

Mariusz Sołtysik<sup>1</sup>, Maria Flakus<sup>2</sup>, Bogumiła Lubecka<sup>1</sup>, Robert Pudło<sup>1</sup>

## Aktualny stan badań nad zaburzeniami psychicznymi u wspinaczy wysokogórskich

Current state of knowledge regarding mental disorders in mountaineers

<sup>1</sup> Oddział Kliniczny Psychiatrii w Tarnowskich Górach, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Tarnowskie Góry, Polska

<sup>2</sup> Zakład Psychologii Ogólnej, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Katowice, Polska

Adres do korespondencji: Lek. med. Mariusz Sołtysik, Oddział Kliniczny Psychiatrii w Tarnowskich Górach, ul. Pyskowska 49, 42-600 Tarnowskie Góry, e-mail: mariusz.soltysik@yahoo.com

### Streszczenie

W literaturze dotyczącej wspinaczki wysokogórskiej i alpinizmu podkreśla się wpływ licznych czynników stresowych i zakłócających związanych z dużymi wysokościami. Spośród różnych zespołów psychopatologicznych spowodowanych tymi czynnikami stosunkowo najlepiej opisana wydaje się ostra choroba góraska. Jej powikłania – w postaci wysokościowego obrzęku mózgu i obrzęku płuc – mogą w skrajnych przypadkach prowadzić do zagrożenia życia. W przebiegu ostrej choroby górskiej obserwuje się różnorodne objawy psychopatologiczne, spośród których najszerszego opisu (w literaturze zarówno naukowej, jak i popularnej) doczekały się zaburzenia poznawcze i psychotyczne. W ostatnich latach wskazuje się także na znaczenie objawów lękowych i zaburzeń snu, przy czym te ostatnie występują i w ostrej, i w chronicznej postaci choroby górskiej; druga z wymienionych postaci jest charakterystyczna dla ludności autochtonicznej i ludności napływowej, która przez dłuższy czas zamieszkuje tereny wysokogórskie. Istnieją też przesłanki przemawiające za istnieniem szczególnych form uszkodzeń ośrodkowego układu nerwowego będących skutkiem długotrwałego oddziaływania urazowych czynników środowiska wysokogórskiego. Zespół ten określony został mianem astenii wysokogórskiej. Do objawów osiowych należą zaburzenia funkcji intelektualnych, emocjonalnych i popędowych. Dotychczasowe badania dają podstawę do wyróżnienia trzech postaci astenii wysokogórskiej: charakteropatycznej, encefalopatycznej i neuroplegicznej. Autorzy przedstawiają obrazy psychopatologiczne ostrej choroby górskiej i astenii wysokogórskiej oraz aktualny stan badań nad funkcjonowaniem poznawczym wspinaczy.

**Słowa kluczowe:** wspinaczka wysokogórska, choroba góraska, mózgową astenia wysokogórska, zaburzenia funkcji poznawczych

### Abstract

Publications on mountaineering and alpinism underline the impact of numerous stress and interfering factors connected with high altitudes. Among different psychopathological syndromes they cause, acute mountain sickness has been relatively best described. Its complications, particularly high-altitude cerebral edema and high-altitude pulmonary edema, may become life-threatening. In the course of acute mountain sickness, various psychopathological symptoms may be observed, among which cognitive and psychotic symptoms have been described in most detail, both in scientific and popular literature. Recently, the significance of anxiety symptoms and sleep disorders has also been indicated. The latter are characteristic for both acute and chronic forms of mountain sickness, which affects indigenous and migrant populations for a long time inhabiting high altitude areas. There are also indications for the existence of distinctive impairments of the central nervous system as a result of long-term exposure to high-altitude mountain environment. The syndrome has been termed high-altitude cerebral asthenia. Its axial symptoms can be divided into intellectual, emotional and impulsive function impairments. The existing studies have provided evidence for distinguishing three forms of highland asthenia: characteropathic, encephalopathic and neuroplegic. This paper discusses the psychopathological picture of chronic mountain sickness and high-altitude cerebral asthenia, based on the current state of research concerning the cognitive functioning of mountaineers.

**Keywords:** mountaineering, mountain sickness, high-altitude cerebral asthenia, cognitive functions impairment

Każdego roku wiele milionów ludzi odwiedza miejsca położone na wysokościach przekraczających 3000 m n.p.m. Są to uczestnicy turystycznych wyjazdów narciarskich w wysokie partie lodowców alpejskich, górskich wycieczek i trekkingów, a także komercyjnych wypraw, których celem jest wejście na najwyższe szczyty Alp, Appalachów czy na najwyższy szczyt świata – Mount Everest. Nowoczesne technologie zapewniają dostęp do obszarów odwiedzanych wcześniej przez nielicznych śmiarków – doświadczonych wspinaczy. Czy przebywanie na dużych wysokościach wpływa na funkcjonowanie ludzkiego organizmu, a w szczególności na funkcjonowanie psychiczne?

### OSTRA CHOROBA GÓRSKA

Aby wyjaśnić przyczyny występowania zaburzeń psychicznych u osób przebywających na dużych wysokościach, należy najpierw przedstawić podłoże patogenne owych zaburzeń. Pobyt na dużej wysokości wywołuje reakcję adaptacyjną organizmu, czasami jednak organizm nie jest w stanie zaaklimatyzować się w odpowiednio krótkim czasie. Można wtedy zaobserwować zespół chorobowy określany mianem choroby górskiej lub choroby wysokościowej (*mountain sickness*, MS), zaliczany do grupy ostrych hipobarii. Bezpośrednią przyczyną rozwoju choroby górskiej stanowi brak adaptacji organizmu do warunków otoczenia. Pierwsze objawy można zaobserwować na wysokości 2500 m n.p.m., a u osób szczególnie wrażliwych (przy braku aklimatyzacji) – już na 1500 m n.p.m. (Brundrett, 2002).

Uważa się, że na rozwój MS wpływają takie czynniki klimatyczne środowiska górskiego, jak obniżone ciśnienie hydrostatyczne i ciśnienie parcjalne tlenu, zwiększone promieniowanie słoneczne i kosmiczne oraz występowanie skrajnych temperatur powietrza. Prowadzą one do zmian w organizmie: nieadekwatnej wymiany gazowej, wzrostu stymulacji współczulnej i relatywnej retencji płynów ustrojowych. Nie mniej istotne wydają się czynniki związane z indywidualnymi predyspozycjami alpinistów, a w szczególności z cechami fizycznymi i osobowościowymi. Należy wziąć pod uwagę także przebieg aklimatyzacji i dotychczasowe doświadczenia z pobytów na dużych wysokościach (Ryn, 1969, 1967).

Pierwsze, łagodne objawy choroby górskiej pojawiają się tym szybciej, im gwałtowniej dana osoba nabiera wysokości i są tym wyraźniejsze, im większa jest wysokość. Symptomy te mają tendencję do samoograniczania się i zanikają natychmiast po rozpoczęciu schodzenia. Do kluczowych objawów należą: silny ból głowy z pulsowaniem (obustronnym, skroniowym lub czołowym), znużenie i ogólne osłabienie, zawroty głowy, spłycony oddech i przerywany, niedający odpoczynku sen (Brundrett, 2002). Szacuje się, iż choroba górska występuje u 50–70% wspinaczy, którzy nie przeszli aklimatyzacji albo przeszli aklimatyzację niepełną (Smedley i Grocott, 2013). Jakkolwiek łagodne objawy nie są groźne dla życia, trzeba być czujnym, aby nie doprowadzić do rozwoju ciężkich, potencjalnie śmiertelnych powikłań.

Najczęstszą postacią choroby wysokościowej jest ostra choroba górska (*acute mountain sickness*, AMS). Już w latach 70. ubiegłego wieku wystąpienie AMS wiązano z uciskiem na tkankę mózgową – nie tylko poprzez wzrost ciśnienia krwi żyłnej i zmniejszenie absorpcji płynu mózgowo-rdzeniowego, lecz także w związku z obrzękiem mózgu. Do stanu tego zawsze prowadzi hipoksja hipobaryczna i hipoksemia (Ryn, 2016).

W AMS przeważają objawy neurologiczne i korowe, najsilniejsze drugiego i trzeciego dnia przebywania na dużej wysokości: ograniczenie wysiłku umysłowego, defekty pamięciowe, zakłócenia słuchowe i wzrokowe, szумы uszne, zawroty głowy, drażliwość, spadek apetytu, utrata wagi (do kilku kilogramów) (Hultgren, 1979).

Inną postacią choroby górskiej jest podostra choroba górska (*subacute mountain sickness*, SMS), której objawy mogą utrzymywać się tygodniami (a nawet miesiącami) po ustąpieniu objawów AMS – co dzieje się samoczynnie od około szóstego dnia pobytu na wysokości. Charakterystycznymi objawami SMS są nasilenie jadłowstrętu, postępująca utrata wagi, bezsenność i zwiększona męczliwość. Również w tym przypadku dolegliwości znikają po zejściu chorego na niższe położone tereny (Brundrett, 2002; Hultgren, 1979).

W literaturze wskazuje się także na istnienie trzeciej – przewlekłej – postaci choroby górskiej (*chronic mountain sickness*, CMS). W jej przebiegu obserwuje się objawy podobne jak w SMS, jednak patomechanizm jest odmienny. Przewlekła choroba górska najczęściej dotyka autochtonów i osoby długo mieszkające na dużych wysokościach (Hultgren, 1979). Zapadalność wzrasta wraz z wiekiem. Z upływem lat obniża się ciśnienie parcjalne tlenu, odwrotnie proporcjonalnie wzrasta poziom hemoglobiny i hematokryt, rośnie stężenie erytropoetyny. Prowadzi to do zmniejszenia przepływu krwi przez nerki, co powoduje relatywną retencję płynów ustrojowych. Spada perfuzja mózgową, przez co do mózgu dostarczana jest mniejsza ilość tlenu. Wzrost gęstości i lepkości krwi objawia się zastojem w krążeniu mózgowym, dając początek objawom ze strony układu nerwowego (Bhandari *et al.*, 2016; Tashi *et al.*, 2014).

Do ciekawostek należy fakt, że choć u autochtonów hematokryt może okazjonalnie wynosić nawet 60–70%, objawy AMS wcale nie muszą występować (Hultgren, 1979). Najprawdopodobniej, zgodnie z prawem doboru naturalnego, wynika to ze specyficznych uwarunkowań genetycznych. Zarówno u Szerpów żyjących w Nepalu – w okolicy najwyższych szczytów świata, jak i u mieszkańców Wyżyny Tybetańskiej ekspresja genu *EPAS1*, odpowiedzialnego za relatywnie niższy poziom hemoglobiny, jest istotnie wyższa niż u ludzi zamieszkujących niziny (Bhandari *et al.*, 2016). Jednak nie wszystkie stawiane hipotezy okazują się równie trafne. U autochtonów nie zaobserwowano zwiększonego powinowactwa hemoglobiny do tlenu ani wzrostu procentowej zawartości hemoglobiny płodowej, mogącej wiązać większe ilości tlenu (Tashi *et al.*, 2014). Może to świadczyć o istnieniu innych, jeszcze niepoznanych mechanizmów adaptacyjnych, przykładowo na poziomie komórkowym.

Do groźnych powikłań AMS należy wysokogórski obrzęk płuc (*high-altitude pulmonary edema*, HAPE). Przejawia się on silnie wyrażoną dusznością, suchym, męczącym kaszlem, ograniczeniem tolerancji wysiłku, uciskiem w klatce piersiowej. Występują też zmiany osłuchowe, sinica centralna, *tachypnoë* i tachykardia (Smedley i Grocott, 2013). Najgroźniejszym powikłaniem jest natomiast wysokościov obrzęk mózgu (*high-altitude cerebral edema*, HACE), postrzegany często jako końcowe stadium AMS. W przypadku HACE obserwuje się ogólne pogorszenie stanu psychicznego z ataksją oraz ilościowymi i jakościowymi zaburzeniami świadomości. Nieleczony obrzęk mózgu prowadzi do śpiączki i śmierci (Hultgren, 1979; Smedley i Grocott, 2013).

## OBJAWY PSYCHOPATOLOGICZNE W CHOROBIE GÓRSKIEJ

### Wzorce objawowe

Doniesienia na temat objawów psychopatologicznych w przebiegu choroby górskiej pojawiały się już w najstarszych opracowaniach. Huszcza (1951), wskazując na różnorodność objawową w sferze funkcjonowania psychicznego na ekstremalnych wysokościach, wyróżnił dwie postaci możliwe objawów psychopatologicznych:

- depresyjną – w której obserwował apatię, spadek zainteresowania otoczeniem i wycofanie;
- euforyczno-impulsywną – charakteryzującą się nieadekwatnym do sytuacji pobudzeniem psychoruchowym, skłonnością do zachowań impulsywnych, drażliwością i agresją.

Według Ryna (1967) objawy psychiczne najczęściej pojawiają się przed somatycznymi. Wczesne ich rozpoznawanie wydaje się zatem istotne w kontekście profilaktyki rozwoju poważniejszych, somatycznych objawów choroby wysokościov. Przeważająca część badań nad objawami psychopatologicznymi występującymi na dużych wysokościach prowadzona była na populacji polskich wspinaczy przez Ryna (1967, 1969, 1973, 1975). Badania te pozwoliły na wyodrębnienie trzech wzorców objawowych, charakterystycznych dla różnych wysokości:

- wzorec neurasteniczny (1500–2500 m n.p.m.), w którym dominuje podniecenie bądź zubożenie emocjonalne;
- wzorec cyklofreniczny (2500–5500 m n.p.m.) o przebiegu apatyczno-depresyjnym albo euforyczno-impulsywnym;
- wzorec psychoorganiczny (powyżej 5500 m n.p.m.) – z objawami psychotycznymi lub bez nich (Ryn, 1973, 1967).

### Zaburzenia poznawcze i psychotyczne

W swoich pracach Ryn opisywał główne zaburzenia odnotowane w konkretnych przedziałach wysokościovych. Już na 1500–2500 m n.p.m. spodziewać się można zaburzeń uwagi, jakkolwiek często są one nieznaczne. Spadek sprawności intelektualnej pojawia się najczęściej na wysokości

2500–3500 m n.p.m. – wtedy też osłabienie funkcji poznawczych staje się znamienne. W toku dalszej wspinaczki spowolnienie procesów myślowych postępuje, aż do wysokości powyżej 5500 m n.p.m., na której pojawiają się pierwsze ciężkie zaburzenia poznawcze, przyjmujące postać nastawienia ksobno-prześladowczego, zaburzeń orientacji w czasie i przestrzeni czy spadku krytycyzmu. Rozwinąć się mogą także objawy wytwórcze – w szczególności omamy z zakresu różnych modalności zmysłowych (Ryn, 1973, 1967). Właśnie objawy wytwórcze, nierzadko interesujące i barwne, opisywane przez alpinistów we wspomnieniach, stanowiły (i nadal stanowią) przedmiot zainteresowania szerokiego grona odbiorców.

Wpływ hipoksji na funkcje psychiczne, w szczególności zaś na funkcjonowanie poznawcze, ma w alpinizmie szczególne znaczenie, przekłada się bowiem na podejmowane decyzje, których konsekwencje mogą być śmiertelne. Wykazano, że aklimatyzacja przed wyprawą znacząco zmniejsza częstość podejmowania ryzykownych decyzji, a ich liczba spada wraz z czasem przebywania w warunkach zmniejszonej prężności tlenu (Niedermeier *et al.*, 2017).

Doznania wspinaczy wysokogórskich mają zróżnicowany charakter: od dyskretnych, quasi-psychotycznych omamów i urojeń po całkiem wyraźne objawy psychotyczne. Szczególne miejsce w literaturze zajmuje relacja Franka Smythe'a, który na wysokości 8500 m n.p.m. (na stokach Everestu) w sposób poniekąd psychotyczny – aczkolwiek niejednoznacznie halucynujący – odczuwał obecność kogoś opiekuńczego. Zatrzymawszy się na odpoczynek, był zaskoczony, gdy stwierdził, że jest sam (Greene, 1957).

Warte wzmianki wydają się też doznania polskiego himalaisty, który w 1983 roku zdobywał Dhaulagiri. „Bez racjonalnego powodu zerwał z siebie kurtkę, zdjął rękawice i... z gołymi rękami rzucił się na... ruskie czołgi! Był bowiem przekonany, że znalazł się na wojnie afgańskiej i musi bronić tamtejsze dzieci przed radzieckimi tankistami” – pisze Ryn (2011).

Jak można zauważyć, w miarę osiągnięcia coraz większych wysokości objawy obserwowane u wspinaczy stają się coraz poważniejsze. O ile na małych i średnich wysokościach dostrzec można bogaty zespół objawów nerwicowych, o tyle na wysokościach dużych (zwłaszcza ponad 7000 m n.p.m.) pojawiają się objawy zbliżone do psychotycznych lub psychotyczne – nerwicowe zaś ustępują (Ryn, 1967).

Zaburzenia psychotyczne stanowią istotne zagrożenie zdrowia, a nawet życia wspinaczy, ograniczają bowiem ich zdolność do racjonalnego kierowania własnym postępowaniem w trakcie wyprawy. Nie wszystkie zaburzenia psychotyczne na dużych wysokościach muszą być związane z AMS lub HACE. Niekiedy treści psychotyczne okazują się pomocne i motywują do przetrwania w trudnych warunkach, należy jednak pamiętać, że często prowadzą do błędnego rozeznania sytuacji i wzrostu wypadkowości.

Hüfner i wsp. (2017) badali grupę 60 osób opisujących 102 epizody zmiany stanu psychicznego w trakcie pobytu na dużej wysokości (średnio 7000 m n.p.m., przede wszystkim

w Himalajach i Karakorum). Głównym celem była ocena częstości występowania objawów psychotycznych związanych z wysokością oraz ich związku z AMS i HACE. Uczestników badano pod kątem występowania halucynacji, urożeń, dezorganizacji mowy, nieprawidłowych zachowań psychoruchowych, objawów negatywnych, zaburzeń poznawczych, depresji i manii. Autorzy wyodrębnili trzy grupy objawów:

- epizody zmiany stanu psychicznego bez psychozy (51%) – charakteryzujące się brakiem objawów psychotycznych, rzadkim występowaniem zaburzeń percepcji (29%), umiarkowanymi zaburzeniami psychomotorycznymi (36%), obecnością objawów negatywnych (52%), najczęściej spłycenia afektywnego (41%), oraz stosunkowo częstym rozwojem objawów maniakalnych (50%); wysokościowy obrzęk mózgu wystąpił w 10% przypadków; w tej grupie odnotowano najmniejszą wypadkowość (12%);
- epizody psychotyczne ze zmianami stanu psychicznego (22%) – cechujące się występowaniem stanów prepsychotycznych i psychotycznych (89%); najczęściej pojawiały się omamy wzrokowe i słuchowe, rzadziej czuciowe; obecne były nasilone zaburzenia psychomotoryczne (78%) i najsilniej wyrażone ze wszystkich grup objawy negatywne (88%) – spadek motywacji, pogorszenie komunikacji i spłycenie modulacji afektywnej; często współwystępowały objawy depresyjne (53%) i lękowe (53%); w tej grupie zaobserwowano najmaszywniejsze zaburzenia funkcji poznawczych w postaci dezorientacji (89%); wysokościowy obrzęk mózgu wystąpił w 72% przypadków, a wypadkowość wyniosła 59%;
- epizody psychotyczne bez zmian stanu psychicznego (28%) – objawiające się zaburzeniami percepcji (87%) w postaci halucynacji wzrokowych i słuchowych, rzadziej czuciowych; najwięcej członków tej grupy (61%) odczuwało obecność wspierającej „trzeciej osoby”; objawy afektywne i zaburzenia funkcji poznawczych występowały na średnim dla wszystkich grup poziomie; ani razu nie odnotowano wysokościowego obrzęku mózgu, wypadkowość wyniosła zaś 22%.

## Objawy lękowe

W literaturze medycznej poświęca się sporo uwagi objawom lękowym towarzyszącym ostrej chorobie górskiej. Sracic i wsp. (2014) stwierdzili obecność objawów lękowych, związanych z nadaktywnością układu współczulnego, u członków piechoty morskiej zamieszkałych na stałe na terenach położonych na wysokości zbliżonej do poziomu morza, którzy przebywali na terenach położonych wyżej (około 2200–3100 m n.p.m.) w trakcie treningu wojskowego. W żadnym z opisywanych przypadków objawów lękowych nie dało się uzasadnić wcześniejszymi dolegliwościami psychicznymi (zaburzeniami lękowymi, depresyjnymi czy zespołem stresu pourazowego) – jeśli nawet podobne problemy występowały, nie stanowiły przedmiotu leczenia

psychiatrycznego i najczęściej zanikały samoczynnie albo pod wpływem niewielkich dawek leków.

Autorzy tłumaczą etiologię objawów lękowych trojako, odnosząc się do patofizjologicznej reakcji organizmu na warunki hipoksji panujące na dużych wysokościach. Zwracają uwagę na fakt, iż hipoksja może prowadzić do hiperkapnii, wiążącej się z nietypowym podwyższeniem ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla we krwi – powyżej 45 mm Hg (6,0 kPa). Hiperkapnia stanowi przyczynę hiperwentylacji, która warunkuje reakcję kaskadową w postaci paniki i/lub lęku. Może to być skutek aktywizacji mechanizmów kontroli autonomicznej w pniu mózgu, pojawiających się w reakcji na sygnały kojarzone z duszeniem się, takie jak podwyższenie poziomu CO<sub>2</sub> i spadek poziomu tlenu. Podobny kierunek interpretacji wydaje się uzasadniony także z perspektywy teorii poznawczej nadinterpretacji (*cognitive misinterpretation theory*), zgodnie z którą hiperkapnia i hipoksja odbierane są przez organizm jako niebezpieczne, generujące reakcje w postaci lęku i paniki.

Reakcje o charakterze lękowym obserwowano również u uczestników wypraw na Mount Everest; objawy te miały tendencję do występowania już na wysokości około 4240 m n.p.m. (Fagenholz *et al.*, 2007). W niektórych pracach znaleźć można sugestię, iż wyższy poziom lęku doświadczanego na dużej wysokości silnie koreluje z bólem głowy odczuwanym przez część badanych (Bian *et al.*, 2013).

Na obecność lęku w przebiegu ostrej choroby górskiej zwracają też uwagę Dong i wsp. (2013). Badali oni grupę 426 mężczyzn (w wieku 18–35 lat) biorących udział w trzytygodniowej wyprawie trekkingowej. Wyniki wskazały, że wśród mężczyzn odczuwających lęk w obu punktach pomiarowych (3600 i 4400 m n.p.m.) częściej występowały objawy neurologiczne (ból i zawroty głowy, oślepienia, szumy uszne), zaburzenia trawienia (zaparcia, biegunki, wzdęcia, objawy żołądkowo-jelitowe), neuropsychiatryczne (męczliwość i osłabienie, skrócenie oddechu, trudności w zasypianiu, zmniejszenie aktywności, parastezje, zmiany psychiczne) oraz kardiologiczne (zaburzenia oddechowe, kaszel, duszność, palpacje). Wydaje się więc, iż osoby z wysokim poziomem lęku mogą doświadczać intensywniejszych objawów ostrej choroby górskiej niż osoby nieodczuwające silnego lęku.

Wnioski te znajdują potwierdzenie w badaniach prowadzonych na mniejszych próbach, w których zaobserwowano różnice w zakresie poziomu lęku między grupą cierpiącą na ostrą chorobę górską a grupą złożoną z osób niedoświadczających podobnych dolegliwości (Missoum *et al.*, 1992; Sansanayudh *et al.*, 2009). Rezultaty badań wydają się spójne, należy jednak zaznaczyć, że nie wiadomo, czy zwiększony lęk prowadzi do pogorszenia adaptacji na dużej wysokości, czy też kierunek zależności jest odwrotny – zaburzona adaptacja do warunków determinuje wyższy poziom lęku. Niemniej można stwierdzić, że współwystępowanie objawów lękowych i nasilonych objawów ostrej choroby górskiej jest zjawiskiem częstym, nie zaś incydentalnym.

Dodatkowo Dong i wsp. (2013) zaobserwowali, iż u większości badanych odczuwających lęk w pierwszym punkcie

miarowym objawy lękowe ulegały intensyfikacji wraz ze wzrostem wysokości. Wraz z nabieraniem wysokości przez badanych obserwowano także wzrost intensywności zaburzeń snu (głównie bezsenności), lecz nie była to różnica istotna statystycznie. Ponadto objawy lękowe korelowały dodatnio z intensywnością zaburzeń snu w przypadku pomiarów dokonanych na dużych wysokościach.

### Zaburzenia snu

Doniesienia na temat zaburzeń snu towarzyszących pobytowi na dużych wysokościach znaleźć można także w badaniach, w których raportowano pogorszenie rytmu oddechowego w trakcie snu i zmiany w zakresie rytmu snu (Goldenberg *et al.*, 1992; Mizuno *et al.*, 2005). Obserwuje się powtarzalne, częste przebudzenia podczas snu (związane ze zmniejszoną saturacją krwi), nieregularny oddech oraz zwiększenie płytkości snu w fazie NREM (*non-rapid eye movement*) (Panjwani *et al.*, 2007). Podobne objawy, charakterystyczne dla warunków hipoksji, występować mogą również w przebiegu ostrej choroby górskiej (Burgess *et al.*, 2004; Erba *et al.*, 2004; Nussbaumer-Ochsner *et al.*, 2012a, 2012b).

Kilka badań wskazuje na istnienie zaburzeń w zakresie rytmu snu u osób przebywających epizodycznie na dużych wysokościach. Szybko dochodzi do pogorszenia efektywności snu, wydłużenia jego pierwszych faz i skrócenia kolejnych (Berssenbrugge *et al.*, 1983; Joern *et al.*, 1970; Mizuno *et al.*, 1993). Wraz z poprawą aklimatyzacji objawy wykazują tendencję do ustępowania (Nussbaumer-Ochsner *et al.*, 2012a, 2012b).

Zaburzenia snu występujące na dużych wysokościach charakterystyczne są także dla ludności zamieszkującej tereny górskie. Autochtoni doświadczają mogą spłycenia snu, nieregularności oddechu i bezdechu w trakcie snu – pomimo braku wyrazistych zakłóceń w przebiegu poszczególnych faz (Arai *et al.*, 2002; Pływaczewski *et al.*, 2003; Sun *et al.*, 1996).

Badania przeprowadzone na grupie chińskich Hanów zamieszkujących tereny położone około 3780 m n.p.m. sugerują, że ludzie cierpiący na chroniczną chorobę wysokogórką (wykształconą w wyniku przeniesienia się na tereny wysokogórskie z terenów nizinnych) nie różnią się pod względem przebiegu poszczególnych faz snu od grup kontrolnych, złożonych z osób cierpiących na zaburzenia snu niezwiązane z chorobą górską oraz niedoświadczających żadnych zaburzeń snu. Wyjątkami okazały się skrócenie czasu latencji w fazie REM (*rapid eye movement*) oraz wzrost głębokości snu w fazie NREM w grupie osób zdrowych. Zaobserwowano istotne różnice w zakresie wysycenia krwi tlenem w trakcie snu – w grupie badanych z chroniczną chorobą górską było ono niższe niż w grupach kontrolnych. Dodatkowo intensywność objawów charakterystycznych dla CMS korelowała dodatnio ze wskaźnikiem bezdechu i spłycenia oddechu oraz ujemnie z poziomem saturacji krwi. Innymi słowy, im więcej występowało

objawów chorobowych, tym bardziej spłycony był oddech podczas snu i tym częściej występowały epizody bezdechu. Obecność dużej liczby objawów CMS wiązała się również z mniejszym wysyceniem krwi tlenem (Guan *et al.*, 2015).

### MÓZGOWA ASTENIA WYSOKOGÓRSKA

Oprócz ostrych, ustępujących reakcji organizmu na oddziaływanie czynników związanych ze środowiskiem wysokogórkim w literaturze alpinistycznej zwracano uwagę na możliwość występowania trwałych zmian w funkcjonowaniu układów organizmu w wyniku przedłużającego się pobytu na ekstremalnych wysokościach. Pierwsze doniesienia dotyczyły zmian w obrębie układów krążeniowego i oddechowego oraz narządu ruchu, co wiązać się mogło z koniecznością adaptacji do szczególnych warunków środowiska górskiego (Arias-Stella *et al.*, 1973; Hurtado, 1942; Pugh, 1964). Dopiero po dłuższym czasie zwrócono uwagę na możliwość istnienia podobnych zmian w ośrodkowym układzie nerwowym (Ryn, 1972).

Pionierskie badania nad wieloczynnikowym urazem wysokogórkim u alpinistów prowadził Morrison, który wykorzystując testy psychologiczne, próby sprawności umysłowej oraz badanie neurologiczne i elektroencefalograficzne, ocenił koordynację ruchową, równowagę i sprawność funkcji intelektualnych. Dość jednoznacznie wskazały one na zależność między nasileniem i trwałością zmian a wysokością, jaką osiągały poszczególne grupy alpinistów, i czasem pobytu w górach. Najwyraźniejsze objawy występowały u zdobywców szczytów. Były to m.in. nadmierna senność, chroniczne zmęczenie, obniżenie sprawności intelektualnej (najwyraźniejsze do tygodnia po zejściu w doliny) i pogorszenie pamięci (Morrison, 1968). Na podobne deficyty w obrębie funkcjonowania poznawczego – zubożenie pamięci krótkoterminowej, osłabienie elastyczności poznawczej i koordynacji wzrokowo-ruchowej – wskazywali inni autorzy w późniejszych pracach (Hornbein, 2001; Hornbein *et al.*, 1989; Regard *et al.*, 1989).

Także Ryn (1973, 1972) w swoich wczesnych badaniach wskazywał na istnienie trwałych i odległych w czasie zmian układu nerwowego spowodowanych działaniem urazowych czynników środowiska wysokogórkim (w szczególności zaś niedotlenieniem, ochłodzeniem i deterioracją). Zmiany te stwierdzono u alpinistów przebywających kilka dni w strefie wysokości 6500–7500 m n.p.m. bez użycia aparatury tlenowej. Odnotowano u nich zmniejszenie tempa procesów psychicznych (nawet do półtora roku po powrocie), spadek aktywności współwystępujący z apatycznością, labilność nastroju, wzmożoną pobudliwość, drażliwość i dysforyczność. W obrazie psychopatologicznym jeszcze przez dłuższy czas (od roku do dwóch lat) dominowały objawy zespołu apatyczno-astenicznego z tendencją do wahań nastroju, zaburzeń emocjonalnych i spadku sprawności umysłowej. Jakkolwiek w badaniach neurologicznych nie stwierdzono objawów ogniskowego uszkodzenia ośrodkowego układu nerwowego, badania wykonane z użyciem testów

Bentona i Bender wskazywały na osłabienie pamięci i koordynacji wzrokowo-ruchowej przypuszczalnie związane z obecnością zmian organicznych (Ryn, 1972).

Ze względu na specyficzną etiopatogenezę opisanego zespołu psychoorganicznego zaproponowano dla niego nazwę „mózgowa astenia wysokogórska” (*high-altitude cerebral asthenia*). Opisuje się ją jako odmianę organicznego uszkodzenia mózgu, spowodowaną długotrwałym wpływem czynników środowiska wysokogórskiego. Istotne wydają się tutaj także czynniki indywidualne, a zwłaszcza cechy psychiczne, wrażliwość na niedotlenienie i podatność na działanie niskich temperatur (Ryn, 1980).

### OBRAZ PSYCHOPATOLOGICZNY ASTENII WYSOKOGÓRSKIEJ

W obrazie psychopatologicznym astenii wysokogórskiej wyróżnić można objawy osiowe i peryferyjne. Objawy główne układają się w trzy charakterystyczne wiązki – w zależności od sfery, której dotyczą. Pierwszą grupę stanowią objawy związane ze sferą intelektualną:

- zmniejszenie sprawności i tempa myślenia;
- osłabienie pamięci;
- trudności z koncentracją uwagi;
- zawężenie zainteresowań.

Drugą grupę tworzą objawy dotyczące sfery emocjonalnej. Zauważalne jest przede wszystkim obniżenie podstawowego, charakterystycznego dla jednostki nastroju. Na tym tle pojawiają się skłonność do zniecierpliwienia, drażliwość, tendencja do reakcji impulsywnych i wybuchowość. Wyraźnemu obniżeniu ulega próg reaktywności emocjonalnej, co przejawia się z jednej strony wyczuleniem na nieistotne, często neutralne sygnały, z drugiej zaś spadkiem odporności na urazy psychiczne.

Trzeci obszar objawowy stanowi sfera popędu. Objawy ujawniają się tu głównie w sferze seksualnej i dotyczą spadku potencji. Obserwowano ponadto zaburzenia łaknienia, z którymi współwystępowały niepokój i subiektywnie odczuwane napięcie psychiczne.

Objawy peryferyjne obserwowane w astenii wysokogórskiej uprawniają do wyróżniania trzech jej postaci:

- charakteropatycznej;
- encefalopatycznej;
- neuroplegicznej.

Najczęstsza jest postać charakteropatyczna, w której przeważają zaburzenia sfery temperamentalnej i zmiany charakterologiczne. Pojawiają się niepokój psychoruchowy, drażliwość i wybuchowość. Powszechne wydają się zaburzenia zachowania, przykładowo nadużywanie alkoholu. Można sądzić, iż niemal równie częsta jest postać encefalopatyczna, której cechą charakterystyczną stanowią objawy ogniskowego uszkodzenia mózgu. U badanych cierpiących na tę postać astenii stwierdzono asymetrię odruchów ścięgnistych, nierówność szpar powiekowych, oczopląs, zaburzenia w polu widzenia czy ogniskowe zmiany w zapisie elektroencefalograficznym.

Postacią najrzadszą, rozpoznawaną w około 10% przypadków, jest postać neuroplegiczna. W jej przebiegu zaobserwowano niedowłady skrzyżowane, obejmujące kończyny górne i dolne. Podobne zaburzenia mogą być pozostałościami po porażeniach występujących na dużych wysokościach – zazwyczaj powyżej 7000 m n.p.m. (Ryn, 1972).

### DIAGNOZOWANIE ASTENII WYSOKOGÓRSKIEJ

Zespół astenii wysokogórskiej rozpoznawany jest na podstawie obrazu psychopatologicznego, który odnieść należy do okoliczności urazowych, czyli do warunków wysokogórskich. W diagnozie różnicowej trzeba brać pod uwagę uszkodzenia mózgu o innej etiologii: pourazowe, intoksykacyjne i naczyniowe. O ustaleniu właściwego rozpoznania decydują stwierdzenie związku czasowego między objawami a urazem wysokościowym (niedotlenieniem, zaburzeniami krążenia mózgowego, zmianami metabolicznymi, obrzękiem mózgu) oraz wykluczenie wpływu urazów innego typu.

W tym miejscu istotne wydaje się zwrócenie uwagi na wiązki między ostrą chorobą górską a astenią wysokogórską. Objawy AMS w skrajnych przypadkach prowadzić mogą do obrzęku mózgu – lub inaczej: wynikają z jego stopniowego narastania aż do punktu krytycznego, postrzeganego jako końcowe stadium choroby. Powiedzieć więc można, że zespół mózgowej astenii wysokogórskiej to zejście zaawansowanej formy obrzęku mózgu.

Wydaje się, że już jednorazowa deterioracja wysokościowa może spowodować trwałe uszkodzenie mózgu – jeszcze niemożliwe do uchwycenia w badaniu, jednak trudności diagnostyczne dotyczą raczej astenii wysokogórskiej w ogóle, a nie tylko jej łagodnych postaci. Trzeba bowiem podkreślić, iż objawy astenii najczęściej są nieznacznie nasilone i nie od razu zwracają uwagę otoczenia, zwłaszcza że ich źródła upatruje się często w przemęczeniu i wyczerpaniu trudami wyprawy. Jakkolwiek nasilenie podobnych objawów bezpośrednio po powrocie z najwyższych gór wydaje się zrozumiałe nawet na poziomie intuicyjnym, długotrwała ich obecność przemawia za uszkodzeniami organicznymi.

Organiczny charakter opisanych objawów potwierdzają wyniki testów Bentona i Bender. Według Ryna (1980) w 50% przypadków wskazywały one, iż prawdopodobnym źródłem trudności są uszkodzenia ośrodkowego układu nerwowego. W kolejnych 30% przypadków wyniki sytuowały się na pograniczu normy i patologii. Badanie elektroencefalograficzne wskazywało zaś na uogólnioną patologię w postaci spłaszczenia i rozrzucenia fal theta.

Nowsze badania z udziałem wspinaczy pokazują, że w diagnozie astenii wysokogórskiej przydatne mogą być tradycyjny rezonans magnetyczny oraz spektroskopia rezonansu magnetycznego *in vivo*. Obie techniki wykorzystali w swojej pracy Fayed i wsp. (2006). Zbadali oni 35 wspinaczy uczestniczących w wyprawach na Mount Blanc (4810 m n.p.m.),

Kilimandżaro (5895 m n.p.m.), Aconcaguę (6959 m n.p.m.) i Mount Everest (8848 m n.p.m.). Okazało się, że wraz ze wzrostem wysokości rośnie ryzyko uszkodzeń tkanki mózgowej, a obserwowane uszkodzenia są coraz poważniejsze. O ile w przypadku wypraw na Mount Blanc i Kilimandżaro wyniki badanych pozostawały w normie lub odnotowywano rzadkie i jedynie niewielkie odchylenia, o tyle u członków wypraw na Aconcaguę i Mount Everest częściej obserwowano rozproszoną atrofię korową i powiększenie przestrzeni Virchowa–Robina. Uczestnicy dwóch ostatnich wypraw częściej skarżyli się też na przelotne utraty pamięci i bradypsychię.

Wyniki przywołanych badań znajdują potwierdzenie w rezultatach uzyskanych przez innych badaczy. Koreańscy naukowcy składowali przykładowo, iż w wyniku powikłań w przebiegu HACE możliwe są zaniki tkanki w obrębie gałki bladej (Jeong *et al.*, 2002). Niektóre badania wskazują ponadto na możliwość pojawienia się symptomów subkrowej demencji, współwystępującej z objawami neuropsychiatrycznymi (Usui *et al.*, 2004).

Również badania z udziałem hiszpańskich wspinaczy przebywających epizodycznie powyżej 7000 m n.p.m. bez aparatów tlenowych wskazywały na możliwość wykorzystania rezonansu magnetycznego w diagnozie zaburzeń organicznych wynikających z pobytu na dużych wysokościach. Okazało się, iż nawet w 46% zbadanych przypadków możliwe jest stwierdzenie odchylenia od prawidłowego obrazu. W kilku przypadkach obserwowano atrofię korową i uszkodzenia okołokomorowe (Garrido *et al.*, 1993).

## LECZENIE I PROFILAKTYKA

Chorobie górskiej i jej powikłaniom zapobiega się, stosując farmakoterapię i racjonalnie planując trasę wyprawy. Ważne jest odpowiednie tempo: przy wspinaczce na szczyty powyżej 3000 m n.p.m. zaleca się pokonywanie 300–500 m przewyższenia dziennie (Smedley i Grocott, 2013). Profilaktycznie podaje się acetazolamid w dawce 125 mg dwa razy na dobę. Obrzękowi płuc zapobiega nifedypina w dobowej dawce 60 mg (Hultgren, 1979).

Leczenie objawowe polega na jak najszybszym zmniejszeniu wysokości, podaży 100-procentowego tlenu i leków. Stosuje się acetazolamid w dawce 250 mg dwa razy dziennie oraz jednorazowo 8 mg deksametazonu, podawanego następnie w mniejszych, podzielonych dawkach. W przypadku wystąpienia obrzęku płuc podaje się nifedypinę (Hultgren, 1979; Smedley i Grocott, 2013).

Wydaje się, że dość ograniczone są natomiast doświadczenia w leczeniu astenii wysokogórskiej, w związku z czym efekty stosowania środków usprawniających pracę mózgu nie upoważniają do wyciągania daleko idących wniosków. Należy podkreślić znaczącą rolę profilaktyki, obejmującej specjalistyczne (w tym neurologiczne i psychologiczno-psychiatryczne) badania przed wyprawą oraz nacisk na umiejętne przeprowadzanie aklimatyzacji. Jej poprawny przebieg w dużej mierze pozwala bowiem na uniknięcie objawów

psychotycznych i deterioracyjnych, których wystąpienie może być związane z uszkodzeniami organicznymi w postaci zespołu astenii (Ryn, 1980).

Równie ważne jak badanie specjalistyczne przed wyprawą wydaje się badanie przeprowadzone bezpośrednio po powrocie. W przypadku wypraw alpejskich i himalajskich pozwala to nie tylko na jak najwcześniejsze wdrożenie oddziaływań związanych z minimalizacją skutków deterioracji wysokościowej, ale przede wszystkim na poszerzenie wiedzy o astenii wysokogórskiej, co zwiększa możliwości interpretacji niezrozumiałego często zachowania alpinistów w trakcie wypraw i po powrocie (Lis, 1999).

Uwzględnienie opinii psychiatrycznej przed wyprawą i po niej pośrednio pozwoliłoby na wykluczenie z nielicznych publicznych, medialnych debat nad przyczynami wypadków górskich czynników związanych z zaburzeniami psychicznymi. Objawy ostrej choroby wysokościowej lub astenii wysokogórskiej mogą odgrywać istotną rolę w ocenie odpowiedzialności uczestników za ewentualne wypadki. Co więcej, oprócz uwzględnienia zależności zaburzeń psychicznych doświadczanych na wysokościach od cech osobowości alpinisty i stanu jego zdrowia w okresie przedwyprawowym niezwykle potrzebne (a nawet obligatoryjne!) wydaje się uwzględnienie opinii psychologiczno-psychiatrycznej w procesie kwalifikacji do wyprawy.

### Konflikt interesów

*Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.*

### Piśmiennictwo

- Arai Y, Tatsumi K, Sherpa NK et al.: Impaired oxygenation during sleep at high altitude in Sherpa. *Respir Physiol Neurobiol* 2002; 133: 131–138.
- Arias-Stella J, Krüger H, Recavarren S: Pathology of chronic mountain sickness. *Thorax* 1973; 28: 701–708.
- Berssenbrugge A, Dempsey J, Iber C et al.: Mechanisms of hypoxia-induced periodic breathing during sleep in humans. *J Physiol* 1983; 343: 507–524.
- Bhandari S, Zhang X, Cui C et al.: Sherpas share genetic variations with Tibetans for high-altitude adaptation. *Mol Genet Genomic Med* 2016; 5: 76–84.
- Bian SZ, Zhang JH, Gao XB et al.: Risk factors for high-altitude headache upon acute high-altitude exposure at 3700 m in young Chinese men: a cohort study. *J Headache Pain* 2013; 14: 35.
- Brundrett G: Sickness at high altitude: a literature review. *J R Soc Promot Health* 2002; 122: 14–20.
- Burgess KR, Johnson P, Edwards N et al.: Acute mountain sickness is associated with sleep desaturation at high altitude. *Respirology* 2004; 9: 485–492.
- Dong JQ, Zhang JH, Qin J et al.: Anxiety correlates with somatic symptoms and sleep status at high altitudes. *Physiol Behav* 2013; 112–113: 23–31.
- Erba P, Anastasi S, Senn O et al.: Acute mountain sickness is related to nocturnal hypoxemia but not to hypoventilation. *Eur Respir J* 2004; 24: 303–308.
- Fagenholz PJ, Murray AF, Gutman JA et al.: New-onset anxiety disorders at high altitude. *Wilderness Environ Med* 2007; 18: 312–316.

- Fayed N, Modrego PJ, Morales H: Evidence of brain damage after high-altitude climbing by means of magnetic resonance imaging. *Am J Med* 2006; 119: 168.e1–168.e6.
- Garrido E, Castelló A, Ventura JL et al.: Cortical atrophy and other brain magnetic resonance imaging (MRI) changes after extremely high-altitude climbs without oxygen. *Int J Sports Med* 1993; 14: 232–234.
- Goldenberg F, Richalet JP, Onnen I et al.: Sleep apneas and high altitude newcomers. *Int J Sports Med* 1992; 13 Suppl 1: S34–S36.
- Greene R: Mental performance in chronic anoxia. *Br Med J* 1957; 1: 1028–1031.
- Guan W, Ga Q, Li R et al.: Sleep disturbances in long-term immigrants with chronic mountain sickness: a comparison with healthy immigrants at high altitude. *Respir Physiol Neurobiol* 2015; 206: 4–10.
- Hornbein TF: The high-altitude brain. *J Exp Biol* 2001; 204: 3129–3132.
- Hornbein TF, Townes BD, Schoene RB et al.: The cost to the central nervous system of climbing to extremely high altitude. *N Engl J Med* 1989; 321: 1714–1719.
- Hüfner K, Brugger H, Kuster E et al.: Isolated psychosis during exposure to very high and extreme altitude – characterisation of a new medical entity. *Psychol Med* 2017; 1–8.
- Hultgren HN: High altitude medical problems. *West J Med* 1979; 131: 8–23.
- Hurtado A: Chronic mountain sickness. *JAMA* 1942; 120: 1278–1282.
- Huszczka A: Ciśnienie atmosferyczne i jego działanie na ustrój. Fizjopatologia ciśnień atmosferycznych. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1951.
- Jeong JH, Kwon JC, Chin J et al.: Globus pallidus lesions associated with high mountain climbing. *J Korean Med Sci* 2002; 17: 861–863.
- Joern AT, Shurley JT, Brooks RE et al.: Short-term changes in sleep patterns on arrival at the South Polar Plateau. *Arch Intern Med* 1970; 125: 649–654.
- Lis A: Psychologia sportów górskich. *Taternik* 1999; 74 (4): 12–15.
- Missoum G, Rosnet E, Richalet JP: Control of anxiety and acute mountain sickness in Himalayan mountaineers. *Int J Sports Med* 1992; 13 Suppl 1: S37–S39.
- Mizuno K, Asano K, Inoue Y et al.: Consecutive monitoring of sleep disturbance for four nights at the top of Mt Fuji (3776 m). *Psychiatry Clin Neurosci* 2005; 59: 223–225.
- Mizuno K, Asano K, Okudaira N: Sleep and respiration under acute hypobaric hypoxia. *Jpn J Physiol* 1993; 43: 161–175.
- Morrison P: Responses of mountaineers to multiple stressors. A program in human ecology. *Arch Environ Health* 1968; 17: 599–602.
- Niedermeier M, Weisleitner A, Lamm C et al.: Is decision making in hypoxia affected by pre-acclimatisation? A randomized controlled trial. *Psychol Behav* 2017; 173: 236–242.
- Nussbaumer-Ochsner Y, Schuepfer N, Ursprung J et al.: Sleep and breathing in high altitude pulmonary edema susceptible subjects at 4,559 meters. *Sleep* 2012a; 35: 1413–1421.
- Nussbaumer-Ochsner Y, Ursprung J, Siebenmann C et al.: Effect of short-term acclimatization to high altitude on sleep and nocturnal breathing. *Sleep* 2012b; 35: 419–423.
- Panjwani U, Thakur L, Anand JP et al.: Sleep architecture at 3500 meters in a sample of Indians. *Sleep Biol Rhythms* 2007; 5: 159–165.
- Pływaczewski R, Wu TY, Wang XQ et al.: Sleep structure and periodic breathing in Tibetans and Han at simulated altitude of 5000 m. *Respir Physiol Neurobiol* 2003; 136: 187–197.
- Pugh LG: Man at high altitude: studies carried out in the Himalaya. *Sci Basis Med Annu Rev* 1964; 32–54.
- Regard M, Oelz O, Brugger P et al.: Persistent cognitive impairment in climbers after repeated exposure to extreme altitude. *Neurology* 1989; 39: 210–213.
- Ryn ZJ: Góry – antropologia. *Medycyna Praktyczna, Kraków* 2016.
- Ryn Z: Mental disturbances at high altitudes. *Alp J* 1975; 80: 244–248.
- Ryn Z: Mózgowa astenia wysokogórska. *Taternik* 1980; 4: 153–154.
- Ryn Z: Psychopatologiczne aspekty wspinaczki górskiej. *Taternik* 1969; 2: 50–52.
- Ryn Z: Z badań nad reakcjami emocjonalnymi u alpinistów. Cz. II. Zaburzenia psychiczne u alpinistów w warunkach wysokogórskich. *Wychow Fiz Sport* 1973; 1: 90–97.
- Ryn Z: Zaburzenia psychiczne w chorobie górskiej (wysokościowej). *Psychiatr Pol* 1967; 1: 331–335.
- Ryn Z: Zaburzenia psychiczne w relacjach alpinistów. Od psychopatologii do mistyki. *Walne Zebranie Polskiego Towarzystwa Medycyny i Ratownictwa Górskiego*. Szczyrk, 26 November 2011.
- Ryn Z: Zespół astenii wysokogórskiej (*Asthenia altitudinis*). *Pol Tyg Lek (Wars)* 1972; 27: 1329–1332.
- Sansanayudh N, Luvira V, Woracharoen Sri N et al.: Prevalence of prehypertensive state and other cardiovascular risk factors in the First Infantry Regiment, the King's own bodyguard. *J Med Assoc Thai* 2009; 92 Suppl 1: S28–S38.
- Smedley T, Grocott MP: Acute high-altitude illness: a clinically orientated review. *Br J Pain* 2013; 7: 85–94.
- Sracic MK, Thomas D, Pate A et al.: Syndrome of acute anxiety among marines after recent arrival at high altitude. *Mil Med* 2014; 179: 559–564.
- Sun S, Oliver-Pickett C, Ping Y et al.: Breathing and brain blood flow during sleep in patients with chronic mountain sickness. *J Appl Physiol* (1985) 1996; 81: 611–618.
- Tashi T, Feng T, Koul P et al.: High altitude genetic adaptation in Tibetans: no role of increased hemoglobin-oxygen affinity. *Blood Cells Mol Dis* 2014; 53: 27–29.
- Usui C, Inoue Y, Kimura M et al.: Irreversible subcortical dementia following high altitude illness. *High Alt Med Biol* 2004; 5: 77–81.