AUTOREFERAT

Dr n. med. Robert Konrad Szymczak

Katedra i Klinika Medycyny Ratunkowej

Wydział Nauk o Zdrowiu z Instytutem Medycyny Morskiej i Tropikalnej

Gdański Uniwersytet Medyczny

Gdańsk, maj 2022

Spis treści

1. Dane osobowe ... 3

2. Przebieg edukacji, posiadane dyplomy, stopnie naukowe ... 3

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu ... 3

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w artykule 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy ... 4

4.1 Tytuł osiągnięcia naukowego ... 4

4.2 Wykaz publikacji wchodzących w skład cyklu stanowiącego osiągnięcie naukowe ... 4

4.3 Wprowadzenie ... 5

4.4 Hipotezy badawcze ... 6

4.5 Cele osiągnięcia naukowego ... 8

4.6 Szczegółowy opis osiągnięcia naukowego ... 9

4.7 Podsumowanie ... 25

4.8 Bibliografia ... 25

5. Informacja o wykazaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej ... 29

5.1. Analiza bibliometryczna ... 29

5.2. Opis pozostałego dorobku i osiągnięć naukowych ... 29

5.3. Monografie, publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujących się w bazie JCR ... 33

5.4. Recenzje ... 34

5.5. Staże naukowe ... 35

5.6. Współpraca interdyscyplinarna ... 35

5.7. Nagrody i wyróżnienia ... 36

5.8. Badania naukowe i kliniczne ... 36

6. Działalność dydaktyczna, opieka nad studentami i lekarzami w trakcie specjalizacji ... 37

7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej ... 40

7.1. Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze promotora pomocniczego ... 40

7.2. Informacja o udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji ... 40

7.3. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach ... 40

7.4. Członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach ... 41

7.5. Działalność akademicka ... 41

7.6. Osiągnięcia popularyzujące naukę ... 41

1. Dane osobowe

Imię i nazwisko:	Robert Konrad Szymczak
Tytuł naukowy:	doktor nauk medycznych
Stanowisko:	adiunkt
Afiliacja:	Katedra i Klinika Medycyny Ratunkowej, Wydział Nauk o Zdrowiu, Gdański Uniwersytet Medyczny ul. Mariana Smoluchowskiego 17, 80-214 Gdańsk
ORCID:	0000-0003-1280-4420

2. Przebieg edukacji, posiadane dyplomy, stopnie naukowe

1996 – 2002	Studia na Wydziale Lekarskim Akademii Medycznej w Gdańsku
2000 – 2001	Studia na Uniwersytecie Medycznym w Perugii we Włoszech w ramach programu Socrates-Erasmus (roczny pobyt)
2000	Praktyki zagraniczne w szpitalu uniwersyteckim w Assiut w Egipcie w ramach IFMSA (International Federation of Medical Students' Association) (miesięczny pobyt)
2002	Uzyskanie dyplomu lekarza wydanego przez Akademię Medyczną w Gdańsku
2002 – 2009	Szkolenie specjalizacyjne w zakresie medycyny ratunkowej w Klinice Medycyny Ratunkowej szpitala Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego (Samodzielny Państwowy Szpital Kliniczny nr 1)
2009	Uzyskanie tytułu specjalisty w zakresie medycyny ratunkowej
2010	Obrona pracy doktorskiej zatytułowanej „Wpływ przewlekłej hipoksji wysokogórskiej na wybrane parametry życiowe organizmu człowieka” i uzyskanie tytułu doktora nauk medycznych na Wydziale Lekarskim Akademii Medycznej w Gdańsku

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu

2003 – 2021	asystent w Katedrze Medycyny Ratunkowej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego (do 2009 roku Akademii Medycznej w Gdańsku)
od 2021	adiunkt w Katedrze Medycyny Ratunkowej Wydziału Nauk o Zdrowiu z Instytutem Medycyny Morskiej i Tropikalnej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego
od 2016	wykładowca w Medycznym Centrum Kształcenia Podyplomowego Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w artykule 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy

4.1 Tytuł osiągnięcia naukowego

Himalaizm w sezonie letnim i zimowym – analiza zagrożeń środowiskowych w wysokogórskiej „strefie śmierci" na ośmiotysięcznikach Himalajów i Karakorum.

4.2 Wykaz publikacji wchodzących w skład cyklu stanowiącego osiągnięcie naukowe

Osiągnięcie zostało udokumentowane cyklem 3 artykułów powiązanych tematycznie o sumarycznym wyniku oddziaływania **(Impact Factor) 12,522** i łącznej punktacji **MNiSW 340**. Artykuły zostały opublikowane w recenzowanych czasopismach naukowych znajdujących się w pierwszym kwartylu **(Q1)** zarówno w dziedzinie nauk medycznych jak i dziedzinie nauk o zdrowiu. **Jestem pierwszym autorem i zarazem autorem korespondencyjnym wszystkich prac.** Wszystkie publikacje w ramach cyklu powstały po uzyskaniu przeze mnie stopnia doktora nauk medycznych.

- **Szymczak, R. K.**, Pyka, M. K., Grzywacz, T., Marosz, M., Naczyk, M., Sawicka, M. Comparison of environmental conditions on summits of Mount Everest and K2 in climbing and midwinter seasons.
  International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021; 18:3040. doi: 10.3390/ijerph18063040
  [IF: 3,390; Kwartyl: Q1; MNiSW: 140; Mój udział procentowy szacuję na 60 %]
  Wkład własny: opracowanie koncepcji badania, zbieranie danych, analiza danych, interpretacja wyników, napisanie manuskryptu, odpowiedź na uwagi recenzentów, przygotowanie ostatecznej wersji manuskryptu.

- **Szymczak, R. K.**, Marosz, M., Grzywacz, T., Sawicka, M., Naczyk, M.
  Death Zone Weather Extremes Mountaineers Have Experienced in Successful Ascents.
  Frontiers in Physiology. 2021; 12:696335. doi: 10.3389/fphys.2021.696335
  [IF: 4,455; Kwartyl: Q1; MNiSW: 100; Mój udział procentowy szacuję na 70 %]
  Wkład własny: opracowanie koncepcji badania, zbieranie danych, analiza danych, interpretacja wyników, napisanie manuskryptu, odpowiedź na uwagi recenzentów, przygotowanie ostatecznej wersji manuskryptu.

- **Szymczak, R. K.**, Błażejczyk, K.
  Heat balance when climbing Mount Everest.
  Frontiers in Physiology. 2021; 12:765631. doi: 10.3389/fphys.2021.765631
  [IF: 4,455; Kwartyl: Q1; MNiSW: 100; Mój udział procentowy szacuję na 50%]
  Wkład własny: opracowanie koncepcji badania, analiza danych, interpretacja wyników, napisanie manuskryptu, odpowiedź na uwagi recenzentów i przygotowanie ostatecznej wersji manuskryptu.

4.3 Wprowadzenie

Historia alpinizmu pokazuje, że każde kolejne pokolenie przekracza wysokości n.p.m. oraz pokonuje warunki środowiskowe określane przez poprzedników jako niemożliwe do przetrwania (West i in., 2007a). Sto lat temu, w 1922 roku, członkowie brytyjskiej ekspedycji na Mount Everest: George Mallory, Edward Norton i lekarz wyprawy Howard Somervell jako pierwsi przekroczyli granicę 8000 metrów n.p.m. (Somervell, 1938). W 1953 roku Edmund Hillary i Tenzing Norgay jako pierwsi wspięli się na Mount Everest (8848 m n.p.m.) wspomagając się tlenem z butli (Hunt i Hillary, 1953). Do 1965 roku alpiniści stanęli na szczytach wszystkich 14 ośmiotysięczników, na połowie z nich używając dodatkowego tlenu. Do 1980 roku wszystkie ośmiotysięczniki zostały zdobyte bez użycia dodatkowego tlenu z butli. Jednymi z ostatnich ośmiotysięczników, na które wspięli się himalaiści bez wspomagania tlenem z butli były najwyższy szczyt Himalajów − Mount Everest zdobyty przez Reinholda Messnera i Petera Habelera (Messner, 1979) oraz najwyższy szczyt Karakorum − K2 na którego szczycie stanął Louis Reichardt.

W latach osiemdziesiątych XX wieku nowym wyzwaniem dla himalaistów stało się wspinanie na ośmiotysięczniki w sezonie zimowym. Himalaizm zimowy, został zapoczątkowany w lutym 1980 roku pierwszym zimowym wejściem na Mount Everest z użyciem tlenu z butli. Dokonali tego Polacy: Krzysztof Wielicki i Leszek Cichy (Brniak i Nyka, 1981). Jedynego wejścia na Mount Everest zimą bez wspomagania tlenem dokonał Ang Rita Sherpa w grudniu 1987 (West, 1993). Najpierw, w sezonie zimowym, osiągnięto szczyty ośmiotysięczników znajdujących się w Himalajach, w tym większość już w latach osiemdziesiątych XX wieku. Sukcesy na ośmiotysięcznikach położnego dalej na północ Karakorum przyniosła dopiero druga dekada XXI wieku. Do 2020 roku ostatnim niezdobytym ośmiotysięcznikiem zimą był szczyt K2. W styczniu 2021 roku na szczycie stanął 10-osobowy zespół Nepalczyków (Farooq, 2021), w tym Nirmal Purja, który wszedł na szczyt bez używania dodatkowego tlenu (Benavides, 2021a).

Turystyka i wspinaczka wysokogórska stają się coraz bardziej popularne, w wielu rejonach górskich w tym najwyższych górach świata w Himalajach i w Karakorum. W latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych ubiegłego stulecia niespełna 100 wspinaczy rocznie brało udział w wyprawach wysokogórskich w Himalajach. Od tamtej pory liczba ta stopniowo rośnie. Obecnie ponad 3000 alpinistów rocznie wspina się w Himalajach (Salisbury i Hawley, 2020). Jedną z przyczyn wzrostu popularności himalaizmu jest znaczny rozwój wypraw komercyjnych. W latach dziewięćdziesiątych XX wieku, uczestnicy wypraw komercyjnych stanowili zaledwie 20% spośród wszystkich zdobywców szczytów himalajskich. Obecnie, ponad 75 % wejść na szczyty w Himalajach dokonywane jest w ramach wypraw komercyjnych (Salisbury i Hawley, 2007). Mount Everest jest jednym z najbardziej popularnych ośmiotysięczników; liczba himalaistów próbująca wejść na ten szczyt w ciągu ostatnich 15 lat wzrosła o 60% i obecnie wynosi ponad 1000 rocznie (Huey i in., 2020; Salisbury i Hawley, 2020). Do 2021 roku ponad 47 tysięcy alpinistów wzięło udział w wyprawach na ośmiotysięczniki, ponad 20 tysięcy z nich stanęło na szczycie, z czego 6,5 tysiąca bez używania dodatkowego tlenu (Salisbury i Hawley, 2020; 8000ers, 2021). W ostatnich latach popularność zyskuje wspinaczka na ośmiotysięczniki w sezonie zimowym w ramach wypraw komercyjnych (Benavides, 2021b).

Ośmiotysięczniki można podzielić ze względu na ich wysokość oraz lokalizację geograficzną. Do ośmiotysięczników wysokich (>8450 m) należy 5 szczytów: Mount Everest (8848 m), K2 (8611 m), Kanczendzonga (8586 m), Lhotse (8516 m) i Makalu (8481 m). Pozostałe 9 ośmiotysięczników, których wysokość n.p.m. nie przekracza 8250 m n.p.m. nazywamy niskimi: Cho Oyu (8201 m), Dhaulagiri (8167 m), Manaslu (8156 m), Nanga Parbat (8126 m), Annapurna (8091 m), Gaszerbrum I (8068 m), Broad Peak (8051 m), Gaszerbrum II (8035 m) i Shisha Pangma (8013 m). Ośmiotysięczniki różnią się również lokalizacją geograficzną. Spośród 14 ośmiotysięczników dziesięć leży w łańcuchu górskim Himalajów, cztery w Karakorum. Ośmiotysięczniki łańcucha górskiego Karakorum są zlokalizowane o osiem stopni szerokości geograficznej dalej na północ niż ośmiotysięczniki Himalajów. Szerokość geograficzna najwyższego szczytu Himalajów − Mount Everestu to 27°59’ N, natomiast najwyższy szczyt Karakorum − K2 leży na 35°52’ N.

Kontekstem powstania cyklu publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe był wzrost popularności himalaizmu zimowego, śmierć himalaistów podczas zimowych ataków szczytowych na Gaszerbrum I (2012 r. – 3 himalaistów), Broad Peak (2013 r. – 2 himalaistów), Nanga Parbat (2018 r.– 1 himalaista) i K2 (2021 r. – 3 himalaistów) oraz liczne nieudane próby zimowego wejścia zarówno na ośmiotysięczniki w Himalajach jak i Karakorum. Zima 2019/2020 była szóstą podczas której himalaistom nie udało się dotrzeć wyżej niż na wysokość trzeciego obozu na K2 – 7600 m n.p.m. W tym czasie w środowisku himalaistów pojawiły się wątpliwości co do możliwości przetrwania warunków środowiskowych panujących zimą w kopule szczytowej K2 (Gurgul, 2019; Sosnowski, 2021). Powodem przeprowadzenia badań, które stanowią osiągnięcie naukowe był brak publikacji kompleksowo analizujących warunki pogodowe i zagrożenia środowiskowe na ośmiotysięcznikach zarówno w sezonie letnim, jak i zimowym. Mimo wzrostu popularności himalaizmu wiedza dotycząca warunków środowiskowych panujących w górach na wysokościach powyżej 8000 m, czyli w tak zwanej wysokogórskiej „strefie śmierci” (West i in., 2007b), jest niepełna i ogranicza się głównie do analizy pojedynczych parametrów pogodowych na Mount Everest (West i in., 1983b; West, 1999; Moore i Semple, 2004, 2011, 2012; Grocott i in., 2010; Matthews i in., 2020a). Przygotowanie zabezpieczenia medycznego kolejnej, polskiej, zimowej wyprawy na K2, w które byłem osobiście zaangażowany, wymagało wiedzy na temat warunków środowiskowych na najwyższym szczycie Karakorum. Brak danych utrudniał zaplanowanie aklimatyzacji i logistyki ataku szczytowego, wybór stroju minimalizującego ryzyko wychłodzenia oraz decyzję co do konieczności użycia tlenu.

4.4 Hipotezy badawcze

Najistotniejsze znaczenie w kontekście możliwości przetrwania człowieka na wysokości mają ciśnienie atmosferyczne determinujące ciśnienie parcjalne tlenu, temperatura powietrza oraz prędkość wiatru. Ciśnienie atmosferyczne obniża się wraz z wysokością. Na szerokościach geograficznych Himalajów (27° N) i Karakorum (35° N), niezależnie od pory roku na wysokościach między 8000 a 9000 m n.p.m. co każde 100 metrów wysokości ciśnienie atmosferyczne obniża się o około 5 hPa (West, 1996). Na poziom ciśnienia atmosferycznego na danej wysokości wpływa położenie geograficzne oraz pora roku. Wyższa szerokość geograficzna oraz niższa temperatura powietrza, czyli zimniejsza pora roku wybrana do wspinaczki wpływają na obniżenie wartości ciśnienia atmosferycznego na danej wysokości

n.p.m. (West, 1996; Whiteman, 2000; West i in., 2007c). Im góra jest wyższa, im zlokalizowana dalej od równika oraz im zimniejsza pora roku, w której jest zdobywana, tym niższe ciśnienie atmosferyczne doświadczane na jej szczycie. Ciśnienie atmosferyczne na 8000 metrach, w lipcu jest o 7 hPa niższe na szerokości geograficznej 45° N w porównaniu do 30°N. W styczniu różnica ta wynosi aż 21 hPa (West, 1996). **Zależność ciśnienia atmosferycznego od wysokości n.p.m., szerokości geograficznej oraz pory roku pozwala na postawienie hipotezy, że ciśnienie atmosferyczne na wysokości 8000 m. n.p.m. w tych samych okresach roku jest niższe w Karakorum w porównaniu do Himalajów, a różnica ta jest największa w sezonie zimowym.**

Niska temperatura powietrza i wysoka prędkość wiatru na dużych wysokościach zwiększają ryzyko wychłodzenia a przez to zmniejszają szansę na przetrwanie (Tikuisis, 1995; Huey i Eguskitza, 2001; Huey i in., 2001; McIntosh i in., 2008; Havenith, 2010; Moore i in., 2012). Podobnie jak wartość ciśnienia atmosferycznego, poziom temperatury powietrza zmienia się w zależności od pory roku, oraz obniża się wraz ze wzrostem wysokości n.p.m. i wzrostem szerokości geograficznej (West, 1996; Whiteman, 2000; West i in., 2007c). Badania temperatury powietrza na Wyżynie Tybetańskiej, wykazały, że latem temperatura powietrza spada o 4,3°C na każde tysiąc metrów różnicy wysokości n.p.m. oraz o 0,28°C na jeden stopień szerokości geograficznej. Zimą, każde 1000 metrów wzrostu wysokości n.p.m. powoduje spadek temperatury o 5°C, natomiast wzrost o 1° szerokości geograficznej powoduje spadek temperatury o 1,51°C (pięciokrotnie wyższy niż latem) (Wang i in., 2011). **Biorąc pod uwagę powyższe zależności można postawić hipotezę, że północna lokalizacja Karakorum powoduje, że w tych samych okresach roku na ośmiotysięcznikach w Karakorum temperatura powietrza jest niższa niż na ośmiotysięcznikach Himalajów. Największych różnic temperatur należy spodziewać się w sezonie zimowym.**

Występowanie ekstremalnych prędkości wiatru na wysokościach powyżej 8000 m n.p.m. w Karakorum i Himalajach determinuje obecność prądu strumieniowego. Prąd strumieniowy to poziomy strumień powietrza o dużej prędkości, szerokości od kilku do kilkuset kilometrów, występujący w górnej części troposfery. Lokalizacja geograficzna prądu strumieniowego, wysokość n.p.m. jego rdzenia oraz prędkość zależą od pory roku. Zimą prąd strumieniowy półkuli północnej tworzy pasmo między północną Afryką a Hawajami, jego rdzeń znajduje się na powierzchni zbliżonej do 300 hPa (zimą to wysokość około 9000 m n.p.m.) a prędkość wynosi średnio 35 $m \cdot s^{-1}$ (Archer i Caldeira, 2008). Zimą prąd strumieniowy rozdziela się nad Oceanem Atlantyckim na podzwrotnikowy prąd strumieniowy niosący masy powietrza z zachodniej Afryki w kierunku zachodniego Pacyfiku oraz polarny prąd strumieniowy znajdujący się nad północną Europą i Eurazją (Pena-Ortiz i in., 2013). Na długości geograficznej Himalajów i Karakorum podzwrotnikowy prąd strumieniowy znajduje się na szerokości geograficznej między 20° N a 35° N obejmując swoim wpływem Himalaje. Polarny prąd strumieniowy zlokalizowany jest między 40° N a 70° N (Pena-Ortiz i in., 2013). Na szerokości geograficznej między 35° N a 40°, czyli w lokalizacji Karakorum, obecność prądów strumieniowych jest zdecydowanie mniejsza. **Lokalizacja ośmiotysięczników Karakorum na granicy wpływu podzwrotnikowego prądu strumieniowego (35° N) pozwala postawić hipotezę, że w sezonie zimowym na ośmiotysięcznikach Karakorum prędkość wiatru jest mniejsza w porównaniu do ośmiotysięczników Himalajskich.** Latem

prąd strumieniowy półkuli północnej przesuwa się na północ, wysokość jego rdzenia znajduje się na powierzchni około 200 hPa (latem to wysokość około 12500 m n.p.m.) a prędkość słabnie do 15 $m \cdot s^{-1}$ (Archer i Caldeira, 2008).

Wynikające z położenia geograficznego warunki pogodowe mają decydujący wpływ na wybór okresu najbardziej korzystnego dla wspinaczki tzw. typowego sezonu wyprawowego. Typowy sezon wyprawowy dla ośmiotysięczników w Himalajach to wiosna i jesień. Lato w Himalajach jest wyłączone ze wspinaczki ze względu na spowodowane monsunami letnie opady śniegu powodujące duże zagrożenie lawinowe. Ośmiotysięczniki Karakorum oraz położony na północy himalajski ośmiotysięcznik Nanga Parbat zdobywane są latem, w najcieplejszych miesiącach roku, głównie w lipcu. Inny okres typowego sezonu wyprawowego w Himalajach i Karakorum to dodatkowy czynnik mogący wpływać na różnice w rozmiarze zagrożeń środowiskowych doświadczanych przez himalaistów podczas zdobywania ośmiotysięczników w zależności od tego czy wspinają się w Himalajach czy Karakorum.

Biorąc pod uwagę zależność parametrów pogodowych od wysokości n.p.m., szerokości geograficznej i pory roku oraz różny typowy sezon wyprawowy można postawić hipotezę, że istnieją znaczne różnice w charakterze zagrożeń środowiskowych podczas wypraw na ośmiotysięczniki Himalajów oraz Karakorum zarówno w typowym sezonie wyprawowym jak i sezonie zimowym. Różnice warunków pogodowych między Himalajami i Karakorum w typowym sezonie wyprawowym i zimą determinują rożny poziom zagrożenia związanego z ryzykiem niedotlenienia oraz wychłodzenia organizmu himalaisty.

4.5 Cele osiągnięcia naukowego

Celem pierwszego badania z cyklu stanowiącego osiągnięcie naukowe było określenie wartości ciśnienia atmosferycznego, temperatury powietrza oraz prędkości wiatru na szczycie Mount Everest i K2 w typowym sezonie wyprawowym i zimą, a następnie przedstawienie ich wpływu na poziom wysokości odczuwalnej, maksymalny pobór tlenu, tempo wspinaczki, temperaturę odczuwalną oraz czas do odmrożenia twarzy.

Celem drugiej pracy było zbadanie warunków środowiskowych doświadczonych podczas najbardziej ekstremalnych wspinaczek na ośmiotysięczniki Himalajów i Karakorum zarówno w sezonie wspinaczkowym jak i zimą.

Celem trzeciego badania było określenie wpływu warunków środowiskowych panujących podczas wyprawy na ośmiotysięcznik na możliwość zachowania bilansu cieplnego przez himalaistę w różnych sezonach i różnych warunkach pogodowych.

4.6 Szczegółowy opis osiągnięcia naukowego

Publikacja I. Porównanie warunków środowiskowych na szczytach Mount Everest i K2 w typowym sezonie wyprawowym i sezonie zimowym.

Szymczak, R. K., Pyka, M. K., Grzywacz, T., Marosz, M., Naczyk, M., Sawicka, M. Comparison of environmental conditions on summits of Mount Everest and K2 in climbing and midwinter seasons. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021; 18:3040. doi: 10.3390/ijerph18063040

Celem pracy była analiza i porównanie wybranych parametrów pogodowych na najwyższym szczycie Himalajów – Mount Everest i najwyższym szczycie Karakorum – K2 w typowym sezonie wyprawowym (Mount Everest – maj; K2 – lipiec) oraz w sezonie zimowym (styczeń, luty) a następnie przedstawienie ich wpływu na poziom wysokości odczuwalnej, maksymalny pobór tlenu, tempo wspinaczki, temperaturę odczuwalną oraz czas do odmrożenia twarzy. Celem pracy było również określenie, na którym ze szczytów reprezentujących dwa najwyższe łańcuchy górskie i podczas którego sezonu panują najbardziej ekstremalne warunki środowiskowe.

W ramach pracy wykonaliśmy analizę porównawczą średnich miesięcznych ciśnienia atmosferycznego, temperatury powietrza oraz prędkości wiatru dla szczytu Mount Everest i K2 w latach 1979-2019. W pracy korzystaliśmy z danych reanalizy ERA5 udostępnionych przez Europejskie Centrum Średnioterminowych Prognoz Pogody (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, ECMWF) (Hersbach i in., 2020). Na podstawie wartości ciśnienia atmosferycznego korzystając z opublikowanych wzorów obliczyliśmy wysokość odczuwalną (West, 1996; West i in., 2007c), możliwy do osiągnięcia maksymalny pobór tlenu (VO_2max) oraz prędkość zdobywania wysokości (Matthews i in., 2020a). Wysokość odczuwalna to wysokość na jakiej latem w Himalajach występuje dane ciśnienie atmosferyczne (West, 1996; West i in., 2007c). Temperatura powietrza oraz prędkość wiatru zostały przedstawione w postaci takich parametrów jak temperatura odczuwalna (WCT – wind chill equivalent temperature) (Osczevski i Bluestein, 2005) oraz czas do odmrożenia twarzy (FFT – facial frostbite time) (Tikuisis i Osczevski, 2003).

Na podstawie wykonanych analiz ustaliliśmy, że w typowym sezonie wyprawowym (Mount Everest – maj; K2 – lipiec) bardziej surowe warunki ciśnienia atmosferycznego ($p<0,001$) i temperatury powietrza ($p<0,001$) występowały na szczycie Mount Everest, natomiast prędkość wiatru była porównywalna na obu szczytach ($p=0.99996$). Odpowiednio na Mount Everest i K2 w typowym sezonie wyprawowym ciśnienie atmosferyczne wynosiło 333±1 i 347±1 hPa, wysokość odczuwalna 8925±20 i 8640±20 m, VO_2max 16,2±0,1 i 17,8±0,1 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, tempo zdobywania wysokości 190±2 i 223±2 $m \cdot h^{-1}$, temperatura powietrza −26±1 i −21±1°C, prędkość wiatru 16±3 i 15±3 $m \cdot s^{-1}$, WCT −45±2 i −37±2°C oraz FFT 6 i 11 minut.

Oprócz analizy zagrożeń środowiskowych w typowym sezonie wyprawowym zbadaliśmy również zagrożenia występujące zimą. W sezonie zimowym ciśnienie atmosferyczne było niższe na Mount Everest niż na K2 ($p<0,001$) choć różnica między szczytami wynosiła jedynie 2 hPa. Temperatura powietrza była niższa na K2 ($p<0,001$), natomiast prędkość wiatru była wyższa na Mount Everest ($p<0,001$). Odpowiednio na Mount

Everest i K2 w sezonie zimowym ciśnienie atmosferyczne wynosiło 324±2 i 326±2 hPa, wysokość odczuwalna 9134±40 i 9095±48 m, VO_2max 15,1±0,2 i 15,3±0,3 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, tempo zdobywania wysokości 165±5 i 170±6 $m \cdot h^{-1}$, temperatura powietrza −36±2 i −45±1°C, prędkość wiatru 41±6 i 27±4 $m \cdot s^{-1}$, WCT −66±3 i −76±2°C oraz FFT <1 i 1 minutę.

W sezonie zimowym na K2, w porównaniu do warunków w typowym sezonie wyprawowym: ciśnienie atmosferyczne było o 21 hPa niższe, wysokość odczuwalna o 455 m wyższa, VO_2max o 2,5 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ niższe, tempo zdobywania wysokości o 53 $m \cdot h^{-1}$ wolniejsze, temperatura powietrza o 24°C niższa, prędkość wiatru o 12 $m \cdot s^{-1}$ wyższa, WCT o 31°C niższa oraz FFT o 10 minut szybszy. Różnice między typowym sezonem wyprawowym a zimą na Mount Everest, z wyjątkiem prędkości wiatru, były mniejsze niż na K2: ciśnienie atmosferyczne było o 9 hPa niższe, wysokość odczuwalna o 209 m wyższa, VO_2max o 1,1 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ niższe, tempo zdobywania wysokości o 25 $m \cdot h^{-1}$ wolniejsze, temperatura powietrza o 10°C niższa, prędkość wiatru o 25 $m \cdot s^{-1}$ wyższa, WCT o 21°C niższa oraz FFT o 6 minut szybszy.

Niższe ciśnienie atmosferyczne i temperatura powietrza na Mount Everest w porównaniu do K2 w typowym sezonie wyprawowym była spowodowana wyższą o 237 metrów wysokością Mount Everestu oraz mniej korzystnym barometrycznie i temperaturowo miesiącem typowego sezonu wyprawowego w Himalajach. Sezon na K2 przypada na lipiec − miesiąc, w którym ciśnienie i temperatura powietrza były jedne z najwyższych w ciągu całego roku. Mount Everest najczęściej zdobywany jest w maju, miesiącu mniej barometrycznie i temperaturowo korzystny niż miesiące letnie. Wartości prędkości wiatru występujące na obu szczytach w typowym sezonie wyprawowym nie były zależne od różnicy wysokości n.p.m. i położenia geograficznego obu szczytów co jest zgodne z występującą w tym okresie lokalizacją prądów strumieniowych na półkuli północnej (Archer i Caldeira, 2008).

Znaczenie różnicy szerokości geograficznej między szczytami dla wartości ciśnienia atmosferycznego, temperatury powietrza i prędkości wiatru było bardzo wyraźne w sezonie zimowym. Ciśnienie atmosferyczne na szczycie K2 zimą było jedynie o 2 hPa niższe od ciśnienia na Mount Everest zimą, mimo że K2 jest o 237 m niższy niż Mount Everest. Wynik ten jest zgodny z opisaną przez innych autorów zależnością wartości ciśnienia atmosferycznego na danej wysokości od szerokości geograficznej i pory roku (West, 1996). Wynik ten potwierdził również naszą hipotezę, że ciśnienie atmosferyczne na podobnych wysokościach jest w sezonie zimowym niższe w Karakorum w porównaniu do Himalajów. Osiem stopni wyższa szerokość geograficzna szczytu K2 spowodowała, że ciśnienie atmosferyczne w sezonie zimowym było na obu szczytach porównywalne. Wartości ciśnienia występujące w sezonie zimowym na obu szczytach były ekstremalnie niskie. Porównywalny niski poziom ciśnienia występuje latem w Himalajach na wysokości około 9100 m n.p.m. Biorąc pod uwagę wysokość odczuwalną oba szczyty w sezonie zimowym są dziewięciotysięcznikami. Ciśnienie atmosferyczne, wysokość odczuwalna, VO_2max oraz tempo wspinaczki były istotnie niższe w sezonie zimowym na obu szczytach w porównaniu do wartości osiąganych podczas wspinaczki na Mount Everest w typowym sezonie wyprawowym. Wspinaczka na szczyt Mount Everest i K2 w sezonie zimowym jest związana z wyższym zagrożeniem z powodu hipoksji niż wspinaczka na Mount Everest w typowym sezonie wyprawowym.

Wyniki naszego badania dotyczące temperatury powietrza były zgodne z zależnościami temperatury powietrza od wysokości n.p.m., szerokości geograficznej oraz pory roku

opisywanymi przez innych autorów (West, 1996; Whiteman, 2000; West i in., 2007c, Wang i in., 2011). Wyniki badania potwierdziły naszą hipotezę, że bardziej północna lokalizacja Karakorum powoduje, że temperatura powietrza jest tam niższa niż w Himalajach. Temperatura powietrza we wszystkich miesiącach, a szczególnie zimą była niższa na K2 niż na Evereście, mimo niższej wysokości K2. Stwierdzona przez nas zdecydowanie silniejsza prędkość wiatru zimą na Mount Everest w porównaniu do K2 była w zgodzie z typową lokalizacją prądów strumieniowych na półkuli północnej zimą (Archer i Caldeira, 2008; Pena-Ortiz i in., 2013). Wynik ten potwierdził naszą hipotezą badawczą, że lokalizacja ośmiotysięczników Karakorum na granicy wpływu podzwrotnikowego prądu strumieniowego (35° N) powoduje, że w sezonie zimowym na ośmiotysięcznikach Karakorum prędkość wiatru jest mniejsza w porównaniu do ośmiotysięczników Himalajskich. Lokalizacja prądu strumieniowego nad Himalajami powoduje, że warunki wietrzne zimą były bardziej ekstremalne w Himalajach niż w Karakorum.

Obliczone przez nas wartości ciśnienia atmosferycznego dla szczytu Mount Everest w typowym sezonie wyprawowym 333 ± 1 hPa oraz zimą 324 ± 2 hPa korespondowały z wynikami innych badaczy: 335 hPa (typowy sezon wyprawowy) i 324 hPa (sezon zimowy) obliczonymi na podstawie danych z sond radiowych (West i in., 1983b) oraz 333 hPa (typowy sezon wyprawowy) i 323 hPa (sezon zimowy) oszacowanymi na podstawie połączenia danych ze stacji meteorologicznych zamontowanych na Mount Everest oraz reanalizy ERA5 (Matthews i in., 2020a). Kompleksowa analiza średnich wartości parametrów środowiskowych dla szczytu K2 w sezonie wspinaczkowym i zimą przeprowadzona w naszej pracy jest badaniem pionierskim.

Rozmiar wpływu niskich wartości ciśnienia atmosferycznego w sezonie zimowym na obniżenie VO_2max oraz tempa wspinaczki wykazany w naszej pracy ma istotne znaczenie praktyczne. Różnica ciśnienia atmosferycznego między typowym sezonem wyprawowym a zimą na Mount Everest wynosząca 9 ± 1 hPa oznacza spadek VO_2max o 7% (spadek z 16,2 do 15,1 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) oraz zwolnienie tempa wspinaczki o 13% (ze 190 do 165 $m \cdot h^{-1}$). Spadek ciśnienia na szczycie K2 o 21 ± 1 hPa w sezonie zimowym w porównaniu do lata oznacza niższe VO_2max o 14% (spadek z 17,0 do 15,3 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) oraz tempo wspinaczki wolniejsze o 24% (spadek z 223 na 170 $m \cdot h^{-1}$). Powyższe dane powinny być wzięte pod uwagę przez himalaistów i organizatorów wypraw podczas planowania logistyki zimowego ataku szczytowego, między innymi wysokości obozu szturmowego, czasu rozpoczęcia wspinaczki oraz bezpiecznej godziny odwrotu. Szczególną uwagę należy zwrócić na logistykę ataków szczytowych w Karakorum w związku z większymi różnicami w rozmiarze zagrożeń środowiskowych między typowym sezonem wyprawowym a zimą w porównaniu do Himalajów.

Wartości ciśnienia atmosferycznego w sezonie zimowym obliczone dla szczytu Mount Everest (324 ± 2 hPa) oraz K2 (326 ± 2 hPa) były wyższe od wartości 315 hPa uznawanej za prawdopodobną granicę przetrwania w warunkach wysokogórskich (West, 1999). Ciśnienie 315 hPa zredukowałoby VO_2max do poziomu około 12 $mlO_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, uznawanego za minimalny warunkujący bezpieczne tempo wspinaczki oraz graniczny, jeśli chodzi o przetrwanie na wysokości (West, 1999). Ciśnienie 315 hPa było do tej pory najniższym przetrwanym przez człowieka bez wspomagania tlenem z butli. Dokonali tego czterej ochotnicy w sztucznych warunkach, w komorze hipobarycznej, podczas symulowanego wejścia na Mount

Everest (Houston i Riley, 1947). Najniższe ciśnienie atmosferyczne doświadczone w warunkach naturalnych to 329 hPa podczas wspinaczki wczesną wiosną na Mount Everest (West, 1993; Matthews i in., 2020a). Hipoksemia wynikająca z obniżającego się w warunkach wysokogórskich ciśnienia parcjalnego tlenu to nie tylko przyczyna niskich wartości VO_2max i wolnego tempa wspinaczki, ale również powód ostrych chorób wysokościowych oraz deterioracji wysokościowej, które są głównymi przyczynami śmierci na wysokości (Pugh i in., 1964; West i Wagner, 1980; West, 1983, 2000; West i in., 1983a, 1983b, 2007a; Sutton i in., 1988).

Oszacowane w naszej pracy wartości WCT (−45±2°C – sezon wyprawowy; −66±3°C – sezon zimowy) i FFT (6 minut – sezon wyprawowy; <1minuty – sezon zimowy) dla szczytu Mount Everest były porównywalne z wynikami WCT−45°C oraz FFT 7 min w typowym sezonie wyprawowym oraz WCT of −65°C i FFT <1 min w sezonie zimowym uzyskanymi przez innych badaczy na podstawie danych z reanalizy National Centers for Environmental Prediction (US NCEP) (Moore i Semple, 2011). Należy podkreślić, że wykorzystana w naszym badaniu reanaliza ERA5 ma dziesięciokrotnie wyższą rozdzielczość przestrzenną niż zastosowana reanaliza NCEP w badaniu Moore i Semple (2011).

Aktualne wzory stosowane do obliczenia wartości WCT i FFT (Osczevski i Bluestein, 2005; Tikuisis i Osczevski, 2003) zastosowane w naszym badaniu i używane przez innych badaczy (Moore i Semple, 2011) zawierają wartość gęstości powietrza na poziomie morza, która jest około trzykrotnie wyższa niż ta występująca na szczytach ośmiotysięcznych. Inni badacze wykazali dodatnią korelację między gęstością powietrza oraz konwekcyjnymi stratami ciepła wskazującą na to, że te same warunki temperatury powietrza i prędkości wiatru w warunkach niższej gęstości powietrza powoduję mniejsze straty konwekcyjne ciepła niż w warunkach wyższej gęstości powietrza (Huey i in., 2001). Biorąc pod uwagę powyższe, uzyskane wyniki WCT i FFT w naszej pracy i publikacjach innych badaczy przeszacowują straty ciepła na wysokości. W celu wiarygodnej oceny zagrożenia wychłodzeniem i odmrożeniem w warunkach wysokogórskich należy zastosować wskaźnik pozwalający na obliczenie bilansu cieplnego w różnych warunkach gęstości powietrza.

Podsumowując wyniki pierwszej pracy dotyczące warunków środowiskowych na ośmiotysięcznikach w typowym sezonie wyprawowym doszliśmy do następujących wniosków:

1. Warunki środowiskowe w typowym sezonie wyprawowym są mniej korzystne podczas wspinaczki na ośmiotysięczniki znajdujące się w Himalajach w porównaniu do Karakorum. Na porównywanych wysokościach w Himalajach należy spodziewać się niższych wartości ciśnienia atmosferycznego oraz temperatury powietrza. Powodem różnic jest konieczność wspinaczki w Himalajach poza sezonem letnim. Różnice w wartościach ciśnienia atmosferycznego oraz temperatury powietrza na Mount Everest i K2 są uwarunkowane przede wszystkim inną porą roku typowego sezonu wyprawowego. Różnice w szerokości geograficznej między badanymi szczytami ma w sezonie wspinaczkowym znaczenie drugorzędne.
2. W typowym sezonie wyprawowym większe zagrożenie niedotlenieniem i wychłodzeniem organizmu na podobnych wysokościach n.p.m. występuje podczas wspinaczki w Himalajach niż w Karakorum.

3. Spośród wszystkich ośmiotysięczników, największe zagrożenia środowiskowe w typowym sezonie wyprawowym występują podczas zdobywania szczytu Mount Everest.

Podsumowując wyniki pierwszej pracy dotyczące warunków środowiskowych na ośmiotysięcznikach w sezonie zimowym doszliśmy do następujących wniosków:

1. Warunki środowiskowe w sezonie zimowym na ośmiotysięcznikach w Himalajach i Karakorum są pod względem każdego z badanych wskaźników mniej korzystne niż w typowym sezonie wyprawowym.
2. Występowanie zdecydowanie większych różnic ciśnienia atmosferycznego oraz temperatury powietrza między typowym sezonem wyprawowym a sezonem zimowym w Karakorum w porównaniu do Himalajów jest powiązane z wyższą szerokością geograficzną Karakorum oraz tym, że typowy sezon wyprawowym w tym łańcuchu górskim to lato.
3. Lokalizacja podzwrotnikowego prądu strumieniowego nad Himalajami w sezonie zimowym powoduje znacznie większą prędkość wiatru na ośmiotysięcznikach w Himalajach niż w Karakorum.
4. W sezonie zimowym na ośmiotysięcznikach o porównywanych wysokościach n.p.m. występuje niższe ciśnienie atmosferyczne i niższa temperatura w Karakorum oraz większa prędkość wiatru w Himalajach.
5. Warunki środowiskowe na szczycie K2 w sezonie zimowym są trudniejsze niż na Mount Everest w typowym sezonie wyprawowym ze względu na niższe ciśnienie, niższą temperaturę powietrza oraz wyższą prędkość wiatru panujące na K2 w styczniu i lutym w porównaniu do Mount Everestu w maju.
6. Spośród wszystkich ośmiotysięczników, największe zagrożenia środowiskowe w sezonie zimowym występują podczas zdobywania Mount Everestu ze względu na ekstremalnie niskie ciśnienie atmosferyczne oraz wysoką prędkość wiatru.

Publikacja II. Warunki pogodowe w wysokogórskiej strefie śmierci doświadczone przez himalaistów podczas udanych wejść na szczyty ośmiotysięczne.

Szymczak, R.K., Marosz, M., Grzywacz, T., Sawicka, M., Naczyk, M.
Death Zone Weather Extremes Mountaineers Have Experienced in Successful Ascents. Frontiers in Physiology 2021; 12:696335. doi: 10.3389/fphys.2021.696335

Celem drugiej pracy wchodzącej w skład osiągnięcia naukowego było ustalenie warunków pogodowych, jakich doświadczyli alpiniści podczas najbardziej ekstremalnych wejść na ośmiotysięczniki oraz określenia najtrudniejszych warunków środowiskowych, które zostały do tej pory doświadczone przez człowieka w górach wysokich.

Aby zbadać wszystkie wejścia w najbardziej ekstremalnych warunkach środowiskowych, zanalizowaliśmy wszystkie udane wejścia bez stosowania tlenu z butli na dwa najwyższe ośmiotysięczniki dwóch najwyższych łańcuchów górskich: Mount Everest i K2. Zbadaliśmy również wszystkie udane zimowe wejścia na ośmiotysięczniki, zarówno te bez używania dodatkowego tlenu jak i te wspomagane tlenem z butli. Za udane uznaliśmy te wspinaczki, które zakończyły się wejściem na szczyt. W pracy zanalizowaliśmy warunki pogodowe podczas 528 wejść na ośmiotysięczniki w latach 1978-2021, w tym 423 wejść bez użycia tlenu poza sezonem zimowym (210 na Everest, 213 na K2), 76 wejść bez użycia tlenu w sezonie zimowym (1 na Everest, 1 na K2, 50 na niskie ośmiotysięczniki w Himalajach, 14 na niskie ośmiotysięczniki w Karakorum, 10 na wysokie ośmiotysięczniki w Himalajach) oraz 29 wejść wspomaganych tlenem w sezonie zimowym (14 na Everest, 9 na K2, 2 na niskie i 4 na wysokie ośmiotysięczniki w Himalajach). Liczbę, daty i godziny wejść na ośmiotysięczniki uzyskaliśmy z bazy danych Himalayan Database (Salisbury i Hawley, 2020), a wejścia na ośmiotysięczniki w Karakorum z czasopism, książek i źródeł internetowych (8000-ers, 2021). Wybrane parametry pogodowe, takie jak ciśnienie atmosferyczne, temperatura powietrza i prędkość wiatru oraz wskaźniki, takie jak temperatura odczuwalna oraz czas do odmrożenia twarzy obliczyliśmy na podstawie danych z reanalizy ERA5 (Hersbach i in., 2020).

Najbardziej ekstremalne pojedyncze parametry warunków środowiskowych, doświadczone przez himalaistów wspinających się bez używania dodatkowego tlenu to: ciśnienie atmosferyczne 329 hPa (wejście na Everest poza sezonem zimowym), temperatura powietrza –45°C (zimowe wejście na Nanga Parbat) oraz prędkość wiatru 48 $m \cdot s^{-1}$ (zimowe wejście na Kanczendzongę). Biorąc pod uwagę wartości średnie to himalaiści nie używający tlenu z butli najniższego ciśnienia doświadczali podczas wspinaczek na Mount Everest poza sezonem zimowym (średnio 335±2 hPa), ($p<0,01$). Najniższa temperatura panowała podczas wejść zimowym na niższe ośmiotysięczniki w Karakorum (średnio –38±5°C), ($p<0,01$). Wiatr wiał najsilniej podczas zdobywania wysokich ośmiotysięczników zimą w Himalajach (średnio 41±9 $m \cdot s^{-1}$), ($p<0,01$).

Najtrudniejsze pojedyncze parametry meteorologiczne doświadczone przez himalaistów wspomagających się tlenem z butli to ciśnienie atmosferyczne 320 hPa, temperatura powietrza –41°C i prędkość wiatru 46 $m \cdot s^{-1}$. Wszystkie zostały doświadczone podczas zimowych wejść na Mount Everest. Biorąc pod uwagę wartości średnie to himalaiści używający tlenu najniższego ciśnienia doświadczali podczas wejść zimowych na Mount Everest (średnio 326±3 hPa). Najniższa temperatura panowała w Karakorum, podczas wejścia

na K2 –40±0°C. Najsilniej wiał wiatr podczas zimowych wejść na Mount Everest (średnio 36±7 $m \cdot s^{-1}$).

Spośród wszystkich 528 zanalizowanych wejść na ośmiotysięczniki najbardziej ekstremalna kombinacja warunków środowiskowych mieszcząca się w granicznych wartościach przeciętnych dla wejść bez użycie tlenu (10 percentyl: ciśnienie atmosferyczne ≤ 333 hPa, temperatura powietrza ≤ −30°C, temperatura odczuwalna ≤ −54°C, czas do odmrożenia twarzy ≤ 3 min; 90 percentyl: prędkością wiatru ≥ 25 $m \cdot s^{-1}$) była podczas 14 wejść na Mount Everest, 12 wspomaganych tlenem zimą oraz 2 wejść bez używania tlenu z butli późną jesienią i zimą.

Na podstawie wykonanych analiz ustaliliśmy, że najbardziej ekstremalnych połączonych warunków niskiego ciśnienia, niskiej temperatury i silnego wiatru doświadczyli himalaiści wspinający się Mount Everest poza typowym sezonem wyprawowym oraz w sezonie zimowym. Himalaiści wspinający się zimą w Himalajach doświadczali ekstremalnie silnej prędkości wiatru, natomiast w Karakorum musieli zmagać się z bardzo niskimi temperaturami co było zgodne z wynikami i wnioskami z pierwszej pracy. Najtrudniejsze warunki udało się przetrwać himalaistom, którzy wspinali się zimą na Mount Everest używając dodatkowego tlenu. Warunki te były porównywalne ze średnimi wartościami parametrów pogodowych w sezonie zimowym obliczonymi dla Mount Everestu w pierwszej publikacji cyklu. Natomiast żaden z himalaistów wspinających się bez wspomagania tlenem nie przetrwał połączonych warunków ciśnienia atmosferycznego, temperatury powietrza i prędkości wiatru porównywalnych ze średnimi wartościami dla zimowych miesięcy na szczycie Everestu i K2. Do tej pory bez wspomagania tlenem w sezonie zimowym Mount Everest zdobył tylko jeden himalaista – Nepalczyk Ang Rita Sherpa (West, 1996). K2 również został zimą zdobyty bez dodatkowego tlenu tylko przez jednego himalaistę – Nepalczyka Nimsa Purję (Benavides, 2021a). Oba wejścia odbyły się w znacznie lepszych warunkach niż średnie warunki dla zimy dla obu szczytów oszacowane przez nas w pierwszej pracy. Biorąc pod uwagę określone przez nas w pierwszej pracy średnie wartości parametrów meteorologicznych na obu szczytach zimą, podczas kolejnych wypraw zimowych bez stosowania tlenu z butli istnieje ryzyko, że któryś z himalaistów będzie narażony na warunki bardziej ekstremalnych niż te, w których dotychczas wykazano możliwość przetrwania.

Używanie dodatkowego tlenu z butli zmniejsza ryzyko wystąpienia deterioracji wysokościowej oraz śmierci podczas wspinaczki na ekstremalnych wysokościach (West, 1998; Huey i Eguskitza, 2000, 2001; Huey i in., 2001). Spośród himalaistów używających dodatkowego tlenu podczas wspinaczki na Mount Everest jeden na 34 ginie w zejściu ze szczytu. Wśród tych, którzy wspinają się bez wspomagania tlenem z butli na Mount Everest w zejściu ze szczytu ginie jeden na 12, a na K2 jeden na 5 zdobywców (Huey i Eguskitza, 2000). W naszej pracy stwierdziliśmy, że ciśnienie atmosferyczne 320 hPa, najniższe doświadczone podczas wspinaczki wspomaganej tlenem, było istotnie niższe niż 329 hPa przetrwane przez himalaistów nie używających tlenu z butli. Powyższe dodatkowo potwierdza, że wspomaganie się tlenem z butli podczas wspinaczki pozwala przetrwać niższe wartości ciśnienia atmosferycznego niż podczas wspinaczki bez używania dodatkowego tlenu.

Na podstawie wyników naszej pracy stwierdziliśmy, że najbardziej ekstremalnych warunków środowiskowych związanych z połączenia efektu niskiego ciśnienia atmosferycznego, niskiej temperatury powietrza i silnego wiatru doświadczyli himalaiści

wspinający się na Mount Everest w sezonie zimowym lub poza typowym sezonem wyprawowym. Powyższe można tłumaczyć wysokością szczytu Mount Everest, która determinuje krańcowo niskie wartości ciśnienia atmosferycznego, niską temperaturę powietrza w sezonie zimowym i poza typowym sezonem wyprawowym oraz wysoką prędkość wiatru wynikającą z zimowej aktywności subtropikalnego prądu strumieniowego nad Himalajami (Whiteman, 2000; Pena-Ortiz i in., 2013).

Himalaiści zwykle wykorzystują prędkość wiatru do identyfikacji odpowiednich okien pogodowych do wspinaczki (Peplow, 2004), dlatego analiza korelacji prędkości wiatru z innymi parametrami meteorologicznymi ma istotne znaczenie praktyczne. W pracy zaobserwowaliśmy umiarkowanie ujemną korelację ($r \leq -0,3$; $p < 0,05$) pomiędzy ciśnieniem atmosferycznym i prędkością wiatru podczas wejść na Mount Everest i K2 w typowym sezonie wyprawowym. W naszej pracy stwierdziliśmy również silną dodatnią korelację między ciśnieniem atmosferycznym a temperaturą powietrza podczas większości analizowanych wejść na szczyty ($r \geq 0,7$; $p < 0,05$) co jest zgodne z podobnymi obserwacjami innych autorów dotyczącymi szczytu Mount Everest (Moore i Semple, 2011; Matthews i in., 2020b) oraz równaniem stanu gazu doskonałego (West, 1996). Powyższe korelacje są korzystne dla himalaistów, ponieważ oznaczają, że podczas okna pogodowego z niską prędkością wiatru w typowym sezonie wspinaczkowym na obu szczytach można spodziewać się wyższych wartości ciśnienia atmosferycznego i wyższej temperatury powietrza. Dodatnia korelacja ciśnienia atmosferycznego z temperaturą powietrza oraz ujemna korelacja z prędkością wiatru stwierdzona w naszej pracy potwierdza propozycję Moore i Semple (2011, 2012), którzy stwierdzili, że wartość ciśnienia atmosferycznego można traktować jako prosty i łatwy do wdrożenia predyktor ryzyka wychłodzenia i odmrożenia. Huey i in. (2020) zasugerowali, że lepsze prognozowanie pogody było jednym z powodów zwiększonego prawdopodobieństwa zdobycia Mount Everestu i mniejszego prawdopodobieństwa śmierci alpinistów w ciągu ostatnich 15 lat w porównaniu z latami 1990-2005. Monitorowanie temperatury powietrza oraz ciśnienia atmosferycznego w bazie i w obozach wyższych tak jak podczas pierwszych wypraw na Mount Everest prawie 100 lat temu (Moore i in., 2010), w połączeniu z analizą bardziej ogólnych prognoz pogody dla danego rejonu górskiego powinno stać się standardową praktyką.

Wyniki badań Matthews i in. (2020a) pokazują, że w okresach ekstremalnie niskiego ciśnienia atmosferycznego na szczycie Mount Everest w sezonie zimowym nie obserwuje się ekstremalnie wysokiej prędkość wiatru. Wyniki Matthews i in. (2020a) sugerują, że w czasie okien pogodowych z niską prędkością wiatru można spodziewać się niskich wartości ciśnienia atmosferycznego. Analizując zimowe wejścia na Mount Everest stwierdziliśmy umiarkowanie dodatnią korelację wartości prędkości wiatru i temperatury ($r=0,7$; $p<0,05$) co może sugerować, że w sezonie zimowym na Mount Everest podczas okien pogodowych z niską prędkością wiatru należy spodziewać się również niższej temperatury powietrza. Podobną korelację zaobserwowaliśmy analizując wartości prędkości wiatru i temperatury na szczycie Mount Everest w miesiącach zimowych w pierwszej pracy cyklu ($r \geq 0,6$; $p<0,05$). Wyższe temperatury, które korelowały z wyższą prędkością wiatru w sezonie zimowym na Mount Everest były prawdopodobnie związane z wysoką aktywnością zimową subtropikalnego prądu strumieniowego w tym regionie opisywaną w badaniach innych naukowców (Pena-Ortiz i in., 2013). Zaobserwowana w pierwszej pracy cyklu wyższa korelacja między prędkością wiatru i wartością temperatury powietrza w sezonie zimowym na Mount Everest ($r \geq 0.6$; $p < 0.05$)

w porównaniu do K2 (r=0,3; p<0,05) była prawdopodobnie również związana z wyższą aktywnością subtropikalnego prądu strumieniowego w zimie nad Himalajami niż nad Karakorum. Przeciwnie do typowego sezonu wyprawowego, współzależność podstawowych parametrów pogodowych w sezonie zimowym na Mount Everest jest niekorzystna dla himalaistów, ponieważ podczas okien pogodowych z niską prędkością wiatru należy spodziewać się niskiej temperatury powietrza oraz niskich wartości ciśnienia atmosferycznego.

Spośród 528 zanalizowanych wejść na szczyty ośmiotysięczne 48 (9%) zakończyło się śmiercią himalaisty podczas zejścia ze szczytu. Spośród 18 himalaistów, którzy zdobyli szczyty w najtrudniejszych warunkach ciśnienia atmosferycznego, temperatury powietrza lub prędkości wiatru, 3 (17%) zginęło w zejściu ze szczytu: himalaista, który zdobył Mount Everest w warunkach ciśnienia atmosferycznego 329 hPa; himalaista, który doświadczył temperatury –44°C oraz WCT –67°C podczas zimowego wejścia na Nanga Parbat oraz zdobywca Mount Everest z użyciem tlenu w sezonie zimowym w warunkach prędkości wiatru 46 $m \cdot s^{-1}$. W naszej pracy nie analizowaliśmy przyczyn śmierci himalaistów. Niewiele jest publikacji, w których dokładnie analizowane są przyczyny zgonów w górach wysokich. Jedną z nielicznych jest publikacja dotycząca przyczyn zgonów na Mount Everest (Firth i in., 2008). Autorzy zaobserwowali, że niekorzystne warunki pogodowe odpowiadają za około 25% zgonów powyżej 7000m n.p.m. na Mount Everest. Badania dotyczące sześciotysięcznika Denali na Alasce wykazały, że wychłodzenie organizmu odpowiada za 16% wszystkich zgonów na tym szczycie (McIntosh i in., 2008).

Spośród 528 zanalizowanych wejść na szczyty ośmiotysięczne, 425 dokonali mieszkańcy nizin a 103 mieszkańcy terenów wysokogórskich. Do mieszkańców terenów wysokogórskich zaliczyliśmy Tybetańczyków oraz górali z populacji o tybetańskim pochodzeniu: górali nepalskich (Szerpa, Rai, Magar, Tamang) (Cole i in., 2017) i górali pakistańskich (Balti) (Yang i in., 2020). W pracy wykazaliśmy, że żaden mieszkaniec terenów wysokogórskich, który zdobył Mount Everest bez używania tlenu z butli nie zginął w zejściu ze szczytu. Natomiast jeden na trzynastu zdobywców Mount Everest bez stosowania tlenu pochodzący z terenów nizinnych zginął w zejściu ze szczytu. Firth i in. (2008) zanalizowali wszystkie wejścia na Mount Everest zarówno z jak i bez wspomagania tlenem z butli. W swoim badaniu zauważyli, że do śmierci Szerpów w trakcie zejścia ze szczytu dochodziło sześciokrotnie rzadziej niż wśród himalaistów pochodzących z terenów nizinnych. Autorzy ci doszli do wniosku, że mniejsza częstość zgonów wśród Szerpów może wynikać z: lepszej aklimatyzacji jaką osiągają spędzając więcej czasu w wyższych obozach, większych szans na ratunek z uwagi na pracę w większych zespołach, selekcji do pracy jako przewodnik górski oraz adaptacji genetycznej do wysokości (Firth i in., 2008).

Mieszkańcy terenów wysokogórskich dokonali jedynych wejść w sezonie zimowym bez wspomagania tlenem z butli zarówno na Mount Everest (Ang Rita – Szerpa) jak i K2 (Nirmal Purja – Magar). Ang Rita Szerpa aż dziewięciokrotnie wszedł na szczyt Mount Everest bez wspomagania dodatkowym tlenem (Garrido i in., 2019), w tym trzykrotnie w warunkach rekordowo niskiego ciśnienia atmosferycznego. Nirmal Purja był pierwszą i jedyną osobą, która wspięła się na wszystkie 14 szczytów ośmiotysięcznych w ciągu jednego roku (Beaumont, 2021). Niższa śmiertelność himalaistów pochodzących z terenów wysokogórskich podczas wspinaczki powyżej 8000 m n.p.m. w wysokogórskiej „strefie śmierci" opisywana w naszym badaniu i innych (Firth i in., 2008) oraz dokonanie przez nich jedynych wejść zimowych bez

użycia tlenu na Mount Everest i K2 sugeruje, że posiadają oni lepsze predyspozycje do przetrwania ekstremalnych warunków pogodowych i tolerancji hipoksji w porównaniu do himalaistów pochodzących z nizin. Tybetańczycy przystosowywali się do warunków hipoksji wysokościowej od 500 pokoleń (Gilbert-Kawai i in., 2014) poprzez adaptacje metaboliczne, fizjologiczne oraz biochemiczne (Grocott i Levett, 2013; Gilbert-Kawai i in., 2014; Horscroft i in., 2017). Niezwykle wysoki średni poziom VO_2max na poziomie morza wynoszący 67 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ u wspinających się elitarnych Szerpów wykazany przez Garrido i in. (1997, 2019) w porównaniu ze średnią 57 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ dla wspinaczy pochodzących z terenów nizinnych analizowanych w badaniach naukowych na dużych wysokościach (Pugh i in., 1964; West, 1983) może być jednym z dodatkowych czynników wyjaśniających wyższe możliwości przetrwania warunków wysokogórskich obserwowane wśród Szerpów. Wspominany wcześniej Ang Rita Sherpa miał VO_2max na poziomie 67 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ w wieku 53 lat (Garrido i in., 1997, 2019). Biorąc pod uwagę powyższe, wysoki VO_2max na poziomie morza powinien być ważnym czynnikiem przy wyborze himalaistów biorących udział w wyprawach na ośmiotysięczniki szczególnie w sezonie zimowym.

Na podstawie wyników drugiej pracy doszliśmy do następujących wniosków:

1. Spośród zbadanych wejść na ośmiotysięczniki najkorzystniejsze warunki występowały podczas wspinaczki na Mount Everest i K2 w typowych dla nich miesiącach wyprawowych. Jakkolwiek warunki pogodowe były mniej sprzyjające na szczycie Mount Everest.
2. Najbardziej ekstremalnych wartości ciśnienia atmosferycznego, temperatury powietrza i prędkości wiatru doświadczyli himalaiści wspinający się na Mount Everest w sezonie zimowym oraz poza typowym sezonem wyprawowym.
3. Wspinaczkę w sezonie zimowym na ośmiotysięczniki w Himalajach charakteryzuje występowanie ogromnych prędkości wiatru, natomiast cechą wspinaczki zimą w Karakorum jest ekstremalnie niska temperatura powietrza.
4. Himalaiści wspinający się z użyciem tlenu z butli przetrwali bardziej ekstremalne warunki środowiskowe niż wspinający się bez wspomagania tlenem.

Wnioski z drugiej pracy przekładają się na następujące rekomendacje dla himalaistów oraz organizatorów wypraw wysokogórskich:

1. Himalaiści planujący wspinaczkę na ośmiotysięczniki w sezonie zimowym lub poza typowym sezonem wyprawowym powinni spodziewać się ekspozycji na niższe wartości ciśnienia atmosferycznego, niższe temperatury oraz wyższą prędkości wiatru niż w typowym sezonie wyprawowym.
2. Himalaiści powinni zdawać sobie sprawę z różnej charakterystyki zagrożeń środowiskowych występujących zimą w Himalajach i Karakorum i być przygotowani na ekstremalne prędkości wiatru w Himalajach i niskie temperatury w Karakorum.
3. Himalaiści planujący wspinaczkę na ośmiotysięczniki w sezonie zimowym, a szczególnie gdy wspinaczka ma odbywać się nową, trudną technicznie drogą powinni rozważyć wspinaczkę wspomaganą tlenem.
4. Ratunkowe zestawy tlenowe powinny być na wyposażeniu najwyższych obozów na ośmiotysięcznikach niezależnie od sezonu w jakim organizowana jest wyprawa.

5. Członkowie wypraw na ośmiotysięczniki powinni regularnie monitorować wartości ciśnienia atmosferycznego oraz temperatury powietrza zarówno w bazie wyprawy jak i wyższych obozach. Zalecane jest również korzystanie z profesjonalnych prognoz pogody.
6. Podczas okna pogodowego z niską prędkością wiatru w typowym sezonie wyprawowym zarówno na Mount Everest jak i K2 można spodziewać się wyższych wartości ciśnienia atmosferycznego i wyższej temperatury powietrza. Przeciwnie do typowego sezonu wyprawowego, współzależność podstawowych parametrów pogodowych w sezonie zimowym na Mount Everest jest niekorzystna dla himalaistów, ponieważ podczas okien pogodowych z niską prędkością wiatru należy spodziewać się niskich wartości ciśnienia atmosferycznego oraz niskiej temperatury powietrza.
7. Wysoki VO_2max na poziomie morza powinien być ważnym czynnikiem przy wyborze himalaistów biorących udział w wyprawach na ośmiotysięczniki szczególnie w sezonie zimowym.

Publikacja III. Bilans cieplny himalaisty podczas wyprawy na Mount Everest.

Szymczak, R.K., Błażejczyk, K. Heat balance when climbing Mount Everest.
Frontiers in Physiology 2021; 12:765631. doi: 10.3389/fphys.2021.765631

Stwierdzenie w pierwszych dwóch publikacjach ekstremalnie niskich wartości temperatury powietrza oraz ogromnych prędkości wiatru na ośmiotysięcznikach w sezonie zimowym było powodem rozszerzenia badań i przeprowadzenia analizy bilansu cieplnego wspinającego się himalaisty. Wychłodzenie organizmu to jedna z przyczyn śmierci himalaistów podczas ataków szczytowych (Huey i Eguskitza, 2001; Huey i in., 2001; McIntosh i in., 2008; Moore i in., 2012; Salisbury i Hawley, 2020). Poziom aktywności fizycznej determinuje wysokość wytwarzanego ciepła natomiast odpowiednie właściwości izolacyjne odzieży pozwalają na redukcję strat ciepła. Gwałtowny spadek VO_2max na wysokościach ekstremalnych, znacząco potęguje ryzyko wychłodzenia (Havenith, 2010). Człowiek siedzący, chroniony strojem składającym się z trzech luźnych warstw o grubości 1mm każda (izolacyjność około 2,5 clo [clo to jednostka izolacyjności termicznej odzieży]) w warunkach temperatury powietrza −20°C i prędkości wiatru 14 $m \cdot s^{-1}$ ma szansę przeżyć 18 godzin. Spadek temperatury do −25°C (czyli takiej jaka występuje na szczycie Mount Everest w typowym sezonie wyprawowym) oraz −40°C (porównywalnej do temperatur na szczycie K2 zimą) przy niezmiennej prędkości wiatru 14 $m \cdot s^{-1}$ skracają czas przeżycia odpowiednio do 12 i 6 godzin (Tikuisis,1995). Aktywnie wspinający się himalaista w warunkach ciśnienia atmosferycznego szczytu Everestu 335 hPa, temperatury powietrza −40°C i wiatru 11 $m \cdot s^{-1}$ by zachować równowagę termiczną powinien mieć na sobie strój o izolacyjności 6,5 clo (Havenith, 2010). Nowoczesna odzież stosowana przez himalaistów zapewnia jednak jedynie izolacje na poziomie około 5,5 clo (Havenith, 2010) a najbardziej ekstremalne wartości temperatury powietrza i prędkości wiatru odnotowane w sezonie zimowym przez aparaturę stacji meteorologicznych umieszczonych na stokach Mount Everest to odpowiednio −49°C i 80 $m \cdot s^{-1}$ (Matthews i in., 2020b).

W trzeciej pracy wchodzącej w skład osiągnięcia naukowego skupiliśmy się na analizie bilansu cieplnego podczas aktywnej fazy wspinaczki na Mount Everest w różnych warunkach pogodowych i porach roku. Charakterystykę bilansu cieplnego obliczyliśmy wykorzystując dane meteorologiczne zarejestrowane przez stacje pogodowe zainstalowane na drodze wejścia na Mount Everest na wysokości 3810 m (Phortse), 6464 m (obóz 2) i 7945 m (Przełęcz Południowa) podczas wyprawy National Geographic (Matthews i in., 2020a, 2020b; National Geographic, 2021). Do analizy elementów bilansu cieplnego wykorzystaliśmy dane z sezonu letniego (1 maja – 15 sierpnia 2019 roku) oraz z sezonu zimowego (16 października 2019 roku – 6 stycznia 2020 roku). Ze względu na dużą zmienność promieniowania słonecznego oraz prędkości wiatru w każdym z sezonów na każdej z trzech badanych wysokości, analizowane dni podzieliliśmy w każdym sezonie i punkcie na cztery kategorie pogodowe: (1) dni pochmurne ze słabym wiatrem, (2) dni pochmurne z silnym wiatrem, (3) dni słoneczne ze słabym wiatrem, (4) dni słoneczne z silnym wiatrem.

Analizę składowych bilansu cieplnego człowieka obliczyliśmy korzystając z modelu wymiany ciepła między człowiekiem a otoczeniem – Man Environment Heat EXchange (MENEX-2005) (Błażejczyk, 1994, 2005a,b; Błażejczyk i in., 2012). Model MENEX-2005 jest wrażliwy na zmiany wartości podstawowych parametrów meteorologicznych oraz

w przeciwieństwie do innych modeli czy zastosowanych w pierwszej i drugiej pracy wskaźników takich jak WCT i FFT uwzględnia bardzo istotne dla środowiska wysokogórskiego parametry takie jak gęstość powietrza i zawartość tlenu w powietrzu (Błażejczyk i in., 2012). Ma to bardzo istotne znaczenie, ponieważ zmniejszająca się wraz z wysokością gęstość powietrza powoduje mniejsze konwekcyjne starty ciepła przy tych samych warunkach temperatury powietrza i prędkości wiatru (Huey i in., 2001).

Ogólne równanie wymiany ciepła między człowiekiem a środowiskiem zastosowane w modelu MENEX_2005 to: M+Q+C+E+Res=S gdzie M to metaboliczne wytwarzanie ciepła (podstawowa przemiana materii plus metabolizm związany z aktywnością fizyczną), Q to bilans promieniowania (suma zaabsorbowanego promieniowania słonecznego – R oraz promieniowania długofalowego netto – L), C to konwekcyjna wymiana ciepła, E to straty ciepła na parowanie, Res to straty ciepła związane z oddychaniem i S to bilans transferu lub zmiany zawartości ciepła w organizmie (Błażejczyk, 2005a). Wszystkie parametry bilansu cieplnego wyrażane są w $W \cdot m^{-2}$.

Dane wejściowe modelu MENEX_2005 obejmują dane meteorologiczne i zmienne fizjologiczne. Wymagane dane meteorologiczne obejmują: temperaturę powietrza, prędkość wiatru, ciśnienie pary wodnej, względną wilgotność powietrza, ciśnienie atmosferyczne, całkowite promieniowanie słoneczne. Powyższe dane uzyskaliśmy ze stacji meteorologicznych zainstalowanych na Mount Everest (National Geographic, 2021). Wymagane dane fizjologiczne to: metaboliczna produkcja ciepła, izolacja termiczna odzieży, albedo ubioru, prędkość ruchu człowieka, średnia temperatura i wilgotność skóry. Temperaturę i wilgotność skóry obliczyliśmy za pomocą wzorów empirycznych. Wartości pozostałych zmiennych fizjologicznych obliczyliśmy na podstawie dostępnej literatury i dostosowaliśmy do analizowanych przez nas warunków.

Na podstawie wyników badań innych autorów dzienny wydatek energetyczny oszacowaliśmy na 15MJ na wysokościach poniżej 5000 metrów n.p.m. (Phortse – 3810 m) oraz 20 MJ w wyższych lokalizacjach (obóz 2 – 6464 m i Przełęcz Południowa 7945 m) (Westerterp i in., 1992; Pulfrey i Jones, 1985; Reynolds i in., 1999; West i in., 2007d). Biorąc pod uwagę dzienny wydatek energetyczny, charakterystykę typowego dnia wspinaczki oraz 10% wzrost podstawowej przemiany materii na wysokości (Gill i Pugh, 1964) obliczyliśmy wartości metabolicznej produkcji ciepła podczas aktywnej fazy wspinaczki uzyskując 3 MET (≈ 190 $W \cdot m^{-2}$) dla niższych wysokości oraz 5 MET (≈ 290 $W \cdot m^{-2}$) dla wyższych wysokości. Właściwości termoizolacyjne odzieży używanej podczas wspinaczki oszacowaliśmy na podstawie (ISO 9920, 2007), (ISO 11079, 2007), badań Havenith (2010) oraz analiz prowadzonych podczas tworzenia uniwersalnego wskaźnika odczuć cieplnych - UTCI (Universal Thermal Climate Index) (Havenith i in., 2012). Przyjęte przez nas wartości izolacyjności odzieży zostały zweryfikowane przy użyciu wskaźnika wymaganej ciepłochronności odzieży - IREQ (required clothing insulation) (Holmer, 1998) oraz informacji uzyskanych od uczestników wypraw w Himalaje organizowanych przez Polski Związek Alpinizmu. Odzież o izolacyjności 3,5 clo jest stosowana głównie w sezonie letnim w warunkach stosunkowo wysokiej temperatury powietrza, więc założyliśmy, że wystarczy do utrzymania równowagi termicznej podczas wspinaczki w niższych partiach góry: Phortse latem i zimą oraz obóz 2 latem. Gruba odzież z izolacją 4,5 clo jest stosowana głównie zimą i gdy temperatura powietrza spada poniżej −15°C tak jak w obozie 2 zimą oraz Przełęczy

Południowej latem. Odzież o właściwościach 5,5 clo jest stosowana w sezonie zimowym podczas wspinaczki w strefie podszczytowej Mount Everest (Przełęcz Południowa) ze względu na bardzo niskie temperatury powietrza oraz wysokie prędkości wiatru.

Wartości poszczególnych komponentów bilansu cieplnego znacząco różniły się w zależności o wysokości n.p.m., sezonu wspinaczkowego oraz rodzaju pogody. Największe zróżnicowanie dotyczyło konwekcyjnych strat ciepła, które zmieniały się od wartości −16 $W \cdot m^{-2}$ w Phortse latem w pochmurne dni ze słabym wiatrem (promieniowanie słoneczne 15,1 $MJ \cdot dzień^{-1}$; prędkość wiatru 1,1 $m \cdot s^{-1}$; temperatura powietrza 9,5°C) do −182 $W \cdot m^{-2}$ na Przełęczy Południowej zimą w pochmurne dni z silnym wiatrem (promieniowanie słoneczne 10,4 $MJ \cdot dzień^{-1}$, prędkość wiatru 15,6 $m \cdot s^{-1}$; temperatura powietrza −30,2°C). Straty ciepła przez parowanie wyraźnie różniły się między Phortse (−53 $W \cdot m^{-2}$) a obozem 2 i Przełęczą Południową (−93 $W \cdot m^{-2}$). Różnice w stratach na parowanie wynikały z różnic w założonych wartościach metabolicznej produkcji ciepła na poszczególnych wysokościach wspinaczki. Straty ciepła związane z promieniowaniem długofalowym netto wahały się między −15 $W \cdot m^{-2}$ w Phortse zarówno latem i zimą w każdym rodzaju pogody a −38 $W \cdot m^{-2}$ na Przełęczy Południowej zimą w pochmurne dni z silnym wiatrem. Zysk ciepła związany z pochłanianiem promieniowania słonecznego wahał się między 2,8 $W \cdot m^{-2}$ w Phortse latem przy pochmurnej pogodzie (promieniowanie słoneczne 15,1 $MJ \cdot dzień^{-1}$) ze słabym wiatrem a 11,1 $W \cdot m^{-2}$ na Przełęczy Południowej latem w słoneczne dni (46,5 $MJ \cdot dzień^{-1}$) z silnym wiatrem.

Nasze badanie wykazało, że wraz ze wzrostem wysokości himalaiści są narażeni na większe konwekcyjne straty ciepła, które na wysokości 8000m są 4-5 krotnie wyższe niż na 4000m n.p.m. Za powyższe odpowiada spadek wartości temperatury powietrza wraz z wysokością oraz występowanie na wyższych wysokościach wysokich prędkości wiatru. Konwekcyjne straty ciepła są ściśle powiązane z wysokością nad poziom morza, porą roku oraz warunkami pogodowymi. Nasze wyniki z trzeciej pracy są zgodne z wynikami z dwóch pierwszych prac cyklu oraz zgodne z ustaleniami innych autorów, w których najniższe wartości WCT i FFT stwierdzono na szczycie Mount Everest w sezonie zimowym (Moore i Semple, 2011). Himalaiści powinni mieć świadomość zależności konwekcyjnych strat ciepła w zależności od zmian warunków pogodowych szczególnie w sezonie zimowym. Konwekcyjne straty ciepła są sześciokrotnie większe w warunkach silnego wiatru (15,6 $m \cdot s^{-1}$) w pochmurne dni (10,4 $MJ \cdot dzień^{-1}$) z temperaturą powietrza (−30,2°C) [straty konwekcyjne − 182 $W \cdot m^{-2}$] w porównaniu do dni słonecznych (17,3 $MJ \cdot dzień^{-1}$) z temperaturą powietrza (−34,0°C) i wiatrem o niskiej prędkości (3,2 $m \cdot s^{-1}$) (straty konwekcyjne − 32 $W \cdot m^{-2}$). Powyższy wynik pokazuje jak znaczące zmiany w bilansie cieplnym człowieka mogą wywołać gwałtowane zmiany warunków pogodowych. Nasze wyniki są zgodne z wnioskami innych autorów. Moore i Semple (2012) sugerowali, że za śmierć wspinaczy w warunkach wysokogórskich mogą być odpowiedzialne zmiany pogody powodujące wyższe ryzyko wychłodzenia oraz niedotlenienia. Autorzy przedstawili historię dwóch himalaistów, którzy w różnych warunkach pogodowych zostali zmuszeni do przetrwania nocy na wysokości 8500 m n.p.m. na Mount Everest bez namiotu. Himalaista, który nie przeżył, doświadczył ciśnienia atmosferycznego o wartości 333 hPa, temperatury powietrza −31°C oraz prędkości wiatru 15 $m \cdot s^{-1}$. Himalaista, który przetrwał noc na wysokości 8500m n.p.m. doświadczył zdecydowanie bardziej korzystnych warunków środowiskowych (ciśnienie atmosferyczne 338 hPa, temperatura powietrza −23°C, prędkości wiatru 2 $m \cdot s^{-1}$).

Rozmiar oszacowanych przez nas strat ciepła był zróżnicowany w zależności od wysokości n.p.m. oraz sezonu wyprawowego. Największe straty ciepła odnotowaliśmy w sezonie zimowym na Przełęczy Południowej. Ważną rolę odegrały warunki wiatrowe i radiacyjne. W najwyższym badanym punkcie – Przełęczy Południowej (7945 m) straty ciepła osiągnęły 400 $W \cdot m^{-2}$ w sezonie zimowym w pochmurne dni z silnym wiatrem. Latem na tej wysokości straty wahały się między 180 a 215 $W \cdot m^{-2}$. W najniższej badanej lokalizacji – Phortse (3810 m), straty ciepła wynosiły 110 $W \cdot m^{-2}$ latem i 130 $W \cdot m^{-2}$ w sezonie zimowym.

Parametrem, który podsumowuje wymianę ciepła między człowiekiem a otoczeniem jest zawartość ciepła w organizmie (S). Wartość tego parametru wskazuje czy ciepło gromadzi się w organizmie, czy jest eliminowane stopniowo prowadząc do wychłodzenia. Na niższych wysokościach w obu analizowanych sezonach przy wszystkich rodzajach pogody bilans cieplny himalaisty podczas wspinaczki był dodatni co oznacza, że więcej ciepła było akumulowane niż tracone. Najwyższe wartości zawartości ciepła w organizmie 124 $W \cdot m^{-2}$ stwierdziliśmy w obozie 2 latem w dni słoneczne (30,9 $MJ \cdot dzień^{-1}$) ze słabym wiatrem (1,0 $m \cdot s^{-1}$) i temperaturą powietrza (−3,5°C). Akumulowanie ciepła w wyniku zbyt intensywnej aktywności w powiązaniu ze stosowaniem ubioru o dużych wartościach izolacyjnych może prowadzić do przegrzania organizmu. Na Przełęczy Południowej bilans cieplny był dodatni w sezonie letnim we wszystkich typach pogody oraz w dni ze słabym wiatrem (3,5 $m \cdot s^{-1}$) zimą. Mimo założonej wysokiej aktywności wspinaczki oraz wysokiej izolacyjności ubioru bilans cieplny w sezonie zimowym był ujemny zarówno w dni słoneczne (18,3 $MJ \cdot dzień^{-1}$) z silnym wiatrem (14,9 $m \cdot s^{-1}$) i temperaturą powietrza (−28,4°C) jak i dni pochmurne (10,4 $MJ \cdot dzień^{-1}$) z silnym wiatrem (15,6 $m \cdot s^{-1}$) i temperaturą powietrza (−30,2°C), odpowiednio (−35 $W \cdot m^{-2}$) i (−105 $W \cdot m^{-2}$). Powyższe oznacza, że zimą, podczas wspinaczki powyżej 8000 m w pochmurne dni z silnym wiatrem istnieje ryzyko wychłodzenia organizmu nawet podczas aktywnej wspinaczki w stroju o wysokich właściwościach termoizolacyjnych 5,5 clo. Warto zwrócić uwagę, że w trzeciej pracy analizowaliśmy wartości parametrów pogodowych występujących na wysokości Przełęczy Południowej na Mount Everest (7945 m), które były bardziej korzystne niż te stwierdzone w naszych pierwszych dwóch pracach gdzie analiza dotyczyła warunków na szczytach ośmiotysięczników.

Biorąc pod uwagę znaczenie właściwości izolacyjnych stroju dla utrzymania równowagi termicznej organizmu, a tym samym przetrwania na wysokości, wspinacze powinni zadbać o odpowiedni poziom izolacyjności termicznej nie tylko swoich strojów, ale również ratunkowego sprzętu biwakowego takiego jak śpiwory i namioty przetrwania. Cena i Tapsell (2000) oraz Cena i in. (2003) zaobserwowali, że właściwości termoizolacyjne odzieży oraz śpiwora potrzebne do utrzymania komfortu cieplnego na poziomie neutralnym na wysokości 5000 m n.p.m. w namiocie to nawet 7 clo. W doborze sprzętu ratunkowego można posiłkować się badaniami prowadzonymi dla działań ratunkowych na poziomie morza (Oliver i in., 2016; Haverkamp et al., 2018).

Nasze badania nie obejmowały sytuacji, w której himalaista odpoczywa na wysokości lub jest zmuszony do pozostania na danej wysokości z powodu załamania pogody lub wypadku. Brak aktywności fizycznej w takich sytuacjach dodatkowo ujemnie wpływa na bilans cieplny. Poziom aktywności fizycznej odgrywa ważną rolę w bilansie cieplnym człowieka (Bligh i Johnson, 1973). Wyższa aktywność fizyczna generuje więcej ciepła metabolicznego, ale także powoduje wyższe straty ciepła przez parowanie i oddychanie. W naszym badaniu

zaobserwowaliśmy, że w sytuacji wzrostu ciepła metabolicznego wzrasta również bilans cieplny netto mimo strat spowodowanych utratą ciepła w wyniku parowania i strat na oddychanie. Gdy poziom ciepła metabolicznego wzrasta o 100 $W \cdot m^{-2}$ z poziomu 190 do 290 $W \cdot m^{-2}$ na wysokościach powyżej 6000 m n.p.m. straty ciepła związane z parowaniem i oddychaniem wzrosły o około 60 $W \cdot m^{-2}$ od wartości 80 do 140 $W \cdot m^{-2}$. Zysk ciepła netto 40 $W \cdot m^{-2}$. Himalaiści powinni sobie zdawać sprawę z wpływu aktywności fizycznej na bilans cieplny. Sytuacje, w których aktywność fizyczna ulega znacznej redukcji na wysokości, wynikające ze zmęczenia, pogorszenia pogody czy urazu, powodują znaczne zmniejszenie metabolicznej produkcji ciepła. Ainslie i Reilly (2003) zasugerowali, że ryzyko hipotermii wzrasta do poziomów krytycznych, gdy zmęczony alpinista zatrzymuje się podczas schodzenia ze szczytu. Wychłodzenie organizmu zwiększa również zmęczenie poprzez zmniejszenie siły mięśniowej i zwiększenie zużycia tlenu przy tej samej intensywności wysiłku (Hinde i in., 2017).

Różnice w wartościach bilansu cieplnego wykazane w naszej pracy na badanych wysokościach były wynikiem złożonych interakcji parametrów meteorologicznych. Związany z wysokością spadek gęstości powietrza oraz wzrost promieniowania słonecznego w znaczący sposób wpłynęły na wartości konwekcyjnych strat ciepła i pochłoniętego promieniowania słonecznego. Przy izolacyjności stroju 5,5 clo i metabolicznej produkcji ciepła 290 $W \cdot m^{-2}$ średnia wartość konwekcyjnych strat ciepła na Przełęczy Południowej w okresie od 1 maja 2019 do 6 stycznia 2020 roku wynosiła 54 $W \cdot m^{-2}$. Średnie wartości parametrów meteorologicznych takich jak ciśnienie atmosferyczne, temperatura powietrza i prędkość wiatru wynosiły tam w tym okresie odpowiednio: 380 hPa, −18,9°C oraz 8,8 $m \cdot s^{-1}$. Na wysokości Phortse, gdzie średnie ciśnienie w tym samym okresie wynosiło 650 hPa, przy tych samych wartościach temperatury powietrza i prędkości wiatru straty ciepła z powodu konwekcji byłyby 1,8 razy większe. Wartości konwekcyjnych strat ciepła na wysokości obozu 2 i Przełęczy Południowej były mniejsze niż wynikałoby to z odnotowywanych tam niskich wartości temperatury i dużej prędkości wiatru. Powodem jest zdecydowanie niższa gęstość powietrza na tych wysokościach. Powyższe wyniki są zgodne z badaniami innych autorów. Huey i in. (2001) stwierdzili, że z powodu spadku gęstości powietrza o 60% między poziomem morza a wysokością 9000 m n.p.m. te same warunki pogodowe takie jak temperatura powietrza −33°C i prędkość wiatru 28 $m \cdot s^{-1}$ powodują o 45% mniejsze konwekcyjne straty ciepła (Huey i in. 2001).

Na podstawie wyników trzeciej pracy doszliśmy do następujących wniosków:

1. Himalaiści są narażeni na niewielkie ryzyko przegrzania lub wychłodzenia podczas aktywnego wspinania się na Mount Everest. Potencjalne ryzyko wychłodzenia występuje na ekstremalnych wysokościach w sezonie zimowym.
2. Konwekcja oraz parowanie są odpowiedzialne za większość strat ciepła przez himalaistę podczas wspinaczki.
3. Największą rolę w przeciwdziałaniu utracie ciepła na dużych wysokościach odgrywa poziom aktywności fizycznej oraz właściwości termoizolacyjne odzieży.
4. Spadek ciśnienia atmosferycznego wraz z wysokością ma duży wpływ na konwekcyjne straty ciepła zmniejszając je na dużych wysokościach.

5. Znaczny wzrost promieniowania słonecznego na dużych wysokościach ma niewielki wpływ na bilans cieplny himalaisty.

4.7 Podsumowanie

Dzięki przeprowadzonym badaniom zweryfikowaliśmy postawione hipotezy badawcze oraz zrealizowaliśmy założone cele. Ustaliliśmy, że w typowym sezonie wyprawowym ciśnienie atmosferyczne oraz temperatura powietrza są niższe na tych samych wysokościach na ośmiotysięcznikach w Himalajach w porównaniu do Karakorum. Prędkość wiatru w typowym sezonie wyprawowym jest podobna w obu lokalizacjach. Stwierdziliśmy, że w sezonie zimowym na tych samych wysokościach n.p.m., wartości ciśnienia atmosferycznego oraz temperatury są niższe w Karakorum, natomiast prędkość wiatru jest wyższa w Himalajach. Sprecyzowaliśmy warunki środowiskowe jakie do tej pory zostały doświadczone przez himalaistów nie stosujących tlenu z butli i stwierdziliśmy że były one mniej ekstremalne niż średnie warunki panujące w pełni sezonu zimowego na K2 oraz na Mount Everest. Dzięki dokładnej analizie bilansu cieplnego podczas wspinaczki na Everest wykazaliśmy, że w sezonie zimowym na wysokościach powyżej 8000m podczas pochmurnych i wietrznych dni aktywnie wspinający się himalaista w stroju o obecnie dostępnej izolacyjności ma ujemny bilansu cieplny co grozi wychłodzeniem organizmu.

Opisane przeze mnie wyniki opublikowane w liczących się czasopismach naukowych (łączny IF=12, 522), stanowią mój bezpośredni wkład do światowej nauki.

4.8 Bibliografia

1. Ainslie, P. N., and Reilly, T. (2003). Physiology of accidental hypothermia in the mountains: a forgotten story. Br. J. Sports Med. 37, 548–550.
2. Archer, C.L.; Caldeira, K. (2008). Historical trends in the jet streams. Geophys. Res. Lett. 35.
3. Beaumont, P. (2021). Ex-Soldier Climbs World's 14 Highest Peaks in 189 Days. https://www.theguardian.com/world/2019/oct/29/exsoldier-climbs-worlds-14-highest-peaks-smashing-record-by-eight-years (dostęp 01.04.2021 r.)
4. Benavides, A. (2021a). Purja Confirms: No Oxygen on K2. https://explorersweb.com/2021/01/18/purja-confirms-no-oxygen-on-k2/ (dostęp 25.01.2021 r.)
5. Benavides, A. (2021b). Are We Heading for Disaster on Winter K2? https://explorersweb.com/2020/12/16/are-we-heading-for-disaster on-winter-k2/ (dostęp 15.01.2021 r.)
6. Bligh, J., and Johnson, K. G. (1973). Glossary of terms for thermal physiology. J. Appl. Physiol. 35, 941–961. doi: 10.1152/jappl.1973.35.6.941
7. Błazejczyk, K. (1994). New climatological- and -physiological model of the human heat balance outdoor (MENEX) and its applications in bioclimatological studies in different scales. Zeszyty IGiPZ PAN 28, 27–58.
8. Błazejczyk, K. (2005a). MENEX_2005: The Updated Version of Man Environment Heat Exchange Model https://www.igipz.pan.pl/tl_files/igipz/ZGiK/opracowania/indywidualne/blazejczyk/ MENEX _2005.pdf (dostęp 19.07.2021 r.)
9. Błazejczyk, K. (2005b). "New indices to assess thermal risks outdoors," in Environmental Ergonomics XI, Proceedings of the 11th International Conference, 22–26 May, 2005 Ystat, eds I. Holmér, K. Kuklane, and C. H. Gao (Sweden: Lund University), 222–225.
10. Błazejczyk, K., Epstein, Y., Jendritzky, G., Staiger, H., and Tinz, B. (2012). Comparison of UTCI to selected thermal indices. Int. J. Biometeorol. 56, 515–535.
11. Brniak, M.; Nyka, J. (1981). Two Polish Ascents of Everest. Am. Alp. J. 23, 51–52

12. Cena, K., Davey, N., and Erlandson, T. (2003). Thermal comfort and clothing insulation of resting tent occupants at high altitude. Appl. Ergon. 34, 543–550.
13. Cena, K., and Tapsell, P. (2000). "Clothing insulation and thermal comfort of tent occupants at high altitude, [w:] Tony Lau (red.)," in Proceedings of the International Conference on Physiological and Cognitive Performance in Extreme Environments., (Paper 18, conference on 27–30 March 2000 at the Australian Institute of Sport, Canberra), Melbourne.
14. Cole, A. M., Cox, S., Jeong, C., Petousi, N., Aryal, D. R., and Droma, Y. (2017). Genetic structure in the Sherpa and neighboring Nepalese populations. BMC Genomics 18:102. doi:10.1186/s12864-016-3469-5
15. Farooq, U. (2021). Sherpas Successfully Complete First Winter Summit of K2; Spanish Climber Killed. https://www.reuters.com/article/us-pakistan-mountain-k2/sherpas-successfully-complete-first-winter-summit-of-k2-spanish-climber-killed-idUSKBN29L0M2 (dostęp 17.01.2021 r.)
16. Firth, P. G., Zheng, H., Windsor, J. S., Sutherland, A. I., Imray, C. H., Moore, G. W. K., et al. (2008). Mortality on Mount Everest, 1921-2006: descriptive study. BMJ 337:a2654. doi: 10.1136/bmj.a2654
17. Garrido, E., Rodas, G., Javierre, C., Segura, R., Estruch, A., and Ventura, J. L. (1997). Cardiorespiratory response to exercise in elite Sherpa climbers transferred to sea level. Med. Sci. Sports Exerc. 29, 937–942. doi: 10.1097/00005768-199707000-00013
18. Garrido, E., Soria, J. M., and Salisbury, R. (2019). Breathless and dying on Mount Everest. Lancet Respir. Med. 7, 938–939. doi: 10.1016/S2213-2600(19)30281-4
19. Gilbert-Kawai, E. T., Milledge, J. S., Grocott, M. P. W., and Martin, D. S.(2014). King of the mountains: Tibetan and Sherpa physiological adaptations for life at high altitude. Physiology 29, 388–402. doi: 10.1152/physiol.00018.2014
20. Gill, M. B., and Pugh, L. G. (1964). Basal metabolism and respiration in men living at 5,800 m (19,000 ft). J. Appl. Physiol. 19, 949–954. doi: 10.1152/jappl.1964.19.5.949
21. Grocott, M. P. W., and Levett, D. Z. H. (2013). Everest 60 years on: what next? Extrem. Physiol. Med. 2:20. doi: 10.1186/2046-7648-2-20
22. Grocott, M. P. W., Martin, D. S., Wilson, M. H., Mitchell, K., Dhillon, S., Mythen, M. G., I in.. (2010). Caudwell xtreme Everest expedition. High Alt. Med. Biol.11, 133–137. doi: 10.1089/ham.2009.1093
23. Gurgul M, K2-szklany sufit. (2019) https://outdoormagazyn.pl/2019/02/k2-szklany-sufit/ (dostęp 13.04.2022 r.)
24. Hinde, K., Lloyd, R., Low, C., and Cooke, C. (2017). The effect of temperature, gradient, and load carriage on oxygen consumption, posture, and gait characteristics. Eur. J. Appl. Physiol. 117, 417–430. doi: 10.1007/s00421-016-3531-7
25. Horscroft, J. A., Kotwica, A. O., Laner, V., West, J. A., Hennis, P. J., and Levett, D. Z. H. (2017). Metabolic basis to Sherpa altitude adaptation. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 114, 6382–6387. doi: 10.1073/pnas.1700527114
26. Havenith, G. (2010). Benchmarking functionality of historical cold weather clothing: Robert F. Scott, Roald Amundsen, George Mallory. J. Fiber Bioeng. Inform. 3, 121–129. doi: 10.3993/jfbi12201001
27. Havenith, G., Fiala, D., Błazejczyk, K., Richards, M., Bröde, P., Holmér, I., et al. (2012). The UTCI-clothing model. Int. J. Biometeorol. 56, 461–470. doi: 10. 1007/s00484-011-0451-4
28. Haverkamp, F. J. C., Giesbrecht, G. G., and Tan, E. C. T. H. (2018). The prehospital management of hypothermia - an up-to-date overview. Injury 49, 149–164. doi: 10.1016/j.injury.2017.11.001
29. Hersbach, H.; Bell, B.; Berrisford, P.; Hirahara, S.; Horanyi, A.; Munoz-Sabater, J.; Nicolas, J.; Peubey, C.; Radu, R.; Schepers, D.; i in. (2020). The ERA5 global reanalysis. Q. J. R. Meteorol. Soc. 2020, 146, 1999–2049.
30. Holmér, I. (1998). Assessment of cold stress in terms of required clothing insulation – IREQ. Int. J. Ind. Ergon. 3, 159–166. doi: 10.1016/S1572-347X(05) 80078-3
31. Houston, C. S., and Riley, R. L. (1947). Respiratory and circulatory changes during acclimatization to high altitude. Am. J. Physiol. 149, 565–588. doi: 10.1152/ajplegacy.1947.149.3.565
32. Huey, R. B., and Eguskitza, X. (2000). Supplemental oxygen and mountaineer death rates on Everest and K2. JAMA 284:181. doi: 10.1001/jama.284.2.181-a
33. Huey, R. B., Eguskitza, X. (2001). Limits to human performance: elevated risks on high mountains. J. Exp. Biol. 204, 3115–3119. doi: 10.1242/jeb.204.18.3115

34. Huey, R. B., Eguskitza, X., and Dillon, M. (2001). Mountaineering in thin air. Patterns of death and of weather at high altitude. Adv. Exp. Med. Biol. 502, 225–236.
35. Huey, R. B., Carroll, C., Salisbury, R., and Wang, J. L. (2020). Mountaineers on Mount Everest: effects of age, sex, experience, and crowding on rates of success and death. PLoS One 26:e0236919. doi: 10.1371/journal.pone.0236919
36. Hunt, J., Hillary, E. (1953). "The summit," in The Ascent of Everest, 2nd Edn. eds Hodder and Stoughton (London: Hodder and Stoughton), 205–206.
37. ISO 9920 (2007). Ergonomics of the Thermal Environment — Estimation of Thermal Insulation and Water Vapour Resistance of A Clothing Ensemble. https://www.iso.org/standard/39257.html (dostęp 15.06.2021 r.).
38. ISO 11079 (2007). Ergonomics of The Thermal Environment — Determination and Interpretation of Cold Stress When Using Required Clothing Insulation (IREQ) and Local Cooling Effects. https://www.iso.org/standard/38900.html (dostęp 15.06.2021 r.).
39. Matthews, T., Perry, L. B., Lane, T. P., Elmore, A. C., Khadka, A., Aryal, D.,et al. (2020a). Into thick(er) air? Oxygen availability at humans' physiological frontier on Mount Everest. iScience 23:101718. doi: 10.1016/j.isci.2020.101718
40. Matthews, T., Perry, L. B., Koch, I., Aryal, D., Khadka, A., Shrestha, D., et al.(2020b). Going to extremes: installing the world's highest weather stations on Mount Everest. Bull. Am. Meteorol. Soc. 101, E1870–E1890. doi: 10.1175/BAMS-D-19-0198.1
41. McIntosh, S. E., Campbell, A. D., Dow, J., and Grissom, C. K. (2008). Mountaineering fatalities on Denali. High Alt. Med. Biol. 9, 89–95. doi: 10.1089/ham.2008.1047
42. Messner, R. Everest: Expedition to the Ultimate, 1st ed.; Kaye & Ward: London, UK, 1979.
43. Moore, G. W. K., and Semple, J. L. (2004). High Himalayan meteorology: weather at the South Col of Mount Everest. Geophys. Res. Lett. 31:L18109.
44. Moore, G. W. K., and Semple, J. L. (2011). Freezing and frostbite on Mount Everest: new insights into wind chill and freezing times at extreme altitude. High Alt.Med. Biol. 12, 271–275. doi: 10.1089/ham.2011.0008
45. Moore, G. W. K., and Semple, J. L. (2012). A tale of two climbers: hypothermia, death, and survival on Mount Everest. High Alt. Med. Biol. 13, 51–56. doi:10.1089/ham.2011.1061
46. Moore, G. W. K., Semple, J. L., Cristofanelli, P., Bonasoni, P., and Stocchi, P. (2012). Environmental conditions at the South Col of Mount Everest and their impact on hypoxia and hypothermia experienced by mountaineers. Extrem. Physiol. Med. 1:2. doi: 10.1186/2046-7648-1-2
47. National Geographic (2021). https://www.nationalgeographic.org/projects/perpetual-planet/everest/weather-data/ (dostęp 31.07.2021 r.).
48. Oliver, S. J., Brierley, J. L., Raymond-Barker, P. C., Dolci, A., and Walsh, N. P. (2016). Portable prehospital methods to treat near-hypothermic shivering cold casualties. Wilderness Environ. Med. 27, 125–130. doi: 10.1016/j.wem.2015.11.012
49. Osczevski, R.J.; Bluestein, M. (2005). The new wind chill equivalent temperature chart. Bull. Am. Meteorol. Soc. 86, 1453–1458.
50. Pena-Ortiz, C.; Gallego, D.; Ribera, P.; Ordonez, P.; Alvarez-Castro, M. (2013). Observed trends in the global jet stream characteristics during the second half of the 20th century. J. Geophys. Res. Atmos. 118, 2702–2713.
51. Peplow, M. (2004). High Winds Suck Oxygen from Everest. https: //www.nature.com/news/ 2004/040524/full/040524-2.html (dostęp 05.04.2021 r.).
52. Pugh, L. G. C. E., Gill, M. B., Lahiri, S., Milledge, J. S., Ward, M. P., and West, J. B. (1964). Muscular exercise at great altitudes. J. Appl. Physiol. 19, 431–440. doi: 10.1152/jappl.1964.19.3.431
53. Pulfrey, S. M., and Jones, P. J. (1985). Energy expenditure and requirement while climbing above 6,000 m. J. Appl. Physiol. 81, 1306–1311. doi: 10.1152/jappl.1996.81.3.1306
54. Reynolds, R. D., Lickteig, J. A., Deuster, P. A., Howard, M. P., Conway, J. M., Pietersma, A., et al. (1999). Energy metabolism increases and regional body fat decreases while regional muscle mass is spared in humans climbing Mt. Everest. J. Nutr. 129, 1307–1314. doi: 10.1093/jn/129.7.1307
55. Salisbury, R., and Hawley, E. (2007). The Himalaya by the Numbers. Seattle: Mountaineers Books.

56. Salisbury, R., and Hawley, E. (2020). The Himalayan Database, The Expedition Archives of Elizabeth Hawley. http://www.himalayandatabase.com (dostęp 01.08.2021 r.).
57. Somervell, T. H. (1938). "First attempt of Mount Everest," in After Everest, 2nd Edn., eds Hodder and Stoughton (London: Hodder and Stoughton), 63–65.
58. Sosnowski, K. (2021). Mordercza góra ze szklanym sufitem. Dlaczego K2 tak skutecznie zimą opiera się człowiekowi? https://www.sport.pl/zimowe/7,110743,26686299,mordercza-gora-ze-szklanym-sufitem-dlaczego-k2-tak-skutecznie.html (dostęp 13.04.2022 r.)
59. Sutton, J. R., Reeves, J. T., Wagner, P. D., Groves, B. M., Cymerman, A., Malconian, M. K., et al. (1988). Operation Everest II: oxygen transport during exercise at extreme simulated altitude. J. Appl. Physiol. 64, 1309–1321. doi: 10.1152/jappl.1988.64.4.1309
60. Tikuisis, P. (1995). Predicting survival time for cold exposure. Int. J. Biometeorol.39, 94–102. doi: 10.1007/BF01212587
61. Tikuisis, P.; Osczevski, R.J. (2003). Facial cooling during cold air exposure. Bull. Am. Meteorol. Soc. 84, 927–933.
62. Wang Keli, Sun Jia, Cheng Guodong, Jiang Hao (2011). Effect of Altitude and Latitude on Surface Air Temperature across the Qinghai-Tibet Plateau J. Mt. Sci. (2011) 8: 808–816. doi: 10.1007/s11629-011-1090-2
63. West, J. B. (1983). Climbing Mt. Everest without oxygen: an analysis of maximal exercise during extreme hypoxia. Respir. Physiol. 52, 265–279. doi: 10.1016/0034-5687(83)90085-3
64. West, J.B. (1993). Acclimatization and tolerance to extreme altitude. J. Wilderness Med. 1993, 4, 17–26.
65. West, J.B. (1996). Prediction of barometric pressures at high altitudes with the use of model atmospheres. J. Appl. Physiol. 1996, 81, 1850–1854
66. West, J. B. (1999). Barometric pressures on Mt. Everest: new data and physiological significance. J. Appl. Physiol. 86, 1062–1066. doi: 10.1152/jappl.1999.86.3.1062
67. West, J. B. (2000). Human limits for hypoxia the physiological challenge of climbing Mt. Everest. Ann. N. Y. Acad. Sci. 899, 15–27. doi: 10.1111/j.1749-6632.2000.tb06173.x
68. West, J. B., Boyer, S. J., Graber, D. J., Hackett, P. H., Maret, K. H., Milledge, J. S., et al. (1983a). Maximal exercise at extreme altitudes of Mount Everest. J. Appl.Physiol. Respir. Environ. Exerc. Physiol. 55, 688–698. doi: 10.1152/jappl.1983.55.3.688
69. West, J. B., Lahiri, S., Maret, K. H., Peters, R. M., and Pizzo, C. J. (1983b) Barometric pressure at extreme altitudes on Mt. Everest: physiological significance. J. Appl. Physiol. Respir. Environ. Exerc. Physiol. 54, 1188–1194. doi: 10.1152/jappl.1983.54.5.1188
70. West, J.B.; Schoene, R.B.; Milledge, J.S. (2007a). Limiting factors at extreme altitude in High Altitude Medicine and Physiology, 4th Edn, ed. Shaw P. (London: Hodder Arnold), 162–165.
71. West J. B., Schoene R. B., Milledge J. S. (2007b). "Altitude acclimatization and deterioration," in High Altitude Medicine and Physiology, 4th Edn, ed. Shaw P. (London: Hodder Arnold), 47.
72. West, J. B., Schoene, R. B., and Milledge, J. S. (2007c). "The atmosphere," in High Altitude Medicine and Physiology, 4th Edn, ed. P. Shaw (London: Hodder Arnold), 20–23
73. West, J. B., Schoene, R. B., and Milledge, J. S. (2007d). "Nutrition, metabolism and intestinal function," in High Altitude Medicine and Physiology, 4th Edn, ed. M.Ward (London: Hodder Arnold), 190–192.
74. West, J. B., and Wagner, P. D. (1980). Predicted gas exchange on the summit of Mt.Everest. Respir. Physiol. 42, 1–16. doi: 10.1016/0034-5687(80)90100-0
75. Westerterp, K. R., Kayser, B., Brouns, F., Herry, J. P., and Saris, W. H. (1992). Energy expenditure climbing Mt. Everest. J. Appl. Physiol. 73, 1815–1819. doi:10.1152/jappl.1992.73.5.1815
76. Whiteman, C.D. Four Factors that Determine Climate. In Mountain Meteorology, Fundamentals and Applications; Oxford University Press: New York, NY, USA, 2000; pp. 3–7.
77. Yang, X. Y., Rakha, A., Chen, W., Hou, J., Qi, X. B., and Shen, Q. K. (2020). Tracing the genetic legacy of the Tibetan empire in the Balti. Mol. Biol. Evol. 38, 1529–1536. doi: 10.1093/molbev/msaa313
78. 8000ers. (2021). K2. http://www.8000ers.com/cms/k2-general-info-192.html (dostęp 19.01.2021 r.).

5. Informacja o wykazaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

5.1. Analiza bibliometryczna

Jestem autorem 34 prac naukowych opublikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych o łącznym IF 38,205 i łącznej punktacji MNiSW 801. Jestem autorem korespondencyjnym prac o łącznym IF 38,205 oraz pierwszym autorem prac o sumarycznym IF 29,715. Łączna liczba cytowani na 11 marca 2022 wynosiła 28 (Scopus), 26 (Web of Science), a indeks Hirscha 3 (Scopus), 3 (Web of Science).

Mój dorobek, wyłączając dzieło, stanowi 31 prac naukowych o sumarycznym IF 25,683 i łącznej punktacji MNiSW 461, w tym do uzyskania stopnia doktora 8 prac o sumarycznym IF 0,747 i punktacji MNiSW 21, a po uzyskaniu stopnia doktora 23 prace naukowe o łącznym IF 24,936 i punktacji MNiSW 440.

5.2. Opis pozostałego dorobku i osiągnięć naukowych

5.2.1. Wpływ przewlekłej hipoksji wysokogórskiej na wybrane parametry życiowe organizmu człowieka

W obrębie moich zainteresowań leżą zagadnienia związane z wpływem przewlekłej hipoksji hipobarycznej doświadczanej przez uczestników wypraw wysokogórskich na wybrane parametry życiowe organizmu człowieka. W ramach moich publikacji analizowałem wpływ pobytu na wysokości na masę i skład ciała, wydolność fizyczną, funkcje poznawcze oraz jakość snu. Byłem autorem projektu badawczego Polish High Altitude Research Expeditions, który został zrealizowany we współpracy z fizjologami wysiłku z **Akademii Wychowania Fizycznego w Gdańsku** oraz neuropsychologami z **Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego**. Projekt został przeprowadzony podczas czterech wypraw wysokogórskich na sześciotysięczniki i siedmiotysięczniki. W ramach projektu badano trzy zagadnienia: wpływ pobytu na średniej wysokości około 5000 m n.p.m. na masę, skład ciała, wydolność fizyczną oraz parametry krwi; wpływ pobytu na wysokości na funkcje poznawcze oraz wpływ wysokości na subiektywną jakość snu. Badania nad jakością snu z użyciem aktygrafów prowadziłem we współpracy z naukowcami ze szpitala Churchill w Oxfordzie **(Oxford Center for Respiratory Disease)** w trakcie międzynarodowej wyprawy naukowej w Himalajach w Nepalu. Badania nad wpływem hipoksji na wydolność fizyczną i funkcje poznawcze prowadziłem z naukowcami z uniwersytetu w Walii **(Bangor University, School of Sports, Health and Exercise Sciences)** w ramach projektu realizowanego w komorze hipoksyjnej we Włoszech w Roveretto.

Powyższe projekty zaowocowały następującymi publikacjami i doniesieniami konferencyjnymi:

Wpływ przewlekłej hipoksji wysokogórskiej na wydolność fizyczną

- **Szymczak, R.K.**, Grzywacz, T., Ziemann, E., Sawicka, M., Laskowski, R. Prolonged sojourn at very high altitude decreases sea-level anaerobic performance, anaerobic

threshold, and fat mass. Front. Physiol. 2021; 12:743535, s. 1-10, doi: 10.3389/fphys.2021.743535, **IF 4.566, MEiN: 100**

- Kujach, S., Grzywacz, T., Ziemann, E., **Szymczak, R.K.**, Łuszczyk, M., Laskowski, R. The impact of 32 days' exposure to hypobaric hypoxia on physiological cost of sub-maximal work performed at the sea level. Baltic J. Health Physic. Activ. 2011 : vol. 3, nr 1, s. 19-25, doi: 10.2478/v10131-011-0002-8. MEiN: 5
- **Szymczak, R.K.**, Grzywacz T., Basiński, A., Szczęsna-Kaczmarek A. The impact of the high altitude, hypobaric hypoxia on the chosen physiological parameters. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska. Sect. D Med. 2006 : vol. 60, suppl. 16, nr 7, s. 465-470. MEiN: 5
- Makowski K., Aschenbrenner P., **Szymczak, R.K.**, Grzywacz, T. Physiological cost of skiing in hypoxic or normoxic environments. Res. Yearbook. 2006 : vol. 12, nr 2, s. 222-226.
- Grzywacz T., **Szymczak, R.K.**, Ziemann E., Basiński, A., Szczęsna-Kaczmarek A. Maximal anaerobic muscular power before and after exposure to chronic hypoxia. Res. Yearbook. 2005 : vol. 11, s. 11-15.
- **Szymczak, R.K.** How did they manage to climb 8000m peak in winter season ? International congress : 2nd Mountain, Sport & Health, Mart, Corso Bettini, Rovereto, Italy, 18th-20th October 2007 : book of abstracts, S. 50. Zagraniczne streszczenie zjazdowe w materiałach.
- **Szymczak, R.K.**, Ziemann, E., Grzywacz, T. Sea level aerobic performance after a high altitude expedition. Sleep Breath. 2008 : vol. 12, nr 2, s. 192-193. 3rd International Symposium for Hypoxia in Training and Rehabilitation, Bad Reichenhall, Germany, 24-27 January 2008. Zagraniczne streszczenie zjazdowe w czasopiśmie.
- Grzywacz T., Ziemann E., **Szymczak, R.K.**, Szczęsna-Kaczmarek A. The effect of four weeks exposure to high-altitude on anaerobic performance. International Congress: Mountain and Sport : Updating Study and Research from Laboratory to Field, Rovereto, Italy, 11th-12th November 2005 : book of abstracts. S. 42. Zagraniczne streszczenie zjazdowe w materiałach.

Zaburzenia snu w warunkach wysokogórskich

- **Szymczak, R.K.**, Sitek, E.J., Sławek, J., Basiński, A., Siemiński, M., Wieczorek, D. Subjective sleep quality alterations at high altitude. Wilderness Environ. Med.2009: vol. 20, nr 4, s. 305-310, doi: 10.1580/1080-6032-020.004.0305, **IF 0.747, MEiN: 20**
- **Szymczak, R.K.**, Sitek, E.J., Siemiński, M., Basiński, A., Nyka, W.M., Żemojtel Ł., Charmuszko S. The subjective quality of sleep in relation to the chosen physiological parameters at the high altitude. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska. Sect. D Med. 2007 : vol. 62, suppl. 18, nr 8, s. 220-223, MEiN: 2
- **Szymczak, R.K.**, Basiński, A., Sitek, E.J., Sławek, J., Siemiński, M., Wieczorek, D. Subjective sleep quality measures as useful instruments in investigation of sleep quality at high altitude. Wilderness Environ. Med. 2007 : vol. 18, nr 3, s. 249 Mountain & Wilderness Medicine World Congress 2007, Aviemore, Scotland, 3-7 October 2007**,** zagraniczne streszczenie zjazdowe w czasopiśmie.

- Grabowski, K., **Szymczak, R.K.**, Siemiński, M., Sitek, E.J., Basiński, A., Nyka, W., Jakitowicz, J. The impact of the changes of chosen physiological parameters on the subjective quality of sleep at the very high altitude. J. Sleep Res.2006 : vol. 15, suppl. 1, s. 132-133. 18th Congress of the European Sleep Research Society, Innsbruck, Austria, 12-16 September 2006 : abstracts, zagraniczne streszczenie zjazdowe w czasopiśmie.
- Grabowski, K., **Szymczak, R.K.**, Siemiński, M., Sitek, E.J., Basiński, A., Nyka, W., Jakitowicz, J. The influence of the high altitude and hypobaric hypoxia on the subjective quality of sleep. J. Sleep Res. 2006 : vol. 15, suppl. 1, s. 132. 18th Congress of the European Sleep Research Society, Innsbruck, Austria, 12-16 September 2006 : abstracts, zagraniczne streszczenie zjazdowe w czasopiśmie.
- **Szymczak, R.K.**, Annabel Nickol. Subjective quality of sleep during low and high altitude trekking. Oxford Hypoxia Symposium. 2008

Zaburzenia funkcji poznawczych w warunkach wysokogórskich

- **Szymczak, R.K.**, Wieczorek, D., Sitek, E.J., Basiński, A. Metody badania funkcji poznawczych podczas wyprawy wysokogórskiej : wymiar praktyczny. XI Kongres Polskiego Towarzystwa Neuropsychologicznego : Neuropsychologia rozwoju na początku trzeciego millenium, Gdańsk, 22-23 września 2007 : program i streszczenia, S. 66. polskie streszczenie zjazdowe w materiałach

5.2.2. Przypadki chorób, które wystąpiły w warunkach wysokogórskich oraz zagadnienia związane z zabezpieczeniem medycznym wyprawy wysokogórskich

Konsultując osoby, które doświadczyły różnych problemów zdrowotnych w górach wysokich, stworzyłem bazę danych pacjentów wymagających pomocy medycznej w górach. Współpracując z neurologiem z Katedry Neurologii **Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego** opisałem wystąpienie udaru niedokrwiennego mózgu w przebiegu zatorowości paradoksalnej u 30- letniej kobiety z przetrwałym otworem owalnym w czasie jej trekkingu w Himalajach. Artykuł został opublikowany w prestiżowym czasopiśmie z zakresu medycyny podróży (**pierwszy decyl** wartości współczynnika wpływu w dziedzinach nauk medycznych) Journal of Travel Medicine wydawanym przez **Oxford University Press**.

- Sawicka, M., **Szymczak, R.K.** Paradoxical embolism to the central nervous system in a young Polish woman on a trek in the Himalayas. Journal of Travel Medicine. 2021, 1–3, doi: 10.1093/jtm/taab110, **IF 8.49, MEiN: 70**

To samo wydawnictwo opublikowało mój kolejny opis interesującego przypadku zachorowania w górach przedstawiający wystąpienie pierwszych objawów ataksji rdzeniowo--móżdżkowej w czasie wspinaczki w siedmiotysięcznik w Karakorum. Byłem uczestnikiem tej wyprawy a także lekarzem udzielającym pomocy choremu. W przedstawieniu tego przypadku współpracowałem kolejny raz z neurologiem z Katedry Neurologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego oraz neurologiem pracującym w **Institute of Brain and Spine w Paryżu (Pitié-Salpêtriere Hospital).**

- **Szymczak, R.K.**, Sawicka, M, Pyrzowski, J. Climber exhibits first clinical manifestation of spinocerebellar ataxia on Karakoram expedition. Journal of Travel Medicine. 2022, Feb 16, doi 10.1093/jtm/taac020, **IF 8.49, MEiN: 70**

Wielokrotnie byłem lekarzem opiekującym się narodowymi wyprawami na najwyższe szczyty Ziemi. Opisałem przejściową i powtarzającą się utratę wzroku u uczestnika Narodowej Zimowej Wyprawy na K2, jaka wyruszyła z Polski w 2017 roku. Opis dotyczy unikatowego przypadku wielokrotnego wystąpienia aury migrenowej pod postacią utraty wzroku bez następczego bólu głowy w czasie wspinania się na drugi co do wysokości szczyt Ziemi.

- **Szymczak, R.K.**, Sawicka, M. Transient and recurrent vision loss in a high-altitude porter from Pakistan on a Polish winter Karakoram expedition. Int. J. Environ. Res. Public Health 2021;18, nr 22, art. ID 12204, s. 1-5, doi: 10.3390/ijerph 182212204, **IF 3.390, MEiN:140**

Korzystając z doświadczeń zebranych w trakcie wypraw opisałem przypadki wysokościowego obrzęku płuc oraz zatrucia tlenkiem węgla na wysokości. Wiedzą na temat zabezpieczenia medycznego wypraw wysokogórskich dzieliłem się podczas konferencji naukowych.

- **Szymczak, R.K.**, Podsiadło, P. Nagła duszność w górach wysokich. Med. Prakt. 2012, nr 2, s. 105-110. MEiN: 5
- **Szymczak, R.K.** W wysokich górach: „Doktorze, Adam jest nieprzytomny, a Rysiek zachowuje się agresywnie. Co mam robić?" Med.Prakt. 2012, nr 1, s.113-117, MEiN:5
- **Szymczak, R.K.**, Pawłowska, E., Basiński, A. 5 dni z wysokościowym obrzękiem płuc na wysokość 4362m n.p.m. Medycyna Intensywna i Ratunkowa, 2003. 6(3) 151-156.
- **Szymczak, R.K.**, Basiński, A. Medical coverage of the high altitude expedition: personal experience of the expedition doctor-alpinist. Pol. J. Emerg. Med. 2009 : t. 2, nr 5, s. 55-56. Wybrane streszczenia z III Międzynarodowego Kongresu Polskiego Towarzystwa Medycyny Ratunkowej, Wrocław, 17-20 czerwca 2009 r. Polskie streszczenie zjazdowe w czasopiśmie.
- **Szymczak, R.K.**, Basiński, A. The role of the emergency medicine physician in the organization of the high-altitude expeditions' medical coverage. Med. Intens. Rat. 2004 : t. 7, nr 3 , supl., s. 185. II Międzynarodowy Kongres Polskiego Towarzystwa Medycyny Ratunkowej, Medycyna ratunkowa w Europie Środkowo-Wschodniej, Lublin 12-15 września 2004 r. Polskie streszczenie zjazdowe w czasopiśmie. MEiN: 0.5.

5.2.3. Zagadnienia z zakresu medycyny ratunkowej

Jako specjalista medycyny ratunkowej jestem współautorem publikacji oraz streszczeń zjazdowych dotyczących zaopatrzenia pacjentów urazowych oraz ciekawych przypadków klinicznych z praktyki Klinicznego Oddziału Ratunkowego.

- Woźniak, P., **Szymczak, R.K.**, Piotrowska, A. A case of fulminant sepsis caused by Capnocytophaga canimorsus after a dog bite. IDCases. 2020 : vol. 21, art. ID e00798, s. 1-4, doi: 10.1016/j.idcr.2020.e00798, **MEiN: 40**.
- Woźniak, P., **Szymczak, R.K.**, Przypadek piorunującej sepsy po ugryzieniu przez psa, wywołanej bardzo rzadkim patogenem. Pol. J. Emerg. Med. 2017 : t. 10, nr 20, s. 71. 26. Zimowa Konferencja Medycyny Ratunkowej i Intensywnej Terapii, Karpacz, 1-4 marca 2017 r. polskie streszczenie zjazdowe w czasopiśmie.
- **Szymczak, R.K.** Przedszpitalne leczenie odwracalnych przyczyn urazowego NZK. I Pomorska Konferencja Naukowo-Szkoleniowa dla Ratowników Medycznych "PARAMEDIC 2016", Gdańsk, 28 październik 2016 r. polskie streszczenie zjazdowe w materiałach.
- Węgielnik, J., Basiński, A., Raniszewska, E., Paprocka-Lipińska, A., **Szymczak, R.K.** Zagrożenia epidemiologiczne w szpitalnych oddziałach ratunkowych, na przykładzie zakażenia laseczką zgorzeli gazowej, u chorej przyjętej do Klinicznego Oddziału Ratunkowego Akademii Medycznej w Gdańsku. Pol. J. Emerg. Med. 2009 : t. 2, nr 5, s. 54-55. Wybrane streszczenia z III Międzynarodowego Kongresu Polskiego Towarzystwa Medycyny Ratunkowej, Wrocław, 17-20 czerwca 2009 r. Polskie streszczenie zjazdowe w czasopiśmie.
- Węgielnik, J., Raniszewska, E., **Szymczak, R.K.**, Basiński, A., Szatkowski, D. Nagłe zagrożenia hematologiczne w oddziale ratunkowym na przykładzie przełomu w anemii sierpowatokrwinkowej. Medycyna ratunkowa w Polsce 2008. Polskie Towarzystwo Medycyny Ratunkowej, 2008. S. 81-88. Rozdział w książce. MEiN: 3.
- Paprocka-Lipińska, A., Lenkiewicz, E., Kawecka, A., **Szymczak, R.K.** Pacjent z mnogimi obrażeniami ciała (MOC) : doświadczenia Klinicznego Oddziału Ratunkowego. Anestezjol. Intens. Ter. 2005 : t. 37, supl. 1, s. 76. XV Międzynarodowy Zjazd Polskiego Towarzystwa Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Poznań, 14-17.09.2005. Polskie streszczenie zjazdowe w czasopiśmie.
- Paprocka-Lipińska, A., Kawecka, A., Lenkiewicz, E., **Szymczak, R.K.** Zaopatrzenie pacjenta z mnogimi obrażeniami ciała w Klinicznym Oddziale Ratunkowym: doświadczenia własne. Gdańska Wiosna Traumatologiczna: II Sympozjum Sekcji Chirurgii Urazowej TChP, Gdańsk, 2-3 czerwca 2005. Polskie streszczenie zjazdowe w materiałach.
- Nikodemski M., **Szymczak, R.K.**, Raniszewska, E. The effectiveness of resuscitation training according to the academic curriculum. Resuscitation. 2004 : vol. 62, nr 3, s. 385. Zagraniczne streszczenie zjazdowe w czasopiśmie. MEiN: 0.5.

5.3. Monografie, publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujących się w bazie JCR

5.3.1. Profilaktyka i leczenie chorób wysokościowych oraz stanów zagrożenia w górach wysokich

- **Szymczak, R.K.**, Wroczyńska, A., Ryn, Z.J. Ostra choroba wysokościowa. Interna Szczeklika 2021. Rozdział w książce.

- Wroczyńska, A., Kuna, A., Rymer, W., **Szymczak, R.K.** Medycyna podróży : ogólne zasady przygotowania pacjenta do podróży zagranicznej do tropiku i regionów o złych warunkach sanitarnych: zasady aklimatyzacji do odmiennych warunków środowiskowych w podróży. Interna Szczeklika 2021. Rozdział w książce.
- Kuna, A., Wroczyńska, A., Rymer, W., **Szymczak, R.K.**, Kot, J. Medycyna podróży podczas pandemii COVID-19 : aktualne zagadnienia. Med. Prakt. 2021, nr 7-8, s. 100-118, MEiN: 5.
- **Szymczak, R.K**., Wroczyńska, A., Ryn, Z.J. Medycyna podróży : choroba wysokościowa. Interna Szczeklika 2020. S. 1-3. Rozdział w książce.
- **Szymczak, R.K**., Wroczyńska, A., Ryn, Z.J. Medycyna podróży : choroba wysokościowa. Interna Szczeklika 2019. S. 1-3. Rozdział w książce.
- **Szymczak, R.K**., Wroczyńska, A., Ryn, Z.J. Medycyna podróży : choroba wysokościowa. Interna Szczeklika 2018. Rozdział w książce.
- **Szymczak, R.K**., Wroczyńska, A., Ryn, Z.J. Medycyna podróży : choroba wysokościowa. Interna Szczeklika 2017. Rozdział w książce.
- **Szymczak, R.K.** Zakrzepy i zatory na wysokości : porada 89. 100 porad GÓR. T. 2. S. 418-429. Kraków : Góry Books, 2012. Rozdział w książce. MEiN: 4.
- **Szymczak, R.K.**, Jędrzejczyk M. Kobieta w górach : porada 87. 100 porad GÓR. T. 2. S. 400-406. Kraków : Góry Books, 2012. Rozdział w książce. MEiN: 4.
- **Szymczak, R.K.** Choroby przewlekłe. Czy wysokość może mnie zabić? : porada 88. 100 porad GÓR. T. 2. S. 408-417. Kraków : Góry Books, 2012. Rozdział w książce. MEiN: 4.
- **Szymczak, R.K.**, Wroczyńska, A. Dziecko w górach : porada 86. 100 porad GÓR. T. 2. S. 392-399. Kraków : Góry Books, 2012. Rozdział w książce. MEiN: 4.
- **Szymczak, R.K.** Wychłodzenie i odmrożenia : porada 43. 100 porad GÓR. T. 1. S. 432-441. Kraków : Góry Books, 2011. Rozdział w książce. MEiN: 3.
- **Szymczak, R.K.** Choroby wysokogórskie : porada 42. 100 porad GÓR. T. 1. S. 420-431. Kraków : Góry Books, 2011. Rozdział w książce. MEiN: 3.
- **Szymczak, R.K.** Aklimatyzacja wysokogórska : porada 41. 100 porad GÓR. T. 1. S. 408-419. Kraków : Góry Books, 2011. Rozdział w książce. MEiN: 3.
- **Szymczak, R.K.** Apteczka wyprawowa i tlen : porada 44. 100 porad GÓR. T. 1. S. 442-452. Kraków : Góry Books, 2011. Rozdział w książce. MEiN: 3.

5.4. Recenzje

Współpracuję z czasopismami naukowymi jako **recenzent**. Sporządzałem recenzje dla następujących czasopism:

- Sensors (MDPI), IF 3,576 (1)
- International Journal of Environmental Research and Public Health (MDPI), IF 3,390 (2)
- Healthcare (MDPI), IF 2,645 (1)
- Wilderness and Environmental Medicine (Elsevier), IF 1,518 (1)

5.5. Staże naukowe
Odbyłem dwa staże naukowe.

Pierwszy miał miejsce na uniwersytecie w Walii **(Bangor University, School of Sports, Health and Exercise Sciences)** w lipcu 2008 roku. Bangor University jest według różnych rankingów najlepszą uczelnią w Walii oraz jedną z najlepszych w Wielkiej Brytanii. Uczestniczyłem tam w międzynarodowym projekcie naukowym „Medex 2008 Hidden Valley Research Expedition" organizowanym przez Bangor University, Medical Expeditions Ltd oraz Plans Branch of Headquarters Army Recruiting and Training Division. W trakcie stażu uzyskałem wiedzę z zakresu technicznych aspektów monitorowania jakości snu za pomocą aktygrafii, którą wykorzystałem potem, prowadząc badania dotyczące jakości snu w warunkach wysokogórskich w trakcie wyprawy naukowej w Himalajach. Szczególnym walorem stażu była możliwość obserwacji ale też i czynnego udziału w jednoczasowej realizacji szeregu projektów badawczych na grupie kilkudziesięciu osób prowadzonych przez międzynarodowy zespół naukowców z Wielkiej Brytanii, Stanów Zjednoczonych, Niemiec, Holandii, Słowenii oraz Polski. Projekt finansowany był przez Medical Expeditions Ltd. Po odbytym stażu uczestniczyłem w wyprawie naukowej do Nepalu, gdzie realizowałem projekt dotyczący jakości snu w warunkach wysokogórskich. Współpraca z doktor Annabel Nickol z **Oxford Centre for Respiratory Medicine** zaowocowała przedstawienie wyników projektu podczas sympozjum „Hypoxia Symposium" w Oxford w 2008 roku.

Drugi staż naukowy odbyłem we Włoszech **(Research Centre of Bioengineering and Sport Sciences – Rovereto)** we wrześniu 2009 roku. Uczestniczyłem w międzynarodowym projekcie naukowym „Antur Ymchwil 2009 Expedition" organizowanym przez Bangor University (Walia) oraz Research Centre of Bioengineering and Sport Sciences (Rovereto, Włochy). Podczas stażu miałem możliwość obserwacji prowadzenia badań naukowych w hipoksyjnej komorze termo-klimatycznej. Staż pozwolił mi zapoznać się z możliwościami technicznymi komory w zakresie symulacji warunków zbliżonych do wysokogórskich poprzez obniżenie temperatury oraz zawartości tlenu wewnątrz komory. W ramach stażu prowadziłem badania dotyczące wpływu ostrej hipoksji, wysiłku fizycznego i wychłodzenia na funkcje poznawcze przed i po okresie aklimatyzacji.

5.6. Współpraca interdyscyplinarna krajowa i międzynarodowa (liczba wspólnych publikacji)

- **Medycyna ratunkowa:** Basiński A. (7), Raniszewska E. (1), Woźniak P. (1), Węgielnik J. (1), Charmuszko S. (1), Żemojtel Ł. (1), Podsiadło P. (1)
- **Fizjologia wysiłku:** Grzywacz T. (7), Ziemann E. (3), Szczęsna-Kaczmarek A. (2), Laskowski R. (2), Kujach S. (1), Łuszczyk M. (1), Makowski K. (1), Aschenbrenner P. (1)
- **Neurologia:** Sawicka M. (6), Siemiński M. (2), Sławek J. (1), Pyrzowski J. (1)
- **Medycyna tropikalna:** Wroczyńska A. (8), Kuna A. (2)
- **Psychiatria:** Ryn Z. (5)
- **Neuropsychologia:** Sitek E.J. (2), Wieczorek D. (1)
- **Meteorologia i klimatologia:** Marosz M. (2), Pyka M. (1)
- **Dietetyka:** Naczyk M. (2)

- **Geoekologia i klimatologia:** Błażejczyk K. (1)
- **Ginekologia:** Jędrzejczyk M. (1)
- **Medycyna hiperbaryczna:** Kot J. (1)

5.7. Nagrody i wyróżnienia

- **Nagrody naukowe:**
  - **Pięć nagród specjalnych Rektora Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego**. Nagrody otrzymałem za opublikowanie artykułów w czasopismach z pierwszego kwartyla wartości współczynnika wpływu w dziedzinach nauk medycznych i nauk o zdrowiu (2021/2022).
  - **Kwalifikacja do finału Nagrody Fundacji Nauki Polskiej** im. Artura Rojszczaka (2010).
  - **Pierwsze miejsce** w sesji ustnej – Ogólnopolska Konferencja Studenckich Kół Naukowych Medycyny Ratunkowej - za pracę pt. 5 dni z wysokościowym obrzękiem płuc na Mount Blanc (4362m) (2003).

- **Nagrody dydaktyczne:**
  - **Nagroda „Amicus Studentis”**. W 2010 roku społeczność studencka wyróżniła mnie nagrodą “Amicus Studentis” przyznaną mi przez Uczelniany Samorząd Studencki Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego. „Tytuł ten przyznawany jest przez studentów GUMed nauczycielom akademickim pracującym na Uczelni, których wiedza i umiejętność jej przekazywania stanowią wzór do naśladowania″.

- **Nagrody dotyczące działalności wysokogórskiej:**
  - **Złoty medal za zasługi dla sportu - Medalla al Merito Deportivo nadany przez króla Hiszpanii.** Medal otrzymałem za udział w międzynarodowej akcji ratunkowej w Himalajach po hiszpańskiego wspinacza- Inakiego Ochoa de Olza w 2008 roku.
  - **Medal Prezydenta Miasta Gdańska** przyznany przez Pawła Adamowicza za wieloletnią aktywność w górach wysokich, zdobycie szczytów himalajskich, popularyzację wiedzy o medycynie ratunkowej i wysokościowej (2010).
  - **Nominacja do nagrody środowisk wspinaczkowych** „Jedynka” (2010).
  - **Tytuł honorowego członka Klubu Wysokogórskiego Trójmiasto** (2017).

5.8. Badania naukowe i kliniczne

5.8.1. Badania naukowe finansowane ze źródeł Unii Europejskiej

- Byłem jednym ze współuczestników i wykonawców projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. Numer rejestracyjny N N404 262140 „Wpływ suplementacji witaminą D3 na sprawność psychomotoryczną, wydolność fizyczną i tolerancję wysiłkową młodych mężczyzn w warunkach hipoksji" (2011).

- Kierownik projektu – dr n. o kult. fiz. Tomasz Grzywacz

5.8.2. Prace statutowe

- Byłem współautorem pracy statutowej Katedry Medycyny Ratunkowej Akademii Medycznej w Gdańsku dotyczącej wprowadzenia elektronicznego systemu zapisu i analizy danych na Oddziale Ratunkowym (2007).
- Byłem współautorem pracy statutowej Katedry Medycyny Ratunkowej Akademii Medycznej w Gdańsku dotyczącej teletransmisji danych w medycynie ratunkowej (2005).

5.8.3. Inne projekty badawcze

- Uczestniczyłem w międzynarodowym projekcie naukowym „Antur Ymchwil 2009 Expedition" organizowanym przez Bangor University (Walia) oraz Research Centre of Bioengineering and Sport Sciences (Rovereto, Włochy) (2009).
- Uczestniczyłem w międzynarodowym projekcie naukowym „Medex 2008 Hidden Valley Research Expedition" organizowanym przez Bangor University, Medical Expeditions Ltd oraz Plans Branch of Headquarters Army Recruiting and Training Division (2008).
- Byłem autorem projektu badawczego PHARE – Polish High Altitude Research Expeditions, w skład którego wchodziły badania jakości snu, wydolności tlenowej i beztlenowej oraz badania funkcji poznawczych w warunkach wysokogórskich (2005).

6. Działalność dydaktyczna, opieka nad studentami i lekarzami w trakcie specjalizacji

- Brałem aktywny udział w realizacji projektów związanych z dydaktyką finansowanych z **funduszy Unii Europejskiej**:
  - Fundusze Europejskie. Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój „Poprawa jakości kształcenia studentów Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego poprzez rozwój infrastruktury dydaktycznej i wsparcie procesu nauczania o metody symulacji medycznej - POWR.05.03.00-00-0008/15-01". Nadzorowałem merytorycznie treść oraz realizację 60 scenariuszy filmów edukacyjnych z zakresu medycyny ratunkowej (2021).
  - Fundusze Europejskie. Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój „Poprawa jakości kształcenia studentów Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego poprzez rozwój infrastruktury dydaktycznej i wsparcie procesu nauczania o metody symulacji medycznej - POWR.05.03.00-IP.05-00-001/15". Przygotowałem 19 scenariuszy klinicznych do prowadzenia symulacji o wysokiej wierności w centrum symulacji GUMED (2019).
  - "Nowa Infrastruktura i wyposażenie pracowni warsztatowych dla potrzeb kierunków o profilu praktycznym w Gdańskim Uniwersytecie Medycznym i Akademii Pomorskiej w Słupsku" (RPPM.04.02.00-22-0003/16-01). Sprawowałem nadzór merytoryczny oraz określałem specyfikację wyposażenia Katedry Medycyny Ratunkowej do prowadzenia symulacji medycznych (2017).
- Od 2003 roku pracuję w Katedrze Medycyny Ratunkowej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego. W tym okresie prowadziłem zajęcia z zakresu medycyny ratunkowej,

medycyny katastrof oraz pierwszej pomocy dla studentów Wydziału Lekarskiego (kierunek lekarski, English Division, kierunek lekarsko-dentystyczny), Wydziału Farmaceutycznego (kierunek farmacja) oraz Wydziału Nauk o Zdrowiu (kierunek ratownictwo medyczne). Średnio rocznie prowadzę około 350-400 godzin zajęć dydaktycznych. Obecnie uczę studentów Wydziału Lekarskiego na kierunku lekarskim: IV rok, przedmiot medycyna ratunkowa I – 100 godzin, VI rok, przedmiot medycyna ratunkowa – 100 godzin oraz na kierunku English Division: IV rok, przedmiot emergency medicine I – 100 godzin, VI rok, przedmiot emergency medicine – 100 godzin. Opracowuję sylabusy przedmiotów, tworzę koncepcję i konspekty zajęć. Jestem odpowiedzialny za układanie całościowego rozkładu zajęć dydaktycznych Katedry Medycyny Ratunkowej oraz nadzorowanie realizacji pensum. Jako nauczyciel jestem wysoko oceniany przez studentów w ankiecie dydaktycznej. Moja średnia ocena z ostatnich 10 lat wynosi ponad 93%.

- Jestem operatorem pensum Katedry Medycyny Ratunkowej GUMED.
- Jestem kierownikiem przedmiotu medycyna ratunkowa I realizowanym na IV roku kierunku lekarskiego na Wydziale Lekarskim GUMED oraz przedmiotu emergency medicine I realizowanym na IV roku English Division na Wydziale Lekarskim GUMED.
- Byłem opiekunem studentów II roku kierunku ratownictwo medyczne na Wydziale Nauk o Zdrowiu GUMED.
- Jestem pomysłodawcą nowego fakultetu dla studentów kierunku lekarskiego (Medycyna wysokogórska i wyprawowa) i English Division (High Altitude and Expedition Medicine). Fakultet realizowany był w latach 2016-2020.
- Biorę aktywny udział w kształceniu podyplomowym. Prowadzę wykłady z zakresu medycyny ratunkowej w ramach kursu dla stażystów podyplomowych oraz kursu specjalizacyjnego z medycyny ratunkowej dla wszystkich specjalności lekarskich (2018-2022).
- Jestem wykładowcą z zakresu medycyny wysokogórskiej i ekspedycyjnej w ramach studiów podyplomowych z Medycyny Ekstremalnej i Medycyny Podróży w **Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego** w Krakowie (2016-2022). Opracowałem skrypt z zakresu medycyny wysokogórskiej dla studentów studiów z Medycyny Ekstremalnej i Medycyny Podróży.
- Jestem wykładowcą z zakresu medycyny wysokogórskiej w ramach studiów podyplomowych z Medycyny Górskiej w Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie (2021-2022).
- Prowadzę szkolenie z zakresu medycyny wysokogórskiej podczas kursów prowadzonych dla lekarzy **Certyfikowanych Centrów Medycyny Podróży.** (2017-2022)
- Prowadziłem szkolenia wdrożeniowe w Województwie Pomorskim i Uniwersyteckim Centrum Klinicznym z zakresu podstaw pobierania narządów od dawców po nieodwracalnym zatrzymaniu krążenia (2015).

- Szkoliłem lekarzy zarówno w Polsce jak i za granicą **(Wielka Brytania – New Castle, Birmingham; Austria – Wiedeń, Karyntia; Finlandia – Hyvinkaa)** w zakresie medycyny ratunkowej jako **instruktor Europejskiej Rady Resuscytacji** (2004-2012):
    - Basic Life Support (BLS)
    - Advanced Life Support (ALS)
    - European Pediatric Life Support (EPLS)
    - European Trauma Course (ETC)
- Dzielę się swoją wiedzą poprzez edukację zdalną. Jestem współtwórcą kanału edukacyjnego na platformie Youtube „Medycyna ratunkowa GUMED" (https://www.youtube.com/channel/UCae2pzve01K8RkgpYBSzOWA/playlists). Znajduje się na nim ponad 30 filmów edukacyjnych mojego autorstwa, w których tłumaczę zagadnienia medycyny ratunkowej. Filmy osiągnęły ponad trzynaście tysięcy wyświetleń.
- Współtworzyłem film edukacyjny dla lekarzy pracujących na oddziałach covidowych na temat procedury udrożnienia dróg oddechowych rurkami nadgłośniowymi (https://www.youtube.com/watch?v=tl35fwLYf8I).
- Jestem autorem rozdziału na temat ostrych chorób wysokościowych w podręczniku Interna Szczeklika we wszystkich edycjach od roku 2017.
- Byłem opiekunem dwóch lekarzy specjalizujących się w medycynie ratunkowej (2015 – 2022).
- Byłem promotorem trzech prac magisterskich (2011-2014):
    - Marta Naczyk „Ocena zachowań żywieniowych w warunkach wysokogórskich". Kierunek studiów - dietetyka.
    - Joanna Świątkowska „Wybrane zagadnienia dotyczące możliwości zastosowania szpitalnej hipotermii terapeutycznej. Analiza pacjentów po nagłym zatrzymaniu krążenia przyjętych do oddziału ratunkowego". Kierunek studiów – zdrowie publiczne.
    - Anna Nowak „Reanimacja na poziomie przedszpitalnym w aspekcie zastosowania hipotermii terapeutycznej oraz rozpoczęcia procedury prowadzącej do transplantacji narządów." Kierunek studiów – zdrowie publiczne.
- Byłem promotorem trzech prac licencjackich (2011-2014)
    - Małgorzata Raksimowicz „Wybrane aspekty zabezpieczenia medycznego EURO 2012 w Gdańsku." Kierunek studiów – pielęgniarstwo.
    - Maria Lewandowska „Zadania pielęgniarki systemu w stacji pogotowia ratunkowego w przypadku urazu wielonarządowego." Kierunek studiów – pielęgniarstwo.
    - Joanna Szymańska „Rola pielęgniarki w oddziale ratunkowym." Kierunek studiów – pielęgniarstwo.

7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej

od 2011 lekarz Lotniczego Pogotowia Ratunkowego

2003 – 2016 lekarz Klinicznego Oddziału Ratunkowego (Uniwersyteckie Centrum Kliniczne w Gdańsku)

2006 – 2011 lekarz Pogotowia Ratunkowego w Gdańsku

2006 – 2012 lekarz wypraw wysokogórskich w tym narodowych ekspedycji organizowanych przez Polski Związek Alpinizmu: Mount Everest 8848m, Broad Peak 8051m (dwukrotnie), Nanga Parbat 8126m (dwukrotnie), Dhaulagiri 8167m, Passu Sar 7478m; Pik Lenina 7134m, Chan Tengri 7010m

2006 – 2018 szkoleniowiec kadry narodowej w himalaizmie - medycyna wysokogórska

od 2006 lekarz konsultujący z zakresu medycyny wysokogórskiej, organizator zabezpieczenia medycznego wielu wypraw wysokogórskich, w tym realizujących ekstremalne cele takie jak: pierwsze zimowe zdobycie ośmiotysięczników zimą (Nanga Parbat, Broad Peak, Gasherbrum I, K2), pierwszy w historii zjazd na nartach z K2, pobicie czasowego rekordu zdobycia pięciu siedmiotysięczników byłego ZSRR

koordynator wysokogórskich akcji ratunkowych:

- Nanga Parbat (2018) – za tę akcję ratunkową himalaiści biorący w niej udział (Bielecki A., Tomala P., Urubko D., Botor J.) otrzymali: Krzyż Kawalerski Orderu Odrodzenia Polski; Legię Honorową - najwyższe państwowe odznaczenie we Francji; nagrodę British Alpine Club – The Spirit of Mountaineering Commendatin; nagrodę Davida A. Sowlesa przyznaną przez American Alpine Club; nagrodę „Wyczyn Roku" przyznaną w plebiscycie Przeglądu Sportowego i Polsatu; europejski dyplom Fair Play
- Gasherbrum I (2013)
- Makalu (2010)

7.1. Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze promotora pomocniczego

Nie dotyczy

7.2. Informacja o udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji

- Byłem inicjatorem i współorganizatorem **pierwszych w Polsce konferencji** z zakresu **medycyny górskiej**:
  - I Konferencja Medycyny Górskiej (2010, Katowice) - współorganizator, prelegent, moderator sesji
  - II Konferencja Medycyny Górskiej (2011, Podlesice) - współorganizator, prelegent, moderator sesji, organizator zajęć praktycznych z zakresu wyposażenia apteki wyprawy wysokogórskiej „Apteka wyprawowa – przechowywanie leków w zimie, podział środków medycznych"

7.3. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach

- Jestem **współzałożycielem** Polskiego Towarzystwa Medycyny i Ratownictwa Górskiego, w którym w latach 2012-2016 pełniłem funkcję **wiceprezesa**

- Jestem członkiem International Society for Mountain Medicine (od 2006)

7.4. Członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach

Nie dotyczy

7.5. Działalność akademicka

- Byłem członkiem **Rady Wydziału Nauk o Zdrowiu** z Oddziałem Pielęgniarstwa i Instytutem Medycyny Morskiej i Tropikalnej GUMED jako przedstawiciel nauczycieli akademickich niebędących na stanowisku profesora i nieposiadających stopnia naukowego doktora habilitowanego (2016-2020).

7.6. Osiągnięcia popularyzujące naukę

- Wielokrotnie występowałem w radiowych **(Radio Gdańsk)** i telewizyjnych programach informacyjnych **(Eurosport, TVN, TVP)**, przedstawiając w przystępny sposób wpływ warunków wysokogórskich na zdrowie człowieka. Oto przykłady:
  - *https://eurosport.tvn24.pl/inne,132/ma-udzial-w-terapii-revol-k2-zima-jest-600-m-wyzsze-niz-k2-latem,811888.html (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *https://dziendobry.tvn.pl/zdrowie/profilaktyka-zdrowia/mozgi-himalaistow-w-strefie-smierci-maja-zaburzone-funkcje-da251953, (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *http://kukuczka.nazwa.pl/PHZ/pages/posts/wywiad-z-robertem-szymczakiem-w-tvp-gdansk-235.php?p=60 (dostęp 03.05.2022 r.)*

- Udzieliłem wielu wywiadów w prasie, czasopismach i portalach internetowych zarówno polskich jak i zagranicznych przybliżając zagadnienia dotyczące wpływu środowiska wysokogórskiego na organizm człowieka **(National Geographic, ExplorersWeb, Gazeta Wyborcza, Angora, Rynek Zdrowia, Służba Zdrowia, Prestiż Trójmiasto, Onet, Wirtualna Polska, Drytooling, Magazyn Góry, NaTemat, Sport.pl., Echa Gór)**:
  - *https://medeverest.com/images/publikacje-medeverest/2011_10_wywiad_national_geographic.pdf (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *https://www.national-geographic.pl/artykul/doktor-od-wysokosci-wywiad-z-robertem-szymczakiem (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *https://explorersweb.com/climbing-everest-k2-winter-without-oxygen/ (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *https://explorersweb.com/climbing-everest-k2-winter/ (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *https://podroze.onet.pl/aktualnosci/robert-szymczak-lekarz-polskiej-wyprawy-zimowej-na-k2/rv8c1br (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *https://kobieta.onet.pl/wiadomosci/co-sie-dzieje-z-ludzkim-organizmem-na-wysokosci-zdradza-lekarz-i-himalaista-robert/9htlf9p (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *http://prestiztrojmiasto.pl/magazyn/26/temat-z-okladki/robert-szymczak-na-szczycie-mount-everest (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *https://magazyngory.pl/124-rozmawiala-monika-witkowska-robert-szymczak-od-bezdechu-do-wyjatkowych-wlasciwosci-viagry/\ (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *https://aktywne.trojmiasto.pl/W-kolejce-na-Mount-Everest-rozmowa-z-lekarzem-wyprawowym-Robertem-Szymczakiem-n59118.html (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *https://www.rynekzdrowia.pl/Po-godzinach/Lekarz-himalaista-o-chorobie-wysokosciowej-i-slepocie-snieznej,180750,10.html (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *https://medeverest.com/images/publikacje-medeverest/2011_12_wywiad_sluzba_zdrowia.pdf (dostęp 03.05.2022 r.)*

- *https://wyborcza.pl/magazyn/7,124059,22974492,lekarz-ekspedycji-w-himalaje-choroba-wysokosciowa-dziala-jak.html (dostęp 03.05.2022 r.)*
- *https://natemat.pl/228941,co-to-jest-deterioracja-wysokosciowa-przyczyna-smierci-tomasza-mackiewicza (dostęp 03.05.2022 r.)*
- *https://www.sport.pl/inne/56,64998,22969631,szymczak-cichy-bohater-akcji-pod-nanga-parbat-czulem-sie-jakbym.html (dostęp 03.05.2022 r.)*
- *https://kw.warszawa.pl/echa-gor-012021 (dostęp 03.05.2022 r.)*
- *https://wiadomosci.wp.pl/himalaista-wyprawa-na-broad-peak-w-poszukiwaniu-cial-jest-bardzo-niebezpieczna-6031583231185537a?nil=&src01=6a4c8&src02=isg (dostęp 03.05.2022 r.)*

- Udzielałem opinii oraz dokonywałem analiz dotyczących wypadków i zdarzeń niepożądanych i akcji ratunkowych w górach wysokich dla **Polskiego Związku Alpinizmu**. Raporty dotyczyły między innymi akcji ratunkowych na ośmiotysięcznikach: Nanga Parbat, Makalu oraz Broad Peak:
  - *http://pza.org.pl/news/news-pza/opinia-roberta-szymczaka-lekarza-konsultujacego-wyprawe-zimowa-na-k2 (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *http://pza.org.pl/news/phz/art14841\ (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *http://pza.org.pl/news/news-pza/art12484 (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *http://pza.org.pl/download/2117948.pdf (dostęp 03.05.2022 r.)*

- Informacje na temat mojej działalności publikowane były w prasie oraz branżowych serwisach internetowych:
  - *https://www.trojmiasto.pl/wiadomosci/List-z-Hiszpanii-wasz-lekarz-to-bohater-n28365.html (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *https://www.trojmiasto.pl/wiadomosci/Szaman-wysokiej-gory-n43983.html (dostęp 03.05.2022)*
  - *journals.viamedica.pl/gazeta_amg/article/view/57217 (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *https://gumed.edu.pl/18296.html; https://gumed.edu.pl/1869.html (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *https://dziennikbaltycki.pl/dr-robert-szymczak-zdobyl-mount-everest-bada-jak-zachowuje-sie-mozg-w-ekstremalnych-warunkach/ar/587385 (dostęp 03.05.2022 r.)*
  - *https://plus.dziennikbaltycki.pl/zimowa-narodowa-wyprawa-na-k2-jak-nie-teraz-to-kiedy-mielibysmy-to-k2-zdobyc-i-jak-nie-my-to-kto/ar/12806567 (dostęp 03.05.2022 r.)*

- Informacje na temat mojej działalności naukowej i lekarskiej znalazły się w filmach o tematyce wysokogórskiej:
  - *Na Krawędzi (Pura vida – The Ridge), reżyseria i scenariusz: Pablo Iraburu/Migueltxo Molina, produkcja - Hiszpania/Wielka Brytania, 2012*
  - *Ostatnia góra, reżyseria i scenariusz: Dariusz Załuski/Anna Filipow, produkcja - Polska, 2019*
  - *Andrzej Bargiel – Śnieżna Pantera (odcinek 3), produkcja – Polska, 2016*

- Informacje na temat mojej działalności naukowej i lekarskiej znalazły się w książkach o tematyce medycznej i wysokogórskiej:
  - *Dariusz Jaroń „Ekstremalni, o bohaterach, którzy narażają życie, by ratować innych". Wydawnictwo SQN, 2022*
  - *Wojciech Fusek, Jerzy Porębski „Lekarze w górach, bohaterowie drugiego planu". Agora, 2020*
  - *Bartek Dobroch „Artur Hajzer. Droga Słonia", Społeczny Instytut Wydawniczy Znak, 2018*
  - *Dominik Szczepański, „Czapkins, Historia Tomka Mackiewicza", Agora, 2019*

- Stworzyłem i prowadzę od 2006 roku **pierwszą w Polsce** stronę internetową popularyzującą wiedzę z zakresu chorób wysokogórskich, zagrożeń w górach i zabezpieczeń medycznych wypraw górskich: https://www.medeverest.com/poradnik.html
- Prowadzę kanał na You Tube z własnymi filmami z zakresu medycyny i eksploracji wysokogórskiej. Od 2012 do 2022 roku łączna liczba wyświetleń to dwadzieścia pięć tysięcy. https://www.youtube.com/channel/UCOAbSTPW6PFyNTYGPCyLF2Q

- Wielokrotnie prowadziłem warsztaty z zakresu medycyny górskiej i wysokogórskiej pierwszej pomocy w ramach festiwali górskich: Kolosy, Krakowski Festiwal Górski, Festiwal Przygody Wanoga, Wondół Challange.
    - *https://kolosy.pl/program-kolosow-za-rok-2016-sala-seminaryjna-gdynia-arena (dostęp 03.05.2022 r.)*
    - *https://www.portalgorski.pl/nowosci/bedzie/3025-medycyna-wysokogorska-warsztaty (dostęp 03.05.2022 r.)*
    - *https://www.szczyrk.pl/wondol-challenge,new,m1,192.html,2539 (dostęp 03.05.2022 r.)*

- Zorganizowałem internetowe seminarium z wykorzystaniem wirtualnych narzędzi w celu upowszechnienia wiedzy na temat chorób wysokogórskich i zagrożeń w górach. Webinarium „Aklimatyzacja czy hospitalizacja" było transmitowane na facebooku (2017).

- Jestem autorem cyklu ośmiu rozdziałów zamieszczonych w dwóch tomach książki pt. „100 porad GÓR" Kraków : Góry Books 2011, 2012. Książka jest rekomendowana przez Komisję Szkolenia Polskiego Związku Alpinizmu. Książka ma charakter edukacyjny. Jednym z założeń, jakie przyświecały wydawnictwu, była poprawa bezpieczeństwa osób przebywających w górach i uprawiających szeroko rozumiane sporty przestrzeni.

- Jestem autorem cyklu 11 artykułów popularnonaukowych, które zostały opublikowane w popularnym miesięczniku GÓRY:
    - ***Szymczak, R.K.*** *Wysokogórskie wychłodzenie (Hipotermia). Góry 2010, nr 3, s.76-78.*
    - ***Szymczak, R.K.*** *Mózg himalaisty. Góry. 2010, nr 1/2, s. 74-76.*
    - ***Szymczak, R.K.*** *Polar hands, czyli ręce polarnika. Góry. 2009, nr 12, s. 70-71.*
    - ***Szymczak, R.K.*** *Ślepota śnieżna. Góry. 2009, nr 6, s. 77-79.*
    - ***Szymczak, R.K.*** *Poradnik szamana wysokogórskiego. Cz. 2. Góry. 2008, nr 4, s.73-75.*
    - ***Szymczak, R.K.*** *Poradnik szamana wysokogórskiego. Cz. 3. Góry. 2008, nr 5, s.89-91.*
    - ***Szymczak, R.K.*** *Wyprawa Dhaulagiri 2008 oczami szamana. Góry 2008, nr 9, s.68-69.*
    - ***Szymczak, R.K.*** *Odmrożenia: przeczytaj prawdziwą historię. Góry 2008, nr 6, s.90-91.*
    - ***Szymczak, R.K.*** *Juczny człowiek = tragarz, kulis, porter. Góry. 2008, nr 11, s. 72-75.*
    - ***Szymczak, R.K.*** *Akcja ratunkowa w Nepalu: śmigło dla Himalajów. Góry 2008, nr 9, s. 66-67.*
    - ***Szymczak, R.K.*** *Poradnik szamana wysokogórskiego. Cz. 1. Góry. 2008, nr 3, s.72-74.*

- Wykonałem tłumaczenie na język polski treści zawartej w broszurze „Podróżowanie po górach wysokich" (tytuł angielski "Travel at High Altitude"), która została opracowana przez brytyjskich ekspertów z grupy MEDEX – stowarzyszenia, które zajmuje się

organizacją medycznych ekspedycji wysokogórskich. Zawiera ona podstawowe, bardzo przydatne informacje na temat zagrożeń zdrowotnych dla wspinaczy i turystów udających się na duże wysokości. Powstanie broszury sponsorowane było przez UIAA (International Climbing and Mountaineering Federation) i jest ona polecana przez Polski Związek Alpinizmu

- **Szymczak, R.K**. Podróżowanie po górach wysokich. Medex, 2008. 45 s. *https://medex.org.uk/medex_book/Book%20update%20June%202011/Polish/GoRACH%20WYSOKICH_v6A4.pdf (dostęp 03.05.2022 r.)*

- Wygłosiłem wiele wykładów popularyzujących wiedzę z zakresu medycyny wysokogórskiej w Polsce i za granicą:
  - „Podróżowanie po górach wysokich", Młodzieżowe Spotkania z Medycyną, Gdański Uniwersytet Medyczny (2017)
  - „Medycyna – czy warto podjąć wyzwanie?", wykład otwierający Dzień nauki Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego (2018)
  - „Plan na zdrowie. Wyjazd w góry wysokie ″ - wykład zorganizowany przez Sopocki Klub Taternictwa Jaskiniowego wraz ze Stowarzyszeniem Pacjentów z Hiperlipidemią Rodzinną w Gdańsku przy współpracy Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego i Uniwersyteckiego Centrum Klinicznego w Gdańsku (2019)
  - „Jak przetrwać zimę w Karakorum", IV Sopocki Dzień Nauki (2011)
  - „Wysokogórska praktyka lekarska w miejscu wezwania", prelekcja połączona z wystawa moich zdjęć z wypraw wysokogórskich, Biblioteka Główna Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego (2010)
  - „Wysokogórska pierwsza pomoc", Akademicki Klub Turystyczny GDAKK (PTTK), wykłady w latach 2010-2017
  - "How to survive winter in Karakoram?" Instytut Polski w Sofii (Bułgaria) (2011)
  - Prowadziłem spotkania o tematyce górskiej z harcerzami, uczniami szkół podstawowych oraz przedszkolakami

- Konsultowałem merytorycznie wiele książek i przewodników górskich. Oto przykłady:
  - *Krystyna Palmowska „Zaklętym w górski kamień. Wypadki i tragedie Złotej Ery himalaizmu polskiego". Stapis, 2020.*
  - *Monika Witkowska „Lhotse. Lodowa siostra Everestu", wydawnictwo Bezdroża, 2020*
  - *Monika Witkowska „Góry z duszą, cz. 3. Szczyty marzeń", wydawnictwo Burda Media, 2018*
  - *Monika Witkowska „Everest. Góra Gór", wydawnictwo Helion, 2013*
  - *Tomasz Odziemczyk „Szczelina", Stabilo, 2019*
  - *Janusz Kurczab „Himalaje Nepalu", Sklep Podróżnika, 2012*

PODPIS ZAUFANY
ROBERT KONRAD
SZYMCZAK
09.05.2022 22:13:21 [GMT+2]
Dokument podpisany elektronicznie podpisem zaufanym

……..……..…….
(podpis wnioskodawcy)