0,45	0,224
MET	0,27	0,134	0,04	0,802	0,27	0,486
FET	0,18	0,304	0,10	0,565	-0,02	0,966

R - wartość testu korelacji rang Spearmana; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Tabela 34. Różnica w wartości spirometrii (poziom zmęczenia mięśni oddechowych) a wskaźnik skuteczności akcji w wodzie (ocena) z podziałem na wiek

Różnica (po-przed)	20–30 lat		31–40 lat		41–50 lat	
	R	p	R	p	R	p
FEV1	0,10	0,596	0,07	0,706	0,03	0,932
FEV0.75	0,18	0,330	0,05	0,784	0,03	0,932
FVC	0,18	0,326	0,09	0,605	0,45	0,222
FEV3	-0,01	0,940	-0,11	0,528	0,53	0,139
PEF	0,18	0,326	-0,16	0,355	-0,08	0,831
FEV0.75/FEV6	0,07	0,714	-0,02	0,928	-0,38	0,318
FEF25	0,09	0,609	-0,15	0,393	-0,05	0,898
FEF50	0,13	0,474	-0,08	0,633	-0,33	0,381
FEV75	0,17	0,333	-0,05	0,758	-0,22	0,576
MVV(ind)	0,05	0,791	-0,09	0,598	0,33	0,391
MET	0,21	0,248	-0,01	0,960	0,18	0,637
FET	0,13	0,457	-0,09	0,584	0,25	0,516

R - wartość testu korelacji rang Spearmana; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Nie potwierdzono związku pomiędzy różnicą w wynikach spirometrii przed i po wysiłku a oceną skuteczności akcji w wodzie, rozważając zależności te w poszczególnych grupach wiekowych ratowników (Tab. 34).

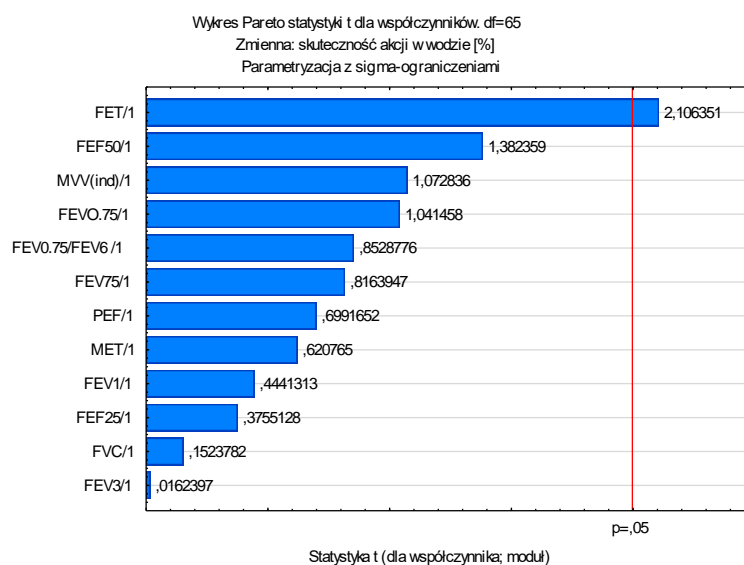
Nie potwierdzono także związku pomiędzy różnicą w wynikach spirometrii przed i po wysiłku a oceną procentową skuteczności akcji w wodzie, rozważając zależności te w poszczególnych grupach wiekowych ratowników (Tab. 35).

Tabela 35. Różnica w wartości spirometrii (poziom zmęczenia mięśni oddechowych) a skuteczność akcji w wodzie [%] z podziałem na wiek

Różnica (po-przed)	20–30 lat		31–40 lat		41–50 lat	
	R	p	R	p	R	p
FEV1	0,01	0,968	0,14	0,408	0,00	1,000
FEV0.75	0,03	0,876	0,01	0,944	0,02	0,966
FVC	0,15	0,398	0,16	0,357	0,43	0,252
FEV3	0,01	0,943	-0,02	0,887	0,52	0,154
PEF	0,07	0,683	-0,11	0,515	-0,05	0,898
FEV0.75/FEV6	-0,08	0,653	-0,12	0,500	-0,35	0,354
FEF25	-0,05	0,774	-0,17	0,309	-0,07	0,865
FEF50	0,03	0,880	-0,01	0,970	-0,32	0,406
FEV75	0,01	0,951	-0,20	0,253	-0,18	0,637
MVV(ind)	-0,00	0,983	-0,03	0,879	0,33	0,391
MET	0,33	0,064	0,05	0,783	0,22	0,576
FET	0,24	0,176	-0,10	0,566	0,27	0,488

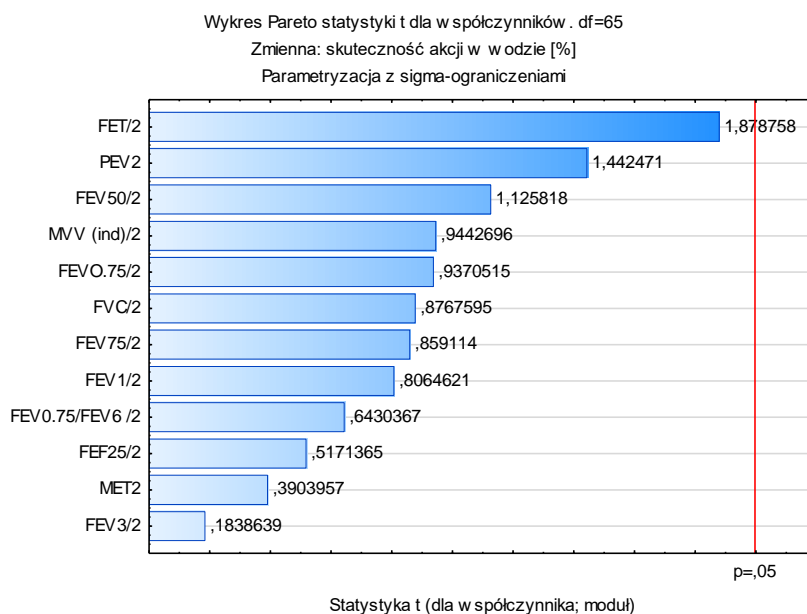
R - wartość testu korelacji rang Spearmana; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Na wykresach Pareto ukazano w jaki sposób wielkość parametrów mierzonych w spirometrii wpływa na skuteczność akcji w wodzie (Wyk. 6–9). Linia czerwoną oznaczono punkt odcięcia dla czynników istotnie różnicujących skuteczność akcji w wodzie. W przypadku wyników spirometrii przed wysiłkiem istotny wpływ na skuteczność akcji w wodzie miała wartość parametru FET.

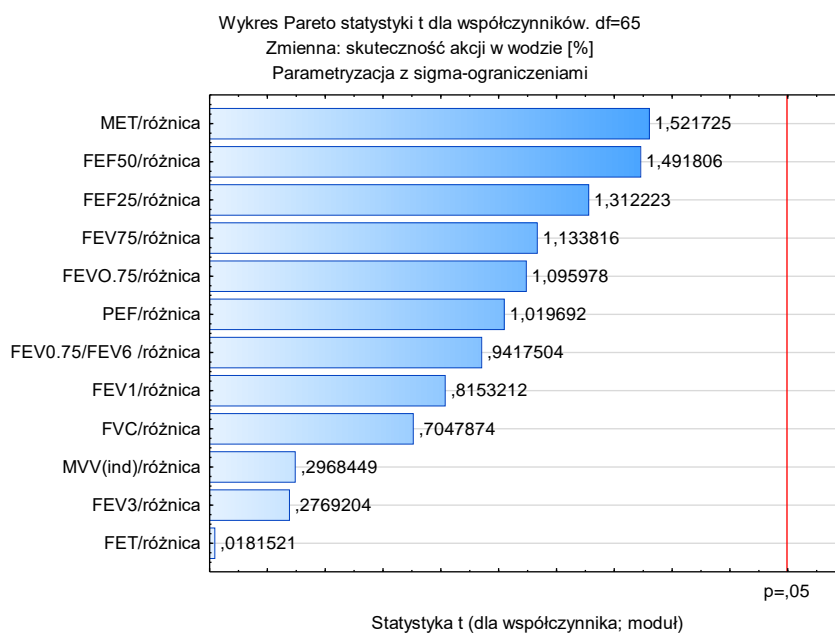


Wykres 6. Wykres Pareto – skuteczność akcji w wodzie [%] a wynik spirometrii w pomiarze przed wysiłkiem

Wyniki spirometrii po wysiłku oraz wartości różnicy pomiędzy wynikami przed i po wysiłku nie wpływały na skuteczność akcji w wodzie ogółu ratowników.



Wykres 7. Wykres Pareto – skuteczność akcji w wodzie [%] a wynik spirometrii w pomiarze po wysiłku



Wykres 8. Wykres Pareto – skuteczność akcji w wodzie [%] a wielkość różnicy w wyniku spirometrii przed i po wysiłku (poziom zmęczenia mięśni oddechowych)

4.2. Zależności między skutecznością zabiegów resuscytacyjno-krażeńiowych (RKO) a poziomem zmęczenia mięśni oddechowych

4.2.1. Testy RKO – ratownik wypoczęty i zmęczony

Wykonywaną resuscytację RKO diagnozowano przy zastosowaniu Niezawodnego Zespołu Mechanicznych Wskaźników zarówno przed wysiłkiem (RKO wypoczynek) jak i po wysiłku (RKO zmęczenie). Poniżej wymieniono wszystkie oceniane wskaźniki wraz ze skrótami ich nazw:

VmV	– wentylacja minutowa
IV	– wentylacja początkowa
VR	– częstotliwość oddechów
VV	– objętość wdechu
Si	– wdmuchnięcia do żołądka
ECCR	– częstotliwość uciśnień klatki piersiowej
C/Relax	– stosunek uciśnień do relaksacji
Cd	– głębokość uciśnień
PbECC	– przerwy pomiędzy uciśnięciami
Whp	– złe ułożenie rąk
L	– relaksacja
C/Vent	– stosunek uciśnień do wdechów

Tabela 36. Porównanie wartości parametrów RKO wśród ogółu badanych osób w pomiarze przed i po wysiłku

Wszyscy badani	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							Z	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
VmV [L/min]	3,06	3,00	1,20	5,20	1,80	3,80	1,19	4,18	3,70	2,40	6,10	3,20	5,50	1,21	5,31	<0,001
IV	1,38	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,93	1,90	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,31	4,26	<0,001
VR [min]	3,59	3,50	2,00	5,00	3,00	4,00	0,92	4,78	5,00	4,00	6,00	4,00	5,00	0,60	6,39	<0,001
VV [L]	0,81	0,80	0,40	1,20	0,70	0,90	0,22	0,85	0,80	0,50	1,10	0,80	1,00	0,18	1,97	0,049
Si	1,99	1,00	0,00	10,00	0,00	2,00	2,98	5,74	5,00	0,00	14,00	0,00	11,00	5,10	6,45	<0,001
ECCR [min]	117,49	114,00	106,00	139,00	109,00	124,00	9,85	125,49	122,00	102,00	144,00	118,00	139,00	12,37	5,94	<0,001
Cd [mm]	57,78	59,50	41,00	70,00	49,00	65,00	9,76	51,31	50,00	33,00	64,00	46,00	59,00	9,27	6,00	<0,001
PbEcc [s]	9,27	9,00	7,00	12,00	8,00	11,00	1,80	8,29	8,00	6,00	10,00	7,00	10,00	1,35	6,06	<0,001
Whp	11,69	0,00	0,00	73,00	0,00	17,00	22,47	47,47	8,50	0,00	230,00	0,00	88,00	73,09	5,44	<0,001
L	102,63	49,00	0,00	259,00	15,00	211,00	101,35	146,27	153,00	0,00	320,00	54,00	190,00	107,96	4,17	<0,001

Z - wartość testu U Manna-Whitney'a; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Porównano wartości parametrów RKO, w próbie przeprowadzonej przed i po wysiłku u wszystkich badanych ratowników. W próbie po wysiłku istotnie statystycznie zwiększyły się wartości parametrów: VmV [L/min], IV, VR [min], VV [L], Si, ECCR [min], Whp oraz L, natomiast istotnie zmniejszyły się wartości parametrów Cd [mm] oraz PbEcc [s] ($p < 0,05$) (Tab. 36).

Tabela 37. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie RW WOPR w pomiarze przed i po wysiłku

RW WOPR	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							T	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
VmV [L/min]	3,08	3,00	1,20	5,20	2,40	4,20	1,13	3,91	3,70	2,40	6,10	2,40	4,70	1,28	8,0	0,026
IV	1,20	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	1,01	1,93	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,26	1,0	0,028
VR [min]	3,67	3,00	2,00	5,00	3,00	5,00	0,98	4,87	5,00	4,00	6,00	5,00	5,00	0,52	0,0	0,005
VV [L]	0,80	0,80	0,40	1,20	0,70	0,90	0,20	0,79	0,80	0,50	1,10	0,50	0,90	0,21	29,0	0,722
Si	1,60	1,00	0,00	10,00	0,00	2,00	2,61	5,07	4,00	0,00	14,00	2,00	9,00	4,61	0,0	0,002
ECCR [min]	115,73	115,00	106,00	139,00	109,00	120,00	9,46	123,67	120,00	102,00	144,00	118,00	133,00	11,09	9,0	0,004
Cd [mm]	61,33	65,00	41,00	70,00	59,00	70,00	9,89	54,53	59,00	33,00	64,00	49,00	61,00	9,16	6,5	0,004
PbEcc [s]	8,80	9,00	7,00	12,00	7,00	10,00	1,78	8,20	8,00	6,00	10,00	8,00	9,00	1,15	24,0	0,074
Whp	7,60	0,00	0,00	73,00	0,00	0,00	19,51	31,00	0,00	0,00	230,00	0,00	20,00	64,93	0,0	0,043
L	112,47	72,00	0,00	259,00	22,00	211,00	101,53	166,87	153,00	0,00	320,00	64,00	320,00	122,20	15,0	0,019

T - wartość testu kolejności par Wilcoxon; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Uwzględniając wyłącznie ratowników RW WOPR, w próbie po wysiłku istotnie zwiększyły się wartości parametrów: VmV [L/min], IV, VR [min], Si, ECCR [min], Whp oraz L, natomiast istotnie zmniejszyła się wartość parametru Cd [mm] ($p < 0,05$) (Tab. 37).

Tabela 38. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie GROM w pomiarze przed i po wysiłku

GROM	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							T	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
VmV [L/min]	3,08	3,60	1,20	5,20	1,80	3,80	1,28	4,42	4,60	2,90	6,10	3,60	5,50	1,14	20,0	0,007
IV	1,53	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,87	1,88	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,33	3,0	0,116
VR [min]	3,59	4,00	2,00	5,00	3,00	4,00	0,94	4,76	5,00	4,00	6,00	4,00	5,00	0,66	0,0	0,002
VV [L]	0,82	0,80	0,40	1,20	0,70	0,90	0,24	0,90	0,90	0,70	1,10	0,80	1,00	0,14	34,0	0,245
Si	2,24	1,00	0,00	10,00	0,00	2,00	3,19	6,24	6,00	0,00	14,00	0,00	11,00	5,54	0,0	0,003
ECCR [min]	118,94	113,00	106,00	139,00	109,00	124,00	10,76	127,41	125,00	102,00	144,00	120,00	139,00	13,43	19,0	0,006
Cd [mm]	55,59	59,00	41,00	67,00	49,00	64,00	9,41	49,65	50,00	33,00	64,00	46,00	59,00	9,14	15,0	0,011
PbEcc [s]	9,59	9,00	7,00	12,00	8,00	11,00	1,80	8,35	8,00	6,00	10,00	7,00	10,00	1,50	0,0	0,001
Whp	13,41	0,00	0,00	73,00	0,00	17,00	24,15	54,71	17,00	0,00	230,00	0,00	88,00	77,46	0,0	0,005
L	91,53	26,00	0,00	259,00	15,00	141,00	101,90	125,06	135,00	0,00	311,00	54,00	164,00	96,15	32,0	0,112

T - wartość testu kolejności par Wilcoxon; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Mając na względzie wyłącznie ratowników GROM, w próbie po wysiłku istotnie zwiększyły się wartości parametrów: VmV [L/min], VR [min], Si, ECCR [min] oraz Whp, natomiast istotnie zmniejszyły się wartości parametrów Cd [mm] oraz PbEcc [s] ($p < 0,05$) (Tab. 38).

Tabela 39. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie BOA w pomiarze przed i po wysiłku

BOA	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							T	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
VmV [L/min]	3,04	3,00	1,20	5,20	1,80	3,80	1,23	4,10	3,70	2,40	6,10	3,05	5,50	1,26	18,0	0,030
IV	1,38	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,96	1,88	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,34	3,0	0,063
VR [min]	3,50	3,50	2,00	5,00	3,00	4,00	0,89	4,69	5,00	4,00	6,00	4,00	5,00	0,60	0,0	0,003
VV [L]	0,81	0,80	0,40	1,20	0,70	0,90	0,22	0,84	0,80	0,50	1,10	0,75	1,00	0,19	35,0	0,463
Si	2,06	1,00	0,00	10,00	0,00	2,00	3,30	5,75	5,00	0,00	14,00	0,00	11,00	5,29	0,0	0,003
ECCR [min]	116,81	114,00	106,00	139,00	109,00	122,00	9,05	124,00	122,00	102,00	144,00	117,50	136,00	12,61	19,0	0,011
Cd [mm]	57,13	59,00	41,00	70,00	49,00	64,50	9,83	50,06	49,50	33,00	64,00	44,00	59,00	9,59	6,0	0,004
PbEcc [s]	9,31	9,00	7,00	12,00	8,00	11,00	1,85	8,31	8,00	6,00	10,00	7,00	10,00	1,45	11,0	0,005
Whp	14,25	0,00	0,00	73,00	0,00	20,50	24,68	57,06	18,50	0,00	230,00	0,00	99,00	79,36	0,0	0,008
L	109,75	49,00	0,00	259,00	15,00	229,00	109,47	158,44	158,50	0,00	320,00	59,00	250,50	112,56	22,0	0,056

T - wartość testu kolejności par Wilcoxon; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Uwzględniając wyłącznie ratowników BOA, w próbie po wysiłku istotnie zwiększyły się wartości parametrów: VmV [L/min], VR [min], Si, ECCR [min] oraz Whp, natomiast istotnie zmniejszyły się wartości parametrów Cd [mm] oraz PbEcc [s] ($p < 0,05$) (Tab. 39).

Tabela 40. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie Gopr w pomiarze przed i po wysiłku

Gopr	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							T	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
VmV [L/min]	3,04	3,60	1,20	5,20	1,80	3,80	1,19	4,25	4,60	2,40	6,10	3,20	5,50	1,25	8,0	0,009
IV	1,33	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,98	1,93	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,26	1,0	0,046
VR [min]	3,67	3,00	2,00	5,00	3,00	5,00	0,98	4,93	5,00	4,00	6,00	5,00	5,00	0,59	0,0	0,003
VV [L]	0,80	0,80	0,40	1,20	0,70	0,90	0,23	0,85	0,90	0,50	1,10	0,80	1,00	0,19	25,0	0,272
Si	1,80	1,00	0,00	10,00	0,00	2,00	2,65	5,60	4,00	0,00	14,00	0,00	11,00	5,21	0,0	0,003
ECCR [min]	118,87	115,00	106,00	139,00	109,00	131,00	11,31	127,80	125,00	102,00	144,00	118,00	141,00	12,51	9,0	0,004
Cd [mm]	58,93	64,00	41,00	70,00	49,00	67,00	10,33	53,13	50,00	33,00	64,00	49,00	61,00	8,86	14,0	0,016
PbEcc [s]	9,13	9,00	7,00	12,00	7,00	11,00	1,88	8,27	8,00	6,00	10,00	7,00	10,00	1,28	10,0	0,013
Whp	7,60	0,00	0,00	73,00	0,00	0,00	19,51	32,13	0,00	0,00	230,00	0,00	20,00	64,49	0,0	0,028
L	97,40	72,00	0,00	259,00	15,00	211,00	95,31	135,33	135,00	0,00	320,00	54,00	190,00	110,20	23,0	0,064

T - wartość testu kolejności par Wilcoxon; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Uwzględniając wyłącznie ratowników Gopr, w próbie po wysiłku istotnie statystycznie zwiększyły się wartości parametrów: VmV [L/min], IV, VR [min], VV [L], Si, ECCR [min] oraz Whp, natomiast istotnie zmniejszyły się wartości parametrów Cd [mm] oraz PbEcc [s] ($p < 0,05$) (Tab. 40).

Tabela 41. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie STRAŻ w pomiarze przed i po wysiłku

STRAŻ	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							T	p
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
VmV [L/min]	3,08	3,00	1,20	5,20	1,80	3,80	1,26	4,21	3,70	2,40	6,10	3,20	5,50	1,22	18,0	0,030
IV	1,47	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,92	1,87	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,35	3,0	0,116
VR [min]	3,53	4,00	2,00	5,00	3,00	4,00	0,92	4,67	5,00	4,00	6,00	4,00	5,00	0,62	0,0	0,005
VV [L]	0,82	0,80	0,40	1,20	0,70	0,90	0,22	0,87	0,80	0,50	1,10	0,80	1,00	0,17	29,0	0,784
Si	2,20	1,00	0,00	10,00	0,00	2,00	3,36	6,00	6,00	0,00	14,00	0,00	11,00	5,37	0,0	0,005
ECCR [min]	116,93	113,00	106,00	139,00	109,00	124,00	9,35	124,40	122,00	102,00	144,00	117,00	139,00	12,94	17,0	0,015
Cd [mm]	56,27	59,00	41,00	70,00	49,00	64,00	9,54	49,47	49,00	33,00	64,00	42,00	59,00	9,62	6,0	0,006
PbEcc [s]	9,47	9,00	7,00	12,00	8,00	11,00	1,81	8,33	8,00	6,00	10,00	7,00	10,00	1,50	5,0	0,003
Whp	15,20	0,00	0,00	73,00	0,00	24,00	25,25	60,87	20,00	0,00	230,00	0,00	110,00	80,63	4,0	0,008
L	103,00	26,00	0,00	259,00	15,00	247,00	109,81	147,67	153,00	0,00	320,00	54,00	190,00	107,64	20,0	0,075

T - wartość testu kolejności par Wilcoxon; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Uwzględniając wyłącznie ratowników STRAŻY, w próbie po wysiłku istotnie zwiększyły się wartości parametrów: VmV [L/min], VR [min], Si, ECCR [min] oraz Whp, natomiast istotnie zmniejszyły się wartości parametrów Cd [mm] oraz PbEcc [s] ($p < 0,05$) (Tab. 41).

Uwzględniając wyłącznie ratowników w wieku 20–30 lat, w próbie po wysiłku istotnie statystycznie zwiększyły się wartości parametrów: VmV [L/min], IV, VR [min], Si, ECCR [min], Whp oraz L, natomiast istotnie zmniejszyły się wartości parametrów Cd [mm] oraz PbEcc [s] ($p < 0,05$) (Tab. 42). Odnosząc się wyłącznie do ratowników w wieku

31–40 lat, w próbie po wysiłku istotnie statystycznie zwiększyły się wartości parametrów: VmV [L/min], IV, VR [min], VV [L], Si, ECCR [min], Whp oraz L, natomiast istotnie zmniejszyły się wartości parametrów Cd [mm] oraz PbEcc [s] ($p < 0,05$) (Tab. 43). Analizując wyłącznie ratowników w wieku 41-50 lat, w próbie po wysiłku istotnie statystycznie zwiększyły się wartości parametrów: VmV [L/min], IV, VR [min], Si, oraz ECCR [min], natomiast istotnie zmniejszyła się wartość parametru PbEcc [s] ($p < 0,05$) (Tab. 44).

Tabela 42. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie osób w przedziale wieku od 20 do 30 lat w pomiarze przed i po wysiłku

20–30 lat	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							T	P
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
VmV [L/min]	3,13	3,00	1,20	5,20	1,80	4,20	1,28	4,07	3,70	2,40	6,10	3,20	4,70	1,18	2,73	0,006
IV	1,27	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,98	1,88	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,33	3,00	0,003
VR [min]	3,52	3,00	2,00	5,00	3,00	4,00	0,94	4,73	5,00	4,00	6,00	4,00	5,00	0,57	4,11	<0,001
VV [L]	0,84	0,80	0,40	1,20	0,70	0,90	0,23	0,83	0,80	0,50	1,10	0,80	0,90	0,18	0,17	0,866
Si	1,64	1,00	0,00	10,00	0,00	2,00	2,49	5,70	6,00	0,00	14,00	0,00	11,00	5,03	4,28	<0,001
ECCR [min]	115,55	113,00	106,00	139,00	109,00	120,00	8,99	124,06	122,00	102,00	144,00	118,00	133,00	10,53	4,32	<0,001
Cd [mm]	57,55	59,00	41,00	70,00	49,00	67,00	10,52	51,30	50,00	33,00	64,00	42,00	59,00	10,54	4,05	<0,001
PbEcc [s]	8,97	9,00	7,00	12,00	8,00	10,00	1,63	8,09	8,00	6,00	10,00	7,00	9,00	1,26	3,68	<0,001
Whp	14,55	0,00	0,00	73,00	0,00	24,00	23,96	53,33	17,00	0,00	230,00	0,00	110,00	78,24	3,62	<0,001
L	88,00	26,00	0,00	259,00	15,00	211,00	96,65	144,82	153,00	0,00	320,00	54,00	190,00	111,16	3,44	0,001

Z - wartość testu kolejności par Wilcoxon; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Tabela 43. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie osób w przedziale wieku od 31 do 40 lat w pomiarze przed i po wysiłku

31–40 lat	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							T	P
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
VmV [L/min]	3,09	3,30	1,20	5,20	2,10	3,80	1,08	4,27	4,60	2,40	6,10	3,05	5,55	1,25	4,01	<0,001
IV	1,50	2,00	0,00	2,00	1,00	2,00	0,88	1,92	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,28	2,59	0,010
VR [min]	3,72	4,00	2,00	5,00	3,00	4,00	0,91	4,81	5,00	4,00	6,00	4,00	5,00	0,62	4,29	<0,001
VV [L]	0,80	0,80	0,40	1,20	0,70	0,90	0,20	0,87	0,90	0,50	1,10	0,75	1,05	0,18	2,13	0,033
Si	2,31	1,00	0,00	10,00	0,00	2,00	3,35	5,78	5,00	0,00	14,00	0,00	11,00	5,16	4,37	<0,001
ECCR [min]	118,11	114,00	106,00	139,00	111,00	124,00	9,89	125,31	123,50	102,00	144,00	118,00	139,00	13,99	3,49	<0,001
Cd [mm]	58,78	60,00	41,00	70,00	59,00	65,00	8,71	51,56	50,00	33,00	64,00	46,00	59,00	8,31	4,32	<0,001
PbEcc [s]	9,50	9,00	7,00	12,00	8,00	11,00	1,87	8,47	8,00	6,00	10,00	7,00	10,00	1,40	4,32	<0,001
Whp	8,83	0,00	0,00	73,00	0,00	0,00	20,84	43,50	8,50	0,00	230,00	0,00	88,00	68,37	3,72	<0,001
L	119,44	72,00	0,00	259,00	18,50	247,00	107,14	148,89	135,00	0,00	320,00	59,00	190,00	105,39	2,01	0,045

Z - wartość testu kolejności par Wilcoxon; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Tabela 44. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie osób w przedziale wieku od 41 do 50 lat w pomiarze przed i po wysiłku

41–50 lat	Przed wysiłkiem – pomiar I							Po wysiłku – pomiar II							T	P
	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
VmV [L/min]	2,73	2,40	1,20	5,20	1,80	3,60	1,38	4,27	3,70	2,40	6,10	3,60	5,50	1,26	3,0	0,036
IV	1,33	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	1,00	1,89	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,33	6,0	0,010
VR [min]	3,33	3,00	2,00	5,00	3,00	4,00	0,87	4,89	5,00	4,00	6,00	5,00	5,00	0,60	0,0	0,012
VV [L]	0,77	0,80	0,40	1,20	0,60	0,90	0,28	0,87	0,80	0,50	1,10	0,80	1,00	0,19	12,5	0,236
Si	2,00	1,00	0,00	10,00	0,00	2,00	3,28	5,78	4,00	0,00	14,00	0,00	11,00	5,72	0,0	0,028
ECCR [min]	122,11	120,00	109,00	139,00	113,00	131,00	11,91	131,44	133,00	117,00	144,00	122,00	141,00	11,10	0,0	0,008
Cd [mm]	54,67	59,00	41,00	70,00	42,00	64,00	11,27	50,33	50,00	33,00	61,00	49,00	59,00	8,92	8,0	0,161
PbEcc [s]	9,44	9,00	7,00	12,00	8,00	12,00	2,13	8,33	8,00	6,00	10,00	7,00	10,00	1,50	2,5	0,030
Whp	12,67	0,00	0,00	73,00	0,00	17,00	24,37	41,89	0,00	0,00	230,00	0,00	20,00	78,98	0,0	0,068
L	89,00	72,00	0,00	259,00	15,00	141,00	94,44	141,11	153,00	0,00	320,00	54,00	190,00	118,70	7,0	0,123

T - wartość testu kolejności par Wilcoxon; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

4.2.2. Zależność wyników RKO od poziomu zmęczenia mięśni oddechowych

Oceniono wartości wyników RKO (po wysiłku) w zależności od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) wśród ogółu badanych.

Tabela 45. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) wśród ogółu badanych

Wszyscy badani po wysiłku	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	-0,03	-0,05	0,14	-0,03	0,10	0,12	0,30*	-0,13	-0,19	-0,02
FEV0.75	0,02	0,05	0,15	0,01	0,05	-0,02	0,23*	-0,15	-0,12	-0,04
FVC	-0,01	-0,10	0,15	-0,00	0,10	0,17	0,29*	-0,15	-0,18	-0,01
FEV3	0,00	-0,11	0,14	0,02	0,06	0,17	0,26*	-0,12	-0,18	-0,05
PEF	0,12	0,09	0,07	0,09	0,10	-0,01	0,00	-0,07	0,01	-0,01
FEV0.75/FEV6	0,09	0,16	0,11	0,06	0,03	-0,05	-0,04	-0,07	0,04	0,01
FEF25	0,12	0,03	0,06	0,10	0,05	0,00	-0,08	-0,10	0,06	0,01
FEF50	0,08	0,16	0,20	0,04	-0,02	-0,04	0,02	-0,18	-0,02	0,01
FEV75	0,03	0,07	0,06	0,02	0,07	-0,10	0,02	-0,16	0,04	0,07
MVV(ind)	-0,05	-0,08	0,11	-0,05	0,02	0,09	0,21	-0,15	-0,11	-0,04
MET	-0,04	-0,14	-0,08	-0,02	0,01	0,07	0,06	0,05	-0,04	-0,07
FET	-0,02	-0,12	-0,10	-0,01	-0,05	0,04	-0,01	0,06	0,03	-0,14

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 45 wskazuje osoby, które po wysiłku uzyskiwały wyższe wartości parametrów spirometrii: FEV1, FEV0.75, FVC oraz FEV3, uzyskiwały również wyższe wartości parametru Cd [mm] w próbie po wysiłku (korelacje te były dodatnie, istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$).

Te same związki sprawdzono uwzględniając podział badanych na jednostki ratunkowe.

Tabela 46. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) – RW WOPR

Po wysiłku RW WOPR	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	-0,22	-0,19	-0,65*	-0,20	-0,08	-0,57*	0,23	0,21	0,12	-0,17
FEV0.75	-0,21	-0,31	-0,65*	-0,20	0,00	-0,50	0,25	0,01	0,19	-0,15
FVC	-0,28	-0,12	-0,52*	-0,27	-0,10	-0,60*	0,24	0,14	0,04	-0,03
FEV3	-0,28	-0,12	-0,52*	-0,27	-0,10	-0,60*	0,24	0,14	0,04	-0,03
PEF	-0,00	-0,25	-0,43	0,04	0,01	-0,34	0,05	-0,15	0,34	-0,22
FEV0.75/FEV6	0,16	-0,29	0,28	0,17	0,29	0,39	-0,01	-0,53*	0,11	0,10
FEF25	0,14	-0,12	-0,18	0,16	0,10	0,04	0,02	-0,08	0,13	-0,23
FEF50	0,08	-0,19	-0,21	0,07	0,19	-0,11	-0,03	-0,28	0,25	-0,04
FEV75	-0,06	-0,43	-0,33	-0,05	0,34	-0,14	0,02	-0,41	0,28	0,25
MVV(ind)	-0,19	-0,19	-0,62*	-0,17	-0,06	-0,57*	0,23	0,16	0,14	-0,17
MET	-0,12	0,00	-0,40	-0,10	-0,16	-0,35	0,07	0,41	-0,01	-0,17
FET	-0,05	0,16	-0,24	-0,05	-0,13	-0,39	0,11	0,35	-0,05	-0,15

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

W grupie ratowników RW WOPR (wykazano obecność kilku ujemnych, istotnych statystycznie korelacji ($p < 0,05$) (Tab. 46). Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru VR [min] miały po wysiłku niższe FEV1, FEV0.75, FVC,

FEV3 i MVV(ind). Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru ECCR [min] miały po wysiłku niższe FEV1, FVC, FEV3 i MVV(ind) oraz osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru PbEcc [s] miały po wysiłku niższe FEV0.75/FEV6.

Tabela 47. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) - GROM

GROM po wysiłku	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	0,15	-0,17	0,36	0,17	0,12	0,61*	0,38	-0,16	-0,35	-0,07
FEV0.75	0,17	-0,13	0,26	0,19	0,30	0,44	0,41	-0,11	-0,39	0,01
FVC	0,19	-0,09	0,45	0,20	0,05	0,65*	0,38	-0,19	-0,34	-0,18
FEV3	0,19	-0,09	0,45	0,20	0,05	0,65*	0,38	-0,19	-0,34	-0,18
PEF	-0,03	-0,28	-0,05	-0,01	0,30	0,16	0,18	-0,15	-0,06	0,16
FEV0.75/FEV6	0,15	0,29	-0,07	0,10	0,24	-0,32	-0,12	0,09	0,03	0,10
FEF25	-0,10	-0,24	-0,14	-0,09	0,17	0,07	0,24	0,08	-0,21	-0,07
FEF50	-0,12	-0,24	-0,20	-0,12	0,18	0,04	0,23	0,05	-0,20	-0,08
FEV75	-0,03	-0,13	-0,21	-0,05	0,20	-0,09	0,12	0,01	-0,11	-0,07
MVV(ind)	0,14	-0,17	0,36	0,16	0,10	0,58*	0,36	-0,23	-0,28	-0,08
MET	-0,09	-0,29	0,19	-0,05	-0,23	0,39	0,19	-0,22	-0,03	-0,17
FET	-0,09	-0,28	0,20	-0,05	-0,20	0,33	0,21	-0,34	0,03	-0,14

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

W grupie ratowników GROM wykazano obecność kilku dodatnich, istotnych statystycznie korelacji ($p < 0,05$) (Tab. 47). Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru ECCR [min] miały po wysiłku wyższe FEV1, FVC, FEV3 i MVV(ind).

Tabela 48. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) - BOA

BOA po wysiłku	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	-0,25	-0,41	-0,33	-0,25	-0,14	0,02	0,18	-0,08	0,04	-0,37
FEV0.75	-0,17	-0,12	-0,02	-0,20	-0,04	-0,07	0,29	-0,30	-0,02	-0,20
FVC	-0,28	-0,45	-0,28	-0,26	-0,15	0,13	0,25	-0,09	-0,03	-0,38
FEV3	-0,28	-0,45	-0,28	-0,26	-0,15	0,13	0,25	-0,09	-0,03	-0,38
PEF	0,06	0,29	0,23	-0,02	-0,12	-0,25	0,12	-0,25	-0,02	-0,17
FEV0.75/FEV6	0,14	0,52*	0,55*	0,09	0,11	-0,14	0,21	-0,25	-0,17	0,26
FEF25	0,48	0,50	0,47	0,40	0,03	-0,03	-0,09	-0,17	-0,03	-0,09
FEF50	0,12	0,49	0,36	0,02	-0,02	-0,25	-0,07	-0,33	0,07	0,11
FEV75	0,04	0,41	0,40	-0,03	0,06	-0,23	0,02	-0,47	0,08	0,26
MVV(ind)	-0,29	-0,41	-0,35	-0,29	-0,18	-0,02	0,17	-0,08	0,06	-0,39
MET	-0,04	-0,50*	-0,50*	-0,00	-0,19	0,15	-0,18	0,23	0,18	-0,43
FET	-0,20	-0,49	-0,59*	-0,17	-0,26	0,03	-0,14	0,22	0,21	-0,48

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

W grupie ratowników BOA wyodrębniano obecność jednej dodatniej i kilku ujemnych, istotnych statystycznie korelacji ($p < 0,05$) (Tab. 48). Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru IV miały po wysiłku wyższe FEV0.75/FEV6 a niższe MET. Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe

wartości parametru VR [min] miały po wysiłku wyższe FEV0.75/FEV6 a niższe MET i FET.

Tabela 49. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) - GOPR

GOPR po wysiłku	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	-0,03	0,00	0,21	-0,08	0,35	-0,13	0,47	-0,34	-0,19	0,30
FEV0.75	0,09	0,12	0,23	0,12	0,12	-0,27	0,14	-0,17	0,01	0,22
FVC	-0,05	-0,22	0,20	-0,06	0,43	-0,05	0,60*	-0,45	-0,24	0,32
FEV3	0,01	-0,37	0,32	0,07	0,27	0,06	0,37	-0,48	-0,17	0,30
PEF	0,42	0,25	0,26	0,30	0,18	0,08	-0,06	-0,04	0,06	-0,26
FEV0.75/FEV6	0,05	0,43	0,12	-0,00	-0,32	0,00	-0,26	0,33	-0,01	-0,22
FEF25	0,21	0,31	0,51	0,17	-0,01	0,18	-0,03	0,07	-0,28	0,07
FEF50	0,08	0,12	0,48	0,12	-0,25	0,06	-0,19	-0,17	0,02	0,09
FEV75	-0,18	0,00	0,16	-0,13	-0,49	0,23	-0,23	0,01	0,11	-0,11
MVV(ind)	-0,12	-0,25	0,29	-0,10	0,13	-0,12	0,34	-0,49	-0,05	0,28
MET	0,26	-0,09	-0,05	0,24	0,60*	-0,19	0,32	-0,39	0,12	0,15
FET	0,28	0,06	0,14	0,22	0,38	0,18	0,01	-0,11	-0,06	0,13

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

W grupie ratowników GOPR wykazano obecność dwóch dodatnich, istotnych statystycznie korelacji ($p < 0,05$) (Tab. 49). Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru Si miały po wysiłku wyższe MET oraz osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru Cd [mm] miały po wysiłku wyższe FVC.

Tabela 50. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) - STRAŻ

STRAŻ po wysiłku	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	0,38	0,45	0,80*	0,36	0,20	0,49	0,32	-0,08	-0,42	0,17
FEV0.75	0,28	0,45	0,78*	0,25	0,13	0,28	0,42	-0,20	-0,45	0,17
FVC	0,27	0,41	0,75*	0,27	0,16	0,46	0,24	-0,02	-0,42	0,38
FEV3	0,40	0,41	0,69*	0,40	0,17	0,47	0,26	0,06	-0,44	0,16
PEF	0,16	0,34	0,33	0,17	0,09	0,23	-0,21	0,16	-0,05	0,42
FEV0.75/FEV6	0,19	0,09	0,07	0,09	-0,19	-0,02	-0,21	-0,45	0,42	-0,52*
FEF25	-0,10	-0,18	-0,15	-0,08	-0,07	-0,09	-0,31	-0,32	0,49	0,13
FEF50	0,13	0,59*	0,56*	0,02	-0,29	0,05	0,01	-0,13	-0,11	-0,14
FEV75	0,17	0,50	0,54*	0,10	-0,07	0,07	0,19	-0,18	-0,17	-0,10
MVV(ind)	0,18	0,46	0,59*	0,12	-0,01	0,32	0,11	-0,02	-0,22	0,08
MET	0,33	0,09	-0,01	0,37	0,53*	0,11	0,04	0,28	-0,21	0,24
FET	0,12	-0,05	-0,20	0,14	-0,06	0,10	-0,26	0,37	-0,00	-0,08

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

W grupie ratowników STRAŻY wykazano obecność jednej ujemnej i kilku dodatnich, istotnych statystycznie korelacji ($p < 0,05$) (Tab. 50). Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru IV miały po wysiłku wyższe FEF50. Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru VR [min] miały po wysiłku wyższe FEV1, FEV0.75, FVC, FEV3, FEF50, FEV75 i MVV(ind).

Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru Si miały po wysiłku wyższą wartość MET, zaś osoby które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru L, miały po wysiłku niższą wartość FEV0.75/FEV6.

Tabela 51. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) – grupa wiekowa 20–30 lat

20–30 lat po wysiłku	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	-0,19	-0,09	-0,19	-0,19	0,10	-0,17	0,39*	0,10	-0,21	-0,11
FEV0.75	-0,18	-0,05	-0,27	-0,16	-0,11	-0,44*	0,08	0,03	0,10	-0,05
FVC	-0,04	-0,11	-0,13	-0,04	0,14	-0,05	0,25	-0,01	-0,09	-0,12
FEV3	-0,03	-0,18	-0,19	-0,02	0,05	-0,07	0,12	0,04	-0,05	-0,16
PEF	0,08	0,18	-0,02	0,04	0,02	-0,29	0,15	-0,05	-0,00	-0,15
FEV0.75/FEV6	-0,00	0,19	0,22	0,00	-0,04	-0,13	0,09	-0,14	-0,07	0,17
FEF25	0,14	0,19	0,07	0,13	-0,03	-0,18	-0,01	-0,03	0,02	-0,04
FEF50	0,09	0,22	0,10	0,07	-0,13	-0,27	-0,15	-0,14	0,17	0,06
FEV75	-0,09	0,11	0,06	-0,08	-0,08	-0,23	0,01	-0,14	0,05	0,18
MVV(ind)	-0,15	-0,16	-0,26	-0,13	0,02	-0,25	0,27	0,07	-0,08	-0,17
MET	0,06	-0,15	-0,23	0,05	0,09	0,05	-0,07	0,12	0,09	-0,19
FET	0,15	-0,07	-0,17	0,12	0,07	0,13	-0,08	0,22	0,02	-0,30

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

Tabela 52. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) – grupa wiekowa 31–40 lat

31–40 lat po wysiłku	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	0,11	-0,06	0,41*	0,07	0,05	0,47*	0,32	-0,22	-0,29	-0,07
FEV0.75	0,14	0,03	0,41*	0,12	0,13	0,32	0,44*	-0,24	-0,38*	-0,09
FVC	0,09	-0,08	0,36*	0,08	0,05	0,43*	0,36*	-0,12	-0,35*	-0,07
FEV3	0,11	-0,09	0,37*	0,11	0,07	0,43*	0,44*	-0,12	-0,40*	-0,13
PEF	0,05	0,00	0,09	0,02	0,08	0,23	-0,06	0,09	-0,11	0,14
FEV0.75/FEV6	0,07	0,13	-0,06	0,02	0,03	-0,12	-0,25	-0,08	0,25	-0,01
FEF25	0,03	-0,02	0,03	-0,01	-0,03	0,15	-0,09	0,06	-0,01	-0,02
FEF50	0,01	-0,01	0,24	-0,04	0,01	0,18	0,20	-0,23	-0,16	-0,05
FEV75	0,10	-0,05	-0,00	0,05	0,14	0,02	-0,07	-0,21	0,12	-0,00
MVV(ind)	0,05	-0,11	0,35*	0,01	0,02	0,43*	0,28	-0,21	-0,24	-0,05
MET	-0,01	-0,10	0,09	0,03	0,04	0,17	0,26	0,05	-0,25	-0,01
FET	-0,02	-0,07	0,12	0,02	-0,07	0,17	0,20	0,05	-0,19	-0,07

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

Tabela 53. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) – grupa wiekowa 41-50 lat

41–50 lat po wysiłku	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	-0,05	0,14	0,32	-0,02	0,20	-0,22	0,22	-0,52	0,09	0,47
FEV0.75	0,10	0,14	0,31	0,10	0,41	-0,30	0,40	-0,65	0,13	0,25
FVC	-0,36	-0,14	0,01	-0,32	0,00	-0,33	0,24	-0,59	0,27	0,36
FEV3	-0,36	-0,14	0,01	-0,32	0,00	-0,33	0,24	-0,59	0,27	0,36
PEF	0,57	-0,14	0,29	0,64	0,54	-0,02	0,02	-0,73*	0,49	-0,02
FEV0.75/FEV6	0,49	0,56	0,54	0,39	0,00	0,51	0,07	0,40	-0,46	-0,46
FEF25	0,50	-0,27	0,29	0,64	0,66	-0,15	0,01	-0,79*	0,47	0,35
FEF50	0,35	0,55	0,69*	0,29	0,29	0,12	0,37	-0,08	-0,42	0,07
FEV75	0,45	0,41	0,53	0,40	0,34	0,18	0,28	0,03	-0,37	-0,10
MVV(ind)	-0,18	0,14	0,24	-0,19	0,00	-0,26	0,22	-0,56	0,18	0,28
MET	-0,45	-0,14	-0,19	-0,45	-0,38	-0,25	-0,15	-0,13	0,21	0,26
FET	-0,51	-0,41	-0,70*	-0,58	-0,44	-0,63	-0,27	-0,35	0,69*	-0,16

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

Dokonując analizy wskaźników korelacji obliczonych dla poszczególnych grup wiekowych badanych ratowników zwrócić należy uwagę na odnotowane zależności (Tab. 51– 53):

- W grupie ratowników w wieku 21–30 lat wykazano obecność dwóch, istotnych statystycznie korelacji ($p < 0,05$). Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru ECCR [min] miały po wysiłku niższe FEVO.75, zaś osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru Cd [mm] miały po wysiłku wyższe FEV1,
- W grupie ratowników w wieku 31–40 lat wykazano obecność wielu dodatnich i kilku ujemnych, istotnych statystycznie korelacji ($p < 0,05$). Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru VR [min] miały po wysiłku wyższe FEV1, FEVO.75, FVC, FEV3 oraz MVV(ind). Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru ECCR [min] miały po wysiłku wyższe FEV1, FVC, FEV3 oraz MVV(ind). Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru Cd [mm] miały po wysiłku wyższe FEVO.75, FVC oraz FEV3,
- W grupie ratowników w wieku 41–50 lat wykazano obecność kilku dodatnich i ujemnych, istotnych statystycznie korelacji ($p < 0,05$). Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru VR [min] miały po wysiłku wyższe FEF50 i niższe FET. Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru PbEcc [s] miały po wysiłku niższe PEF i FEF25. Osoby, które uzyskiwały w próbie po wysiłku wyższe wartości parametru Whp miały po wysiłku wyższe FET.

W następnej kolejności oceniono **wartości wyników RKO (po wysiłku) w zależności od zmienności wydolności mięśni oddechowych** – ich wytrzymałości (spirometria różnica po-przed wysiłku) wśród ogółu badanych.

Wykazano, że osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru PbEcc [s] po wysiłku odnotowywały mniejszą (lub bardziej ujemną) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametrów FVC i FEV3. Ponadto osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru Whp po wysiłku odnotowywały większą (lub bardziej dodatnią) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametru FET (Tab. 54).

Tabela 54. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) wśród ogółu badanych

Wszyscy badani spirometria - różnica	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	0,07	0,01	0,01	0,07	0,03	-0,03	0,05	-0,05	0,03	0,07
FEV0.75	0,06	0,12	0,06	0,06	-0,01	-0,10	0,07	-0,00	-0,04	0,06
FVC	0,06	-0,01	0,10	0,04	-0,02	0,00	0,06	-0,26*	0,10	0,06
FEV3	0,09	-0,06	0,08	0,08	-0,08	-0,00	0,04	-0,26*	0,14	0,09
PEF	0,14	0,18	0,11	0,11	0,01	0,04	-0,05	0,10	-0,08	0,14
FEV0.75/FEV6	0,16	0,14	0,08	0,15	0,06	0,00	-0,01	0,06	-0,05	0,16
FEF25	0,09	0,08	0,06	0,08	-0,01	-0,00	-0,04	0,01	-0,00	0,09
FEF50	0,21	0,16	0,21	0,19	0,17	0,13	0,14	0,03	-0,20	0,21
FEV75	0,16	0,06	-0,02	0,16	0,04	-0,04	0,01	0,07	0,02	0,16
MVV(ind)	-0,00	-0,04	-0,06	-0,01	-0,08	-0,14	-0,04	-0,11	0,16	-0,00
MET	-0,09	-0,11	-0,07	-0,08	-0,01	-0,02	0,00	-0,07	0,05	-0,09
FET	-0,16	-0,09	-0,12	-0,17	-0,15	-0,09	-0,09	-0,14	0,23*	-0,16

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

Tabela 55. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – RW WOPR

RW WOPR spirometria - różnica	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	0,12	0,31	-0,14	0,14	-0,23	-0,21	-0,04	0,21	0,12	0,12
FEV0.75	0,09	0,00	-0,03	0,10	-0,13	0,07	0,01	-0,02	0,06	0,09
FVC	0,04	0,37	-0,15	0,06	-0,23	-0,50	-0,03	0,09	0,19	0,04
FEV3	0,05	0,31	-0,18	0,07	-0,13	-0,54*	0,01	0,00	0,22	0,05
PEF	0,21	-0,37	-0,08	0,23	0,09	0,25	0,09	-0,26	0,20	0,21
FEV0.75/FEV6	0,29	-0,19	0,28	0,28	0,19	0,58*	0,14	-0,09	-0,16	0,29
FEF25	0,10	-0,31	-0,07	0,13	-0,05	0,29	0,03	-0,09	0,09	0,10
FEF50	0,24	0,06	0,36	0,25	-0,00	0,38	0,04	0,03	-0,19	0,24
FEV75	0,40	-0,06	0,18	0,36	0,18	0,50	0,19	-0,02	-0,11	0,40
MVV(ind)	0,17	0,31	-0,13	0,19	-0,11	-0,36	-0,00	0,08	0,19	0,17
MET	-0,21	0,12	-0,30	-0,20	-0,18	-0,47	-0,16	0,11	0,20	-0,21
FET	-0,18	0,06	-0,31	-0,19	-0,07	-0,48	-0,08	-0,04	0,25	-0,18

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

Biorąc pod uwagę ratowników RW WOPR rozpoznano, że osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru ECCR [min] po wysiłku odnotowywały mniejszą (lub bardziej ujemną) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametru FEV3 oraz większą (lub bardziej dodatnią) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametru FEV0.75/FEV6 (Tab. 55).

Natomiast w grupach ratowników GROM, BOA oraz ratowników GOPR różnica pomiaru spirometrii przed i po wysiłku nie była czynnikiem determinującym osiągnięte przez nich wyniki RKO po wysiłku (Tab. 56–58).

Tabela 56. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – GROM

GROM spirometria - różnica	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	-0,02	-0,21	-0,06	-0,00	0,23	0,10	0,11	-0,05	-0,05	-0,02
FEV0.75	-0,00	-0,09	0,00	0,02	0,30	0,15	0,23	0,16	-0,28	-0,00
FVC	-0,03	-0,28	0,15	-0,04	-0,05	0,40	0,14	-0,28	0,03	-0,03
FEV3	-0,01	-0,28	0,17	-0,02	-0,05	0,40	0,19	-0,35	0,02	-0,01
PEF	-0,04	-0,02	0,00	-0,03	0,18	0,03	0,13	0,07	-0,11	-0,04
FEV0.75/FEV6	0,11	0,21	0,02	0,11	0,26	-0,23	0,04	0,10	-0,07	0,11
FEF25	0,03	-0,02	0,02	0,06	0,32	0,10	0,19	0,19	-0,27	0,03
FEF50	0,10	0,06	0,06	0,13	0,41	-0,06	0,14	0,02	-0,12	0,10
FEV75	0,03	0,17	-0,02	0,01	0,09	-0,24	0,11	0,08	-0,10	0,03
MVV(ind)	-0,01	-0,28	-0,04	0,00	0,26	0,08	0,12	-0,28	0,08	-0,01
MET	-0,21	-0,21	-0,09	-0,22	-0,47	0,11	-0,16	-0,10	0,23	-0,21
FET	-0,16	-0,13	-0,06	-0,19	-0,43	0,08	-0,16	-0,15	0,22	-0,16

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

Tabela 57. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – BOA

BOA spirometria - różnica	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	0,29	0,25	0,24	0,24	-0,03	-0,10	-0,01	-0,12	-0,02	0,29
FEV0.75	0,36	0,49	0,47	0,29	0,08	-0,03	0,13	-0,07	-0,23	0,36
FVC	-0,02	-0,08	-0,05	-0,05	-0,31	-0,10	0,02	-0,15	0,11	-0,02
FEV3	-0,05	-0,08	-0,05	-0,08	-0,34	-0,13	0,03	-0,21	0,15	-0,05
PEF	0,30	0,49	0,37	0,22	-0,03	-0,14	0,05	-0,03	-0,11	0,30
FEV0.75/FEV6	0,44	0,50	0,46	0,39	0,14	0,00	0,08	0,01	-0,18	0,44
FEF25	0,36	0,49	0,45	0,29	0,08	-0,03	0,13	0,00	-0,25	0,36
FEF50	0,34	0,49	0,40	0,27	0,08	-0,06	0,14	0,08	-0,25	0,34
FEV75	0,49	0,49	0,42	0,43	0,08	-0,03	-0,06	-0,08	-0,02	0,49
MVV(ind)	0,12	0,21	0,12	0,06	-0,18	-0,26	-0,01	-0,18	0,10	0,12
MET	-0,29	-0,49	-0,46	-0,23	-0,19	0,03	-0,20	0,05	0,26	-0,29
FET	-0,45	-0,49	-0,50	-0,39	-0,20	-0,07	-0,17	-0,05	0,31	-0,45

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

Tabela 58. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – Gopr

Gopr spirometria - różnica	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	-0,12	-0,43	-0,25	-0,13	0,05	-0,03	0,16	-0,16	0,25	-0,12
FEV0.75	-0,03	-0,19	-0,26	0,02	-0,31	-0,13	-0,32	0,13	0,41	-0,03
FVC	0,05	-0,40	-0,10	0,05	0,26	0,09	0,30	-0,29	0,12	0,05
FEV3	0,03	-0,40	0,00	0,09	-0,21	0,10	-0,05	-0,28	0,30	0,03
PEF	0,15	0,34	0,28	0,07	-0,02	0,28	-0,25	0,30	-0,26	0,15
FEV0.75/FEV6	-0,00	0,37	0,24	-0,02	-0,31	0,00	-0,20	0,28	-0,10	-0,00
FEF25	-0,04	0,25	0,37	-0,01	-0,47	0,14	-0,31	0,12	-0,01	-0,04
FEF50	0,42	-0,06	0,27	0,35	0,43	0,32	0,17	-0,43	0,11	0,42
FEV75	-0,01	-0,19	-0,15	0,07	-0,30	-0,04	-0,28	0,02	0,39	-0,01
MVV(ind)	-0,30	-0,44	-0,20	-0,26	-0,33	-0,14	-0,18	-0,22	0,43	-0,30
MET	0,02	0,15	-0,12	-0,05	0,29	-0,32	0,25	-0,13	0,03	0,02
FET	-0,15	0,03	-0,13	-0,22	0,02	-0,07	-0,14	-0,07	0,15	-0,15

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

Tabela 59. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – STRAŻ

GOPR spirometria - różnica	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	0,18	0,14	0,30	0,17	0,07	0,25	-0,02	-0,11	0,03	0,18
FEV0.75	-0,05	0,36	0,36	-0,07	-0,07	-0,20	0,17	-0,29	-0,03	-0,05
FVC	0,08	0,27	0,41	0,03	-0,01	0,00	-0,10	-0,46	0,24	0,08
FEV3	0,54	0,27	0,37	0,50	0,24	0,16	-0,03	-0,30	0,13	0,54*
PEF	0,08	0,50	0,31	0,03	-0,07	0,16	-0,21	0,28	-0,16	0,08
FEV0.75/FEV6	0,24	-0,07	-0,21	0,20	-0,15	0,01	-0,31	0,03	0,23	0,24
FEF25	-0,20	-0,27	-0,50	-0,21	-0,30	-0,32	-0,48	-0,33	0,72*	-0,20
FEF50	0,05	0,45	0,37	0,02	-0,31	0,12	0,04	0,35	-0,37	0,05
FEV75	-0,08	-0,20	-0,41	-0,05	0,08	-0,12	0,09	0,31	-0,10	-0,08
MVV(ind)	-0,11	0,09	-0,04	-0,14	-0,27	0,04	-0,24	0,11	0,21	-0,11
MET	0,32	0,05	0,24	0,38	0,71*	0,10	0,24	-0,20	-0,19	0,32
FET	-0,03	-0,05	-0,07	-0,03	-0,17	-0,23	-0,03	-0,37	0,43	-0,03

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

Biorąc pod uwagę ratowników STRAŻY zauważono, że u badanych, którzy uzyskiwali wyższe wartości parametru Si po wysiłku odnotowano większą (lub bardziej dodatnią) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametru MET (Tab. 59). Osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru Whp po wysiłku odnotowywały większą (lub bardziej dodatnią) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametru FEF25 oraz osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru L po wysiłku odnotowywały większą (lub bardziej dodatnią) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametru FEV3.

Tabela 60. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – grupa wiekowa 20–30 lat

20–30 lat spirometria - różnica	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	-0,11	0,26	-0,01	-0,12	-0,22	-0,34	0,18	0,14	-0,10	-0,11
FEV0.75	-0,08	0,29	-0,01	-0,10	-0,35*	-0,36*	-0,05	0,16	0,03	-0,08
FVC	0,02	0,22	0,04	0,00	-0,02	-0,27	0,17	-0,09	0,00	0,02
FEV3	-0,12	0,11	-0,03	-0,10	-0,27	-0,39*	0,02	-0,06	0,07	-0,12
PEF	0,18	0,29	0,11	0,14	-0,11	-0,07	-0,03	0,21	-0,13	0,18
FEV0.75/FEV6	0,09	0,25	0,18	0,07	-0,12	-0,05	0,09	0,14	-0,19	0,09
FEF25	0,01	0,15	0,11	0,02	-0,22	-0,13	0,01	0,03	-0,05	0,01
FEF50	0,31	0,34	0,36*	0,26	0,10	0,12	0,20	-0,01	-0,24	0,31
FEV75	0,06	0,21	0,04	0,05	-0,19	-0,15	0,02	0,16	-0,06	0,06
MVV(ind)	-0,04	0,26	0,01	-0,04	-0,27	-0,40*	0,03	0,05	0,04	-0,04
MET	0,02	-0,01	-0,09	0,00	0,07	-0,02	-0,16	-0,06	0,21	0,02
FET	0,00	0,03	-0,02	-0,02	0,05	0,03	-0,11	-0,07	0,16	0,00

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

Tabela 61. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – grupa wiekowa 31–40 lat

31–40 lat spirometria - różnica	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	0,12	-0,35*	-0,09	0,12	0,14	0,17	-0,03	-0,14	0,16	0,12
FEVO.75	0,03	-0,11	0,02	0,03	0,14	-0,01	0,19	-0,13	-0,07	0,03
FVC	0,10	-0,32	0,08	0,06	0,02	0,26	0,11	-0,28	0,10	0,10
FEV3	0,24	-0,32	0,09	0,22	0,12	0,30	0,18	-0,32	0,10	0,24
PEF	0,02	0,02	-0,02	-0,01	0,04	0,06	-0,16	0,06	0,06	0,02
FEV0.75/FEV6	0,10	0,05	-0,08	0,10	0,12	-0,10	-0,17	-0,02	0,16	0,10
FEF25	0,01	-0,02	-0,08	-0,01	0,06	-0,01	-0,09	0,05	0,06	0,01
FEF50	0,01	-0,12	-0,02	0,03	0,20	0,05	0,05	0,01	-0,07	0,01
FEV75	0,11	0,02	-0,14	0,11	0,11	-0,16	-0,13	-0,03	0,21	0,11
MVV(ind)	0,00	-0,35*	-0,14	-0,02	0,02	0,11	-0,05	-0,15	0,23	0,00
MET	-0,04	-0,10	0,01	-0,01	-0,00	0,02	0,17	-0,02	-0,13	-0,04
FET	-0,12	-0,12	-0,10	-0,15	-0,34*	-0,03	-0,06	-0,11	0,26	-0,12

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

Tabela 62. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – grupa wiekowa 41–50 lat

41–50 lat spirometria - różnica	VmV [L/min]	IV	VR [min]	VV [L]	Si	ECCR [min]	Cd [mm]	PbEcc [s]	Whp	L
FEV1	0,91*	0,41	0,52	0,87*	0,44	-0,03	-0,35	-0,27	0,22	0,91*
FEVO.75	0,69*	0,27	0,68*	0,74*	0,54	0,29	0,11	-0,15	-0,20	0,69*
FVC	0,39	0,55	0,53	0,27	-0,21	-0,10	-0,38	-0,36	0,31	0,39
FEV3	0,20	0,41	0,45	0,07	-0,32	-0,10	-0,22	-0,48	0,38	0,20
PEF	0,48	0,27	0,68*	0,51	0,29	0,38	0,17	-0,03	-0,31	0,48
FEV0.75/FEV6	0,52	0,28	0,44	0,47	0,17	0,27	0,01	0,17	-0,26	0,52
FEF25	0,74*	0,41	0,68*	0,74*	0,46	0,24	0,00	-0,09	-0,18	0,74*
FEF50	0,44	0,27	0,44	0,38	0,14	0,28	0,13	0,11	-0,26	0,44
FEV75	0,45	-0,14	0,28	0,52	0,32	0,32	0,08	0,04	-0,13	0,45
MVV(ind)	0,47	-0,28	0,04	0,47	0,21	-0,21	-0,23	-0,75*	0,79*	0,47
MET	-0,62	-0,41	-0,45	-0,55	-0,34	-0,18	-0,08	0,00	0,16	-0,62
FET	-0,60	-0,41	-0,52	-0,54	-0,15	-0,47	-0,03	-0,38	0,44	-0,60

*korelacja istotna statystycznie na poziomie $p < 0,05$

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego dla korelacji rang Spearmana

Dokonując szczegółowych analiz korelacji w poszczególnych grupach wiekowych pomiędzy wynikiem RKO (po wysiłku) a stopniem zmęczenia mięśni oddechowych uzyskano następujące rezultaty (Tab. 60–62):

- W grupie ratowników w wieku 21–30 lat wykazano, że osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru VR [min] po wysiłku odnotowywały większą (lub bardziej dodatnią) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametru FEF50. Osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru Si po wysiłku odnotowywały mniejszą (lub bardziej ujemną) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametru FEVO.75. Osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru ECCR [min] po wysiłku odnotowywały mniejszą (lub bardziej ujemną) wartość różnicy

w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametrów: FEVO.75, FEV3 oraz MVV(ind),

- W grupie ratowników w wieku 31–40 lat wykazano, że osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru IV po wysiłku odnotowywały mniejszą (lub bardziej ujemną) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametrów FEV1 i MVV(ind), oraz osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru Si po wysiłku odnotowywały mniejszą (lub bardziej ujemną) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametru FET,
- W grupie ratowników w wieku 41–50 lat istotnych korelacji pomiędzy RKO a spirometrią było najwięcej. Wykazano, że osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru VmV [L/min] po wysiłku odnotowywały większą (lub bardziej dodatnią) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametrów: FEV1, FEVO.75 i FEF25. Osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru VR [min] po wysiłku odnotowywały większą (lub bardziej dodatnią) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametrów: FEVO.75, PEF i FEF25. Osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru VV [L] po wysiłku odnotowywały większą (lub bardziej dodatnią) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametrów: FEV1, FEVO.75 i FEF25. Osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru Whp po wysiłku odnotowywały większą (lub bardziej dodatnią) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametru MVV(ind) a także osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru L po wysiłku odnotowywały większą (lub bardziej dodatnią) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametrów: FEV1, FEVO.75 i FEF25. Ponadto, osoby, które uzyskiwały wyższe wartości parametru PbEcc [s] po wysiłku odnotowywały mniejszą (lub bardziej ujemną) wartość różnicy w pomiarze końcowym względem pomiaru początkowego (przed wysiłkiem) dla parametru MVV(ind).

4.3. Związki między skutecznością symulowanej akcji ratowniczej i zabiegów resuscytacyjno-krażeńiowych (RKO) a doświadczeniem zawodowym badanych ratowników

Tabela 63. Ocena skuteczności akcji w wodzie (ocena w skali i %) w zależności od stażu ratowniczego z podziałem na jednostkę

Skuteczność akcji w wodzie	RW WOPR		GROM		BOA		GOPR		STRAŻ		RAZEM	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
Ocena pkt.	0,01	0,962	-0,26	0,323	-0,26	0,339	-0,30	0,273	-0,19	0,490	-0,02	0,836
Ocena %	-0,17	0,552	-0,30	0,244	-0,34	0,194	-0,29	0,294	-0,14	0,615	0,07	0,568

R - wartość testu korelacji rang Spearmana; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Wykazano, że skuteczność akcji w wodzie, biorąc pod uwagę zarówno wszystkich ratowników łącznie jak i rodzaj jednostki, z jakiej pochodzili, nie miała związku z ich stażem ratowniczym ($p > 0,05$) (Tab. 63).

Tabela 64. Ocena RKO przed wysiłkiem w zależności od stażu ratowniczego z podziałem na jednostkę

RKO przed wysiłkiem	RW WOPR		GROM		BOA		GOPR		STRAŻ		RAZEM	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
VmV [L/min]	-0,05	0,859	-0,03	0,918	0,14	0,610	0,07	0,792	0,02	0,957	0,01	0,916
IV	-0,39	0,146	-0,21	0,408	-0,03	0,914	0,33	0,232	0,03	0,901	0,11	0,346
VR [min]	-0,15	0,584	-0,12	0,640	0,27	0,308	0,37	0,174	0,05	0,873	0,09	0,431
VV [L]	0,01	0,966	0,05	0,841	0,06	0,815	-0,18	0,516	0,03	0,926	-0,01	0,931
Si	-0,32	0,250	0,15	0,555	0,07	0,793	-0,26	0,347	0,12	0,662	0,03	0,816
ECCR [min]	0,08	0,767	0,03	0,922	0,56	0,024	-0,05	0,866	-0,10	0,723	0,11	0,339
Cd [mm]	0,31	0,254	0,10	0,708	0,38	0,147	0,25	0,363	0,06	0,840	-0,04	0,739
PbEcc [s]	-0,50	0,059	-0,23	0,368	0,35	0,179	-0,25	0,363	-0,13	0,644	0,07	0,566
Whp	0,15	0,597	0,07	0,794	-0,77	<0,001	-0,13	0,640	0,01	0,963	-0,08	0,493
L	-0,12	0,662	-0,03	0,900	0,60	0,013	-0,40	0,135	-0,16	0,567	-0,00	0,980

R - wartość testu korelacji rang Spearmana; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

W grupie BOA osoby z większym doświadczeniem (dłuższym stażem ratowniczym), uzyskiwały istotnie statystycznie wyższe wartości dla parametrów RKO: ECCR [min] i L oraz niższe dla parametru Whp w próbie przed wysiłkiem (Tab. 64).

Tabela 65. Ocena RKO po wysiłku w zależności od stażu ratowniczego z podziałem na jednostkę

RKO po wysiłku	RW WOPR		GROM		BOA		GOPR		STRAŻ		RAZEM	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
VmV [L/min]	-0,16	0,578	0,12	0,646	0,19	0,472	-0,13	0,636	0,09	0,762	0,11	0,353
IV	0,24	0,398	-0,11	0,666	0,58	0,019	-0,09	0,742	-0,14	0,628	0,03	0,825
VR [min]	0,24	0,392	0,04	0,871	0,50	0,046	0,20	0,486	0,02	0,952	0,05	0,639
VV [L]	-0,17	0,550	0,12	0,653	0,16	0,558	-0,11	0,685	0,09	0,750	0,10	0,392
Si	-0,16	0,581	0,23	0,373	0,03	0,905	-0,33	0,236	0,11	0,695	-0,01	0,945
ECCR [min]	-0,27	0,322	0,04	0,889	0,32	0,232	0,05	0,854	0,10	0,733	0,12	0,309
Cd [mm]	-0,04	0,877	0,02	0,934	0,21	0,435	0,26	0,353	0,14	0,617	-0,04	0,725
PbEcc [s]	-0,34	0,212	-0,21	0,413	0,51	0,043	-0,13	0,651	-0,16	0,580	0,05	0,643
Whp	0,07	0,809	0,09	0,731	-0,56	0,025	-0,11	0,696	-0,01	0,976	0,00	0,972
L	0,22	0,432	0,13	0,619	0,01	0,959	-0,37	0,170	-0,13	0,643	-0,11	0,336

R - wartość testu korelacji rang Spearmana; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Potwierdzono, że w grupie BOA, osoby z większym doświadczeniem (dłuższym stażem ratowniczym), uzyskiwały istotnie statystycznie wyższe wartości dla parametrów

RKO: IV, VR [min] i PbEcc [s] oraz niższe dla parametru Whp w próbie po wysiłku (Tab. 65).

Stwierdzono również, że w grupie BOA, różnica w wielkości parametru L pomiędzy pomiarem po i przed wysiłkiem była istotnie mniejsza lub bardziej ujemna wraz z dłuższym stażem ratowniczym (Tab. 66).

Tabela 66. Ocena zmienności wyniku RKO (różnica w wyniku po wysiłku względem wyniku przed wysiłkiem) w zależności od stażu ratowniczego z podziałem na jednostkę

RKO różnica po-przed	RW WOPR		GROM		BOA		GOPR		STRAŻ		RAZEM	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
VmV [L/min]	-0,14	0,627	0,09	0,732	0,11	0,688	-0,06	0,844	0,04	0,896	0,07	0,515
IV	0,42	0,118	0,11	0,681	0,28	0,296	-0,32	0,244	-0,09	0,739	-0,08	0,496
VR [min]	0,25	0,362	0,16	0,552	0,09	0,749	-0,27	0,326	-0,02	0,942	-0,04	0,738
VV [L]	-0,24	0,380	-0,04	0,894	0,14	0,598	0,18	0,515	0,04	0,888	0,12	0,306
Si	-0,02	0,955	0,25	0,324	-0,22	0,413	-0,15	0,603	0,20	0,471	-0,03	0,766
ECCR [min]	-0,39	0,152	0,15	0,556	-0,04	0,894	-0,01	0,959	0,19	0,490	0,03	0,791
Cd [mm]	-0,26	0,346	-0,11	0,685	-0,37	0,161	0,03	0,903	0,09	0,737	-0,07	0,560
PbEcc [s]	0,36	0,187	0,14	0,603	-0,04	0,883	0,35	0,195	0,11	0,707	-0,03	0,804
Whp	0,07	0,809	0,10	0,701	-0,39	0,132	-0,12	0,675	-0,01	0,976	0,03	0,767
L	0,36	0,186	0,13	0,612	-0,51	0,044	-0,00	0,990	0,02	0,952	-0,12	0,279

R - wartość testu korelacji rang Spearmana; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

4.4. Sprawność ratowników a skuteczność symulowanej akcji ratowniczej

4.4.1. Sprawność pływacka ratowników

Sprawność ratowników oceniono na podstawie średnich prędkości, jakie uzyskali oni w próbie pływania ze zróżnicowaną intensywnością – od najmniejszej do największej – od V1 do V5. Użyte skróty w tym podrozdziale:

V1/50m – intensywność wysiłku supramaksymalna

V2/75m – intensywność wysiłku maksymalna

V3/100m – intensywność wysiłku submaksymalna

V4/400m – intensywność wysiłku średnia

V5/600m – intensywność wysiłku niska

Wyniki uzyskane przez ratowników różnych jednostek w próbie pływania o intensywności V1 nie były równe ($p=0,003$). Istotne różnice w wynikach odnotowano pomiędzy wynikami, uzyskiwanymi przez GROM a BOA ($p=0,023$) oraz GROM a GOPR ($p=0,002$). Jednostka GROM uzyskała największą prędkość w próbie pływania o intensywności V1 a prędkości BOA i GOPR były najniższe (Tab. 67).

Tabela 67. V1 - próba pływania z uwzględnieniem jednostki ratowniczej

V1	Podstawowe statystyki opisowe							
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD
RW WOPR	15	1,10	1,11	0,98	1,23	1,06	1,19	0,08
GROM	17	1,17	1,17	1,01	1,31	1,14	1,22	0,08
BOA	16	1,08	1,06	0,99	1,28	1,02	1,13	0,08
GOPR	15	1,06	1,04	0,99	1,25	1,01	1,11	0,07
STRAŻ	15	1,09	1,11	0,99	1,26	1,03	1,13	0,07
Razem	78	1,10	1,11	0,98	1,31	1,03	1,16	0,08
p	H=16,40 p=0,003							
	RW WOPR		GROM	BOA	GOPR	STRAŻ		
RW WOPR			0,245	1,000	1,000	1,000		
GROM	0,245			0,023	0,002	0,072		
BOA	1,000	0,023			1,000	1,000		
GOPR	1,000	0,002	1,000				1,000	
STRAŻ	1,000	0,072	1,000		1,000			

H - wartość testu Anova Kruskala-Wallisa; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Tabela 68. V2 - próba pływania z uwzględnieniem jednostki ratowniczej

V2	Podstawowe statystyki opisowe							
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD
RW WOPR	15	0,61	0,59	0,39	0,74	0,55	0,72	0,10
GROM	17	0,74	0,74	0,64	0,88	0,71	0,76	0,06
BOA	16	0,65	0,65	0,54	0,77	0,59	0,72	0,08
GOPR	15	0,70	0,72	0,49	0,90	0,61	0,78	0,11
STRAŻ	15	0,70	0,74	0,45	0,80	0,63	0,78	0,10
Razem	78	0,68	0,70	0,39	0,90	0,60	0,75	0,10
p	F=4,39 p=0,003							
	RW WOPR		GROM	BOA	GOPR	STRAŻ		
RW WOPR			0,002	0,695	0,070	0,093		
GROM	0,002			0,079	0,787	0,717		
BOA	0,695	0,079			0,624	0,700		
GOPR	0,070	0,787	0,624				1,000	
STRAŻ	0,093	0,717	0,700		1,000			

F - wartość testu jednoczynnikowej Anova (Fishera); p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Wyniki uzyskane przez ratowników różnych jednostek w próbie pływania o intensywności V2 były zróżnicowane ($p=0,003$). Istotne różnice odnotowano pomiędzy wynikami uzyskiwanymi przez GROM a RW WOPR ($p=0,002$). Jednostka GROM uzyskała największą prędkość w próbie pływania o intensywności V2 a prędkości RW WOPR była najniższa (Tab. 68).

Również wyniki uzyskane przez ratowników różnych jednostek w próbie pływania o intensywności V3 nie były równe ($p<0,001$). Istotne różnice odnotowano pomiędzy wynikami, uzyskiwanymi przez RW WOPR a BOA ($p<0,001$) oraz RW WOPR a STRAŻ ($p<0,001$) a także pomiędzy BOA a GOPR ($p=0,002$) oraz STRAŻ a GOPR ($p=0,004$). Wyniki RW WOPR i GOPR były wynikami najwyższymi, zaś BOA i STRAŻY najniższymi (Tab. 69).

Tabela 69. V3 - próba pływania z uwzględnieniem jednostki ratowniczej

V3	Podstawowe statystyki opisowe									
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
RW WOPR	15	1,06	1,14	0,60	1,27	0,91	1,17	0,20		
GROM	17	0,93	0,92	0,64	1,15	0,86	1,04	0,15		
BOA	16	0,84	0,83	0,68	1,05	0,77	0,93	0,11		
GOPR	15	1,01	1,02	0,93	1,10	0,97	1,05	0,05		
STRAŻ	15	0,85	0,87	0,56	0,93	0,85	0,88	0,08		
Razem	78	0,94	0,92	0,56	1,27	0,85	1,04	0,15		
p	H=30,38 p<0,001									
	RW WOPR		GROM		BOA		GOPR		STRAŻ	
RW WOPR			0,197		<0,001		1,000		<0,001	
GROM	0,197				0,492		0,698		0,638	
BOA	<0,001		0,492				0,002		1,000	
GOPR	1,000		0,698		0,002				0,004	
STRAŻ	<0,001		0,638		1,000		0,004			

H - wartość testu Anova Kruskala-Wallisa; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Tabela 70. V4 - próba pływania z uwzględnieniem jednostki ratowniczej

V4	Podstawowe statystyki opisowe									
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD		
RW WOPR	15	0,89	0,87	0,79	1,05	0,84	0,94	0,07		
GROM	17	0,93	0,85	0,67	1,37	0,76	0,98	0,22		
BOA	16	0,75	0,76	0,56	0,92	0,69	0,82	0,10		
GOPR	15	0,74	0,71	0,58	0,95	0,64	0,81	0,12		
STRAŻ	15	0,68	0,67	0,58	0,86	0,62	0,74	0,09		
Razem	78	0,80	0,80	0,56	1,37	0,69	0,88	0,16		
p	H=29,46 p<0,001									
	RW WOPR		GROM		BOA		GOPR		STRAŻ	
RW WOPR			1,000		0,040		0,010		<0,001	
GROM	1,000				0,153		0,043		<0,001	
BOA	0,040		0,153				1,000		0,993	
GOPR	0,010		0,043		1,000				1,000	
STRAŻ	<0,001		<0,001		0,993		1,000			

H - wartość testu Anova Kruskala-Wallisa; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Wyniki uzyskane przez ratowników różnych jednostek w próbie pływania o intensywności V4 także były znacznie zróżnicowane ($p < 0,001$). Istotne różnice odnotowano pomiędzy wynikami, uzyskiwanymi przez RW WOPR względem BOA ($p = 0,040$), GOPR ($p = 0,010$) i STRAŻY ($p < 0,001$) oraz pomiędzy wynikami, uzyskiwanymi GROM a GOPR ($p = 0,043$) i STRAŻY ($p < 0,001$). Wyniki GROM oraz RW WOPR były istotnie wyższe w stosunku do wymienionych (Tabela 70).

Tabela 71. V5 - próba pływania z uwzględnieniem jednostki ratowniczej

V5	Podstawowe statystyki opisowe							
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD
RW WOPR	15	0,78	0,77	0,68	0,88	0,72	0,85	0,07
GROM	17	0,83	0,82	0,70	0,96	0,79	0,87	0,06
BOA	16	0,77	0,75	0,68	0,92	0,70	0,83	0,08
GOPR	15	0,86	0,80	0,67	1,48	0,72	0,91	0,20
STRAŻ	15	0,88	0,90	0,67	1,48	0,72	0,94	0,20
Razem	78	0,82	0,80	0,67	1,48	0,72	0,88	0,14
p	H=6,33 p=0,175							

H - wartość testu Anova Kruskala-Wallisa; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Natomiast wyniki uzyskane przez ratowników różnych jednostek w próbie pływania o intensywności V5 nie różniły się istotnie statystycznie ($p=0,175$) (Tab. 71).

Sprawność ratowników oceniono na podstawie średnich prędkości, jakie uzyskali oni w próbie pływania ze zróżnicowaną intensywnością – od najmniejszej do największej, od V1 do V5, uwzględniając również przedział wieku, w jakim się znajdowali.

Tabela 72. V1 – próba pływania z uwzględnieniem podziału badanych ratowników na grupy wieku

V1	Podstawowe statystyki opisowe							
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD
20–30 lat	33	1,08	1,06	0,98	1,25	1,01	1,13	0,08
31–40 lat	36	1,13	1,13	1,00	1,31	1,06	1,18	0,08
41–50 lat	9	1,08	1,06	0,99	1,26	1,04	1,11	0,08
Razem	78	1,10	1,11	0,98	1,31	1,03	1,16	0,08
P	H=7,27 p=0,026							
	20–30 lat			31–40 lat			41–50 lat	
				0,033			1,000	
	0,033						0,306	
1,000			0,306					

H - wartość testu Anova Kruskala-Wallisa; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Wyniki uzyskane przez ratowników w różnym wieku w próbie pływania o intensywności V1 były zróżnicowane ($p=0,026$). Istotne różnice w wynikach odnotowano pomiędzy osobami w wieku 20–30 lat a 31–40 lat ($p=0,033$). Prędkość osób w wieku 31–40 lat była największa a osób w wieku 20–30 lat najmniejsza (Tab. 72).

Tabela 73. V2 – próba pływania z uwzględnieniem podziału badanych ratowników na grupy wieku

V2	Podstawowe statystyki opisowe							
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD
20–30 lat	33	0,66	0,67	0,39	0,81	0,59	0,74	0,10
31–40 lat	36	0,72	0,73	0,58	0,90	0,66	0,76	0,08
41–50 lat	9	0,62	0,60	0,45	0,79	0,54	0,69	0,12
Razem	78	0,68	0,70	0,39	0,90	0,60	0,75	0,10
P	F=5,74 p=0,005							
	20–30 lat			31–40 lat			41–50 lat	
				0,020			0,618	
	0,020						0,021	
0,618			0,021					

F - wartość testu jednoczynnikowej Anova (Fishera); p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Wyniki uzyskane przez ratowników w różnym wieku, w próbie pływania o intensywności V2 były zróżnicowane ($p=0,005$). Istotne różnice w wynikach odnotowano pomiędzy osobami w wieku 20–30 lat a 31–40 lat ($p=0,020$) oraz pomiędzy osobami w wieku 31–40 lat a 41–50 lat ($p=0,021$). Prędkość osób w wieku 31–40 lat była największa a osób w wieku 20–30 lat i 41–50 lat, istotnie niższa (Tab. 73).

Tabela 74. V3 – próba pływania z uwzględnieniem podziału badanych ratowników na grupy wieku

V3	Podstawowe statystyki opisowe							
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD
20–30 lat	33	1,01	1,01	0,60	1,27	0,89	1,12	0,15
31–40 lat	36	0,90	0,89	0,56	1,15	0,84	1,02	0,14
41–50 lat	9	0,84	0,87	0,71	0,96	0,80	0,89	0,08
Razem	78	0,94	0,92	0,56	1,27	0,85	1,04	0,15
P	F=7,09 p=0,002							
	20–30 lat			31–40 lat			41–50 lat	
				0,010			0,043	
	0,010						0,654	
41–50 lat	0,043			0,654				

F - wartość testu jednoczynnikowej Anova (Fishera); p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Wyniki uzyskane przez ratowników w różnym wieku, w próbie pływania o intensywności V3 były zróżnicowane ($p=0,002$). Istotne różnice w wynikach odnotowano pomiędzy osobami w wieku 20–30 lat a osobami w wieku 31–40 lat ($p=0,010$) i 41–50 lat ($p=0,043$). Prędkość osób w wieku 21–30 lat była największa a osób w wieku 31–40 lat i 41–50 lat, istotnie niższa (Tab. 74).

Tabela 75. V4 – próba pływania z uwzględnieniem podziału badanych ratowników na grupy wieku

V4	Podstawowe statystyki opisowe							
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD
20–30 lat	33	0,80	0,81	0,56	1,05	0,70	0,88	0,12
31–40 lat	36	0,81	0,76	0,58	1,37	0,67	0,86	0,20
41–50 lat	9	0,80	0,83	0,59	0,95	0,71	0,88	0,13
Razem	78	0,80	0,80	0,56	1,37	0,69	0,88	0,16
p H=0,63 p=0,731								

H - wartość testu Anova Kruskala-Wallisa; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Tabela 76. V5 – próba pływania z uwzględnieniem podziału badanych ratowników na grupy wieku

V5	Podstawowe statystyki opisowe							
	N	Śr.	Me.	Min.	Max.	Q1	Q2	SD
20–30 lat	33	0,80	0,80	0,68	0,99	0,72	0,87	0,08
31–40 lat	36	0,85	0,82	0,67	1,48	0,77	0,90	0,18
41–50 lat	9	0,78	0,73	0,67	0,99	0,70	0,83	0,11
Razem	78	0,82	0,80	0,67	1,48	0,72	0,88	0,14
p H=2,59 p=0,274								

H - wartość testu Anova Kruskala-Wallisa; p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Wyniki uzyskane przez ratowników w różnym wieku w próbie pływania o intensywności V4 oraz intensywności V5 nie różniły się istotnie statystycznie ($p=0,731$) dla V4 i odpowiednio ($p=0,274$) dla V5 (Tab. 75–76).

4.4.2. Sprawność pływacka ratowników a skuteczność akcji ratowniczej

Analizując dane zawarte w tabeli 77 zauważyć można obecność wielu istotnych statystycznie dodatnich korelacji między sprawnością pływacką ratowników a skutecznością prowadzonych przez nich akcji ratowniczej w wodzie, ocenianą zarówno punktowo jak i procentowo. Biorąc pod uwagę wszystkich badanych łącznie, wykazano,

że większą skutecznością w ocenie punktowej cechowały się osoby lepiej radzące sobie w wodzie w próbie o intensywności V1, V2 i V5, i analogicznie było w ocenie procentowej - także słabiej wypadały osoby lepiej radzące w próbie o intensywności V1, V2 i V5. We wszystkich jednostkach istotne znaczenie miała aktywność w wodzie o intensywności V2. Zależność V1 ze skutecznością ocenianą zarówno w punktach jak też w procentach istotna była dla jednostki BOA, a tylko w procentach dla jednostki GROM. Zależność V5 ze skutecznością ocenianą w punktach i w procentach istotna była dla jednostki RW WOPR i STRAŻY.

Tabela 77. Ocena wpływu sprawności (V1–V5) na skuteczność akcji w wodzie (ocena i %) w zależności od jednostki ratowniczej

	RW WOPR		GROM		BOA		GOPR		STRAŻ		RAZEM	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
V1 a ocena pkt.	0,13	0,648	0,43	0,088	0,76	0,001	0,03	0,919	0,03	0,924	0,34	0,002
V2 a ocena pkt.	r=0,94	<0,001	r=0,78	<0,001	r=0,88	<0,001	r=0,95	<0,001	r=0,95	<0,001	r=0,91	<0,001
V3 a ocena pkt.	-0,00	0,990	0,18	0,492	0,32	0,231	0,15	0,589	-0,34	0,218	0,01	0,931
V4 a ocena pkt.	0,35	0,196	0,21	0,428	-0,29	0,274	-0,38	0,168	-0,23	0,420	-0,10	0,391
V5 a ocena pkt.	0,53	0,043	0,12	0,653	-0,15	0,579	0,36	0,187	0,58	0,024	0,44	<0,001
V1 a ocena %	0,35	0,201	0,71	0,002	0,78	<0,001	-0,06	0,820	0,13	0,643	0,36	0,001
V2 a ocena %	r=1,00	<0,001	r=1,00	<0,001	r=1,00	<0,001	r=1,00	<0,001	r=1,00	<0,001	r=1,00	<0,001
V3 a ocena %	-0,01	0,960	0,28	0,273	0,31	0,240	0,21	0,443	-0,46	0,085	-0,02	0,853
V4 a ocena %	0,39	0,152	0,12	0,660	-0,23	0,387	-0,35	0,206	-0,06	0,840	-0,19	0,096
V5 a ocena %	0,59	0,021	-0,07	0,801	-0,17	0,535	0,39	0,147	0,65	0,009	0,48	<0,001

r - wartość testu korelacji liniowej Pearsona; R - wartość testu korelacji rang Spearmana; p – wskaźnik

Tabela 78. Ocena wpływu sprawności (V1-V5) na skuteczność akcji w wodzie (ocena i %) w zależności od przedziału wieku

	20–30 lat		31–40 lat		41–50 lat	
	R	p	R	p	R	p
V1 a ocena pkt.	0,05	0,783	0,37	0,028	0,58	0,099
V2 a ocena pkt.	r=0,8*	<0,001	r=0,90	<0,001	r=0,97	<0,001
V3 a ocena pkt.	r=-0,02	0,899	r=0,15	0,388	r=-0,47	0,205
V4 a ocena pkt.	-0,11	0,537	0,00	0,993	-0,23	0,546
V5 a ocena pkt.	0,48	0,004	0,35	0,037	0,48	0,187
V1 a ocena %	0,10	0,586	0,42	0,011	0,67	0,049
V2 a ocena %	r=1,00	<0,001	r=1,00	<0,001	r=1,00	<0,001
V3 a ocena %	r=-0,08	0,671	r=0,16	0,342	r=-0,39	0,304
V4 a ocena %	-0,30	0,093	-0,02	0,931	-0,27	0,488
V5 a ocena %	0,56	0,001	0,37	0,025	0,47	0,205

r - wartość testu korelacji liniowej Pearsona; R - wartość testu korelacji rang Spearmana;

p - wskaźnik prawdopodobieństwa testowego

Odnotowano również obecność wielu istotnych statystycznie dodatnich korelacji między sprawnością ratowników a ich skutecznością akcji w wodzie, ocenianą zarówno punktowo jak i procentowo biorąc pod uwagę przedział ich wieku. W grupie osób 20-30 lat istotna statystycznie, dodatnia była korelacja pomiędzy skutecznością akcji ratunkowej ocenianej w punktach i w procentach a ich sprawnością w wodzie przy intensywności V2 i V5 (Tab. 78). W grupie osób 31–40 lat istotna statystycznie, dodatnia

była korelacja pomiędzy skutecznością akcji ratunkowej ocenianej w punktach i w % a ich sprawnością w wodzie przy intensywności V1, V2 i V5. W grupie osób 41–50 lat istotna statystycznie, dodatnia była korelacja pomiędzy skutecznością akcji ratunkowej ocenianej w punktach i w procentach a ich sprawnością w wodzie przy intensywności V2 oraz pomiędzy skutecznością akcji ratunkowej ocenianej w procentach a ich sprawnością w wodzie przy intensywności V1.

5. DYSKUSJA

Wyniki uzyskane w ramach przeprowadzonych badań pozwalają na wysunięcie wartościowych wniosków dotyczących wpływu wysiłku poprzedzającego RKO na jego jakość mierzoną szeregiem wskaźników. W wyniku porównania jakości RKO wykonywanego w warunkach pełnego wypoczęcia, a następnie zmęczenia spowodowanego symulowaną akcją ratowniczą stwierdzono istotnie statystycznie różnice w obrębie parametrów określających jakość RKO.

W RKO po wysiłku zarejestrowano wyższe wartości: VmV, IV, VR, VV, Si, ECCR, Whp, L oraz niższe wartości: Cd, PbEcc. Za stwierdzeniem, że wysiłek wpłynął negatywnie na jakość RKO przemawiają zarejestrowane wyższe wartości: Si – wdmuchnięć do żołądka, Whp – procentowego udziału nieprawidłowego usytuowania dłoni do uciśnięć oraz niższe wartości: Cd – głębokości uciśnięć. Trudno ocenić wpływ zwiększenia wartości parametru ECCR na jakość wykonywanego RKO (ilości uciśnięć na minutę), ponieważ pomimo iż w RKO po wysiłku przyjął on istotnie wyższą wartość to wciąż była ona zbliżona do 120 uciśnięć na minutę (117 bez wysiłku przed RKO vs. 125 z wysiłkiem przed RKO). Wydaje się, że rozpatrując ten parametr wraz z mniejszą wartością PbEcc (przerwy pomiędzy uciśnięciami) można ocenić negatywnie zmianę w sposobie prowadzenia RKO powodowanej zmęczeniem ratownika. Przemawiają za tym: większa ilość nieprawidłowego ułożenia dłoni, mniejsze głębokość uciśnięć i przerwy pomiędzy uciśnięciami co niewątpliwie wpływa na mniejszą objętość wyrzutową serca osoby restytuowanej.

Zagadnienie efektywności działań ratowniczych oraz procedur resuscytacyjnych w środowisku wodnym jest kluczowe w kontekście rosnącej liczby wypadków nad i w wodzie. Niniejsza dysertacja, skupia się na analizie wpływu zmęczenia mięśni oddechowych oraz innych indywidualnych i funkcjonalnych czynników na efektywność interwencji ratowniczych. Badanie to zyskuje na znaczeniu w świetle globalnego wzrostu popularności aktywności wodnych oraz związanych z nimi zagrożeń. Przez lata naukowcy próbowali zidentyfikować i zrozumieć kluczowe czynniki, które mogą wpłynąć na sukces akcji ratowniczych i medycznych przeprowadzanych na terenach wodnych. W kontekście tego badania, szczególna uwaga została poświęcona aspektom fizjologicznym ratowników, takim jak zmęczenie mięśni oddechowych, które mogą istotnie wpływać na ich zdolność do skutecznego reagowania w sytuacjach kryzysowych. Do realizacji badań zastosowano metodykę obejmującą szeroko zakrojone testy

symulacyjne i analizy statystyczne, co umożliwiło głębokie zrozumienie i interpretację zebranych danych. Wykorzystanie zaawansowanych technologii pomiarowych oraz specjalistycznych oprogramowań statystycznych pozwoliło na dokładne badanie, jak różne warunki i intensywność wysiłku wpływają na efektywność procedur resuscytacyjnych. Odkrycia przedstawione w tej pracy mają potencjał wpłynięcia na przyszłe procedury i metody szkoleniowe dla ratowników, oferując nowe możliwości optymalizacji istniejących protokołów ratowniczych..

Efektywność akcji ratowniczej w środowisku wodnym stanowi krytyczny element w kontekście ratowania życia i zdrowia osób poszkodowanych. Skuteczność takiej interwencji nie ogranicza się wyłącznie do szybkiego dotarcia do ofiary i jej bezpiecznego wydobycia z wody. Istotnym aspektem, który w znacznym stopniu decyduje o ostatecznym wyniku akcji ratowniczej, jest także umiejętność przeprowadzenia natychmiastowej i efektywnej resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO), zgodnie z obowiązującymi wytycznymi i standardami medycznymi (Ashton et al. 2002). Ratownicy wodni, wykonując swoje zadania, często napotykają na trudności wynikające z fizycznego zmęczenia po intensywnym wysiłku związanym z dotarciem do poszkodowanego. Wyniki badania przeprowadzonego przez Souśę i współpracowników (2017) podkreślają, jak znaczący wpływ na jakość wykonywanej resuscytacji ma stan fizyczny ratownika w momencie rozpoczęcia RKO. Już wcześniejsze badania prowadzone przez Ashтона i współpracowników (2002) jako pierwsze zwróciły uwagę na fakt, że zmęczenie ratownika może obniżyć efektywność uciśnień klatki piersiowej, które są kluczowym elementem skutecznej RKO. Zmęczenie mięśni ratownika może prowadzić do zmniejszenia siły, z jaką wykonywane są uciśnięcia, co bezpośrednio wpływa na adekwatność przepływu krwi w organizmie poszkodowanego, a tym samym na skuteczność resuscytacji. Zgodnie z aktualnymi standardami, głębokość uciśnień powinna wynosić co najmniej 5 cm dla dorosłych, przy zachowaniu częstotliwości 100-120 uciśnień na minutę. Osiągnięcie tego standardu, szczególnie po wyczerpującym wysiłku, wymaga nie tylko doskonałej kondycji fizycznej, ale również techniki, która minimalizuje wpływ zmęczenia na jakość wykonania RKO. W związku z tym, coraz więcej badań skupia się na metodach i technikach treningowych dla ratowników, mających na celu zwiększenie ich wytrzymałości i siły mięśniowej, co może bezpośrednio przekładać się na poprawę skuteczności resuscytacji Kula i Stanula (2020). Dodatkowo, na przestrzeni lat rozwinęły się specjalistyczne programy szkoleniowe, które uwzględniają zarówno fizyczne przygotowanie do akcji ratowniczych, jak i techniki

psychologiczne mające na celu optymalizację działania pod presją czasu i zmęczenia. W dalszej perspektywie, zrozumienie i adaptacja do tych wyzwań stanowi kluczowy element w kształtowaniu przyszłych protokołów i procedur ratowniczych, które muszą efektywnie łączyć wysiłek fizyczny z techniczną precyzją wykonywania procedur medycznych. Na podstawie tych danych, można przewidywać rozwój nowych standardów szkoleniowych i operacyjnych, które będą bardziej szczegółowo adresować i minimalizować negatywne skutki zmęczenia ratowników na efektywność akcji ratowniczych.

Zwiększając się zainteresowanie kwestią efektywności procedur resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO) wykonanych przez ratowników wodnych po intensywnym wysiłku fizycznym znalazło odzwierciedlenie w szeregu badań naukowych. Wyniki tych badań podkreślają złożoność interakcji między warunkami fizycznymi ratowników a jakością wykonywanych przez nich procedur ratunkowych. Badania Barca-Furelos i współpracowników (2013) dostarczają konkretnych dowodów na to, że zmęczenie wywołane akcją ratowniczą w wodzie ma istotny wpływ na obniżenie jakości przeprowadzanej resuscytacji. Badanie, które analizowało wpływ przepłynięcia 75-metrowego odcinka na efektywność następującego po nim RKO, wykazało, że zmęczeni ratownicy osiągają znacząco niższą liczbę poprawnych uciśnień klatki piersiowej w porównaniu z tymi, którzy nie byli poddani uprzedniemu wysiłkowi. Tego rodzaju wnioski mają kluczowe znaczenie dla organizacji pracy zespołów ratunkowych, sugerując potrzebę umożliwienia ratownikom odpoczynku przed przystąpieniem do akcji RKO, co może znacząco zwiększyć szanse na sukces resuscytacji.

Badania przeprowadzone przez Abraldesa i współpracowników (2021) również potwierdzają, że uprzedni wysiłek fizyczny, tak jak bieg czy kombinacja biegu z pływaniami, negatywnie wpływa na jakość RKO, zwłaszcza w kontekście głębokości uciśnień klatki piersiowej. Redukcja głębokości uciśnień poniżej zalecanych norm bezpośrednio wpływa na efektywność przepływu krwi w systemie krążeniowym poszkodowanego, co może mieć istotne konsekwencje dla jego szans na przetrwanie. W przeciwieństwie do powyższych, badania prowadzone przez Souse i współpracowników (2017) rzucają światło na złożoność odpowiedzi fizjologicznych na wysiłek w kontekście RKO. Choć badanie wykazało, że 100-metrowy wysiłek ratowniczy w wodzie prowadzi do zwiększenia objętości oddechowej (TV), poboru tlenu (VO₂) oraz współczynnika wymiany oddechowej (RER), to jednak nie stwierdzono bezpośredniego wpływu tych czynników na jakość wykonania RKO. Jednocześnie Sousa

i wsp. (2017) porównując RKO wykonywane w warunkach wypoczęcia ratownika oraz po wykonaniu przez niego akcji ratunkowej na odcinku 100 m wskazali na istotnie statystycznie różnice w: czasie oceny oddechu przez ratownika, czasie przeznaczonym na wykonywanie wentylacji, uciśnięć oraz liczbie uciśnięć. Zmienne te, choć świadczą o intensywności metabolicznej odpowiedzi na wysiłek, nie przekładały się bezpośrednio na obniżenie skuteczności uciśnięć. Niemniej jednak, zwiększony pobór tlenu i zwiększona objętość oddechowa utrzymujące się przez okres resuscytacji wskazują na podwyższony poziom stresu fizjologicznego, który może wpłynąć na ogólną wydajność ratownika w dłuższym okresie. Te rozbieżne wyniki podkreślają złożoność interakcji między wysiłkiem fizycznym a skutecznością RKO, sugerując, że oprócz fizycznych aspektów wysiłku, na jakość resuscytacji mogą wpływać także inne czynniki, takie jak umiejętności techniczne ratownika, jego stan psychologiczny oraz specyfika sytuacji ratunkowej.

W kontekście tych odkryć, istotne jest dalsze badanie i rozwijanie technik oraz procedur szkoleniowych, które mogą maksymalizować efektywność RKO w sytuacjach, gdy ratownicy są zmęczeni. Rozwój technik oddechowych, zarządzanie energią oraz strategię rotacji zadań w zespołach ratowniczych mogą znacząco przyczynić się do poprawy skuteczności interwencji ratowniczych, nawet w najbardziej wymagających warunkach.

Zastosowanie technologii i innowacyjnych narzędzi w szkoleniu ratowników to kierunek, który zyskuje na znaczeniu w miarę rozwoju nowoczesnych metod edukacyjnych i narzędzi szkoleniowych. W obliczu zmieniających się wyzwań oraz zwiększającej się złożoności scenariuszy ratowniczych, innowacje technologiczne, takie jak symulacje wirtualnej rzeczywistości (VR), stały się nieocenionym elementem programów przygotowawczych dla ratowników (Edbert i wsp. 2013). Wirtualna rzeczywistość, oferując bezprecedensowy stopień immersji i interaktywności, umożliwia ratownikom przeprowadzanie treningów w kontrolowanych, ale wysoce realistycznych warunkach. Scenariusze VR mogą być dostosowane do specyficznych potrzeb i niebezpieczeństw związanych z różnymi akwenami wodnymi, od spokojnych wód jeziornych po nieprzewidywalne i dynamiczne środowisko morza otwartego. Takie treningi nie tylko zwiększają umiejętności techniczne ratowników, ale również pozwalają na trenowanie procedur decyzyjnych i zarządzania stresem w sytuacjach krytycznych (Tang 2024). Jednym z głównych atutów wykorzystania VR w szkoleniach jest możliwość wielokrotnego przeprowadzania symulacji specyficznych scenariuszy, co jest

trudne lub niemożliwe do zrealizowania w realnych warunkach z powodów logistycznych czy bezpieczeństwa. Dodatkowo, VR umożliwia monitorowanie i ocenę reakcji ratownika w czasie rzeczywistym, co pozwala na natychmiastowe dostosowywanie treningu i daje trenerom lepszy wgląd w postępy oraz słabości kursantów (Stefan i wsp. 2023). Również systemy sztucznej inteligencji (AI) mogą znaleźć zastosowanie w szkoleniu ratowników, na przykład poprzez analizę danych z treningów w celu identyfikacji wzorców, które mogą wskazać na potencjalne obszary do poprawy. Technologia AI może również wspierać personalizację procesu nauczania, dostosowując programy szkoleniowe do indywidualnych potrzeb i umiejętności ratowników (Basnawi i Koshak 2024). Jednakże, mimo licznych zalet, wprowadzenie nowych technologii do szkolenia ratowników wiąże się również z wyzwaniami. Koszt wdrożenia i utrzymania zaawansowanych systemów VR oraz szkolenia instruktorów do pracy z nowymi technologiami może być znaczący. Istnieje także potrzeba badań nad skutecznością szkoleń z wykorzystaniem VR w porównaniu do tradycyjnych metod, aby móc w pełni ocenić ich wartość dodaną.

Analiza wpływu doświadczenia zawodowego na efektywność interwencji ratunkowych jest kluczowa w kontekście zapewnienia maksymalnej skuteczności działań w sytuacjach kryzysowych. Doświadczenie zawodowe, rozumiane jako suma przeszłych szkoleń i rzeczywistych interwencji, ma bezpośredni wpływ na zdolność ratowników do efektywnego zarządzania zdarzeniami nad wodą. Istotne jest podkreślenie, że doświadczeni ratownicy wykazują większą biegłość w szybkim identyfikowaniu zagrożeń i stosowaniu odpowiednich procedur ratunkowych. Literatura przedmiotu sugeruje, że umiejętność efektywnego działania w sytuacjach kryzysowych jest w dużym stopniu zależna od poziomu doświadczenia ratownika. Biegłość ta jest kształtowana nie tylko poprzez uczestnictwo w realnych akcjach ratunkowych, ale również przez ciągłe szkolenia i symulacje, które pozwalają na utrwalanie i doskonalenie technik ratunkowych oraz zarządzania stresującymi sytuacjami (Stanula i wsp. 2018, Calonge i wsp. 2020). Dodatkowo, badania pokazują, że doświadczeni ratownicy często lepiej wykorzystują dostępne narzędzia i technologie, co skutkuje wyższą jakością i efektywnością interwencji (Comfort i wsp. 2009). Jest to szczególnie istotne, gdyż nowoczesne technologie, takie jak systemy lokalizacji czy urządzenia do komunikacji, stają się coraz bardziej powszechne w działaniach ratunkowych. Nie można jednak zignorować, że rozwój technologiczny oraz zmieniające się protokoły medyczne wymagają od ratowników ciągłego szkolenia, niezależnie od posiadanych lat doświadczenia. Ciągła

aktualizacja wiedzy jest niezbędna, aby utrzymać wysoką efektywność w dynamicznie zmieniającym się środowisku interwencyjnym (Gonzalez-Santano i wsp. 2020). Wnioskując, efektywność interwencji ratunkowych zależy nie tylko od empirycznych umiejętności ratowników, ale również od ich zaangażowania w ciągły rozwój profesjonalny. Znaczenie doświadczenia jest niepodważalne, jednak równie krytyczne jest zapewnienie, by systemy szkoleniowe były odpowiednio dostosowane do szybko ewoluujących standardów operacyjnych i technologicznych w ratownictwie wodnym.

Wyniki badania jednoznacznie pokazują, że intensywność wysiłku fizycznego ma znaczący wpływ na skuteczność resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO) oraz na funkcjonowanie mięśni oddechowych ratowników. Wykazano istotne zmiany w kluczowych parametrach, takich jak objętość minutowa wentylacji (VmV), wskaźnik wentylacji (IV), częstotliwość oddechów (VR), objętość oddechowa (VV) oraz czas efektywnej kompresji klatki piersiowej (ECCR) po wysiłku fizycznym. Te zmiany były obserwowane zarówno w grupie ogólnej badanych, jak i w poszczególnych grupach ratowniczych. Warto zwrócić uwagę na to, że obciążenie fizyczne wywoływało nie tylko zwiększenie parametrów związanych z wysiłkiem oddechowym, ale także zmniejszenie precyzji i efektywności niektórych działań resuscytacyjnych, co może mieć istotne konsekwencje praktyczne. Wyniki pokazują, że po wysiłku fizycznym wzrosły wartości takich parametrów, jak VmV, IV, VR, VV, Si (siła nacisku) oraz ECCR, natomiast zmniejszyły się wartości parametrów Cd (głębokość kompresji) oraz PbEcc (czas pełnej relaksacji klatki piersiowej). Wzrosty te mogą być interpretowane jako adaptacyjna reakcja organizmu na wysiłek fizyczny, w której mięśnie oddechowe oraz układ krążeniowy starają się kompensować zmęczenie poprzez zwiększenie wentylacji oraz wysiłku fizycznego. Jednakże, zmniejszenie Cd i PbEcc wskazuje na pogorszenie efektywności RKO, co może sugerować, że pomimo większego wysiłku, zmęczenie fizyczne prowadzi do mniejszej precyzji i skuteczności w wykonywaniu kompresji klatki piersiowej (McDonald i wsp. 2013).

Badanie wykazało, że rodzaj specjalizacji ratowniczej ma znaczący wpływ na odpowiedź na wysiłek fizyczny, co znajduje odzwierciedlenie w różnych wynikach poszczególnych grup. W przypadku ratowników Wodnego Ochotniczego Pogotowia Ratunkowego (RW WOPR), po wysiłku zaobserwowano istotne zwiększenie takich parametrów, jak VmV, IV, VR oraz Si, przy jednoczesnym zmniejszeniu Cd. Oznacza to, że ratownicy RW WOPR zwiększyli wysiłek oddechowy, ale jednocześnie pogorszyli głębokość kompresji, co jest kluczowym elementem skutecznej RKO. Wyniki te

sugerują, że ratownicy WOPR, choć są narażeni na intensywny wysiłek fizyczny podczas działań ratowniczych, mogą potrzebować większego treningu ukierunkowanego na zwiększenie wytrzymałości oddechowej i precyzji kompresji w sytuacjach obciążenia (Mc Donald i wsp. 2013, Borge i wsp. 2014). W grupie ratowników specjalnych GROM również zaobserwowano istotne zmiany w parametrach po wysiłku, takie jak wzrost V_mV , VR oraz Si . W przeciwieństwie do RW WOPR, ratownicy GROM odnotowali pozytywne korelacje między wyższymi wartościami ECCR a wyższymi wynikami spirometrycznymi (FEV_1 , FVC , FEV_3), co sugeruje, że ich lepsza wydolność oddechowa i przygotowanie fizyczne pozwala na bardziej efektywną kompensację wysiłku, co przekłada się na wyższą skuteczność RKO. Wskazuje to na kluczową rolę wyszkolenia oraz specyficznych umiejętności w utrzymaniu efektywności działań resuscytacyjnych pod wpływem zmęczenia. W grupach GOPR oraz Straży Pożarnej zauważono podobne zależności, jednak różnice w odpowiedzi na wysiłek fizyczny mogą być spowodowane różnymi warunkami pracy, w których operują te grupy. Ratownicy GOPR, ze względu na specyfikę działań w trudnym terenie, mogą być lepiej przygotowani na wysiłek fizyczny, co może tłumaczyć mniejszy spadek efektywności RKO w porównaniu do innych grup ratowniczych.

Analizując wyniki w podziale na grupy wiekowe, wartości kluczowe parametrów, takich jak maksymalna prędkość wentylacji (V_mV), indeks siły (Si) oraz efektywność kompresji klatki piersiowej w czasie resuscytacji (ECCR), podkreślają istotne różnice w reakcji na wysiłek fizyczny w zależności od wieku ratowników. Wyniki te sugerują, że młodsze grupy wiekowe (20–30 lat i 31–40 lat) wykazują większe zmiany w tych parametrach po wysiłku, co może być związane z ich większą podatnością na zmęczenie fizyczne. Chociaż zmienność tych parametrów była większa w młodszych grupach, młodszy ratownicy byli zdolni do utrzymania lepszej efektywności wentylacji i siły kompresji. Może to wskazywać na ogólnie lepszą kondycję fizyczną i adaptacyjność tych ratowników w młodszych grupach wiekowych. Natomiast w grupie wiekowej 41–50 lat, mimo mniejszych zmian w większości parametrów, obserwowane były istotne spadki głębokości kompresji (Cd) i relaksacji ($PbEcc$), co może sugerować większe ograniczenia fizyczne wynikające z wieku. To wskazuje na to, że starsi ratownicy, pomimo ich doświadczenia, mogą być bardziej narażeni na zmniejszenie precyzji wykonywania RKO w wyniku zmęczenia. Takie wyniki podkreślają potrzebę dostosowywania treningów do różnych grup wiekowych ratowników, aby maksymalizować ich skuteczność w akcjach ratunkowych, zwłaszcza w kontekście zadania fizycznego, jakim jest resuscytacja

krażeniowo-oddechowa po wysiłku. Umożliwi to lepsze przygotowanie ratowników do efektywnego radzenia sobie z wysiłkiem fizycznym, co jest kluczowe w sytuacjach kryzysowych, gdzie każdy czynnik może mieć znaczenie dla życia osoby ratowanej.

Jednym z kluczowych aspektów badania było zbadanie zależności między wydolnością mięśni oddechowych a wynikami RKO. Wykazano, że osoby, które uzyskały wyższe wyniki spirometryczne (FEV1, FVC, FEV3), miały lepsze wyniki w zakresie głębokości kompresji (Cd) po wysiłku. Te dodatnie korelacje potwierdzają, że wydolność mięśni oddechowych odgrywa kluczową rolę w skuteczności zabiegów RKO. Szczególnie w grupie RW WOPR zaobserwowano ujemne korelacje między wysokimi wartościami parametrów spirometrycznych a zmniejszoną efektywnością RKO, co może świadczyć o tym, że nadmierny wysiłek fizyczny może ograniczać wydolność oddechową, co wpływa na jakość resuscytacji. W grupie ratowników GROM zaobserwowano odwrotną tendencję, gdzie wyższe wyniki spirometryczne były związane z lepszymi wynikami RKO, co sugeruje, że bardziej wyszkoleni ratownicy o lepszej wydolności oddechowej są w stanie skuteczniej przeprowadzać resuscytację mimo zmęczenia. Wyniki te podkreślają konieczność zindywidualizowanego podejścia do treningu ratowników, w zależności od ich specyficznych potrzeb i warunków pracy.

Badanie wykazało, że zmęczenie mięśni oddechowych oraz ogólny wysiłek fizyczny znacząco wpływają na skuteczność wykonywania resuscytacji krażeniowo-oddechowej (RKO) w różnych grupach ratowników, zarówno w kontekście specjalizacji, jak i grup wiekowych. Grupy takie jak RW WOPR oraz GOPR, narażone na szczególnie intensywne działania w trudnych warunkach, wykazują większą podatność na zmiany w parametrach fizjologicznych po wysiłku. Jednocześnie, ratownicy GROM, dzięki lepszemu przygotowaniu fizycznemu, są w stanie bardziej efektywnie utrzymać parametry RKO pomimo zmęczenia.

Analiza w podziale na grupy wiekowe wskazała, że młodsi ratownicy, mimo większych zmian w parametrach po wysiłku, są w stanie lepiej radzić sobie z obciążeniami fizycznymi i utrzymać wyższą skuteczność wentylacji i kompresji klatki piersiowej. Starsi ratownicy, choć mają więcej doświadczenia, mogą być bardziej narażeni na pogorszenie jakości wykonywania RKO w wyniku zmęczenia, co podkreśla potrzebę dostosowania programów szkoleniowych do wieku i wydolności fizycznej.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzone badania oraz ich analiza umożliwiają weryfikację sformułowanych hipotez badawczych. Pierwsza hipoteza zakładała, że: *Skuteczność symulowanej akcji ratowniczej w wodzie ulega obniżeniu pod wpływem sukcesywnego zmęczenia mięśni oddechowych, będącego następstwem wysiłków submaksymalnych i supramaksymalnych realizowanych w środowisku wodnym.* Jak wykazano skuteczność symulowanych akcji ratowniczych w wodzie znacząco spadała w miarę narastającego zmęczenia mięśni oddechowych u badanych ratowników. W przypadku wysiłków submaksymalnych i supramaksymalnych u badanych wystąpił wyraźny spadek efektywności działań, co miało negatywny wpływ na czas oraz precyzję wykonywanych manewrów. Tym samym hipoteza pierwsza została potwierdzona.

Hipoteza druga zakładała, że: *Skuteczność zabiegów resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO) wykazuje istotne współzależności ze wskaźnikami funkcjonalnymi diagnozującymi poziom zmęczenia mięśni oddechowych (IMF) – najsilniejsze związki zaznaczają się z natężoną objętością wydechową pierwszo-sekundową (FEV1) oraz natężoną objętością wydechową w 3 sekundzie.* Po przeprowadzonych badaniach można potwierdzić trafność tej hipotezy. Wystąpiły bowiem wyraźne współzależności między skutecznością zabiegów RKO a zmiennymi funkcjonalnymi, które diagnozują poziom zmęczenia mięśni oddechowych. Szczególnie silne korelacje odnotowano dla natężonej objętości wydechowej pierwszo-sekundowej (FEV1) oraz natężonej objętości wydechowej w 3 sekundzie. Im niższe wartości tych wskaźników u badanych ratowników, tym gorsza była jakość i skuteczność resuscytacji.

Hipoteza trzecia zakładała, że: *Ratownicy w najmłodszej grupie wiekowej (20–30 lat) będą charakteryzować się wyższymi wskaźnikami określającymi poziom zmęczenia mięśni oddechowych, aniżeli starsi ratownicy (powyżej 30 roku życia).* Przeprowadzone badania częściowo potwierdziły tę hipotezę. Młodszy ratownicy (20–30 lat) rzeczywiście charakteryzowali się wyższymi wskaźnikami zmęczenia mięśni oddechowych w porównaniu do starszych grup. Jednakże wystąpił u nich mniejszy spadek efektywności resuscytacji krążeniowo-oddechowej niż u starszych ratowników.

Na podstawie uzyskanych wyników badań sformułowano następujące wnioski:

1. Badanie wykazało, że zmęczenie mięśni oddechowych istotnie wpływa na skuteczność wykonywania RKO, szczególnie w grupach ratowników narażonych na długotrwały wysiłek fizyczny. Zmęczenie to prowadzi do obniżenia jakości kompresji klatki piersiowej oraz wydolności oddechowej, co ma bezpośredni wpływ na skuteczność resuscytacji.
2. Ratownicy GROM charakteryzowali się wyższą odpornością na zmęczenie i lepszymi wynikami spirometrycznymi po wysiłku, co pozwalało im na bardziej efektywną kompensację fizycznego obciążenia. Z kolei ratownicy WOPR, narażeni na intensywny wysiłek w warunkach wodnych, odnotowali większy spadek jakości RKO, co może wskazywać na konieczność ukierunkowanego treningu dla tej grupy.
3. Młodszy ratownicy (20–30 lat) charakteryzowali się większą zmiennością analizowanych parametrów po wysiłku, jednak potrafili utrzymać wyższą efektywność resuscytacji pomimo zmęczenia. Starsze grupy wiekowe (41–50 lat) miały trudności z utrzymaniem precyzji i jakości RKO, co sugeruje potrzebę indywidualizacji programów szkoleniowych w zależności od wieku ratowników.
4. Lepsza wydolność fizyczna i przygotowanie specjalistyczne, szczególnie w grupie GROM, pozwala na skuteczniejsze wykonywanie RKO nawet pod wpływem zmęczenia. W przypadku ratowników GOPR, mimo trudnych warunków pracy, ich przygotowanie fizyczne pozwalało na utrzymanie stosunkowo wysokiej efektywności RKO.
5. Warunki pracy, takie jak teren górski w przypadku GOPR, czy też teren wodny w przypadku WOPR, mają istotny wpływ na poziom zmęczenia ratowników i tym samym na ich zdolność do efektywnego wykonywania RKO.

Wnioski aplikacyjne

1. W oparciu o wyniki przeprowadzonych badań zaleca się dostosowanie programów treningowych do specyfiki działań danej grupy ratowników oraz ich wieku. W szczególności, młodszy ratownicy mogą potrzebować intensywniejszych treningów wytrzymałościowych, a starsze grupy powinny koncentrować się na utrzymaniu precyzji i jakości RKO pomimo zmęczenia.
2. Każda grupa ratownicza powinna mieć program szkoleniowy dostosowany do specyficznych warunków pracy. Ratownicy WOPR powinni koncentrować się na poprawie wytrzymałości oddechowej, natomiast GROM i GOPR powinni utrzymywać

wysoki poziom treningu fizycznego, aby radzić sobie z obciążeniami w trudnych warunkach terenowych i operacyjnych.

3. Należy rozważyć wprowadzenie rotacji zespołów ratowniczych w trakcie działań, aby uniknąć obniżenia jakości RKO spowodowanego zmęczeniem. Może to być szczególnie ważne w sytuacjach długotrwałych akcji ratunkowych, gdzie zmęczenie może prowadzić do obniżenia efektywności działań.
4. Ze względu na obserwowane trudności starszych ratowników w utrzymaniu jakości RKO pod wpływem zmęczenia, konieczne jest wdrożenie treningów poprawiających wytrzymałość fizyczną i precyzję kompresji, z uwzględnieniem specyfiki fizycznej i kondycyjnej tej grupy.
5. Wprowadzenie systemów monitorowania zmęczenia mięśni oddechowych oraz ogólnej wydolności fizycznej ratowników może pomóc w lepszym zarządzaniu zasobami ludzkimi w trakcie akcji ratunkowych, a także w optymalizacji programów szkoleniowych.

BIBLIOGRAFIA

1. Abraldes J.A., Fernandes R.J., Morán-Navarro R. 2021. Previous intensive running or swimming negatively affects CPR effectiveness. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9843.
2. Alberty M., Sidney M., Huot-Marchand F., Dekerle J., Bosquet L., Gorce P., Lensele G. 2006. Reproducibility of performance in three types of training test in swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 27(8), 623-628.
3. Alberty M., Sidney M., Huot-Marchand F., Hespel J.M., Pelayo P. 2005. Intracyclic velocity variations and arm coordination during exhaustive exercise in front crawl stroke. *International Journal of Sports Medicine*, 26(6), 471-475.
4. Ashton A., McCluskey A., Gwinnutt C.L., Keenan A.M. 2002. Effect of rescuer fatigue on performance of continuous external chest compressions over 3 min. *Resuscitation*, 55(2), 151-155.
5. Azcona L.A., Gutierrez G.E., Fernandez C.J., Natera O.M., Ruiz-Speare O, Ali J. 2002. Attrition of advanced trauma life support (ATLS) skills among ATLS instructors and providers in Mexico. *Journal of the American College of Surgeons*, 195: 372-7.
6. Barbosa T.M., Costa M. 2010. Modeling the Links Between Young Swimmer's Performance: Energetic and Biomechanics Profiles. *Pediatric Exercise Science*, 22, 379-391.
7. Barcala-Furelos R., Abelairas-Gomez C., Romo-Perez V., Palacios-Aguilar J. 2013. Effect of physical fatigue on the quality CPR: a water rescue study of lifeguards: physical fatigue and quality CPR in a water rescue. *The American Journal of Emergency Medicine*, 31(3), 473-477.
8. Basnawi A., Koshak A. 2024. Application of artificial intelligence in advanced training and education of emergency medicine doctors: a narrative review. *Emergency Care Medicine*, 1, 247-259.
9. Borge C.R., Hagen K.B., Mengshoel A.M., Omenaas E., Moum T., Wahl A.K. 2014. Effects of controlled breathing exercises and respiratory muscle training in people with chronic obstructive pulmonary disease: results from evaluating the quality of evidence in systematic reviews. *BMC Pulmonary Medicine*, 14, 184.
10. Boussana A., Hue O., Matecki S., Galy O., Ramonatxo M., Varray A., Le Gallais D. 2002. The effect of cycling followed by running on respiratory muscle performance in elite and competition triathletes. *European Journal of Applied Physiology*, 87(4-5), 441-447.
11. Calonge N., Brown L., Downey A. 2020. Evidence-based practice for public health emergency preparedness and response: recommendations from a National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine report. *JAMA*, 324(7), 629-630.

12. Centers for Disease Control and Prevention - National Center for Injury Prevention and Control. 2012. National Action Plan for Child Injury Prevention, CDC-NCIPC, Atlanta.
13. Chamberlain D., Smith A., Colquhoun M., Handley A.J., Kern K.B., Woollard M. 2001. Randomised controlled trials of staged teaching for basic life support: 2. Comparison of CPR performance and skill retention using either staged instruction or conventional training. *Resuscitation*, 50(1), 27–37.
14. Charalampopoulos D., Karlis G., Barouxis D., Syggelou A., Mikalli C., Kountouris D., Modestou N., Van de Voorde P., Danou F., Iacovidou N., Xanthos T. 2016. Theoretical knowledge and skill retention 4 months after a European Paediatric Life Support course. *European Journal of Emergency Medicine*, 23(1), 56–60.
15. Claesson A., Karlsson T., Thorén A., Herlitz J. 2011. Delay and performance of cardiopulmonary resuscitation in surf lifeguards after simulated cardiac arrest due to drowning. *American Journal of Emergency Medicine*, 29, 1044–1050.
16. Coast J. R. 1990. Maximal inspiratory pressure following maximal exercise in trained and untrained subjects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 811–815.
17. Comfort L.K., Mosse D., Znati T. 2009. Managing risk in real time: integrating information technology into disaster risk reduction and response. *Commonwealth: A Journal of Political Science* 15(1), 27–45.
18. Cooper D.M., Berry C., Lamarra N., Wasserman K. 1985. Kinetics of oxygen uptake and heart rate at onset of exercise in children. *Journal of Applied Physiology*, 59, 211–217.
19. Costa P.T., Somerfield M.R., McCrae R.R. 1996. Personality and coping: A reconceptualization (In:) Zeidner N.S., Endler N.S. (ed.) *Handbook of coping: theory, research, applications*. Wiley, Toronto.
20. Costill D., Kovaleski J., Porter D., Kirwan J., Fielding R., King D. 1985. Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *International Journal of Sports Medicine*, 6(5), 266–270.
21. Crapo R.O., Casaburi R., Coates A.L., Enright P.L., Hankinson J.L., Irvin C.G., MacIntyre N.R., McKay R.T., Wanger J.S., Anderson S.D., Cockcroft D.W., Fish J.E., Sterk P.J. 2000. Guidelines for methacholine and exercise challenge testing – 1999. This official statement of the American Thoracic Society was adopted by the ATS Board of Director. *American Journal of Respiratory And Critical Care Medicine*, 161(1), 309–329.
22. Dekerle J., Nesi X., Lefevre T., Depretz S., Sidney M., Huot-Marchand F., Pelayo P. 2005. Stroking parameters in front crawl swimming and maximal lactate steady state speed. *International Journal of Sports Medicine*, 226, 53–58.
23. Dempsey J.A, Sheel A.W., Haverkamp H.C., Bancoch M.A., Harms C.A. 2003. Pulmonary system limitations to exercise in health. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28, 2–24.

24. Dempsey J.A., Haskell W.L. 2004. ACSM, MSSE® and cardiovascular and respiratory physiology. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(1), 2–3.
25. Denollet J. 2005. DS-14: Standard assesment of negative affectivity, social inhibition, and type D personality. *Psychosomatic medicine*, 67, 89–97.
26. Duchè G., Falgairette G., Bedu M., Lac G., Et Al.: Analysis of performance of prepubertal swimmers assessed from anthropometric and bioenergetic characteristics. *European Journal Applied Physiology Occupant. Physiology* 1993; 66(5):467-471.
27. Duché P., Falgairette G., Bedu M., Lac G., Robert A., Coudert J. 1993. Analysis of performance of prepubertal swimmers assessed from anthropometric and bioenergetic characteristics. *European Journal Applied Physiology Occupant Physiology*, 66(5), 467–471.
28. Dybińska E. 2007. Motor activity of professional soldiers in Rzeszow district in the light of social-environmental conditions (In:) M. Sokołowski (ed.) Biosocial effects of military service a basis for further improvement of future physical education and sports programmes. AWF, Poznań, 335–344.
29. Dybińska E. 2009. Physical fitness of professional soldiers from Resovia district in years 2008, 2009 to specific age groups (In:) M. Sokołowski (ed.) A diagnosis of physical fitness in the contemporary army. Monograph - Polish Scientific Physical Education, Association Section of Physical Education in the Army, 2, 63–78.
30. Dybińska E. 2011. Uczenie się i nauczanie pływania – zagadnienia wybrane. Podręczniki i Skrypty, AWF Kraków, 2.
31. Dybińska E., Kaca M. 2011. Opinie i postawy ratowników WOPR pełniących obowiązki na kąpieliskach nadmorskich wobec działań prewencyjnych oraz zachowań osób wypoczywających nad morzem. *Sporty Wodne i Ratownictwo*, 2011, 2/3, 27–39.
32. Dybińska E., Kucia K., Kaca M. 2011. Wybrane determinanty morfologiczne sprawności specjalnej w sporcie ratowniczym (W:) M. Napierała, A. Skalny, W. Żukow (red.) Stan, perspektywy i rozwój ratownictwa, kultury fizycznej i sportu XXI wieku. Uniwersytet Ekonomiczny w Bydgoszczy, Bydgoszcz, 71–92.
33. Dybińska E., Kucia-Czyszczoń K. 2011. Respiratory parameters in relation to the sport result in 14 years old swimmers. 12-th International Scientific Conference of Sport Kinetics. 22–24 September 2011, “Present and future research in the science of human movement” Cracow, Poland.
34. Dybińska E., Kucia-Czyszczoń K., Kaca M., Staroń M., Chodinow W. 2012. Respiratory parameters efficiency in sports results among 14-year old male and female swimmers. *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*. 02, 153–160.
35. Einspruch E.L., Lynch B., Aufderheide T.P., Nichol G., Becker L. 2007. Retention of CPR skills learned in traditional AHA Heartsaver course versus 30-min video self-training: a controlled randomized study. *Resuscitation*, 74, 476 –86.

36. Falk J., Escowitz H.E. 2002. Submersion injuries in children and adults. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*, 23(1), 47–56.
37. Fawkner S., Armstrong N. 2003. Oxygen uptake kinetic response to exercise in children. *Sports Medicine*, 33(9), 651–669.
38. Fawkner S., Armstrong N. 2004. Longitudinal changes in the kinetic response to heavy–intensity exercise in children. *Journal of applied physiology*, 97(2), 460–466.
39. Ferguson G.T., Enright P.L., Buist A.S., Higgins M.W. 2000. Office spirometry for lung health assessment in adults: A consensus statement from the National Lung Health Education Program. *Chest*, 117, 1146–1161.
40. Fossel M., Kiskaddon R.T., Sternbach G.L. 1983. Retention of cardiopulmonary resuscitation skills by medical students. *Journal of Medical Education*, 58(7), 568–575.
41. Fuso L., Di Cosmo V., Nardecchia B., Sammarro S., Pagliari G., Pistelli R. 1996: Maximal inspiratory pressure in elite soccer players. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 36(1), 67–71.
42. Gass D.A., Curry L. 1983. Physicians' and nurses' retention of knowledge and skill after training in cardiopulmonary resuscitation. *CMAJ*, 128, 550–551.
43. Gilchrist J., Branche C.M., McKenna K.E. 2000. The role of lifeguards in preventing drowning. *Injury Control and Safety Promotion*, 7(3), 151–158.
44. Gondorowicz K., Sergiejko Z. 2006. Procedury wykonywania badań, akceptowalność i powtarzalność pomiarów. (W:) *Pneumonologia i Alergologia Polska*. Polskie Towarzystwo Ftizjopneumonologiczne, Polskie Towarzystwo Alergologiczne i Instytutu Gruźlicy i Chorób Płuc, T.74, supl. 1, 17–20
45. González-Santano D., Fernández-García D., Silvestre-Medina E., Remuiñán-Rodríguez B., Rosell-Ortiz F., Gómez-Salgado J., Sobrido-Prieto M., Ordás-Campos B., Martínez-Isasi S. 2020. Evaluation of three methods for CPR training to lifeguards: a randomised trial using traditional procedures and new technologies. *Medicina*, 56(11), 577.
46. Górski J. (red.) 2002. *Fizjologiczne podstawy wysiłku fizycznego*, wydawnictwo lekarskie PZWL Warszawa.
47. Grimston S.K., Hay J.G. 1986. Relationships among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18, 60–68.
48. Grochmal S. 1987. *Zaufaj sobie*. PZWL, Warszawa.
49. Grześkowiak M. 2004. Are 6-year medical students properly prepared to do CPR? *Resuscitation*, 62, 350–351.

50. Grześkowiak M. 2012. Szkolenie w zakresie postępowania w stanach zagrożenia życia w Europie i USA. Physio-Control Poland Sales. Warszawa, 2012.
51. Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiac Care, Recommendations of the 1992 National Conference. 1992. *JAMA*, 268, 2172–2183.
52. Guidelines for the measurement of respiratory function. 1994. Recommendation of the British Thoracic Society and the Association of Respiratory Technicians and Physiologists. *Respiratory medicine*, 88: 165–194.
53. Gutowski P. 2005. Spirometria. (W:) W. Lubiński (red.) Podstawy klinicznej fizjologii oddychania. Medical Tribune Polska, Warszawa, 2–26
54. Halik R., Poznańska A., Seroka W., Wojtyniak B. 2014. Wypadkowe utonięcia w Polsce w latach 2000-2012. Zakład Centrum Monitorowania i Analiz Stanu Zdrowia Ludności Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny. *Zdrowie publiczne: Przegl Epidemiol*, 68, 591–594.
55. Hart A.D. 2005. Adrenalina a stres. Wyd. „W drodze”, Poznań.
56. Hebestreit H., Kriemler S., Hughson R.L., Bar-Or O. 1998. Kinetics of oxygen uptake at the onset of exercise in boys and man. *Appl Physiol*, 85, 1833–1841.
57. Hughson R.L., O’Leary D.D., Betik A.C., Hebestreit H. 2001. Kinetics of oxygen uptake at the onset exercise near or above peak oxygen uptake. *J. Appl Physiol*, 88, 1812–1819.
58. Johnson B.D., Aaron E.A., Babcock M.A., Dempsey J.A. 1996. Respiratory muscle fatigue during exercise: implications for performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 28(9), 1129–1137.
59. Kaye W., Mancini M.E., Rallis S.F. 1987. Advanced cardiac life support refresher course using standardized objective-based Mega Code testing. *Crit Care Med*, 15, 55–60.
60. Kępiński A. 2002. Lęk. Wyd. Literackie, Kraków.
61. Ker J.A., Schultz C.M. 1996. Respiratory muscle fatigue after an ultramarathon measured as respiratory task failure. *International Journal of Sports Medicine*, 17, 493–496.
62. Keskinen K.L., Rodriguez F.A., Keskinen O.P. 2003. Respiratory snorkel and valve system for breath-by-breath gas analysis in swimming. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13, 322–329.
63. Keskinen K., Komi P. 1988. Interaction between aerobic/anaerobic leading and biomechanical performance in freestyle swimming. (In:) Ungerechts B., Wilke K., Reischle K. (Eds.) *Swimming science V*. 285–294.
64. Klusiewicz A. 2007. Trening mięśni oddechowych a zdolność wysiłkowa zawodników. *Sport Wyczynowy*, 7–9, 511–513.

65. Koga S., Shiojiri T., Kondo N. 2005. The practicalities of measuring VO₂ kinetics. (In:) Jones A.M., Poole D.C. (Eds.) Oxygen uptake kinetics in sport, exercise and medicine. Routledge, 39–61.
66. Kouwenhoven W.B., Jude J.R., Knickerbocker G.G. 1960. Closed-chest cardiac massage. *JAMA*, 173, 1064–1067.
67. Kula A., Stanula A. 2020. Fizjologiczny i motoryczny profil ratownika wodnego (W:) A. Sytanula (red.) Pływanie i ratownictwo wodne w teorii i praktyce. AWF Katowice.
68. Lomax M.E., McConnell A.K. 2003. Inspiratory muscle fatigue in swimmers after a single 200 m swim. *Journal of Sports Sciences*, 21, 659–664.
69. Lynch B., Einspruch E., Nichol G., Becker L., Aufderheide T., Idris A. 2005. Effectiveness of a 30-minute CPR self-instruction program for lay responders: A controlled randomized study. *Resuscitation* 67(1), 31–43.
70. MacKay M., Vincenten J. 2009. Child safety report card 2009: Europe Summary for 24 Countries. Amsterdam, European Child Safety Alliance-Eurosafe.
71. Marfell-Jones M., Olds T., Stewart A., Carter L. 2006. International standards for anthropometric assessment. ISAK: Potchefstroom, South Africa.
72. Martin S.B., Covell D.J., Joseph J.E., Chebrolu H., Smith C.D., Kelly T.H., Jiang Y., Gold B.T. 2007. Human experience seeking correlates with hippocampus volume: convergent evidence from manual tracing and voxel-based morphometry. *Neuropsychologia*, 45, 2874–2881.
73. Maughan R. 2007. Ethical issues when submitting to the Journal of Sports Sciences. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 617–618.
74. McConnell A.K., Caine M.P., Sharpe G.R. 1997. Inspiratory muscle fatigue following running to volitional fatigue: The influence of baseline strength. *International Journal of Sports Medicine*, 18, 169–173.
75. McDonald C.H., Heggie J., Jones C.M., Thorne C.J., Hulme J. 2013. Rescuer fatigue under the 2010 ERC guidelines, and its effect on cardiopulmonary resuscitation (CPR) performance. *Emergency Medicine Journal*, 30, 623–627.
76. Michniewicz I., Michaniewicz R. 2011. Czynniki wewnętrzne i zewnętrzne wpływające na skuteczność pracy ratownika. *Sporty Wodne i Ratownictwo*. AKS Radom, 4, 7–21.
77. Nadel F.M., Lavelle J.M., Fein J.A., Giardino A.P., Deckert J.M., Durbin D.R. 2000. Assessing pediatric senior residents' training in resuscitation: fund of knowledge, technical skills, and perception of confidence. *Pediatr Emerg Care*, 16, 73–76.
78. Nomura T., Wakayoshi K., Miyashita M., Mutoh Y. 1996. Physiological evaluation of the 400m freestyle race. *Biomechanics and Medicine in Swimming VII*, 208–215.

79. Olfert I.M., Balauch J., Kleinsasser, A., Knapp A., Wagner H., Wagner P.D., Hopkins S.R. 2004. Does gender affect pulmonary gas exchange during exercise. *Journal of Physiology*, 557, 529–541
80. Parnicki F., Siłakiewicz P. 2004. Struktura czasowa akcji ratowniczej w bezpośrednim kontakcie z tonącym. *Wychowanie Fizyczne i Sport*, 48(3), 251–254.
81. Pearn J., Franklin R.C. 2013. The impulse to rescue: rescue altruism and the challenge of saving the rescuer. *International Journal of Aquatic Research and Education*, 7(4), 290–297.
82. Peden M., Oyegbite K., Ozanne-Smith J. 2008. World report on child injury prevention. UNICEF, Genewa.
83. Plagisou L., Tsironi M., Zyga S., Moisoglou I., Maniadakis N., Prezerakos P. 2015. Assessment of nursing staff's theoretical knowledge of cardiovascular resuscitation in an NHS public hospital. *Hellenic J Cardiol.*, 56(2), 149–153.
84. Quan L., Bierens J., Lis R., Rowhani-Rahbar A., Morley P., Perkins G. 2016. Predicting outcome of drowning at the scene: breaking down the first link in the chain of survival. *Resuscitation*, 104, 63-71.
85. Rodgers S.J., Zideman D.A. 1995. The history and development of cardiopulmonary resuscitation. *Curr Anaest Crit Care*, 6, 260.
86. Romer L.M., McConnell A.K., Jones D.A. 2002b. Effects of inspiratory muscle training upon recovery time during high intensity, repetitive sprint activity. *International Journal of Sports Medicine*, 23, 353–360.
87. Romer L.M., McConnell A.K. 2004. Inter test reliability for non-invasive measurements of respiratory muscle function in healthy humans. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 167–176.
88. Romer L.M., McConnell A.K., Jones D.A. 2002a. Inspiratory muscle fatigue in trained cyclists: effects of inspiratory muscle training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 785–792.
89. Roppolo L.P., Pepe P.E., Cambell L., Ohman K., Kulkarni H., Miller R., Idris A., Bean L., Bettles T.N., Idris A.H. 2007. Prospective, randomized trial of the effectiveness and retention of 30-min layperson training for cardiopulmonary resuscitation and automated external defibrillators: The American Airlines Study. *Resuscitation*, 74(2), 276–285.
90. Rosławski A. 1995. Lecniczne ćwiczenia oddechowe w chorobach płuc. *Medycyna Praktyczna*, Kraków.
91. Ryguła I. 2004. Proces badawczy w naukach o sporcie, AWF, Katowice.
92. Sady S.P. 1981. Transient Oxygen Uptake and Heart Rate Responses at the Onset of relative Endurance Exercise in Prepubertal Bous and Adult Men. *Int J Sports Med*, 6, 90–94.

93. Safar P. 1968. *Cardiopulmonary Resuscitation: A Manual for Physicians and Paramedical Instructors*. World Federation Society of Anesthesiologists, Pittsburg.
94. Salomez F., Vincent J.L. 2004. Drowning: a review of epidemiology, pathophysiology, treatment and prevention. *Resuscitation*, 63(3), 261–268.
95. Schwid H.A., O'Donnell D. 1992. Anesthesiologists' management of simulated critical incidents. *Anesthesiology*, 76: 495–501.
96. Seraj M.A., Naguib M. 1990. Cardiopulmonary resuscitation skills of medical professionals. *Resuscitation*, 20, 31–39.
97. Sheel A.W. 2002. Respiratory muscle training in healthy individuals. Physiological rationale and implications for exercise performance. *Sports Medicine*, 32, 567–581.
98. Siuta J. 2009. *Słownik psychologii*. Wyd. WAM, Kraków.
99. Sliwinski P., Yan S., Gauthier A.P., Macklem P.T. 1996. Influence of global inspiratory muscle fatigue on breathing during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 80, 1270–1278.
100. Soar J., Perkins G.D., Harris S., Nolan J.P. 2003. The immediate life support course. *Resuscitation*, 57, 21–26.
101. Sobol E. 2001. *Popularny Słownik Języka Polskiego*. PWN, Warszawa.
102. Sopka S., Biermann H., Rossaint R., Knott S., Skorning M., Brokmann J.C., Heussen N., Beckers S.K. 2012. Evaluation of a newly developed media-supported 4-step approach for basic life support training. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 20, 37.
103. Sousa A., Fernandes R.J., Rodríguez N., Abraldes J.A. 2017. Influence of a 100-m simulated in-water rescue on cardiopulmonary parameters. *Prehospital Emergency Care*, 21(3), 301–308.
104. Stanula A. 2008. Wpływ zmęczenia indywidualną akcją ratowniczą na skuteczność zabiegów resuscytacyjnych. *Sporty Wodne i Ratownictwo – Water Sports and Lifeguarding Services*, 2–3, 49–55.
105. Stanula A., Ostrowski A., Skalski D., Wiesner W. 2018. Physical fitness of professional water rescue. (In:) Cholewa J., Uher I., Kunicki M., Cholewa J. (Eds.) *Physical Activity and Functional Efficiency in Sport and Recreation*. PWSZ Racibórz, 125–138.
106. Stefan H., Mortimer M., Horan B. 2023. Evaluating the effectiveness of virtual reality for safety-relevant training: a systematic review. *Virtual Reality*, 27, 2839–2869.
107. Suzuki A., Suzuki Y., Takahata O., Fujimoto K., Nagashima K., Mamiya K., Sengoku K., Iwasaki H. 2001. A survey of 3303 6th – year medical students from 36 universities concerning knowledge of resuscitation – more than 80% of medical

- students cannot perform standard cardiopulmonary resuscitation? *Masui*, 50(3), 316–322.
- 108.Swinbourne J., Hunt C., Abbott M., Russell J., St Clare T., Touyz S. 2012. The comorbidity between eating disorders and anxiety disorders: Prevalence in an eating disorder sample and anxiety disorder sample. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 46(2), 118–131
- 109.Sytanula A. (red.) 2020. Pływanie i ratownictwo wodne w teorii i praktyce. AWF Katowice.
- 110.Szpilman D., Webber J., Quan L., Bierens J.J., Morizot-Leite L., Langendorfer S.J., Beerman S., Løfgren, B. 2014. Creating a drowning chain of survival. *Resuscitation*, 85(9), 1149–1152.
- 111.Tang M., Nikolaenko, M., Boerwinkle E., Obafisoye S., Kumar A., Rezayat M., Lehmann S., Lorenz T. 2024. Evaluation of the effectiveness of traditional training vs. immersive training (In:) De Paolis L.T., Arpaia P., Sacco M. (Eds.) *Extended Reality. XR Salento 2024. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 15030. Springer, Cham.
- 112.Thoren A.B., Axelsson A., Holmberg S., Herlitz J. 2001. Measurement of skills in cardiopulmonary resuscitation – do professionals follow given guidelines? *European Journal of Emergency Medicine*, 8(3), 169–176.
- 113.Touberkis A.G., Vasilaki A., Douda H., Gourgoulis V., Savvas T. 2011. Physiological responses during interval training at relative to critical velocity intensity in young swimmers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(4), 363–368
- 114.Venema A.M., Groothoff J.W., Bierens J.J. 2010. The role of bystanders during rescue and resuscitation of drowning victims. *Resuscitation*, 81(4), 434–439.
- 115.Volianitis S. 2001. Specific respiratory warm-up improves rowing performance and exertional dyspnea. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 1189–1193.
- 116.Volianitis S., McConnell A.K., Koutedakis Y., McNaughton L., Backx K., Jones D.A. Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 803–809.
- 117.Warren G.L., Cureton K.J., Sparling P.B. 1989. Does lung function limit performance in an 24-hour ultramarathon? *Respiratory Physiology*, 78, 253–263.
- 118.Weinstein M.D., Krieger B.P. 1996. Near drowning: Epidemiology, pathophysiology, and initial treatment. *J Emerg Med*, 14(4), 461–467.
- 119.Wenzel V., Lehmkuhl P., Kubilis P.S., Idris A.H. 1997. Pichlmayr I: Poor correlation of mouth-to-mouth ventilation skills after basic life support training and 6 month later. *Resuscitation*, 35, 129–134.
- 120.West J.B. 2004. Vulnerability of pulmonary capillaries during exercise. *Exercise and Sport Science Reviews*, 32, 24–30.

121. Winter E.M., Maughan R.J. 2009. Requirements for ethics approvals. *Journal of Sports Sciences*, 27, 10, 985
122. Woollard M., Whitfield R., Newcombe R.G., Colquhoun M., Vetter N., Chamberlain D. 2006. Optimal refresher training intervals for AED and CPR skills: a randomized controlled trial. *Resuscitation*, 71, 237–247.
123. Wylegala J.A. 2007. Respiratory muscle training improves swimming endurance in divers. *European Journal of Applied Physiology*, 99, 393–404.
124. Young R., King L. 2000. An evaluation of knowledge and skill retention following an in-house advanced life support course. *Nurs Crit Care*, 5, 7–14.
125. Zald D.H., Cowan R.L., Riccardi P., Baldwin R.M., Ansari M.S., Li R., Shelby E.S., Smith C.E., McHugo M., Kessler R.M. 2008. Midbrain dopamine receptor availability is inversely associated with novelty-seeking traits in humans. *J. Neurosci*, 2008, 28(53), 14372–14378.
126. Zanconato S., Buchthal S., Barstow T.J., Cooper D.M. 1993. ³¹P-magnetic resonance spectroscopy of lrg muscle metabolism during exercise in children and adults. *J. Appl Physiol*, 74, 2214–2218.

Źródła internetowe

- URL 1 – <https://statystyka.policja.pl/st/wybrane-statystyki/utonicia>
[data dostępu: 05.09.2024]
- URL 2 – <http://zgwopr.eu/> [data dostępu: 01.09.2024]
- URL 3 – http://zgwopr.eu/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=9:statut&Itemid=24 [data dostępu: 01.09.2024]
- URL 4 – <http://obsługapacjenta.pl/7-nawykow-skutecznego-dzialania/>
[data dostępu: 01.09.2024]
- URL 5 – https://www.researchgate.net/publication/316996756_Zalecenia_Polskiego_Towarzystwa_Ftyzjopneumonologicznego_dotyczace_wykonywania_badan_spirometrycznych [data dostępu: 01.09.2024]
- URL 6 – http://docplayer.pl/11816005-Dziennik-zajec-kursu-przygotowujacego-do-egzaminu-na-stopien-ratownika-wodnego.html#google_vignette
[data dostępu: 01.09.2024]

ANEKS

Ankieta

1. Płeć K/M
2. Wiek
 - 20-30 lat
 - 31-40 lat
 - 41-50 lat
3. Wysokość ciała w cm
4. Masa ciała w kg
5. Stopień w ratownictwie
 - Młodszy ratownik WOPR
 - Ratownik WOPR
 - Starszy ratownik WOPR
 - Instruktor WOPR
 - Instruktor-wykładowca WOPR
 - Rok nadania stopnia w ratownictwie
4. Ostatnie przeszkolenie z zakresu KPP podaj rok
5. Region uzyskania/Jednostka macierzysta WOPR
6. Dodatkowe uprawnienia przydatne w ratownictwie wodnym (można zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź)
 - Sternik motorowodny
 - Starszy sternik motorowodny
 - Morski sternik motorowodny
 - Kapitan motorowodny
 - Żeglarz jachtowy
 - Sternik jachtowy
 - Jachtowy sternik morski
 - Kapitan jachtowy
 - Stermotorzysta żeglugi śródlądowej
 - Motorzysta motorowodny
 - Mechanik motorowodny
 - Płetwonurek P1
 - Płetwonurek P2
 - Płetwonurek P3
 - Inne specjalizacje płetwonurkowe
 - Przewodnik turystyki kajakowej
 - Instruktor sportu / rekreacji (dyscypliny wodne)
 - Radiooperator
 - ITR
 - brak

7. Dodatkowe szkolenia przydatne w ratownictwie wodnym (można zaznaczyć więcej niż jedną odpowiedź)

- Ratownictwo lodowe
- Ratownictwo na wodach szybko płynących i powodziowych
- Operator AED
- Współpraca z SAR
- Ratownictwo z użyciem skutera wodnego
- Operator lądowiska śmigłowca
- Audytor kąpielisk
- Ratownictwo podczas spływów kajakowych
- Ratownictwo wysokościowe
- Ratownictwo podczas regat śródlądowych żeglarskich
- Ratownictwo z użyciem poduszki
- Sędzia WOPR
- Ratownictwo z użyciem łodzi ratowniczej
- Operator łączności
- Operator deski ortopedycznej
- Logistyka WOPR
- Ratownictwo na wodach płynących i powodziowych z użyciem jednostek pływających
- Ratownictwo na wodach płynących i zdarzeniach wodnych
- brak

8. Jaka jest prawidłowa liczba uciśnień klatki piersiowej?

9. Czy każda wentylacja powinna trwać >15 minut?

- Tak
- Nie

10. Jeżeli jesteś sam z doraźnym pacjentem przed rozpoczęciem CPR wołasz o pomoc?

- Tak
- Nie

11. Jeśli pacjentowi nie wróciło krążenie/oddech po 15-20 min resuscytacji zaprzestasz wykonywania CPR?

- Tak
- Nie

12. Czy używanie AED jest zalecane dla osób po ataku serca?

- Tak
- Nie

13. Czy sprawdzanie oddechu powinno zająć nie więcej niż 10 sekund?

- Tak
- Nie

14. Jeżeli widzisz, że pacjentowi wrócił oddech zatrzymujesz prowadzenie CPR po 4 cyklach?

- Tak
- Nie

15. Czy w każdym przypadku poszkodowanemu wyciągniętemu z wody najpierw stosujemy 5 wdechów zanim rozpoczniemy uciskanie klatki piersiowej?
- Tak
 - Nie
16. Czy pierwszym krokiem w ratownictwie medycznym przed przystąpieniem do działania jest sprawdzenie czy osoba poszkodowana reaguje?
- Tak
 - Nie
17. Czy zaniechamy wszelkich czynności związanych z CPR (RKO), gdy nie ma możliwości udrożnienia dróg oddechowych?
- Tak
 - Nie
18. Czy 5-6 cm to prawidłowa głębokość uciśnień klatki piersiowej dla osoby dorosłej?
- Tak
 - Nie
19. Ostatnio wykonany trening RKO (WBLS)
- 1 - 6 miesięcy
 - 7 - 12 miesięcy
 - 1 rok i więcej
20. Odczucia subiektywne ratownika, co do jakości wykonanego treningu RKO
- bardzo efektywny
 - efektywny
 - satysfakcjonujący
 - mierny
21. Czy ratownik jest dodatkowo przeszkolony (użycie zewnętrznego automatycznego defibrylatora AED)
- Tak
 - Nie
22. Czy ratownik był zmuszony do użycia procedury RKO
- Tak
 - Nie
23. Czy ratownik stosuje mechanizm tzw. „Feedback”(informacji zwrotnej)
- Tak
 - Nie

SPIS RYSUNKÓW, WYKRESÓW, ZDJĘĆ

Rys. 1. Unowocześniona i rozszerzona Zasada 6 D	10
Rys. 2. Siedem nawyków skutecznego działania według Webbera (2007).....	12
Rys. 3. Organizacja badań oraz poszczególnych testów	29
Rys. 4. Schemat symulowanej akcji ratowniczej w wodzie	33
Rys. 5. Organizacja badań oraz poszczególnych testów	34
Rys. 6. Zastosowane etapy prawidłowego badania spirometrycznego.....	35
Rys. 7. Przebieżka ratownicza	38
Wykres 1. Posiadane uprawnienia w ratownictwie wodnym	24
Wykres 2. Dodatkowe uprawnienia przydatne w ratownictwie wodnym	24
Wykres 3. Dodatkowe szkolenia przydatne w ratownictwie wodnym.....	24
Wykres 4. Region uzyskania uprawnień w ratownictwie wodnym.....	25
Wykres 5. Ostatecnie przeszkolenia z Kwalifikowanej Pierwszej Pomocy (KPP).....	25
Wykres 6. Wykres Pareto – skuteczność akcji w wodzie [%] a wynik spirometrii w pomiarze przed wysiłkiem	51
Wykres 7. Wykres Pareto – skuteczność akcji w wodzie [%] a wynik spirometrii w pomiarze po wysiłku	52
Wykres 8. Wykres Pareto – skuteczność akcji w wodzie [%] a wielkość różnicy w wyniku spirometrii przed i po wysiłku (poziom zmęczenia mięśni oddechowych)	52
Zdjęcie 1. Szkolenie na OSW AWF Załęże	21
Zdjęcie 2. Szkolenia jednostki Grom na ośrodku AWF Załęże	22
Zdjęcie 3. Szkolenie skoków ze śmigłowca	22
Zdjęcie 4. Szkolenie ratowników GOPR – wody szybko płynące i powodziowe.....	23
Zdjęcie 5. Zdjęcie toru pływackiego.....	30

SPIS TABEL

Tabela 1. Statystyki utonięć w latach 2000–2024	4
Tabela 2. Zestawienie materiałów szkoleniowych dotyczących zasady 5 D	9
Tabela 3. Zestawienie podstawowych i pomocniczych mięśni wdechowych i wydechowych (Rosławski 1995)	15
Tabela 4. Specjalizacja ratownicza uczestników badania- jednostka.....	26
Tabela 5. Wiek uczestników badania z kategoryzacją obejmującą reprezentowaną jednostkę.....	26
Tabela 6. Wysokość ciała uczestników badania z kategoryzacją obejmującą reprezentowaną jednostkę	27
Tabela 7. Masa ciała uczestników badania z kategoryzacją obejmującą reprezentowaną jednostkę.....	27
Tabela 8. BMI uczestników badania z kategoryzacją obejmującą reprezentowaną jednostkę.....	27
Tabela 9. Staż ratowniczy uczestników badania z kategoryzacją obejmującą reprezentowaną jednostkę	28
Tabela 10. Parametry oceny skuteczności działań resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO).....	31
Tabela 11. Wytyczne do oceny skuteczności prowadzonej akcji ratowniczej CPR – wytyczne Polskiej Rady Resuscytacji 2015	32
Tabela 12. Ocena szybkości wykonanej akcji ratowniczej w wodzie	33
Tabela 13. Zestawienie parametrów określających intensywność pływania na różnych stopniach testu	36
Tabela 14. Wskaźnik skuteczności akcji w wodzie (ocena) – w zależności od jednostki	40
Tabela 15. Skuteczność akcji w wodzie – w zależności od jednostki	41
Tabela 16. Wskaźnik skuteczności akcji w wodzie (ocena) w zależności od wieku badanych.....	41
Tabela 17. Skuteczność akcji w wodzie w zależności od wieku badanych.....	41
Tabela 18. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych wśród ogółu badanych osób w pomiarze przed i po wysiłku	42
Tabela 19. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie RW WOPR w pomiarze przed i po wysiłku	43
Tabela 20. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie GROM w pomiarze przed i po wysiłku	43
Tabela 21. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie BOA w pomiarze przed i po wysiłku	44
Tabela 22. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie GOPR w pomiarze przed i po wysiłku	44

Tabela 23. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie STRAŻ w pomiarze przed i po wysiłku	45
Tabela 24. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie osób w przedziale wieku od 20 do 30 lat w pomiarze przed i po wysiłku	45
Tabela 25. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie osób w przedziale wieku od 31 do 40 lat w pomiarze przed i po wysiłku	45
Tabela 26. Porównanie wartości parametrów spirometrycznych w grupie osób w przedziale wieku od 41 do 50 lat w pomiarze przed i po wysiłku	46
Tabela 27. Ocena zależności wyników spirometrii (po wysiłku oraz różnicy pomiędzy wynikiem przed i po wysiłku – poziomem zmęczenia) i skuteczności akcji w wodzie wśród ogółu ratowników	46
Tabela 28. Wynik spirometrii po wysiłku a wskaźnik skuteczności akcji w wodzie (ocena) z podziałem na jednostkę	47
Tabela 29. Wynik spirometrii po wysiłku a skuteczność akcji w wodzie [%] z podziałem na jednostkę	48
Tabela 30. Różnica w wartości spirometrii (poziom zmęczenia mięśni oddechowych) a wskaźnik skuteczności akcji w wodzie (ocena) z podziałem na jednostkę. 48	48
Tabela 31. Różnica w wartości spirometrii (poziom zmęczenia mięśni oddechowych) a skuteczność akcji w wodzie [%] z podziałem na jednostkę	49
Tabela 32. Wynik spirometrii po wysiłku a wskaźnik skuteczności akcji w wodzie (ocena) z podziałem na wiek	49
Tabela 33. Wynik spirometrii po wysiłku a skuteczność akcji w wodzie [%] z podziałem badanych ze względu na wiek	50
Tabela 34. Różnica w wartości spirometrii (poziom zmęczenia mięśni oddechowych) a wskaźnik skuteczności akcji w wodzie (ocena) z podziałem na wiek	50
Tabela 35. Różnica w wartości spirometrii (poziom zmęczenia mięśni oddechowych) a skuteczność akcji w wodzie [%] z podziałem na wiek.....	51
Tabela 36. Porównanie wartości parametrów RKO wśród ogółu badanych osób w pomiarze przed i po wysiłku	53
Tabela 37. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie RW WOPR w pomiarze przed i po wysiłku	54
Tabela 38. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie GROM w pomiarze przed i po wysiłku	54
Tabela 39. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie BOA w pomiarze przed i po wysiłku	54
Tabela 40. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie GOPR w pomiarze przed i po wysiłku	55
Tabela 41. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie STRAŻ w pomiarze przed i po wysiłku	55
Tabela 42. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie osób w przedziale wieku od 20 do 30 lat w pomiarze przed i po wysiłku	56

Tabela 43. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie osób w przedziale wieku od 31 do 40 lat w pomiarze przed i po wysiłku	56
Tabela 44. Porównanie wartości parametrów RKO w grupie osób w przedziale wieku od 41 do 50 lat w pomiarze przed i po wysiłku	56
Tabela 45. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) wśród ogółu badanych.....	57
Tabela 46. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) – RW WOPR	57
Tabela 47. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) - GROM.....	58
Tabela 48. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) - BOA	58
Tabela 49. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) - GOPR	59
Tabela 50. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) - STRAŻ	59
Tabela 51. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) – grupa wiekowa 20–30 lat.....	60
Tabela 52. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) – grupa wiekowa 31–40 lat.....	60
Tabela 53. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od wydolności mięśni oddechowych (spirometria po wysiłku) – grupa wiekowa 41-50 lat	60
Tabela 54. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) wśród ogółu badanych.....	62
Tabela 55. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – RW WOPR	62
Tabela 56. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – GROM	63
Tabela 57. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – BOA.....	63
Tabela 58. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – GOPR	63
Tabela 59. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – STRAŻ	64
Tabela 60. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – grupa wiekowa 20–30 lat.....	64
Tabela 61. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – grupa wiekowa 31–40 lat.....	65

Tabela 62. Ocena zależności wyników RKO (po wysiłku) od stopnia zmęczenia mięśni oddechowych (różnica w spirometrii przed i po wysiłku) – grupa wiekowa 41-50 lat.....	65
Tabela 63. Ocena skuteczności akcji w wodzie (ocena w skali i %) w zależności od stażu ratowniczego z podziałem na jednostkę.....	67
Tabela 64. Ocena RKO przed wysiłkiem w zależności od stażu ratowniczego z podziałem na jednostkę	67
Tabela 65. Ocena RKO po wysiłku w zależności od stażu ratowniczego z podziałem na jednostkę.....	67
Tabela 66. Ocena zmienności wyniku RKO (różnica w wyniku po wysiłku względem wyniku przed wysiłkiem) w zależności od stażu ratowniczego z podziałem na jednostkę.....	68
Tabela 67. V1 - próba pływania z uwzględnieniem jednostki ratowniczej	69
Tabela 68. V2 - próba pływania z uwzględnieniem jednostki ratowniczej	69
Tabela 69. V3 - próba pływania z uwzględnieniem jednostki ratowniczej	70
Tabela 70. V4 - próba pływania z uwzględnieniem jednostki ratowniczej	70
Tabela 71. V5 - próba pływania z uwzględnieniem jednostki ratowniczej	70
Tabela 72. V1 – próba pływania z uwzględnieniem podziału badanych ratowników na grupy wieku	71
Tabela 73. V2 – próba pływania z uwzględnieniem podziału badanych ratowników na grupy wieku	71
Tabela 74. V3 – próba pływania z uwzględnieniem podziału badanych ratowników na grupy wieku	72
Tabela 75. V4 – próba pływania z uwzględnieniem podziału badanych ratowników na grupy wieku	72
Tabela 76. V5 – próba pływania z uwzględnieniem podziału badanych ratowników na grupy wieku	72
Tabela 77. Ocena wpływu sprawności (V1–V5) na skuteczność akcji w wodzie (ocena i %) w zależności od jednostki ratowniczej.....	73
Tabela 78. Ocena wpływu sprawności (V1-V5) na skuteczność akcji w wodzie (ocena i %) w zależności od przedziału wieku	73

STRESZCZENIE

Wpływ wybranych czynników osobniczych, wysiłkowych i funkcjonalnych na skuteczność akcji ratowniczej w wodzie i resuscytacji krążeniowo-oddechowej

Słowa kluczowe: skuteczność akcji ratowniczej, zmęczenie mięśni oddechowych, resuscytacja krążeniowo-oddechowa (RKO)

Wstęp: Należy zwrócić szczególną uwagę, że utonięcia są zaliczane przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) do grupy zgonów możliwych do uniknięcia w wyniku działań prewencyjnych (WHO 2012). Dokonując analiz stanu wiedzy na temat utonięć i ich uwarunkowań w Polsce, wydaje się w dalszym ciągu, że jest on niewystarczający, o czym może świadczyć znikoma liczba publikacji poświęconych analizie epidemiologicznej tych zdarzeń. Część badań, których wyniki weryfikowały wiedzę i umiejętności z zakresu resuscytacji krążeniowo-oddechowej udowodniło, że wiedza dotycząca postępowania w stanach zagrożenia życia może być niekiedy zapomniana, a umiejętności praktyczne mogą obniżać swoją skuteczność. (Roppo i wsp. 2007, Woollard i wsp. 2006).

Cel pracy: Zasadniczym celem pracy jest próba oceny skuteczności akcji ratowniczej w wodzie i zabiegów resuscytacji krążeniowo-oddechowych (RKO) pod wpływem wybranych czynników osobniczych, wysiłkowych i funkcjonalnych.

Material i Metoda: Badaniem objęto 5 grup zawodowych ratowników wodnych – 78 osób, przedstawicieli służb mundurowych, wśród których: 15 należało do WR WOPR, 17 do GROM, 16 do BOA, 15 do GOPR i kolejnych 15 do STRAŻY z uwzględnieniem jedynie płci męskiej w przedziałach wiekowych 20–30, 30–40 i 40–50 lat. Oceniano dwukrotnie skuteczność zabiegów RKO i prowadzonej akcji ratowniczej w wodzie zarówno przed akcją ratowniczą (ratownik wypoczęty) jak i po (ratownik zmęczony) przy wykorzystaniu fantomu Ambu MAN W – tors wraz programem i zestawem szkoleniowym Ambu Defib Trainer W (Wireless). Kolejno wykonano również dwukrotnie (ratownik wypoczęty i ratownik zmęczony) badania spirometryczne do oceny poziom zmęczenia mięśni oddechowych (IMF) przy użyciu spirometru diagnostycznego, bezprzewodowego Micro Loop wraz z oprogramowaniem i sprzętem diagnostycznym (adapter wielorazowego użytku, do jednorazowych ustników, klips na nos, podłączenie do komputera przenośnego). W badaniach zastosowano następujące testy ratownicze odpowiadające ustalonym parametrom określającym intensywność wysiłków w wodzie: 50 m sposobem ratowniczym – intensywność wysiłku supramaksymalna, 75 m akcja ratownicza w wodzie – intensywność wysiłku maksymalna, 100 m stylem dowolnym – intensywność wysiłku submaksymalna, 400 m stylem dowolnym – intensywność wysiłku średnia, 600 m przebieżka ratownicza – intensywność wysiłku niska.

Wyniki i wnioski: Wyniki badania jednoznacznie pokazują, że intensywność wysiłku fizycznego ma znaczący wpływ na skuteczność resuscytacji krążeniowo-oddechowej (RKO) oraz na funkcjonowanie mięśni oddechowych ratowników. Wykazano istotne zmiany w kluczowych parametrach, takich jak objętość minutowa wentylacji (V_mV), wskaźnik wentylacji (IV), częstotliwość oddechów (VR), objętość oddechowa (VV) oraz

czas efektywnej kompresji klatki piersiowej (ECCR) po wysiłku fizycznym. Te zmiany były obserwowane zarówno w grupie ogólnej badanych, jak i w poszczególnych grupach ratowniczych. Młodszy ratownicy (20–30 lat) wykazywali większą zmienność parametrów po wysiłku, jednak potrafili utrzymać wyższą efektywność resuscytacji pomimo zmęczenia. Starsze grupy wiekowe (41–50 lat) miały trudności z utrzymaniem precyzji i jakości RKO, co sugeruje potrzebę indywidualizacji programów szkoleniowych w zależności od wieku.

SUMMARY

The Impact of selected Individual, effort-related, and functional factors on the effectiveness of Water Rescue Procedures and Cardiopulmonary Resuscitation

Keywords: effectiveness of water rescue, respiratory muscle fatigue, cardiopulmonary resuscitation (CPR)

Introduction: It is important to emphasize that drowning is classified by the World Health Organization (WHO) as a preventable cause of death through preventive measures (WHO 2012). Analyzing the current state of knowledge about drowning and its determinants in Poland, it still appears to be insufficient, as evidenced by the minimal number of publications dedicated to the epidemiological analysis of these events. Some studies, whose results verified knowledge and skills in cardiopulmonary resuscitation, have shown that knowledge regarding life-threatening situations can sometimes be forgotten, and practical skills may lose their effectiveness (Roppo et al. 2007, Woollard et al. 2006).

Purpose of research: The primary objective of this study is to assess the effectiveness of water rescue operations and cardiopulmonary resuscitation (CPR) procedures under the influence of selected individual, effort-related, and functional factors.

Material and method: The study included 5 professional groups of water rescuers, comprising 78 individuals, representatives of uniformed services, among whom 15 belonged to the Water Rescue Volunteer Service (WR WOPR), 17 to GROM, 16 to BOA, 15 to the Mountain Volunteer Search and Rescue Service (GOPR), and another 15 to the Fire Department (STRAŽ), taking into account only males aged 20–30, 30–40, and 40–50 years. The effectiveness of CPR procedures and water rescue operations was assessed twice – both before the rescue operation (rescuer rested) and after (rescuer fatigued) – using the Ambu MAN W manikin with the program and training set Ambu Defib Trainer W (Wireless). Additionally, spirometric tests were conducted twice (rescuer rested and fatigued) to evaluate the level of respiratory muscle fatigue (IMF) using a wireless diagnostic spirometer, the Micro Loop, with associated software and diagnostic equipment (reusable adapter for single-use mouthpieces, nose clip, connection to a laptop). The following rescue tests were applied in the study, corresponding to the established parameters determining the intensity of effort in the water: 50 m rescue method – supramaximal effort intensity, 75 m water rescue operation – maximal effort intensity, 100 m freestyle – submaximal effort intensity, 400 m freestyle – moderate effort intensity, 600 m rescue run – low effort intensity.

Results and conclusion: The results of the study clearly show that the intensity of physical exertion has a significant impact on the effectiveness of cardiopulmonary resuscitation (CPR) and the functioning of rescuers' respiratory muscles. Significant changes were observed in key parameters such as minute ventilation (V_mV), ventilation index (IV), breathing rate (VR), tidal volume (VV), and the time of effective chest compressions (ECCR) after physical exertion. These changes were noted both in the overall group of participants and in the individual rescue groups. Younger rescuers (aged

20–30) exhibited greater variability in parameters after exertion but were able to maintain higher CPR effectiveness despite fatigue. The older age groups (41–50) had difficulty maintaining precision and quality in CPR, suggesting the need for individualized training programs based on age.