



Opis przypadku
Case report

Mariusz Kobek¹, Rafał Skowronek¹, Christian Jabłoński¹, Zbigniew Jankowski², Artur Pałasz³

Zmiany histopatologiczne w płucach u ofiar lawiny śnieżnej w górach i ich przydatność w ustaleniu przyczyny i mechanizmu śmierci

Histopathological changes in lungs of the mountain snow avalanche victims and its potential usefulness in determination of cause and mechanism of death

¹Katedra i Zakład Medycyny Sądowej i Toksykologii Sądowo-Lekarskiej, Wydział Lekarski, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Polska

²Katedra i Zakład Medycyny Sądowej, Gdański Uniwersytet Medyczny, Polska

³Zakład Histologii, Katedra Histologii i Embriologii, Wydział Lekarski, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Polska

¹Department of Forensic Medicine and Forensic Toxicology, School of Medicine, Medical University of Silesia in Katowice, Poland

²Department of Forensic Medicine, Medical University of Gdańsk, Poland

³Department of Histology, Chair of Histology and Embryology, School of Medicine, Medical University of Silesia in Katowice, Poland

Streszczenie

W dniu 28 stycznia 2003 r. w Tatrach zeszła lawina śnieżna, w której zginęło 8 osób, a 5 zostało rannych. Autorzy podjęli próbę ustalenia przyczyny i mechanizmu zgonu u 6 ofiar śmiertelnych mimo obecności zaawansowanych późnych zmian pośmiertnych w narządach wewnętrznych. Biorąc pod uwagę okoliczności zgonu, szczególną uwagę zwrócono na badanie histopatologiczne płuc poszerzone o barwienia metodą Gomoriego i AZAN. Obraz zmian był podobny do tych obserwowanych w medycynie sądowej w przypadkach asfiksji na skutek zamknięcia dróg oddechowych i/lub unieruchomienia klatki piersiowej i jamy brzusznej (zespół Perthesa). Badania histopatologiczne poszerzone o dodatkowe metody barwienia mają istotną wartość diagnostyczną podczas ustalania przyczyny i mechanizmu zgonu u ofiar lawiny śnieżnej z obecnością późnych zmian pośmiertnych.

Słowa kluczowe: lawina śnieżna, asfiksja, ostre rozdęcie płuc, śródpęcherzykowe i śródmiąższowe wylewy krwawe.

Abstract

On 28 January 2003 snow avalanche in the Polish Tatras happened, in which 8 people died and 5 were injured. We tried to determine cause and manner of death in 6 fatal victims instead of advanced late post mortem changes in internal organs. Taking into consideration the circumstances of death, we paid special attention to histopathological examination of lungs, extended by Gomori's and AZAN staining. Pattern of the changes was similar to those observed in forensic medicine in cases of asphyxia due to airway obstruction and/or immobilization of chest and abdomen (Perthes' syndrome). Histopathological study with the use of more specific staining methods has a significant diagnostic value during establishing the cause and mechanism of death of the deceased snow avalanche victims with advanced post mortem changes.

Key words: snow avalanche, asphyxia, acute pulmonary emphysema, intraalveolar and interstitial hemorrhage.

Wprowadzenie

Z uwagi na rozwój turystyki masowej obserwuje się wzrost liczby poważnych wypadków – także śmiertelnych – w górach, zwłaszcza w okresie zimowym. Śmiertelność jest wyższa wśród sezonowych turystów podejmujących ryzykowne górskie wyprawy, wspinaczy wysokogórskich oraz narciarzy niż wśród członków służb ratowniczych i narciarskich oraz ludności na stałe zamieszkującej regiony górskie [1–3]. Przypadki śmiertelne są znacznie częściej następstwem upadku z wysokości niż zejścia lawiny śnieżnej. Według jednego z głównych badań amerykańskich lawiny odpowiadają za 34% śmiertelnych wypadków w górach [4]. W Polsce wypadki lawinowe zakończone zgonem są jednak dość rzadkie [5] ze względu na zazwyczaj korzystne warunki pogodowe, specyfikę ukształtowania terenu (brak wysokich szczytów o dużym stopniu zagrożenia) i stosunkowo niską popularność zimowych wypraw górskich.

Ustalenie przyczyny i mechanizmu śmierci u ofiar lawiny śnieżnej – poza przypadkami rozległych urazów mechanicznych – nadal stwarza znaczne trudności [5, 6]. Źródłem tych problemów jest przede wszystkim bardzo krótki okres agonii z nieznacznymi zmianami morfologicznymi w obrębie organów wewnętrznych oraz nakładanie się zmian pośmiertnych spowodowanych trudnościami w lokalizacji ciała. W niniejszej pracy omówiono próbę wyeliminowania powyższych trudności przy wykorzystaniu dostępnych prostych metod histopatologicznych.

Opis przypadku

W dniu 28 stycznia 2003 r. grupa licealistów wraz z opiekunami (łącznie 13 osób) wyruszyła na wycieczkę górską, której celem było zdobycie Rysów (2499 m n.p.m.), najwyższego szczytu polskich Tatr. W trakcie wyprawy doszło do zejścia lawiny śnieżnej o długości ok. 1 km i szerokości 300 m. Dziewięć osób zostało porwanych ze szlaku przez zwały śniegu. Siedem osób zmarło na miejscu zdarzenia, a jedna po kilku dniach hospitalizacji. Pięć osób odniosło obrażenia. Jedno z ciał zostało odnalezione tuż po zejściu lawiny (prokuratura nie zarządziła sekcji zwłok). Ciała pozostałych 6 ofiar znaleziono w różnym czasie od dnia wypadku, w maju i czerwcu 2003 r., w pobliżu Czarnego Stawu pod Rysami. Płeć, wiek ofiar i okres, jaki upłynął od zgonu do ujawnienia zwłok, zestawiono w tabeli I.

Introduction

With the development of mass tourism the number of serious accidents in the mountains is rising, including fatalities, especially during the winter period. In these cases, the seasonal tourists engaged in risky mountain trips, high climbing and skiing die more often than workers of emergency and ski services or highlanders living in this region permanently [1–3]. Usually, death is a consequence of falling from a height rather than wiping out with snow avalanches. A noteworthy study by American authors reports, that death in an avalanche constitutes 34% of fatal accidents in the mountains [4]. In turn, cases of death under this circumstances are rather uncommon in Poland [5]. This is due to prevailing beneficial weather conditions and terrain forms, i.e. absence of extremely dangerous, high peaks and relatively low popularity of trips to the mountains in winter.

Determination of cause and mechanism of death of snow avalanche victims, except in cases with extensive mechanical injuries, is so far very difficult [5, 6]. The troubles are mainly due to very short time of agony with a scant morphological changes in the internal organs and also overlapping postmortem changes caused by a hardship in locating the body. In this paper we present an attempt to deal with such difficulties, using available simple histopathological methods.

Case report

On 28 January 2003, during group expedition of secondary school students and their teachers to the Rysy peak (2499 m) in the Polish Tatra Mountains (altogether thirteen people), snow avalanche happened unexpectedly. It was approximately 1 km in length and 300 m wide. Nine people were suddenly caught from the track by snow masses. Seven of them died on the accident site, one person died after a few days of hospitalization, five people were injured. One body was found just after the avalanche (a prosecutor did not order the autopsy). Other 6 bodies were found after different time since accident, in May and June 2003, around mountain lake called “Czarny Staw pod Rysami” (The Black Pond under Rysy). Gender, age of the victims and the time of corpses’ disclosure after the accident are presented in Table I.

Tabela 1. Płeć, wiek ofiar i okres, jaki upłynął od zgonu do ujawnienia zwłok
Table 1. Gender, age of victims and the time of corpses' disclosure after the accident

Liczba przypadków Number of case	Płeć Gender	Wiek ofiar [lata] Age of victim [years]	Okres od wypadku do ujawnienia zwłok [dni] Time of corpse' disclosure after the accident [days]
1	mężczyzna man	18	106
2	mężczyzna man	18	129
3	kobieta woman	18	131
4	mężczyzna man	37	131
5	mężczyzna man	17	131
6	kobieta woman	17	141

Sekcje zwłok oraz analizy chemiczno-toksikologiczne przeprowadzono w Zakładzie Medycyny Sądowej i Toksykologii Sądowo-Lekarskiej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach. Badania histopatologiczne wykonano w Zakładzie Medycyny Sądowej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego. We wszystkich przypadkach stwierdzono późne zmiany pośmiertne w postaci różnego stopnia rozkładu gnilnego w zależności od okresu, jaki upłynął od śmierci do ujawnienia zwłok po zdarzeniu. Podczas wszystkich badań autopsyjnych pobrano próbki płynu z jamy opłucnej, a także wycinki z wątroby i nerek w celu oznaczenia zawartości etanolu techniką chromatografii gazowej z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (wszystkie ofiary były trzeźwe w chwili śmierci). Badania w kierunku ewentualnej obecności innych substancji psychoaktywnych (narkotyków, leków) przeprowadzono przy wykorzystaniu chromatografii cieczowej ze spektrometrią mas. Dodatkowo pobrano liczne wycinki z narządów wewnętrznych (mózgu, serca, płuc, wątroby i nerek) do analizy histopatologicznej.

Wszystkie wycinki utrwalono w formalinie buforowanej 4% oraz poddano barwieniu hematoksyliną i eozyną (H+E) zgodnie z rutynową procedurą. Ze względu na wyraźną autolizę o różnym stopniu natężenia wycinki histologiczne z płuc poddano także barwieniu metodami Gomoriego i AZAN. Pierwszą z metod wykorzystano, aby uwidocznić włókna siateczkowe (srebrochłonne) w obrębie przegród międzypłuczkowych, rozpoznać ostrą rozedmę (rozdęcie) płuc oraz określić stopień jej nasilenia (wg opisanej poniżej

Post mortem examinations of corpses and chemical-toxicological analyses were performed in the Department of Forensic Medicine and Forensic Toxicology, Medical University of Silesia in Katowice. Histopathological examinations were performed in the Department of Forensic Medicine, Medical University of Gdańsk. In all cases late post mortem changes in the form of varying degrees of putrefaction were found, depending on the time of bodies' disclosure after the accident. During each autopsy a fluid from pleural cavities and samples of the liver and kidney were taken to test them for ethanol content using gas chromatography with flame ionization detection (all individuals at the time of death were sober). A potential presence of other psychoactive substances such as drugs of abuse or other medications was checked by liquid chromatography coupled with mass spectrometry. Additionally numerous sections from internal organs (brain, heart, lungs, liver and kidney) were collected for histopathological examinations.

All sections were fixed in buffered 4% formalin and stained with hematoxylin and eosin (H+E) according to routine procedure. Due to distinct autolysis with varying degrees of severity, histological slices of the lungs were also stained using Gomori's and AZAN techniques. The first method was used to visualize reticular (argyrophilic) fibres in the interalveolar septa, to diagnose acute pulmonary emphysema (distension) and finally to determine the degree of its severity (by fourth-grade

czterostopniowej skali Reha). Drugą, klasyczną metodę AZAN zastosowano w celu ujawnienia ewentualnej obecności erytrocytów wskazującej na krwawienie wewnątrzpęcherzykowe i śródmiąższowe.

Wyniki sekcji zwłok zestawiono w tabeli II (zmiany makroskopowe) i tabeli III (zmiany histologiczne w strukturze płuc). Nie stwierdzono zmian patologicznych w obrębie narządów wewnętrznych (miażdżycy, zakrzepicy, zwłóknienia). Wyniki te są zgodne z historią medyczną ofiar lawiny, wśród któ-

scale of Reh described below). The second, classical AZAN method was used to reveal the presence of erythrocytes in the intra-alveolar and interstitial hemorrhages.

Post mortem findings are summarized in Table II (macroscopic changes) and Table III (histological changes in the lung structure). We found no pathological changes in internal organs, such as atherosclerosis, thrombosis, fibrosis, what was consistent with medical history of victims (most of them were

Tabela II. Zmiany makroskopowe stwierdzone podczas sekcji zwłok
Table II. Post mortem macroscopic findings

Numer przypadku Number of case	Obrażenia zewnętrzne External injuries	Obrażenia układu kostnego Skeletal injuries	Ostra rozedma płuc Acute pulmonary emphysema	Podopłucnowe wybroczyny krwawe Sub-pleural petechiae
1	–	–	+	+
2	rana tłuczona w obrębie twarzy; rana kluta prawej kończyny dolnej; obie rany bez podbiegnięć krwawych contused wound of the face; stab wound of right lower extremity; all without ecchymoses	–	–	–
3	głęboka rana tłuczona w obrębie twarzy; dwie rany szarpane w obrębie krocza; wszystkie rany z podbiegnięciami krwawymi contused deep wound of the face; two lacerated wounds of the perineum; all with ecchymoses	wieloodłamkowe złamanie trzewioczaszki, miednicy i lewego podudzia; zwichnięcie prawego stawu kolanowego; wszystkie urazy z podbiegnięciami krwawymi comminuted fracture of viscerocranium, pelvis and left foreleg; luxation of right knee joint; all with ecchymoses	–	–
4	–	–	+	+
5	–	–	–	–
6	rana tłuczono-szarpana w obrębie głowy; wszystkie rany z podbiegnięciami krwawymi contused-lacerated wounds of the head; all with ecchymoses	pęknięcie podstawy czaszki (dołu przedniego czaszki) fracture of the skull base (anterior cranial fossa)	–	+

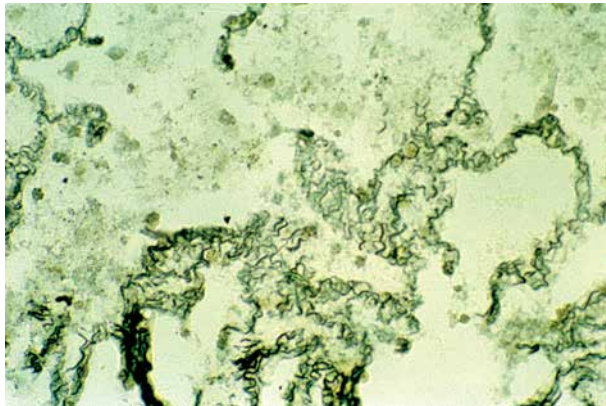
Tabela III. Zmiany mikroskopowe w płucach stwierdzone podczas sekcji zwłok
Table III. Post mortem microscopic findings in the lungs

Numer przypadku Number of case	Ostra rozedma płucna (skala Reha) Acute pulmonary emphysema (Reh's scale)	Krwawienie Hemorrhages		Inne Other
		Wewnątrzpęcherzykowe Intraalveolar	Śródmiąższowe Interstitial	
1	III/IV	ogniskowe focal	+	–
2	II/III	ogniskowe focal	–	–
3	III/IV	ogniskowe focal	+	–
4	III/IV	ogniskowe focal	–	–
5	III/IV	ogniskowe focal	+	ognisko niedodmy focal atelectasis
6	III/IV	ogniskowe focal	–	–

rych większość stanowiły osoby w młodym wieku. Przykłady wspomnianych wyżej badań histopatologicznych płuc przedstawiono na rycinach 1 i 2.

Dyskusja

Lawina oznacza gwałtowne ześlizgiwanie się lub staczanie pod własnym ciężarem i z bardzo dużą



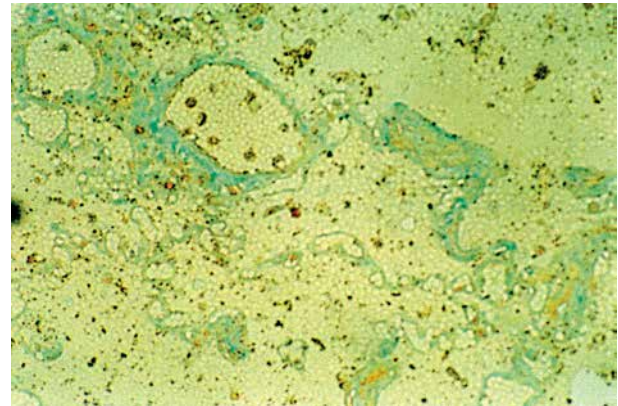
Ryc. 1. Wycinek z płuca barwiony metodą Gomori-go. Widoczne pogrubiałe przegrody z fragmentacją oraz konfiguracją włókien siateczkowych. Zmiany te są typowe dla IV stopnia ostrej rozedmy płucnej w skali wg Reha

Fig. 1. Lung section stained with Gomori's method. Thickened septa with the fragmentation and configuration of reticular fibres are visible. This feature is characteristic for IV degree of acute pulmonary emphysema in Reh's scale

young). Examples of aforementioned lung histopathological examinations are presented in Figures 1 and 2.

Discussion

Avalanche is a sudden sliding or rolling down the large masses of snow with lumps of rocks as well as



Ryc. 2. Wycinek z płuca barwiony metodą AZAN. Naczynie krwionośne z widocznymi licznymi jasnymi zacienieniami zhemolizowanych erytrocytów. Te same struktury są widoczne wewnątrz przyległych pęcherzyków płucnych

Fig. 2. Lung section stained with AZAN method. Blood vessel with the presence of numerous pale shadows of hemolyzed erythrocytes. The same structures are visible inside the adjacent pulmonary alveoli

prędkością potężnych mas śniegu wraz z okruchami skalnymi, kamieniami lub fragmentami twardego lodu. Lawiny schodzą w górach o każdej porze roku, jednak najczęściej występują zimą. Lawiny śnieżne można podzielić na:

- lawiny pyłowe (jak w omawianym przypadku) – z puchu śnieżnego, powstające po obfitych opadach śniegu, którego zwały przemieszczają się po starszej, przeobrażonej pokrywie śnieżnej; nie niszczą podłoża;
- lawiny gruntowe – zsuwanie się ciężkich mas wilgotnego śniegu zazwyczaj w okresie wiosennych odwilży; niszczą podłoże na skutek zdzierania pokrywy glebowej i roślinnej.

Przyczyną zgonu u ofiar lawiny kamiennej jest zazwyczaj tępy uraz powodujący poważne obrażenia ciała, a zwłaszcza głowy. W przypadku ofiar lawiny śnieżnej, a szczególnie pyłowej, przyczyny zgonu mogą być następujące:

- uraz mechaniczny w następstwie zderzenia z blokami lodu, fragmentami skał, drzewami bądź częściami drzew podczas upadku – albo na skutek upadku z wysokości na twarde podłoże,
- asfiksja (uduszenie gwałtowne) w następstwie unieruchomienia klatki piersiowej i jamy brzusznej przez ciężkie masy śniegowe, prowadzącego do ciężkich zaburzeń oddechowych, jak również bezpośredniego zablokowania dróg oddechowych przez gęsty śnieg (asfiksja kompresyjna i obturacyjna),
- wychłodzenie (uogólniona hipotermia) w okresie oczekiwania na pomoc, zwłaszcza w sytuacji, w której ofiara lawiny odniosła obrażenia,
- utonięcie – gdy ofiara lawiny wpadnie do wody, np. górskiego jeziora lub rzeki.

Najczęstszą przyczyną śmierci wśród ofiar lawin śnieżnych jest asfiksja (27–89%), rzadziej uraz mechaniczny (13–40%), a najrzadziej – hipotermia (7–11%) [6–11]. Przy braku obrażeń ciała rozpoznanie nieurazowych przyczyn śmierci (w tym asfiksji) wyłącznie na podstawie wyników autopsji bywa bardzo trudne, a wręcz niemożliwe. Dotyczy to zwłaszcza zwłok w zaawansowanym stadium pośmiertnego rozkładu tkanek (autolizy, rozkładu gnilnego), który zależy od czasu, jaki upłynął od wypadku aż do momentu ujawnienia ciała, oraz okresu potrzebnego na odtajanie zamrożonych zwłok przed przeprowadzeniem autopsji.

We wszystkich przypadkach analizowanych w niniejszej pracy stwierdzono zaawansowane zmiany gnilne w tkankach zewnętrznych oraz w narządach

stones or hard ice pieces under its own weight with very high speed. We may encounter an avalanche in the mountains any time of year, but usually in winter. Snow avalanches can be:

- dust (as in presented case) – with fluffy snow, formed after heavy snowfall, slipped on the surface of the older, metamorphosed snow, not damaging the land;
- ground – with wet, heavy snow, formed during thaw, especially in spring, damaging the substrate due to picking up the soil and vegetation cover.

The cause of death of the person taken by an avalanche of stones and rocks is usually blunt force trauma with serious body injuries, especially the head damage. The causes of death of the snow avalanche victims, especially dust-like, can be:

- mechanical trauma as a result of being hit by the blocks of ice, fragments of rocks, trees or their parts during the fall or the effects of falling from a height on a hard surface,
- asphyxia (violent suffocation) as a result of immobilization of the chest and abdomen by the heavy masses of snow, leading to the severe disturbances in ventilation, and also by the obstruction of the airways directly through the dense snow (compression and obturation asphyxia),
- cooling (general hypothermia), while waiting for help, especially in a situation when an avalanche victim is injured,
- drowning, if the avalanche victim falls into the water e.g. mountain lake or river.

The most common cause of death among snow avalanche victims is asphyxia (27–89%), less likely it is a consequence of mechanical trauma (13–40%), most rarely - hypothermia (7–11%) [6–11]. In the absence of injuries, diagnosis of non-traumatic causes of death, including asphyxia, based just on autopsy examination can be very difficult or even impossible. In particular this concerns the bodies with advanced post mortem tissue decomposition (autolysis, putrefaction), that depends on the time elapsed since the accident to the point of body disclosure and the time need to thaw the frozen corpses before the autopsy.

In all examined cases we found advanced putrefactive changes of external tissues and internal organs due to the long time that has elapsed since the accident until the bodies were found. Injuries that can reliably explain the cause and mecha-

wewnętrznych na skutek długiego okresu, jaki upłynął od zdarzenia do ujawnienia zwłok. Obrażenia, które mogą w sposób jednoznaczny wyjaśnić przyczynę i mechanizm śmierci, stwierdzono w zaledwie dwóch przypadkach. Były to: wieloodłamkowe złamanie trzewiczaszki, miednicy i lewego podudzia (przypadek 3.) oraz pęknięcie podstawy czaszki (dołu przedniego czaszki) bez towarzyszących krwiaków nad- i podtwardówkowych (przypadek 6.). Ze względu na zaawansowane zmiany pośmiertne niemożliwa okazała się ocena zmian urazowych w obrębie mózgu.

W czterech przypadkach wykluczono urazy mechaniczne jako przyczynę zgonu. Podczas badań autopsyjnych u zaledwie dwóch ofiar stwierdzono makroskopowe oznaki ostrego rozdęcia płuc, a u kolejnych trzech – obecność podopłucnowych wybroczyn krwawych. Wyniki te wskazują na asfiksję w następstwie niedrożności dróg oddechowych i/lub unieruchomienia klatki piersiowej i jamy brzusznej (na skutek przygniecenia zwałami śniegu) jako najbardziej prawdopodobną przyczynę śmierci.

Dokładna analiza zmian histologicznych w obrębie płuc i innych badanych narządów trzewnych była niezwykle trudna, a niejednokrotnie niemożliwa na podstawie preparatów barwionych rutynowo z zastosowaniem metody H+E ze względu na zaawansowany proces autolizy i rozkładu gnilnego. U wszystkich ofiar w barwionych metodą Gomoriego wycinkach pobranych z płuc stwierdzono cechy ostrej rozedmy (rozdęcia) płuc odpowiadające III/IV stopniowi nasilenia w skali Reha (ryc. 1.). Ta przydatna skala oceny zmian patologicznych została wprowadzona do medycyny sądowej na początku lat 70. XX w. Ostrą rozedmę płuc podzielono na 4 stadia w zależności od stopnia rozdęcia i pęknięć przegród międzypęcherzykowych, zmian w obrębie ich włókien siateczkowych oraz ucisku na naczynia włosowate w przegrodach międzypęcherzykowych [12].

W wycinkach barwionych metodą AZAN stwierdzono obecność krwawienia (ryc. 2.) – wewnątrzpęcherzykowego u wszystkich ofiar, a śródmiąższowego – w 3 przypadkach. Należy jednak podkreślić, że dokładna diagnostyka krwawienia była utrudniona, ponieważ zhemolizowane erytrocyty były widoczne wyłącznie jako blade komórkowe zacielenia.

Zmiany mikroskopowe w płucach, które stwierdzono u ofiar lawiny śnieżnej (zaawansowane stadium ostrego rozdęcia płuc oraz krwotoki płucne), uznawane są w medycynie sądowej za wykładniki nagłej śmierci w następstwie asfiksji spowodowanej różnymi mecha-

nizm of death we revealed only in two cases. They were: comminuted fracture of the viscerocranium, pelvis and left foreleg (case 3), and fracture of the skull base (anterior cranial fossa) without the presence of epi- and subdural hematomas (case 6). Due to the advanced post mortem changes assessment of traumatic lesions in the brains was impossible.

In four cases mechanical traumas as a causes of death were excluded. During the autopsies, only in two victims we found macroscopic signs of acute pulmonary distension, and in three victims – subpleural petechiae, indicating asphyxia as a result of airways obstruction and/or immobilization of the chest and abdomen (result of being crushed by masses of snow) as the most possible cause of death.

A precise analysis of histological changes in the lungs and other examined visceral organs was very difficult to perform and sometimes even impossible in the slides stained with H+E routine method, because of advanced diffuse autolysis and putrefaction. In the sections of the lungs stained with Gomori's method, all victims showed features of acute emphysema (distension), corresponding to III/IV degree of Reh's scale (Fig. 1). This helpful pathological scale was introduced to forensic medicine at the beginning of the 1970s. Acute lung emphysema was classified into 4 stages based on the degree of distension and rupture of the alveolar septa, changes in their reticular fibres and compression of septal capillaries [12].

In sections stained with AZAN method we revealed the presence of hemorrhages (Fig. 2) – intraalveolar – in all cases, and interstitial – in 3 ones. Nevertheless, it should be emphasized that accurate diagnosis of those hemorrhages was difficult because the hemolyzed erythrocytes were visible only as the pale, cellular shadows.

Microscopic changes in the lungs, identified by us in snow avalanche victims (high grade acute pulmonary emphysema and pulmonary hemorrhages), in forensic medicine are considered as characteristic for sudden death due to asphyxiation in different mechanisms of airway obstruction and immobilization of the chest and abdomen (Perthes' syndrome) [13].

In the literature, a pulmonary edema is considered as characteristic and common change observed

nizmami zamknięcia światła dróg oddechowych oraz unieruchomienia klatki piersiowej i jamy brzusznej (zespół Perthesa) [13].

W literaturze za typową zmianę powszechnie stwierdzaną u ofiar lawin uznaje się obrzęk płuc [14, 15]. W przypadkach opisanych w niniejszej pracy – ze względu na zaawansowane zmiany pośmiertne – nie interpretowano obecności płynu w pęcherzykach płucnych, ponieważ nie można było określić, czy pojawił się żączyowo czy w okresie po śmierci, w którym nastąpiły zmiany rozkładowe.

Wyniki sekcji zwłok (w tym analiz histopatologicznych) wskazują, że asfiksja była bezpośrednią przyczyną zgonu we wszystkich przypadkach – także u ofiary, u której stwierdzono pojedynczy uraz głowy, oraz innej ofiary, która doznała licznych obrażeń ciała. Wyniki te są spójne z wnioskami zawartymi w pracy Boyda i wsp. z zachodniej Kanady. Badacze wykazali, że u 13% ofiar asfiksji, których poddano badaniu autopsyjnemu, występował poważny uraz o stopniu ciężkości przekraczającym 15 [11]. We wspomnianym badaniu zaledwie 48% ofiar, u których główną przyczyną zgonu był uraz, było całkowicie zasypanych przez lawinę.

Podstawowym mechanizmem prowadzącym do asfiksji u wszystkich ofiar opisanych w niniejszej pracy była, zdaniem autorów, niedrożność dróg oddechowych współistniejąca z unieruchomieniem klatki piersiowej i jamy brzusznej. Oba te mechanizmy doprowadziły do zaburzeń oddychania, a ostatecznie do śmierci z uduszenia. Potwierdzeniem powyższego wniosku są zmiany stwierdzone podczas badania mikroskopowego: ostre rozdęcie płuc o różnym stopniu nasilenia, a także krwawienie wewnątrzpęcherzykowe, a w niektórych przypadkach także śródmiąższowe.

Wnioski

1. Przy ustalaniu przyczyny i mechanizmu zgonu u ofiar lawiny śnieżnej należy zawsze uwzględnić niedrożność dróg oddechowych współistniejącą z unieruchomieniem klatki piersiowej i jamy brzusznej.
2. Badania histopatologiczne przy wykorzystaniu różnych metod barwienia mają istotną wartość diagnostyczną przy określaniu przyczyny i mechanizmu zgonu u ofiar lawiny śnieżnej, zwłaszcza w przypadku obecności zaawansowanych zmian pośmiertnych.

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

in victims of avalanches [14, 15]. In our case due to the advanced post mortem changes we did not interpret the presence of fluid in the pulmonary alveoli, because it was impossible to determine the time of its appearance (lifetime or the decay-associated period after death).

The results of post mortem examinations, including histopathological studies indicate asphyxia as the direct cause of death in all cases, including one victim who had isolated head injury and the other, who had multiple injuries. This is consistent with the observations by Boyd and colleagues from western Canada, reporting that 13% of the asphyxia victims who underwent autopsy had major trauma, defined as an injury with severity score greater than 15 [11]. In mentioned study only 48% of victims for whom trauma was the primary cause of death had been completely buried.

The mechanism leading to asphyxia in all examined victims in our opinion was mainly the airway obstruction, coexisting with immobilization of the chest and abdomen. Both mechanisms resulted in respiratory disturbances and finally fatal asphyxiation. This is indicated by the changes found during microscopic examination: acute pulmonary distension of different degree and intraalveolar, and in some cases also interstitial hemorrhages.

Conclusions

1. Airway obstruction, coexisting with immobilization of the chest and abdomen, should always be taken into consideration during determination of the cause and mechanism of death of snow avalanche victims.
2. Histopathological examinations with the use of various staining methods have significant diagnostic value during determination of the cause and mechanism of death of snow avalanche victims, especially in those with advanced post mortem changes.

The authors declare no conflict of interest.

Piśmiennictwo

References

1. Addis DG, Baker SP. Mountaineering and rock-climbing injuries in US parks. *Ann Emerg Med* 1989; 18: 975-979.
2. Page CE, Atkins D, Shockley LW, Yaron M. Avalanche deaths in the United States: a 45-year analysis. *Wilderness Environ Med* 1999; 10: 146-151.
3. Xiang H, Stallones L. Deaths associated with snow skiing in Colorado 1980-1981 to 2001 ski seasons. *Injury* 2003; 34: 892-896.
4. Christensen ED, Racsina EQ. Mountaineering fatalities on Mount Rainier, Washington, 1977-1997: autopsy and investigative findings. *Am J Forensic Med Pathol* 1999; 20: 173-179.
5. Bracanovic D. Deaths in mountaineering. Forensic and legal issues. J.D. Thesis. University of Warsaw, Warsaw 2013.
6. Pigolkin I, Mechukaev AA, Mechukaev AM. Analysis of violent deaths of mountaineers and tourists at high altitudes. *Sud Med Ekspert* 2012; 55: 65-66.
7. Grossman MD, Saffle JR, Thomas F, Temper B. Avalanche trauma. *J Trauma* 1989; 29: 1705-1709.
8. 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.
9. Rostrum M, Gilbert M. Avalanche accidents. *Tidsskr Nor Laegeforen* 1993; 113: 1100-1102.
10. Geisenberger D, Kramer L, Pircher R, Pollak S. Death by avalanche in the minor mountain range. *Arch Kriminol* 2015; 236: 115-129.
11. Boyd J, Haegeli P, Abu-Laban RB, Shuster M, Butt JC. Patterns of death among avalanche fatalities: a 21-year review. *CMAJ* 2009; 180: 507-512.
12. Reh H. Diagnostik des Ertrinkungstodes und Bestimmung der Wasserzeit. Mikael Triltsch Verlag; Dusseldorf 1969.
13. Janssen W. Forensic histopathology. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 1984.
14. Schmid F. The pathogenesis of pulmonary oedema after being buried by an avalanche. *Schweiz Med Wochenschr* 1981; 111: 1441-1445.
15. Stralsberg H, Albertsen C, Gilbert M, Kearney M, Moestue E, Nordrum I, Rostrup M, Orbo A. Mechanism of death in avalanche victims. *Virchows Arch A Pathol Anat Histopathol* 1989; 14: 415-422.

Adres do korespondencji

Rafał Skowronek
Katedra i Zakład Medycyny Sądowej
i Toksykologii Sądowo-Lekarskiej
Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach
ul. Medyków 18
40-752 Katowice, Polska
e-mail: rafal-skowronek@wp.pl

Address for correspondence

Rafał Skowronek
Chair and Department of Forensic
Medicine and Forensic Toxicology
Medical University of Silesia in Katowice
Medyków 18
40-752 Katowice, Poland
e-mail: rafal-skowronek@wp.pl