

Charakterystyka wypadków lawinowych i przegląd sprzętu lawinowego

Characteristics of avalanche accidents and a overview of avalanche equipment

Mateusz Biela^{1(a,c,d)}, Michał Oleksy^{1(a,c,d)}, Monika Oleksy^{2,3(e)}, Aleksandra Michalak^{4(b,d,f)}, Jakub Krzeszowiak^{4(b,c,f)}

¹ Studenckie Koło Naukowe Medycyny Górskiej przy Katedrze i Zakładzie Higieny, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

Opiekun: mgr Aleksandra Michalak

² Pracownia Przesiewowych Testów Aktywności Biologicznej i Gromadzenia Materiału Biologicznego, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu;

³ Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej i Parazytologii, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu

⁴ Katedra i Zakład Higieny, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
Kierownik katedry i zakładu Higieny: prof. dr hab. n. med. K. Pawlas

^(a) koncepcja

^(b) nadzór nad pisaniem pracy

^(c) zebranie i przegląd danych literaturowych

^(d) opracowanie tekstu i piśmiennictwa

^(e) tłumaczenie streszczenia

^(f) sprawdzenie merytoryczne

STRESZCZENIE

Lawiny śnieżne są jednym z najbardziej spektakularnych zjawisk, do których może dojść w terenie górskim. Niestety są one często spowodowane przez człowieka i stanowią dla niego samego bardzo wielkie zagrożenie. W samych Tatrach polskich stanowiły one 18% przyczyn wszystkich wypadków śmiertelnych na przełomie lat 1996-2013.

Losy osoby zasypanej zależą zarówno od jej wyposażenia, takiego jak: detektor lawinowy, plecak ABS czy AvaLung, jak i od wyposażenia osób poszukujących (sondy lawinowe, detektor i łopaty), co zostało udowodnione w praktyce i badaniach.

Co czwarta osoba porwana przez lawinę ginie, a jej losy zależą od głębokości zasypania, czasu przebywania pod śniegiem, obecności przestrzeni powietrznej oraz stopnia doznanych obrażeń mechanicznych.

Najczęstszą przyczyną śmierci jest uduszenie się pod zwałami śniegu, kolejną są urazy odniesione w trakcie porwania przez lawinę, a dopiero w następnej kolejności – hipotermia.

Słowa kluczowe: wypadki lawinowe, sprzęt lawinowy, uduszenie, urazy, śmiertelność.

ABSTRAKT

Avalanches are one of the most spectacular phenomena which may occur in the mountains. Unfortunately they are often caused by humans and pose for him a big danger. In the Polish Tatras alone they represent 18% of all causes of death among 1996-2013.

One fourth of the people caught by an avalanche dies, and their chances of survival depends on the depth of burial, burial time, the presence of an air pocket and the degree of injuries. The most common cause of death is asphyxiation, the next is injuries and hypothermia is the rarest cause of death.

The fate of the buried people depends on their equipment such as avalanche transceiver, ABS backpack and AvaLung, and also from the equipment of the people who are seeking (avalanche probes, avalanche transceiver and shovels), which has been proven in practice and research.

Keywords: accidents avalanche, avalanche equipment, asphyxia, injuries, mortality.

Wstęp

Stale rosnące zainteresowanie zimową turystyką górską pociąga za sobą wzrost zagrożenia wynikający ze wzrostu możliwości zejścia lawin. W polskich Tatrach w latach 1996-2013 18% (48/273) wszystkich wypadków śmiertelnych było spowodowanych przez lawiny. Szanse porwanego przez lawinę zależne są od: a) głębokości zasypania, b) czasu przebywania pod śniegiem, c) obecności przestrzeni powietrznej wokół twarzy i drożnych dróg oddechowych, d) stopnia doznanych obrażeń mechanicznych [1].

Przypadek gdy głowa i klatka piersiowa znajdują się pod śniegiem określa się mianem zasypania całkowitego; w innych przypadkach mowa jest o zasypaniu częściowym [2].

Analiza wypadków lawinowych z okresu 1996-2013 przeprowadzona przez Tatrzańskie Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe (TOPR) pokazała całkowitą śmiertelność na poziomie 27,4%, która dla osób całkowicie zasypanych wzrosła do 76,8%, natomiast dla częściowo zasypanych lub niezasypanych zmalała do 2,7%. Szwajcarskie dane z Instytutu Badania Śniegu i Lawin w Davos (SLF) dotyczące tego samego wskaźnika w latach 1981-1998 pokazują znacznie niższą śmiertelność w przypadku osób, które w całości znalazły się pod śniegiem, a także niższą śmiertelność ogólną (Tab. I) [2]. Przyczyny tej dysproporcji pozostają niewyjaśnione, choć prawdopodobne wydają się: brak wiedzy polskich turystów dotyczącej postępowania w przypadku porwania przez lawinę, niewystarczające wyposażenie polskich turystów (brak detektorów lawinowych) oraz gorszy dostęp do urządzeń mogących wydłużyć czas przeżycia pod śniegiem lub utrudniających zasypanie ofiary (sztuczna kieszeń powietrzna, ABS).

Cel pracy

Przybliżenie tematyki wypadków lawinowych i przyczyn śmierci ofiar tych wypadków oraz omówienie technologii zwiększających szanse przeżycia wraz ze wskazaniem niezbędnego ekwipunku dla osób poruszających się po terenie lawinowym.

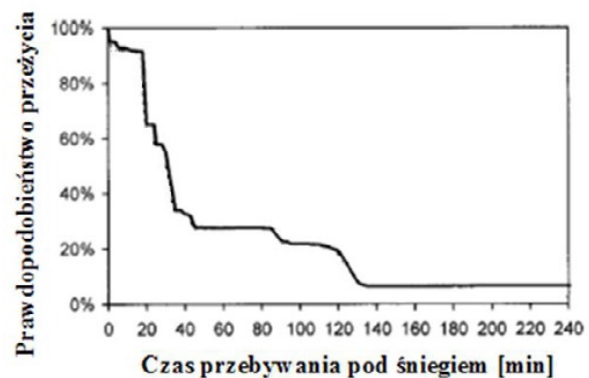
1. Patofizjologia

Porównując dane statystyczne z Kanady, USA oraz Europy niezależnie od proporcji najczęstszą przyczyną

śmierci są uduszenia (Kanada 75%, USA 86%, Europa 92%), następnie są urazy (24%; 5%,5%) oraz hipotermia (1%;0%;3%) [3,4,5].

1.1. Prawdopodobieństwo przeżycia

Szwajcarskie dane z lat 1981-1998 opracowane na podstawie 638 przypadków całkowitych zasypani w terenie otwartym pozwoliły wykreślić krzywą prawdopodobieństwa przeżycia (Ryc. 1) [2]. Szanse przeżycia zmieniają się znacząco w zależności od obecności przestrzeni powietrznej wokół twarzy oraz czasu przebywania pod śniegiem. Według Falk i in. w ciągu pierwszych kilkunastu minut przeżywalność wynosi aż 91%, ale już między 18 a 35 minutą następuje gwałtowny spadek do 34%; ten fragment krzywej odnosi się do ofiar bez kieszeni powietrznej wokół twarzy, u których nastąpiło gwałtowne uduszenie [6,7]. Między 35 a 90 minutą od zasypania krzywa prawdopodobieństwa przeżycia utrzymuje się w fazie plateau (zasypania z obecnością przestrzeni powietrznej), a następnie spada do ok. 20% i pozostaje na tym samym poziomie w przedziale 90-130 minut; w 130 minutecie szanse przeżycia maleją do 7% (ofiary, u których następuje powolne uduszenie w zamkniętej przestrzeni) [6,8].



Ryc. 1. Krzywa prawdopodobieństwa przeżycia dla osób całkowicie zasypanych w zależności od czasu (min) w Szwajcarii w latach 1981-1998 (n=638) [7]

Fig. 1. Survival probability curve for completely-buried avalanche victims in Switzerland 1981-1998 (n=638) in relation to time (min) [7]

1.2 Przestrzeń powietrzna

Standardowa definicja kieszeni powietrznej określa dowolnej wielkości przestrzeń otaczającą usta i nos, przy drożnych drogach oddechowych ofiary, natomiast okre-

Tab. I. Porównanie danych TOPR (1996-2013 r.) i SLF (1981-1998 r.)

Tab. I. The comparison of data from TOPR (1996-2013) and SLF (1981-1998).

	Polska						Szwajcaria					
	Całkowita liczba porwanych		Całkowicie zasypani		Częściowo zasypani lub niezasypani		Całkowita liczba porwanych		Całkowicie zasypani		Częściowo zasypani lub niezasypani	
Żywi przy odnalezieniu	120	71.4%	11	19.6%	109	97.3%	1453	77.0%	350	47.6%	1103	95.8%
Bez oznak życia przy odnalezieniu	48	28,6%	45	80.4%	3	2.7%	433	23.0%	385	52.4%	48	4.2%
Całość	168	100%	56	100%	112	100%	1886	100%	735	100%	1151	100%

ślenia „brak przestrzeni powietrznej” można poprawnie użyć jedynie w przypadku stwierdzenia obstrukcji dróg oddechowych przez śnieg [9]. Wygięcie krzywej przeżycia w 35 minucie (Ryc. 1) wskazuje, iż nikt bez przestrzeni powietrznej nie może przeżyć pod śniegiem dłużej niż 35 minut [6,8]. Według danych pochodzących z Instytutu Badań Śniegu i Lawin w Davos w Szwajcarii kieszeń powietrzna u zasypanych narciarzy jest zwykle bardzo małych rozmiarów (średnica rzędu kilku centymetrów) i może łatwo zostać przeoczona w trakcie akcji ratowniczej [2,8].

W zależności od gęstości śniegu zawartość powietrza w nienaruszonej pokrywie śnieżnej może sięgać nawet 90%, natomiast w lawinisku wynosi poniżej 60% [10,11]. Obecność kieszeni powietrznej umożliwia wymianę gazową, podczas której zasypany wdycha powietrze zawarte w śniegu, a wydychany dwutlenek węgla dyfunduje do otoczenia. Według Grissom i in. dyfuzja CO₂ do śniegu jest odwrotnie proporcjonalna do gęstości śniegu [11]. Para wodna w wydychanym powietrzu ulega kondensacji i zamarznięciu na ścianach kieszeni powietrznej, co skutkuje powstaniem tzw. „maski lodowej” (ang. ice lens), która blokuje dyfuzję dwutlenku węgla do śniegu i pobieranie z niego powietrza [7,10,11].

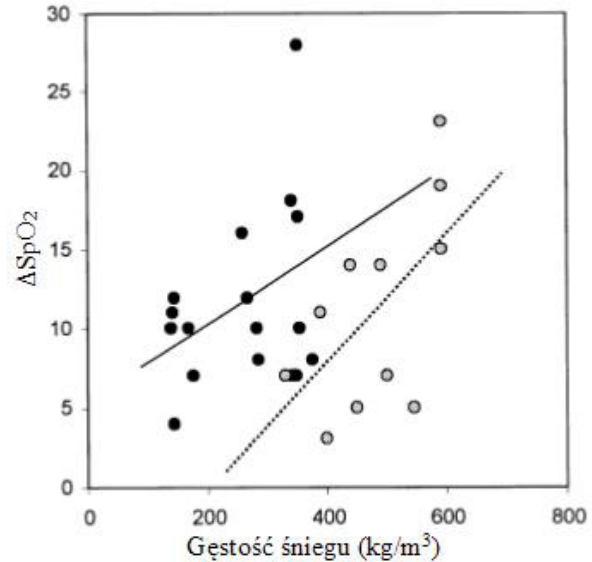
Wciąż przeprowadzono zbyt mało eksperymentów badających zależność między objętością przestrzeni powietrznej, a czasem przeżycia zasypanych. Wykonane na przełomie lat 1998-1999 badania w stanie Utah, USA, pokazały, że średni czas oddychania w zamkniętej przestrzeni o pojemności 500cm³ wyniósł 10 minut (5-14min) [11]. Podczas badań mierzono zarówno saturację (SpO₂), końcowo wydechowe ciśnienie parcjale dwutlenku węgla (ETCO₂) jak i ciśnienie parcjale wdychanego dwutlenku węgla (PICO₂). Wśród siedmiu ochotników biorących udział w badaniu SpO₂ spadła od średnio 96% (90-99%) do 84% (79-92%), ETCO₂ wzrosło z 32mmHg (27-38mmHg) do 54mmHg (44-63mmHg), natomiast PICO₂ wzrosło z 2mmHg (0-3mmHg) do 44mmHg (37-50mmHg) [11].

Przeprowadzono również inne badanie porównujące te same parametry u 12 ochotników, którzy oddychali najpierw w przestrzeni powietrznej o objętości 1000cm³ a następnie 2000cm³ [12]. U grupy z mniejszą przestrzenią powietrzną zauważono istotny spadek SpO₂ jak i wzrost ETCO₂, w stosunku do grupy oddychającej z większą przestrzenią; tylko 3 osoby były w stanie osiągnąć planowany czas trwania doświadczenia (30minut) [8,12]. Wbrew wynikom wyżej wymienionych badań, praktyka pokazuje, że osoby całkowicie zasypane z nawet bardzo małą przestrzenią powietrzną, były odkopywane żywe po czasie przekraczającym dwie godziny [2,8].

1.3 Gęstość śniegu

Warunki atmosferyczne panujące w górach wpływają także na gęstość pokrywy śnieżnej. Doświadczenie przeprowadzone przez H. Brugger i in. miało na celu zbadanie zależności pomiędzy gęstością śniegu, a saturacją podczas oddychania w sztucznie utworzonej kieszeni powietrznej ze śniegu o różnej gęstości [13]. Wyniki bada-

nia przeprowadzonego na kilkunastu ochotnikach różnej płci potwierdziły hipotezę, że spadek saturacji w czasie 0-4 min. podczas oddychania pod śniegiem o mniejszej gęstości (średnio 275kg/m³) był mniejszy niż w trakcie oddychania pod śniegiem o większej gęstości (średnio 470 kg/m³) (Ryc. 2) [13].



Ryc. 2. Zależność pomiędzy gęstością śniegu (kg/m³) a spadkiem saturacji (SpO₂%) w trakcie 4 minut. Szare punkty i przerywana krzywa-pomiary śniegu o większej gęstości (n=12); czarne punkty i krzywa ciągła- pomiary w śniegu o mniejszej gęstości (n=16) [13]

Fig. 2. Correlation between decrease in peripheral O₂ saturation (SpO₂%) in the first 4 min and snow density (kg/m³). Grey circles, with dotted curve, refer to measurements in snow with higher density (n=12), black circles and solid curve refer to measurements in snow with lower density (n=16) [13]

1.4 Hipotermia i zaburzenia krążeniowe

Hipotermia i zaburzenia krążeniowe nie odgrywają tak istotnej roli w patofizjologii zasypania pod śniegiem jak uduszenia. Aby hipotermia i jej konsekwencje mogły się rozwinąć potrzebny jest czas.

Na podstawie wyników badań retrospektywnych ustalono, że średni spadek temperatury wynosi 3°C/godz., czyli czas potrzebny do osiągnięcia wewnętrznej temperatury ciała, podczas której mogą wystąpić zaburzenia w postaci migotania komór (32°C) wynosi średnio 90 minut [8,14,15]. Grissom i in. wykazali zaś, że hiperkapnia, która rozwija się w trakcie zasypania powoduje szybszy rozwój hipotermii [14]. Interesujące i wymagające dalszych badań są ich wyniki dotyczące samych wartości spadku wewnętrznej temperatury ciała, która odpowiednio dla osób z normokapnią spadała o 0,7°C/godz. (0,6-0,8°C/godz.) zaś dla osób hiperkapnią wynosiła ona 1,2°C/godz. (1,1-1,3°C/godz.) [14].

1.5 Urazy

Według kanadyjskich danych z lat 1984 – 2005, zgromadzonych i przeanalizowanych przez J. Boyd i in. przyczyną 24% zgonów w wypadkach lawinowych są urazy [4]. Na podstawie 117 autopsji i 87 badań zewnętrznych

ustalono, że spośród urazów jednonarządowych najczęściej obrażenia dotyczyły klatki piersiowej (46%, 11/24), których stopień ciężkości (injury severity score) w skali Abbreviated Injury Scale (AIS) wynosił średnio 4 (3,5-4), co w słowniku AIS określane jest jako ciężkie, (ang. severe) [4,16]. Na drugim miejscu znalazły się urazy głowy, które stanowiły średnio 42% (10/24) – ich stopień ciężkości wg AIS wynosił średnio 3 (3-4), co określane jest jako poważne (ang. serious). Najcięższymi urazami jednonarządowymi okazały się obrażenia szyi (8%, 2/24), otrzymujące przeciętnie 5 pkt. w Abbreviated Injury Scale – obrażenia krytyczne (ang. critical). Natomiast urazy jamy brzusznej stanowiły niewielki odsetek (4%, 1/24), a ich stopień ciężkości AIS wynosił średnio 3 (obrażenia poważne).

W 68% przypadków obrażeń śmiertelnych, odnotowano uderzenie w przeszkodę znajdującą się na drodze lawiny [4].

Z analizy J. Boyd i in. wynika, że średnia ciężkość obrażeń w Abbreviated Injury Scale, wśród obrażeń śmiertelnych wynosiła łącznie 30 pkt. (22-75), a wśród śmierci spowodowanych uduszeniem, średnia ciężkość obrażeń wynosiła 15 pkt. AIS (w 12 z 92 autopsji – 13%) [4]. Według ww. autora urazy stanowiły istotny czynnik towarzyszący przypadkom śmierci spowodowanych uduszeniem. Uwzględniając wszystkie śmiertelne wypadki lawinowe w Kanadzie w latach 1984-2005 (204), śmierć spowodowana obrażeniami mechanicznymi w połączeniu z uduszeniem stanowiła 10%. Dane te nie odzwierciedlają jednak przyczyn śmierci w Europie, w której odsetek śmierci spowodowanych przez urazy wynosi 5% [4,5,17].

2 Sprzęt lawinowy

Sprzęt lawinowy możemy podzielić na trzy rodzaje, tj.:

- A. Sprzęt skracający czas przebywania pod śniegiem – tzw. ABC lawinowe i Avalanche Ball,
- B. Sprzęt zmniejszający ryzyko zasypania – plecaki z systemem ABS,
- C. Sprzęt przedłużający czas przeżycia pod śniegiem – AvaLung™.

2.1 ABC lawinowe

Wychodząc w teren lawinowy każda osoba powinna bezwarunkowo posiadać tzw. ABC lawinowe oraz umieć sprawnie się nim posługiwać. W skład takiego zestawu wchodzi detektor lawinowy, sonda lawinowa oraz łopata.

Detektory lawinowe są to urządzenia nadawczo-odbiorcze, które pracują na częstotliwości 457 kHz. Powinny być noszone pod wierzchnią warstwą odzieży, gdyż w innym wypadku w trakcie porwania przez lawinę mogą być zerwane i znajdować się w innym miejscu niż ofiara. Urządzenia te zawsze powinny być włączone na opcji nadawanie w trakcie przybywania w zagrożonym terenie. Dopiero osoby poszukujące osób zasypanych włączają tryb odbioru, wykorzystując ok. 50-metrowy zasięg detektora.

Sonda lawinowa jest ok. 240-centymetrową tyczką, która służy to przeszukiwania lawiniska, umożliwiającą (po długim czasie) znaleźć osobę bez detektora lawinowego, bądź bardzo dokładnie zlokalizować osobę z detektorem. Łopaty służą do sprawnego odkopania zasypanej osoby.

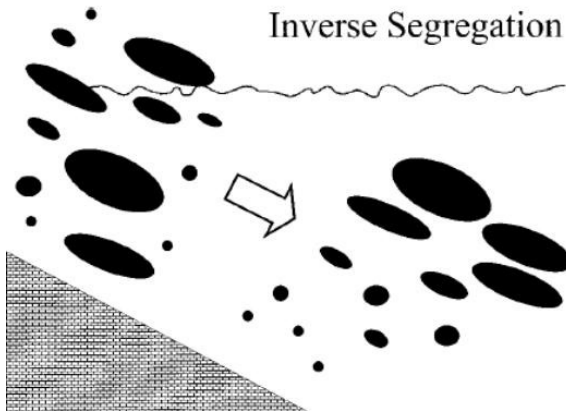
Nie wiadomo nigdy kto zostanie zasypany, dlatego każdy uczestnik musi posiadać pełny komplet sprzętu. Brak któregokolwiek z elementów ABC lawinowego znacznie wydłuża czas odnalezienia zasypanego. Z retrospektywnych badań wynika, że średni czas odnalezienia ofiary z detektorem wynosi 25 minut, zaś osób bez niego aż 125 minut (śmiertelność 55,2% versus 70,6%)[17]. Brak sondy lawinowej u osób poszukujących wydłuża czas odnalezienia osoby poszkodowanej o 10 minut, a brak łopaty o 30 minut.

2.2 Avalanche Ball – piłka lawinowa

Jest to udoskonalenie tzw. sznurka lawinowego, dzięki pociągnięciu za uchwyt z uprząży biodrowej bądź plecaka otwiera się sprężyste piłka jaskrawego koloru napełniona powietrzem, przymocowana do niej taśmą. Urządzenie nie zapobiega zasypaniu ani asfiksji, ale ułatwia lokalizację zasypanego [7]. Średni czas znalezienia i odkopania manekinów wyposażonych w piłkę lawinową wyniósł 10-12 minut [7]. Obecnie sprzęt ten jest mało popularny ze względu na bardziej skuteczne i nowocześniejsze systemy.

2.3 Plecaki z ABS (air bag system) – plecaki wypornościowe

Od początku lat 90' minionego wieku jest obecny w handlu plecak, zintegrowany z systemem jednego bądź dwóch balonów o łącznej pojemności 120-150 litrów. Gdy w razie niebezpieczeństwa pociągnięciem się za uchwyt, są one w ciągu 3 sekund napełniane mieszanką gazów i zgodnie z zasadą segregacji (ang. Inverse segregation), taka osoba jest wypychana na powierzchnię lawiny i z dużym prawdopodobieństwem nie ulegnie całkowitemu zasypaniu (Ryc. 3., Ryc. 4.) [7,17]. Ze statystyk europejskich opracowanych przez Brugger i in. wynika, że wskaźnik śmiertelności osób wyposażonych w plecaki z ABS jest istotnie niższy niż osób bez (2,9% versus 18,9%)[17]. Spośród osób porwanych przez lawiny w ww. badaniu, 35 miało plecak z ABS; 34 osoby przeżyły (97,1%), zaś jedyna ofiara (2,9%) poniosła śmierć wyniku obrażeń wskutek uderzenia o drzewo w trakcie schodzenia lawiny [17]. W 7 przypadkach (20%) balony nie napełniły się, 2 z przyczyn technicznych (pusty kartusz z gazem oraz oderwanie się balonów od plecaka), 5 z przyczyn zależnych od użytkownika (w trakcie porwania przez lawinę stres jest tak wielki, że człowiek może nie być w stanie podejmować racjonalnych decyzji) [17]. 6(21,4%) spośród 28 osób z prawidłowo napełnionymi balonami było całkowicie zasypanych, ale we wszystkich przypadkach balony były widoczne na powierzchni lawiniska, co umożliwiło ich szybkie odnalezienie i uratowanie [17]



Ryc. 3. Zasada segregacji, większe obiekty w lawinie są wypychane na jej powierzchnię, dzięki czemu zastosowanie znalazły plecaki z ABS [7]

Fig. 3. Inverse segregation, which distributes the larger particles in the upper layers and is the basis for the successful functioning of the air bag system (ABS) [7]



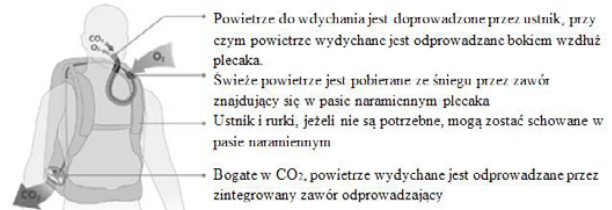
Ryc. 4. Manekin wyposażony w plecak ABS w trakcie badań Instytutu Śniegu i Lawin w Davos, Szwajcaria [7]

Fig. 4. A dummy with a ABS backpack during field testing of the Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research, Davos, Switzerland [7]

2.4 AvaLung – sztuczna kieszeń powietrzna

Są to tzw. „płuca w lawinie”, które umożliwiają oddychanie pod zwałami śniegu, wydłużając czas przeżycia. Jest to plecak bądź też osobne urządzenie złożone z systemu rurek i zastawek umożliwiające oddychanie powietrzem zawartym w śniegu (Ryc. 5). Grissom i in. w trak-

cie swoich badań porównali oddychanie za pomocą przestrzeni powietrznej i sztucznej kieszeni powietrznej, gdzie ta druga znacznie lepiej wypadła (Tab. 2.) [13].



Ryc. 5. Plecak wyposażony w system AvaLung, Black Diamond [18,19]

Fig. 5. A AvaLung backpack, Black Diamond [18,19]

Niestety urządzenie to ma swoją wadę: w trakcie porwania przez lawinę wiele osób nie jest w stanie włożyć sobie ustnika do ust, który jest niezbędny do prawidłowej wentylacji.

3. Podsumowanie

Lawiny od zawsze stanowiły element ryzyka w różnego rodzaju zimowej aktywności górskiej, a wypadki z ich udziałem wciąż są istotną przyczyną śmierci wśród innych wypadków.

Jak pokazują statystyki z różnych krajów, najczęściej do śmierci dochodzi w wyniku uduszenia, a więc w sytuacji zasypania całkowitego. W przytoczonych badaniach wykazano, że użytkowanie plecaka ABS skutecznie zmniejsza ryzyko całkowitego zasypania, a w konsekwencji asfiksji.

Jeśli dojdzie do zasypania całego człowieka największą rolę zaczyna odgrywać czas. Najszybszą pomoc mogą przynieść współtowarzysze, jednakże pod warunkiem, że zarówno zasypany jak i ratujący wyposażeni są w lawinowe ABC.

W przypadku kiedy ofiara musi czekać na służby ratownicze, najistotniejszym czynnikiem prognostycznym jest obecność przestrzeni powietrznej wokół twarzy. Jej brak skutkuje śmiercią w ciągu maksymalnie 35 minut. AvaLung opatentowany przez firmę Black Diamond pozwala na wydłużenie czasu oddychania pod śniegiem, choć nie zawsze porwani przez lawinę są w stanie włożyć ustnik do ust.

Podziękowania

Chcielibyśmy podziękować p. Adamowi Maraskowi za pomoc i udostępnienie danych statystycznych TOPR.

Tab. II. Porównanie parametrów końcowych w trakcie badania oddychania sztuczną kieszenią powietrzną z oddychaniem naturalną przestrzenią powietrzną

Tab. II. Comparison of endpoints in the study of breathing with an artificial air pocket to breathing in a natural air space

	Osoby z sztuczną kieszenią powietrzną	Osoby z naturalną przestrzenią powietrzną (500 cm ³)
Czas przebywania pod śniegiem	58 min (45-60 min)	10 min (5-14 min)
Końcowe SpO ₂	90% (77-96%)	84% (79-92%)
Końcowe ETCO ₂	45 mmHg (32-53 mmHg)	54 mmHg (44-63 mmHg)
Końcowe PICO ₂	32 mmHg (20-44 mmHg)	44 mmHg (37-50 mmHg)

Konflikt interesów

Autorzy tego tekstu nie są sponsorowani i nie mają żadnych powiązań finansowych z firmami produkującymi sprzęt lawinowy.

Bibliografia

1. Brugger H, Falk M, Adler-Kastner L.: Der Lawinennotfall Neue Aspekte zur Pathophysiologie und Therapie von Lawinenverschütteten. Wien Klin Wochenschr 1997;109: 145–59.
2. Winterberichte. Davos (Switzerland); Eidgenossisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung 1981–1998: 46–62.
3. Martin I. Radwin: Unburying the Facts about Avalanche Victim Pathophysiology. Wilderness and Environmental Medicine 2008; 19: 1-3
4. Jeff Boyd, Pascal Haegeli, Riyad B. Abu-Laban i wsp.: Patterns of death among avalanche fatalities: a 21-year review. CMAJ 2009; 180(5): 507-12
5. Matthias Hohlieder, Hermann Brugger, Heinrich M. Schubert i wsp.: Pattern And Severity of Injury in Avalanche Victims. High Altitude Medicine & Biology 2007; 8(1): 56-61
6. Falk M, Brugger H, Adler-Kastner L.: Avalanche survival chances. Nature 1994; 368: 21.
7. Martin I. Radwin, Colin K. Grissom: Technological Advances in Avalanche Survival. Wilderness and Environmental Medicine 2002; 13: 143-152
8. Hermann Brugger, Bruno Durrer, Liselotte Adler-Kastner i wsp.: Field management of avalanche victims. Resuscitation 2001; 51: 7–15
9. Brugger H, Durrer B, Adler-Kastner L.: On-site triage of avalanche victims with asystole by the emergency doctor. Resuscitation 1996; 31: 11–6.
10. Williams K, Armstrong BR i wsp.: Avalanches. Wilderness Medicine: Management of Wilderness and Environmental Emergencies. 1995; 3: 616-643.
11. Colin K. Grissom, Martin I. Radwin, Chris H. Harmston i wsp.: Respiration During Snow Burial Using an Artificial Air Pocket. JAMA 2000; 283(17): 2266-2271
12. Brugger H, Sumann G, Falk M, i wsp. Hypoxia and hypercapnia during respiration in an artificial, closed air space in snow. Proceedings International Congress on Cold Injuries Bruneck, La Commerciale-Borgogno, Bolzano 2000; p. 7
13. Hermann Brugger, Gunther Sumann, Roland Meister: Hypoxia and hypercapnia during respiration into an artificial air pocket in snow: implications for avalanche survival. Resuscitation 2003; 58: 81-88.
14. Colin K. Grissom, Martin I. Radwin, Mary Beth Scholand: Hypercapnia increases core temperature cooling rate during snow burial. J Appl Physiol 2004; 96: 1365–1370.
15. Locher T, Walpoth BH.: Differential diagnosis of circulatory failure in hypothermic avalanche victims: retrospective analysis of 32 avalanche accidents. Schweiz Rundsch Med Prax 1996; 85: 1275–1282.
16. Scott E. McIntosh, Colin K. Grissom, Christopher R. Olivares i wsp.: Cause of death in avalanche fatalities. Wilderness and Environmental Medicine 2007; 18: 293-297.
17. Hermann Bruggera, Hans Jurg Etter, Benjamin Zweifel: The impact of avalanche rescue devices on survival. Resuscitation 2007; 75: 476-483.
18. http://blackdiamondequipment.com/en/avalung-ii-sling-BD1500110000M_L1.html
19. Tobias Kurzeder, Holger Feist: Lawiny. Poradnik dla narciarzy i turystów. Wydawnictwo Tatrzańskiego Parku Narodowego, Zakopane 2013: 121

Adres do korespondencji:

Mateusz Biela
ul. Tenisowa 51, 53-013 Wrocław
tel.607-584-872; e-mail: mateuszbiela14@gmail.com