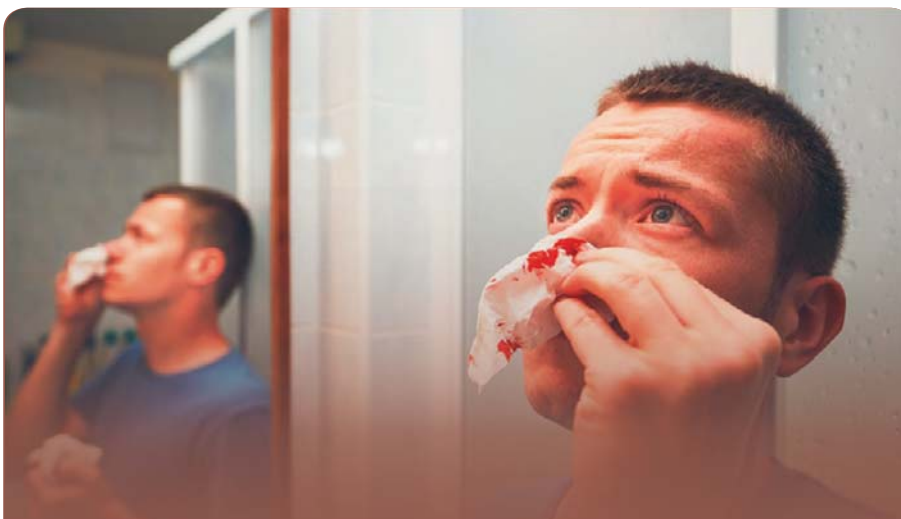


mgr inż. PAWEŁ PANAJEW
 KGHM Polska Miedź S.A., O/ZG Polkowice-Sieroszowice
 Kontakt: pawel.panajew@kgm.pl
 DOI: 10.5604/01.3001.0010.1628

Uraz ciśnieniowy zatok w górnictwie podziemnym – analiza przypadku

Fot. Chabalala/Bigstockphoto



W artykule omówiono przypadek barotraumatyzacji zatok przynosowych, zaistniały w warunkach kopalni podziemnej rud miedzi. Opisane w literaturze tego typu przypadki są zazwyczaj powiązane z nurkowaniem lub lotnictwem. Barotrauma to połączenie dwóch greckich słów *báros* – ciężar i *traúma* – rana, skaleczenie lub uraz. Na potrzeby nauk medycznych i ratownictwa został przyjęty synonim tego określenia – uraz ciśnieniowy (UC). Główną przyczyną wystąpienia UC zatok jest brak drożności jednego z przewodów łączących zatokę z nosem w trakcie nagłej zmiany ciśnienia atmosferycznego. W artykule przedstawiono przyczynę powstania urazu, przebieg leczenia i skutki zaistniałego wypadku. Podjęto ponadto próbę oszacowania ryzyka wystąpienia UC na trzech grupach osób potencjalnie narażonych na możliwość zaistnienia zdarzenia.

Słowa kluczowe: uraz ciśnieniowy, zatoki przynosowe, górnictwo, ryzyko zawodowe

Sinus pressure injury in the underground mining – case study

A paranasal sinuses barotrauma case occurred in underground copper mine have been discussed in the paper. Basically, such cases have been usually described in published sources in relation to diving or aviation. Barotrauma is a combination of two Greek words: *báros* – burden and *traúma* – wound or injury. For the medical sciences and lifesaving a synonym pressure injury (PU) has been adopted. The main reason of PU occurrence is the lack of patency in one of the sinuses connecting the sinus to the nose during a sudden atmospheric pressure change. The cause of the injury, the course of medical treatment and the consequences of the arisen accident were described in the paper. Finally, an attempt of the PU risk occurrence has been assessed for the three groups of persons potentially vulnerable for such opportunity.

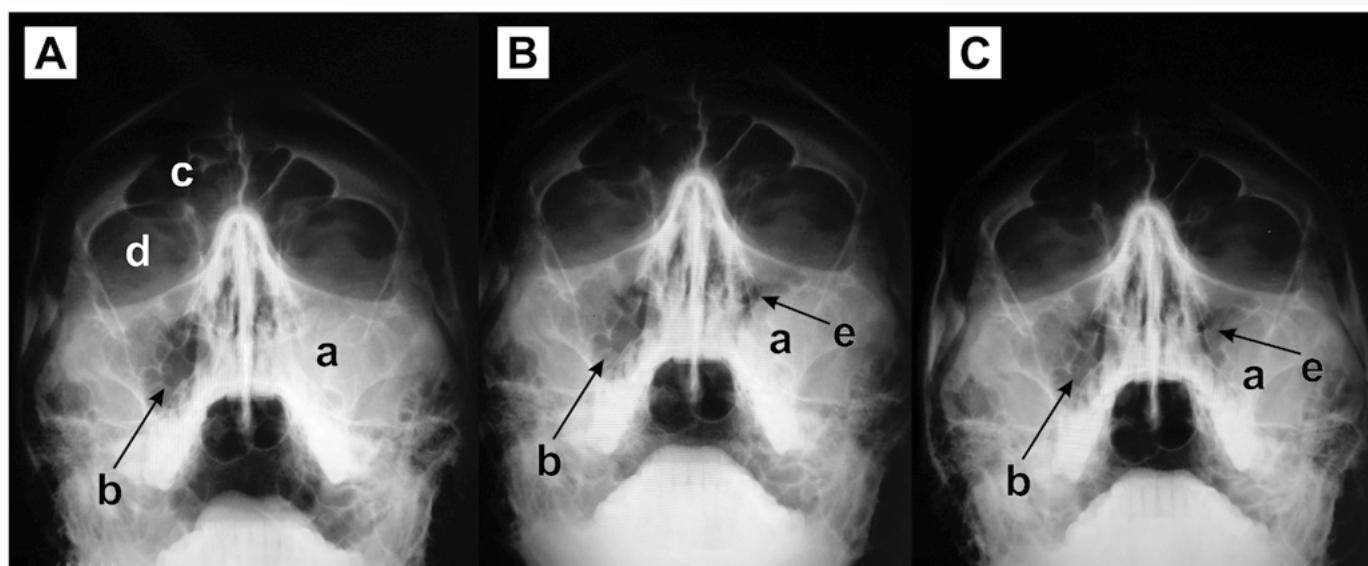
Keywords: pressure injury, paranasal sinus, mining, occupational risk

Wstęp

W czaszce człowieka znajdują się przestrzenie powietrzne, nazywane zatokami obocznymi nosa (potocznie: przynosowymi). Zatoki przynosowe występują w kościach twarzoczaszki. W zależności od położenia wyszczególnia się następujące ich rodzaje: szczękowe, czołowe, klinowe i komórki sitowe [1]. Opisane w literaturze przypadki barotraumatyzacji dotyczą zazwyczaj zatok szczękowych i czołowych, sporadycznie klinowych [2,3]. Zatoki klinowe i komórki sitowe mają niewielką objętość, co wpływa na ich małą podatność na tego typu urazy. Zatoki są połączone z przewodem nosowym za pomocą systemu krętych i wąskich kanałów, nazywanych kompleksem ujściowo-przewodowym.

Uraz ciśnieniowy (UC) zatok może nastąpić w przypadku, gdy jeden z przewodów łączących je z nosem jest niedrożny. Na niedrożność w obrębie przewodów mogą mieć wpływ: stan zapalny śluzówki nosa lub zatok, przerosty małżowin nosowych lub błony śluzowej, polipy nosa lub zatok, krzywa przegroda nosowa bądź zmiany nowotworowe [2-8]. Na problemy związane z UC zatok najczęściej narażeni są nurkowie [2,3], piloci oraz pasażerowie transportu lotniczego, rzadziej pracownicy kopalń podziemnych [9]. Potencjalne narażenie

¹ Barotrauma – połączenie greckich słów *báros* – ciężar i *traúma* – rana, skaleczenie lub uraz, nazwa używana w przypadkach fizycznego uszkodzenia tkanek spowodowanego różnicą ciśnień. Najczęściej urazy dotyczą uszu, zatok obocznych nosa i płuc. W naukach medycznych często jest stosowany synonim – uraz ciśnieniowy (UC).



Rys. 1. Obraz radiologiczny zatok szczękowych poszkodowanego: A – stan zatok po 14 dniach od urazu, B – stan zatok po 27 dniach od urazu, C – stan zatok po 62 dniach od urazu: a – zacienione zmiany w świetle lewej zatoki szczękowej, b – prawidłowo upowietrzona zatoka prawa, c – zatoka czołowa, d – oczodół, e – strefa zaniku obrzęku śluzówki w lewej zatoce szczękowej

Fig. 1. Radiological image of the maxillary sinuses of the victim: A – sinuses condition in 14 days after the injury, B – sinuses condition in 27 days after the injury, C – sinuses condition 62 days after the injury, a – shadowed changes in the light of the left maxillary sinus, b – correctly airlocked right maxillary sinus, c – frontal sinus, d – eye socket, e – zone of mucosa swelling disappearance in the left maxillary sinus

górników na ten uraz wynika z konieczności codziennego, pionowego transportu wyciągiem szybowym (tzw. klatka szybowa) z poziomu powierzchni ziemi do miejsca wykonywanej pracy.

Ponieważ płytko zalegające zasoby mineralne zostały wyeksploatowane, zachodzi konieczność sięgania po złoża leżące na większej głębokości. Taka sytuacja dotyczy obecnie zarówno złóż węgla, jak i rud miedzi. W przypadku polimetalicznych złóż rud miedzi i srebra, znajdujących się na monoklinie przedsudeckiej, eksploatacja i roboty udostępniające złożo prowadzone są na głębokości 1100 i więcej pod powierzchnią ziemi.

Szyby wdechowe, którymi jest prowadzony transport załogi, osiągają głębokość ponad 1000 m [10]. Przepisy górnicze dotyczące bezpieczeństwa transportu pionowego mówią, że jazda ludzi wyciągiem szybowym nie może odbywać się z prędkością większą niż 12 m/s [11]. Rozpędzenie wyciągu szybowego z ludźmi i jego wyhamowanie podczas 1000 m zjazdu zajmuje średnio ok. 190 sekund. W tym czasie ciśnienie atmosferyczne zmieni się o ok. 120 hPa [12].

W trakcie nurkowania nurek stopniowo zanurza się w wodę i w razie problemów z wyrównaniem ciśnienia w zatokach może przestać schodzić głębiej lub rozpocząć wynurzanie. Pracownik górnictwa w czasie jazdy klatką nie ma tego komfortu i wysiąść może dopiero na podszybiu – w miejscu wymiany załogi. UC może wystąpić zarówno w trakcie zjazdu pod ziemię, jak i w czasie wyjazdu na powierzchnię. W pierwszym z przypad-

ków sytuacja bywa groźniejsza, bo ponowne poddanie niedrożnych i uszkodzonych zatok nagłej zmianie ciśnienia w trakcie wyjazdu może pogłębić zaistniały w trakcie zjazdu uraz.

W artykule opisano przypadek, w którym poszkodowany doznał urazu ciśnieniowego lewej zatoki szczękowej w trakcie zjazdu pod ziemię w celu wykonania rutynowych czynności wynikających z zakresu obowiązków. Przedstawiono także sposób dokonywania oceny ryzyka zawodowego w odniesieniu do pracowników dołowych w kopalniach, w aspekcie urazów ciśnieniowych zatok.

Opis przypadku

W dniu zdarzenia poszkodowany jechał wyciągiem szybowym w szybie o głębokości 1054,7 m. W połowie jego głębokości poczuł stopniowo narastający ból w lewej zatoce szczękowej, przenoszący się na zęby szczęki. Po osiągnięciu głębokości podszybia stan poszkodowanego nie uległ poprawie. Poszkodowany wyjechał na powierzchnię po ok. 40 minutach od zjazdu, gdzie doznał trwającego przez ok. godzinę pourazowego krwotoku z nosa. Następnie udał się do punktu pielęgniarskiego, z którego zawiadomił dyspozytora ruchu zakładu górniczego o zaistniałej sytuacji.

Po upływie 6 dni od doznania urazu poszkodowany pracownik udał się do lekarza pierwszego kontaktu, wciąż uskarżając się na ból w okolicy lewej zatoki szczękowej i obecność krwawej wydzieliny w ślinie. Z wywiadu uzyskanego przez lekarza wynikało, że poszkodowany pracuje w górnictwie podziemnym od 12 lat, w charakterze dozorującego ruch,

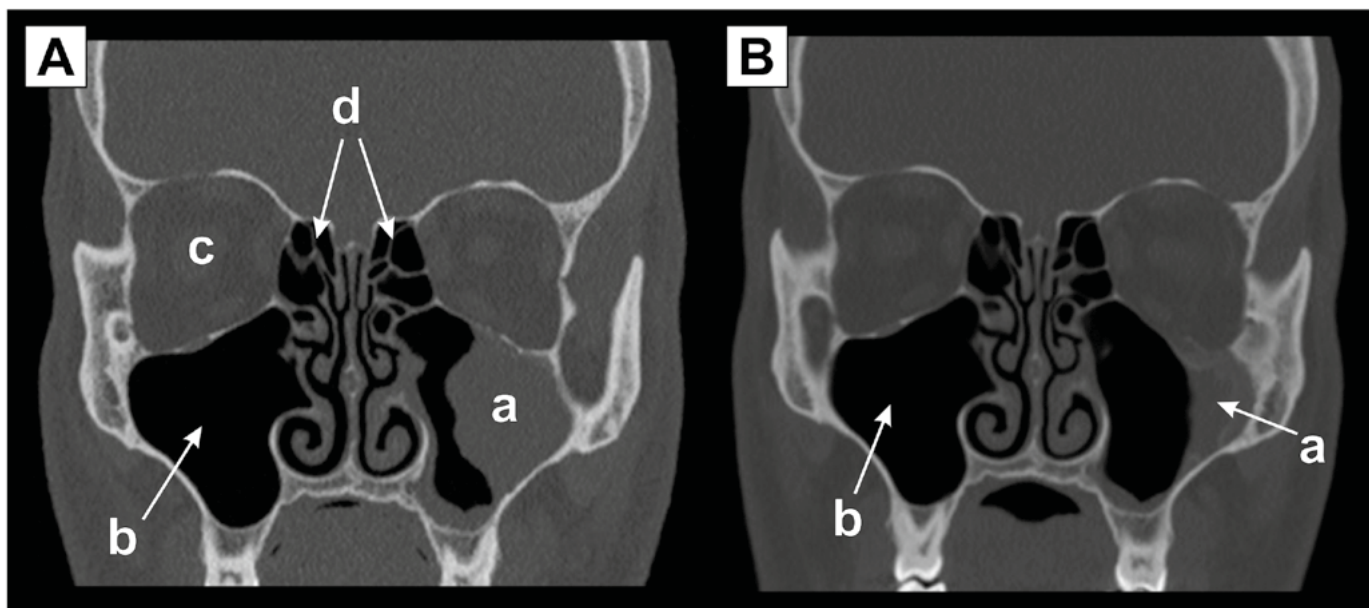
i w tym czasie wykonał ponad 1800 zjazdów do kopalni i taką samą liczbę wyjazdów na powierzchnię. W ramach obowiązków służbowych wykonuje średnio 12 zjazdów i wyjazdów w miesiącu. Poszkodowany stwierdził też, że po raz pierwszy miał do czynienia z tego typu sytuacją.

Dalszy wywiad wykazał, że poszkodowany na 2 dni przed zdarzeniem miał bóle głowy w rejonie zatok czołowych, aczkolwiek w tym samym czasie nie uskarżał się na nieżyt nosa ani górnych dróg oddechowych. O ogólnym, dobrym stanie zdrowia poszkodowanego może świadczyć fakt, że na 9 dni przed wypadkiem poddał się honorowej donacji krwi.

W dniu zdarzenia poszkodowany skontaktował się telefonicznie z lekarzem rodzinnym, który zalecił leczenie farmakologiczne z zastosowaniem antybiotyku, środków przeciwzapalnych i leków zmniejszających obrzęk błony śluzowej. Pierwszy fizyczny kontakt pacjenta z lekarzem miał miejsce w 6. dniu od doznania urazu. W wyniku kontroli zalecono niezwłoczną konsultację laryngologiczną, która nastąpiła 4 dni później (w 10. dniu od doznania urazu). Po badaniu i wywiadzie uzyskanym od pacjenta laryngolog zlecił wykonanie zdjęcia RTG zatok (rys. 1. A.), wskazując na stan po barotraumie lewej zatoki szczękowej. Utrzymano zalecenia lekarza pierwszego kontaktu, uzupełniając farmakoterapię o mukolityki² i kortykosteroidy.

27 dni po wystąpieniu urazu wykonano kontrolne zdjęcie RTG (rys. 1. B), które wyka-

² Mukolityki – grupa leków rozrzedzających i zmniejszających lepkość wydzielanego przez błonę śluzową śluzu (np. acetylocysteina, ambroksol, bromheksyna, karbocysteina).



Rys. 2. Tomografia komputerowa: A – stan zatok po 33 dniach od urazu, B – stan zatok po 83 dniach od urazu: a – zacienione zmiany w świetle lewej zatoki szczękowej, b – prawidłowo upowietrzona zatoka prawa, c – oczodół, d – komórki sitowe

Fig. 2. Computed tomography: A – sinuses condition in 33 days after the injury, B – sinuses condition in 83 days after the injury, a – shadowed changes in the light of the left maxillary sinus, b – correctly airlocked right maxillary sinus, c – eye socket, d – ethmoidal sinuses

zało niewielkie zmniejszenie obrzęku błony śluzowej wewnątrz zatoki. Podczas kolejnej kontroli laryngologicznej zalecono wykonanie tomografii komputerowej (TK) zatok w celu wyeliminowania podejrzenia zmian polipowatych. Wykonana w 33. dniu po urazie tomografia wykluczyła u poszkodowanego obecność polipów w zatoce (rys. 2. A), ale jednocześnie pozwoliła stwierdzić przerost błony śluzowej małżowin nosowych (środkowej i dolnej) oraz rozległe zmiany w błonie śluzowej w świetle lewej zatoki szczękowej. Zmiany w małżowinach nosowych zostały uznane za niewielkie i niekwalifikujące się do operacji chirurgicznej. W wyniku dalszego leczenia farmakologicznego, w 62. dniu od wystąpienia urazu wykonano kolejne kontrolne zdjęcie RTG (rys. 1. C), wskazujące na niewielkie cofnięcie się zmian w zatoce. 19 dni później wykonano kolejną TK zatok (rys. 2. B), na podstawie której dopuszczono pacjenta do pracy pod ziemią, zalecając jednocześnie przyjmowanie sterydów donosowych przez 2 miesiące po powrocie do pracy.

Ocena ryzyka

Zgodnie z art. 3.1. ustawy z dnia 30 października 2002 r. za „wypadek przy pracy” uważa się nagłe zdarzenie, wywołane przyczyną zewnętrzną, powodujące uraz lub śmierć, które nastąpiło w związku z pracą [13]. Opisany w artykule przypadek nastąpił nagle i w trakcie wykonywania pracy. W zależności od komisji rozpatrującej takie zdarzenie, przyczyna może być potraktowana jako wewnętrzna (nieodróżność kompleksu

Tabela 1. Ocena ryzyka dla zagrożenia UC zatok w grupie osób zjeżdżających na kopalni sporadycznie (uczniowie, studenci, naukowcy)

Table 1. Risk assessment of the sinus PU threat in the group of occasional visitors (students, scientific researchers)

Zagrożenie	Potencjalne skutki zdarzenia (S)	Ekspozycja na zagrożenie (E)	Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia (P)	Ryzyko zawodowe (R) $R = S \times E \times P$
Uraz ciśnieniowy zatok	3 – średnia (absencja)	1 – minimalna	0,5 – możliwe do zaistnienia (0,01%)	R = 1,5
$R \leq 20$, R = 1,5 (ryzyko pomijalne) – wskazana kontrola				

Tabela 2. Ocena ryzyka dla zagrożenia UC zatok osób pracujących pod ziemią w warunkach bez narażenia na działanie gazów

Table 2. Risk assessment of the sinus PU threat for the underground employees working without gas exposure conditions

Zagrożenie	Potencjalne skutki zdarzenia (S)	Ekspozycja na zagrożenie (E)	Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia (P)	Ryzyko zawodowe (R) $R = S \times E \times P$
Uraz ciśnieniowy zatok	3 – średnia (absencja)	6 – częsta	0,5 – możliwe do zaistnienia (0,01%)	R = 9
$R \leq 20$, R = 9 (ryzyko pomijalne) – wskazana kontrola				

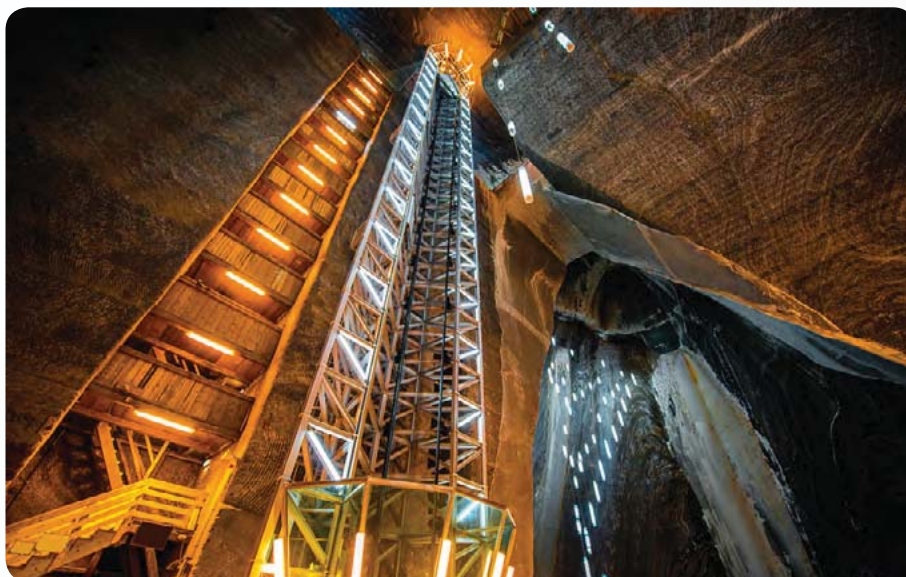
Tabela 3. Ocena ryzyka dla zagrożenia UC zatok w warunkach narażenia na występowanie w środowisku pracy siarkowodoru

Table 3. Risk assessment of the sinus PU threat in conditions of hydrogen sulfide exposure

Zagrożenie	Potencjalne skutki zdarzenia (S)	Ekspozycja na zagrożenie (E)	Prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia (P)	Ryzyko zawodowe (R) $R = S \times E \times P$
Uraz ciśnieniowy zatok	3 – średnia (absencja)	6 – częsta	1 – tylko sporadycznie możliwe (0,1%)	R = 18
$R \leq 20$, R = 18 (ryzyko pomijalne) – wskazana kontrola				

ujściowo-przewodowego) lub zewnętrzna (nagła zmiana ciśnienia atmosferycznego). Jeżeli wybrana zostanie ta pierwsza, zdarzenie nie zostanie zakwalifikowane jako wypadek, ponieważ nie spełni wtedy warunków wynikających z przytoczonej definicji.

W polskim górnictwie podziemnym na każdej zmianie roboczej pod ziemię zjeżdżają tysiące osób. Co roku podziemne zakłady górnicze są odwiedzane przez dziesiątki osób w nich niezatrudnionych, takich jak uczniowie średnich szkół zawodowych, studenci na prak-



Fot. Rossheleny/Bigstockphoto

tykach, naukowcy i uczestnicy okazyjnych wycieczek. Przedział wiekowy uczestników zjazdów waha się od 16 do 70 lat, a wiedza organizatorów i opiekunów o ich stanie zdrowia często jest powierzchowna.

Przyjmując, że uraz ciśnieniowy miał już raz miejsce w firmie, należy liczyć się z dużym prawdopodobieństwem, że zdarzy się ponownie. W takiej sytuacji pracodawca powinien przeprowadzić ponowną analizę ryzyka zawodowego. Znając przyczynę UC, mechanizm jego powstawania i konsekwencje, można zidentyfikować zagrożenie, co z kolei pozwala na oszacowanie ryzyka zawodowego i wyznaczenie jego dopuszczalnej wartości. Na zwiększenie stopnia ryzyka zaistnienia UC mogą mieć wpływ przyczyny dodatkowe, np. ekspozycja na czynniki drażniące w środowisku pracy. Praca z czynnikami drażniącymi może powodować nieżyt nosa, co zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia UC [8]. Od 2010 r. dwie z trzech kopalń KGHM Polska Miedź S.A. prowadzą roboty górnicze przy stwierdzonej obecności siarkowodoru [14], którego właściwości drażniące mają negatywny wpływ na stan zdrowia pracowników na niego ekspozowanych – mogą powodować przewlekłe stany zapalne górnych dróg oddechowych [15,16].

Przykładowa ocena ryzyka wystąpienia UC zatok, wykonana metodą *Risk Score* [17] w trzech grupach uczestników zjazdów, mogłaby wyglądać tak, jak w tabelach 1-3. Oszacowane ryzyko (R) we wszystkich grupach jest na niskim poziomie: $R \leq 20$ (pomijalne).

Podsumowanie

Przedstawiony w artykule przypadek wskazuje, że uraz ciśnieniowy zatok może w pewnych, niekorzystnych warunkach dotyczyć osób pracujących w górnictwie. Opisany UC w lewej zatoce szczękowej został spowodowa-

ny niedrożnością przewodu łączącego zatokę z nosem, prawdopodobnie od strony zatoki i pod wpływem wzrostu ciśnienia w trakcie zjazdu wyciągiem szybowym. Różnica ciśnień w zatoce i na zewnątrz spowodowała ostrą barotraumą błony śluzowej wyścielającej wnętrze zatoki. W wyniku doznanego urazu uszkodzony przebywał 83 dni na zwolnieniu chorobowym.

O rzadkości występowania ciśnienia jako czynnika powodującego uraz w górnictwie może świadczyć brak wzmianki o tym zagrożeniu w międzynarodowej karcie charakterystyki zagrożenia zawodowego na stanowisku – górnik kopalni węgla kamiennego³. W tych samych kartach, następstwa UC na stanowisku nurka znajdziemy spośród czynników fizycznych.

Z założenia karty nie wyczerpują tematu zagrożeń na danym stanowisku pracy, ale mają służyć jako podstawa i pomoc do tworzenia szczegółowych instrukcji [18]. Analizując podział niebezpiecznych zdarzeń lub zagrożeń, stosowany przez Wyższy Urząd Górniczy [19], wystąpienie UC można by umieścić w grupie innych zdarzeń, spowodowanych zagrożeniem naturalnym lub osobowym. Analiza danych statystycznych w kontekście opisywanego w artykule przypadku wskazuje na stosunkowo niskie ryzyko wystąpienia UC w górnictwie.

Jednak wystąpienie pojedynczych, udokumentowanych przypadków nie pozwala na ignorowanie potencjalnego problemu. Zapewne niewielu spośród pracowników górnictwa ma świadomość, że zwykły nieżyt nosa lub stan zapalny zatok może być przyczyną kosztownego leczenia i kilkutygodniowej absencji chorobowej w pracy. Warto, by odpowiednie służby bhp w ramach szkoleń wstępnych i okresowych uświadamiały pracownikom istnienie takiego zagrożenia w ich miejscu pracy.

³ www.ciop.pl [dostęp: 21.02.2017]

BIBLIOGRAFIA

- [1] Sobotta J. *Atlas anatomii człowieka. Tom 3. Głowa, szyja i układ nerwowy*. Elsevier, Urban&Partner, Wrocław 2012
- [2] Siermontowski P., Spałek E. *Uraz ciśnieniowy zatok obocznych u nurków*. „Polish Hyperbaric Research” 2005,10,1:30-35
- [3] Klajman S., Dęga K., Torbus J., Wlazłowski Z. *Wpływ wysokich ciśnień na obraz radiologiczny zatok szczękowych u nurków*. „Polish Hyperbaric Research” 2015,53,4:75-80
- [4] Marmura M. J., Silberstein S. D. *Headaches caused by nasal and paranasal sinus disease*. „Neurologic Clinics” 2014,32,2:507-523
- [5] Sawicki P., Burduk P., Dalke K., Orzechowska M., Kaźmierczak H. *Ostre izolowane zapalenie zatoki klinicznej – opis 4 przypadków*. „Otolaryngologia Polska” 2014,68:99-103
- [6] Wachnicka-Bąk A., Lipińska-Opałka A., Będzichowska A., Kalicki B., Jung A. *Zapalenie błony śluzowej nosa i zatok przynosowych – jedno z najczęstszych zakażeń górnych dróg oddechowych*. „Pediatria i Medycyna Rodzinna” 2014,10,1:25-31
- [7] Fornal R., Kurzawa R., Błażowski Ł., Sak I. *Nieżyt nosa – najważniejsze fenotypy i endotypy oraz zasady leczenia*. „Alergia Astma Immunologia” 2015,20,4:242-252
- [8] Salski W., Wiszniewska M., Salska A., Tymoszek D., Walusiak-Skorupa J. *Nieżyt nosa związany z pracą – czy zawsze jest to choroba zawodowa?* „Medycyna Pracy” 2016,67,6: 801-815
- [9] Franz R. M., Schutte P. C. *Barometric hazards within the context of deep-level mining*. „The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy” 2005,105,7:387-389
- [10] Kawecki Z., Hildebrand J. *Transport szybowy*. Piestrzyński A. (red.), Monografia KGHM Polska Miedź S.A. KGHM Cuprum, Lubin 2007
- [11] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych. Dz.U. nr 139, poz. 1169
- [12] Rosiek F., Sikora M., Urbański J. *Wyznaczanie ciśnienia powietrza w kopalniach LGOM*. „Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej” 2000,87,28:93-101
- [13] Ustawa z dnia 30 października 2002 r. – O ubezpieczeniu społecznym z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych. T.jedn. Dz.U. z 2009 r. nr 167, poz. 1322
- [14] Kijewski P., Kubiak J., Gola S. *Siarkowódór – nowe zagrożenie w górnictwie rud miedzi*. „Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk” 2012,83:83-95
- [15] Skoczyńska A., Gruszczyński L., Turczyn B., Ścieszka M., Wojakowska A., Pawłowski T., Schmidt E. *β-syntaza cystationiny (CBS), γ-liaza cystationiny (CSE) i oksydaza cytochromu C (COX) w surowicy górników kopalni miedzi potencjalnie narażonych na emisję siarkowodoru*. „Medycyna Pracy” 2015,66,4:539-548
- [16] Stetkiewicz J. *Siarkowódór. Dokumentacja dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego*. „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” 2011,70,4:97-117
- [17] Kowalczyk C. *Jak ocenić ryzyko zawodowe?* Państwowa Inspekcja Pracy, Główny Inspektorat Pracy, Warszawa 2010
- [18] Łastowiecka-Moras E., Bugajska J. *Karty charakterystyki zagrożeń zawodowych jako użyteczne narzędzie pracy dla służby bhp*. „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 2013,496,1:28-30
- [19] Matuszewski K. *Przyczyny wypadków przy pracy w górnictwie w aspekcie profilaktyki*. „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 2009,449,2:22-25