

# Skojarzone z urazem kręgosłupa szyjnego uszkodzenie tchawicy. Studium przypadku.

## Tracheal Laceration Associated with Cervical Spine Injury. Case Study.

Sebastian Sobiech<sup>(B,D,E,F)</sup>, Dariusz Onichimowski<sup>(B,D,F)</sup>,  
Ewa Gawlikowska<sup>(B,D,E,F)</sup>

Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny, Olsztyn, Polska  
Department of Anaesthesiology and Intensive Care, Regional Specialised Hospital, Olsztyn, Poland

### STRESZCZENIE

Śmiertelność w wyniku urazowych uszkodzeń kręgosłupa szyjnego wynika głównie z powikłań oddechowych. Obok niedomy, zapalenia płuc, niewydolności oddechowej, zatorowości płucnej możliwe są również uszkodzenia anatomicznych struktur układu oddechowego.

Prezentujemy przypadek czterdziestoczteroletniego mężczyzny po urazie kręgosłupa szyjnego w odcinku szyjnym z towarzyszącym uszkodzeniem tchawicy, których to obrażeń doznał w wyniku upadku z wysokości. Uszkodzenia dotyczyły kręgów C3, C4, C5, towarzyszyło im przednie zwichnięcie na poziomie C3-C4. Z powodu wystąpienia niewydolności oddechowej pacjent wymagał intubacji i wdrożenia wentylacji mechanicznej. Ze względu na całkowite i nieodwracalne uszkodzenie rdzenia kręgowego pacjenta nie zakwalifikowano do zabiegu stabilizacji w trybie pilnym. Ze względu na narastające objawy infekcji dróg oddechowych zabieg był nadal odsuwany w czasie. W dwunastej dobie hospitalizacji podczas wykonywania planowej tracheotomii stwierdzono perforację w przedniej ścianie tchawicy. W związku z ropieniem rany okolicy tracheostomii i przeciekiem wokół rurki tracheostomijnej pacjent został zaintubowany rurką dwuświatłową. W dwudziestej trzeciej dobie hospitalizacji wystąpiły gwałtowne problemy wentylacyjne przy utrzymującym się przecieku wokół rurki intubacyjnej oraz objawy sugerujące przetokę tchawiczoprzełykową. Po wymianie rurki intubacyjnej na jednoświatłową, wykonaniu bronchoskopii wystąpiło zatrzymanie krążenia, po wdrożonych czynnościach resuscytacyjnych obserwowano powrót krążenia w okresie czterech godzin, następnie wśród objawów postępującego wstrząsu, nastąpił zgon pacjenta.

Obrażenia kręgosłupa szyjnego, których doznał opisany pacjent można zakwalifikować do grupy B1.2.3 skali Magerla i dodatkowo do kategorii C. Reprezentuje on najcięższą grupę urazów, którym mogą towarzyszyć uszkodzenia tchawicy czy przełyku. W przypadkach tych zasadna jest wnikliwa diagnostyka ewentualnych uszkodzeń struktur leżących w sąsiedztwie kręgosłupa, w szczególności tchawicy i przełyku. Wczesna stabilizacja ciężkich złamań kręgosłupa umożliwia śródoperacyjną ocenę struktur sąsiadujących. Opóźnione rozpoznanie uszkodzeń tchawicy lub przełyku związane jest z gorszym rokowaniem i potencjalną niemożnością zaopatrzenia uszkodzeń ze względu na rozwój powikłań zapalnych.

**Słowa kluczowe:** uraz kręgosłupa szyjnego, uszkodzenie tchawicy, tracheotomia

### SUMMARY

Mortality as a result of cervical spine injuries is predominantly associated with respiratory complications. Besides atelectasis, pneumonia, or respiratory failure, possible complications also include damage to anatomical structures of the respiratory tract.

Case report. We present the case of a 44-year-old man who suffered a cervical spine injury with associated tracheal laceration after a fall from a height of about 2 meters. Vertebrae C3, C4, C5 were damaged with anterior dislocation at the C3/C4 level. Because of the development of respiratory failure, the patient was intubated and mechanical ventilation was commenced. In view of a complete and irreversible spinal cord injury, the patient was not qualified for an emergency stabilisation of the vertebral fractures. Surgery was further delayed because of increasing signs of a respiratory infection. On the 12th ICU day, a perforation of the anterior tracheal wall was identified during an elective tracheotomy. Due to the presence of pus at the tracheostomy site and air leakage around the tracheostomy tube cuff, the patient was intubated with a double-lumen endotracheal tube. On the 23th ICU day, acute problems with mechanical ventilation developed due to persisting air leakage around the tube cuff accompanied by signs suggestive of a tracheo-oesophageal fistula. Replacement of the double-lumen tube with a single-lumen one and a bronchoscopy was followed by cardiac arrest. Resuscitation led to the return of circulation over four hours, followed by death of the patient in the setting of increasing shock.

The cervical spine injury suffered by the patient can be classified as Magerl's B1.2.3 and additionally as a Category C injury. These are the most severe injuries which may be accompanied by tracheal or oesophageal damage. In such cases, it is advisable to carry out detailed work-up to detect any damage to structures adjacent to the spine, in particular the trachea and oesophagus. Early stabilisation of severe spinal fractures allows for intraoperative assessment of the adjacent structures. A delay in diagnosing damage to the trachea or oesophagus is associated with poorer prognosis and a potential inability to treat the injuries due to developing inflammatory complications.

**Key words:** injury, cervical spine, tracheal laceration, tracheotomy

## WSTĘP

Urazowe uszkodzenia kręgosłupa szyjnego w odcinku szyjnym mogą się przyczynić do ciężkiego nieodwracalnego kalectwa. Dla dwudziestoprocentowej śmiertelności w okresie trzech pierwszych miesięcy po urazie decydujące znaczenie mają powikłania oddechowe, których częstość w przypadku urazu rdzenia w odcinku szyjnym sięga 100% [1,2]. Wśród powikłań oddechowych wymieniane są: niedodma, zapalenie płuc, niewydolność oddechowa wymagająca przewlekłej wentylacji i zatorowość płucna. Rzadko opisywane są jednak powikłania w postaci uszkodzeń anatomicznych struktur układu oddechowego.

Celem pracy jest nie tylko opisanie rzadko występującego ciężkiego powikłania, ale również przekazanie przestrogi dla innych, że w pewnych warunkach można przez 12 dni nie rozpoznać u pacjenta uszkodzenia tchawicy.

## PREZENTACJA PRZYPADKU

Prezentujemy poniżej przypadek 44-letniego mężczyzny po urazie kręgosłupa w odcinku szyjnym z towarzyszącym uszkodzeniem tchawicy, których to obrażeń doznał w wyniku upadku z wysokości.

W wykonanym w szpitalu powiatowym zdjęciu RTG kręgosłupa szyjnego stwierdzono zwichnięcie przednie na poziomie kręgów C3-C4. Kręgosłup szyjny został unieruchomiony kołnierzem Schanza. Pacjenta przekazano do Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego w Olsztynie. W wykonanym badaniu kręgosłupa szyjnego za pomocą tomografii komputerowej stwierdzono: całkowite zwichnięcie przednie na poziomie C3-C4, uwidoczniło złamanie bocznej części trzonu kręgu C3 po stronie prawej z przemieszczeniem odłamanego fragmentu kręgu bocznie i ku dołowi, złamanie łuku kręgu C3 po stronie lewej oraz wieloodłamowe złamanie wyrostka stawowego dolnego kręgu C3 z przemieszczeniem drobnych fragmentów kostnych w obręb tylnej części kanału kręgowego po stronie lewej, złamanie górno-przedniej części trzonu kręgu C4 z przemieszczeniem odłamanego fragmentu ku przodowi, złamanie łuku kręgu C4 po stronie lewej, wieloodłamowe złamanie wyrostków stawowych górnego i dolnego kręgu C4 po stronie lewej, złamanie wyrostka kolczystego C4, złamanie guzka przedniego kręgu C5 po stronie lewej. W wykonanym badaniu głowy za pomocą tomografii komputerowej nie stwierdzono nieprawidłowości. Pacjent był przytomny z cechami porażenia cztero kończynowego. Z powodu rozwijających się cech niewydolności oddechowej w postaci: tachypnoe, spłycaenia oddechu, hypoksemii pacjenta zaintubowano i wdrożono wentylację mechaniczną. Intubację wy-

## BACKGROUND

Traumatic damage to the cervical spine may contribute to severe, irreversible disability. Respiratory complications, the frequency of which in cases of cervical spine trauma reaches 100% [1,2], are decisive for the twenty-percent mortality reported during the first three months after injury. Respiratory complications include atelectasis, pneumonia, respiratory failure requiring permanent ventilation, and pulmonary embolism. Complications in the form of damage to the structures of the respiratory tract are rarely described in the literature. The aim of this paper is not only to present a rarely occurring severe complication, but also to warn others that, in certain circumstances, a tracheal laceration may go undiagnosed for 12 days.

## CASE REPORT

We present the case of a 44-year-old man who suffered a cervical spine injury with associated tracheal laceration after a fall from a height. Anterior dislocation at the C3/C4 level was diagnosed on the basis of a radiograph of the cervical spine taken in a district hospital. The cervical spine was stabilised with a Schanz collar. The patient was transferred to the Regional Specialised Hospital in Olsztyn. A CT scan of the cervical spine showed complete anterior dislocation at the C3/C4 level, fractures of the lateral part of the C3 vertebral body on the right with dislocation of the broken-off vertebral fragment laterally and inferiorly, a fracture of the C3 vertebral arch on the left as well as a comminuted fracture of the inferior articular process of the C3 with dislocation of small bony fragments into the posterior part of the vertebral canal on the left, a fracture of the supero-anterior part of the C4 vertebral body with anterior dislocation of the broken-off fragment, a fracture of the C4 vertebral arch on the left, a comminuted fracture of the superior and inferior articular processes of the C4 on the left, a fracture of the spinous process of the C4, and a fracture of the anterior tubercle of the C5 on the left. A CT scan of the head showed no abnormalities. The patient was conscious with signs of quadriplegia. Because of evidence of developing respiratory failure (tachypnoea, shallow breathing and hypoxaemia), the patient was intubated and mechanical ventilation was commenced. The intubation was conducted in the ICU after administration of propofol and fentanyl. Tracheal intubation was uneventful with no signs of bleeding from the respiratory tract. In view of a complete and irrever-

konano w oddziale intensywnej terapii po podaży propofolu i fentanylu. Intubacja tchawicy była gładka, nie obserwowano cech krwawienia z dróg oddechowych. Ze względu na całkowite i nieodwracalne uszkodzenie rdzenia kręgowego pacjenta zdyskwalifikowano ze stabilizacji kręgosłupa szyjnego w trybie dyżurowym. Założono wyciąg czaszkowy i przekazano pacjenta do OIT w celu przygotowania do operacji planowej w dobach następnych. W drugiej dobie hospitalizacji włączono do leczenia enoxaparynę w dawce profilaktycznej dla pacjentów z grupy podwyższonego ryzyka wystąpienia żylnych chorób zakrzepowo-zatorowej w dawce 40 mg s.c. co 24 godziny, równocześnie stosowano pończochy o stopniowanym ucisku. Również w drugiej dobie pobytu wykonano bronchoskopię z wentylacją przez rurkę intubacyjną celem pobrania z dróg oddechowych wydzieliny do badania bakteriologicznego. Ze względu na narastające objawy infekcji dróg oddechowych, zaburzenia wymiany gazowej w postaci hypoksemii i retencji dwutlenku węgla z towarzyszącą hipertermią powyżej 39 stopni oraz obecnością ropnej, gęstej wydzieliny w drzewie oskrzelowym podjęto decyzję o odroczeniu zabiegu operacyjnego. Włączono antybiotykoterapię empiryczną, a następnie po uzyskaniu wyniku posiewu wydzieliny z dróg oddechowych, antybiotykoterapię celowaną. Mimo stosowanej antybiotykoterapii, cechy kliniczne, jak i laboratoryjne zakażenia nie ustępowały.

W dwunastej dobie pobytu w OIT pacjenta zakwalifikowano do wykonania planowej tracheostomii. W trakcie preparowania tkanek stwierdzono patologiczną perforację w przedniej ścianie tchawicy poniżej drugiej chrząstki tchawicy i rozciągającą się na długości 2,5 cm. Na tym odcinku ściana tchawicy pozbawiona była szkieletu chrzęstnego. Pierścienie tchawicy znajdowano leżące luźno w tkankach. Usunięto fragmenty pierścieni i uszkodzonych tkanek. Wszyto skórę do tkanek okołotchawiczych i ściany tchawicy. Założono rurkę tracheostomijną z regulowanym położeniem kołnierza numer 8 wprowadzając jej koniec do niezmiennego dolnego odcinka tchawicy. Z dostępu przez jamę ustną fiberoskopowo oceniono krtani i fragment tchawicy ponad perforacją. W obrębie krtani i dwóch pierwszych chrząstek tchawicy nie stwierdzono uszkodzeń. Potwierdzono prawidłowe położenie rurki tracheostomijnej i całkowite usunięcie luźnych fragmentów uszkodzonych chrząstek. Poniżej ujścia rurki tracheostomijnej stwierdzono prawidłowy obraz drzewa oskrzelowego. Skontrolowano przełyk i wykluczono obecność przetoki przełykowo-tchawiczej.

W związku z czynną infekcją w obrębie szyi w postaci ropiejącej rany po tracheotomii nadal niemożli-

wymie spinal cord injury, the patient was disqualified from an emergency stabilisation of the vertebral fractures. A cranial traction was applied and the patient was transferred to the ICU for preparation for an elective surgery within the following days. On the second day of his stay in the ICU, enoxaparin was introduced as prophylaxis for patients at increased risk of thromboembolic disease at a dose of 40 mg s.c. every 24 hours; graduated compression stockings were also applied. Additionally, on his second ICU day, the patient underwent bronchoscopy with ventilation through a tracheal tube in order to collect secretions from the respiratory tract for bacteriological testing. In view of developing signs of respiratory tract infection, gas exchange disorder in the form of hypoxaemia and CO<sub>2</sub> retention with associated hyperthermia over 39 degrees Celsius and the presence of purulent, thick secretions in the bronchial tree, the surgery was postponed. Empirical antibiotic therapy was commenced, followed by specific antibiotic therapy once the results of respiratory culture were known. Despite the antibiotic therapy, clinical and laboratory signs of the infection persisted.

On the 12th ICU day, the patient was qualified for an elective tracheotomy. During tissue dissection, a 2.5 cm-long pathological perforation was found in the anterior wall of the trachea, below the tracheal cartilage. Along the perforated segment, the tracheal wall lacked the cartilaginous skeleton. The tracheal rings were found lying loose in the tissues. The fragments of the rings and the damaged tissues were removed. The skin was sewn into the peritracheal tissues and the tracheal wall. A tracheostomy tube with an adjustable position size 8 collar was introduced, the tip reaching the lower, intact section of the trachea. The fragment of the trachea above the perforation was assessed with a fiberscope introduced through the oral cavity. No damage was found in the larynx and the first two tracheal cartilages. It was confirmed that the tracheostomy tube was correctly positioned and that all loose fragments of the damaged cartilages had been removed. The bronchial tree below the outlet of the tracheostomy tube appeared normal. The oesophagus was examined and a tracheo-oesophageal fistula was ruled out.

Due to the active infection in the cervical region in the form of a purulent tracheotomy wound, surgery to stabilise the cervical spine was still not possible. The cranial traction was removed and a Schanz collar was applied. Because of a large leakage around the tracheostomy tube, resulting from a missing fragment of the anterior tracheal wall, the tube was replaced with a left-sided Robertshaw tube inserted through the mouth. The bronchoscopic tube position



wa była operacyjna interwencja celem stabilizacji kręgosłupa szyjnego. Zdjęto wyciąg czaszkowy, założono kołnierz Schanza. Z powodu dużego przecieku wokół rurki tracheostomijnej związanego z ubytkiem fragmentu przedniej ściany tchawicy, zastąpiono rurkę tracheostomijną wprowadzoną przez usta lewostronną rurką Robertshawa. Ze względu na zbyt dużą średnicę dostępnego fiberoskopu nie wykonano bronchoskopowej kontroli położenia rurki. W dwudziestej trzeciej dobie hospitalizacji wystąpiły gwałtowne problemy wentylacyjne przy utrzymującym się przecieku wokół rurki intubacyjnej. Podczas prowadzonej wentylacji mechanicznej zaobserwowano wydostawanie się powietrza wokół mankietu tchawczego rurki dwuświatłowej oraz przeciek do przewodu pokarmowego, co manifestowało się nadymaniem się nadbrzusza i ewakuacją gazów przez zgłębnik żołądkowy. W wykonanym zdjęciu RTG klatki piersiowej stwierdzono masywne obustronne zagęszczenia miąższowe. Pod kontrolą laryngoskopii bezpośredniej wymieniono rurkę Robertshawa na rurkę jednoświatłową, po czym przystąpiono do wykonania bronchoskopii. Mimo prowadzonej podczas zabiegu w sposób ciągły wentylacji mechanicznej w trybie IPPV z FiO<sub>2</sub> 1,0 wystąpiły problemy z utrzymaniem prawidłowej oksygenacji. Ciągła wentylacja mechaniczna podczas bronchoskopii możliwa była dzięki zastosowaniu łącznika z otworem umożliwiającym wprowadzenie bronchoskopu. Podczas zabiegu odsysano liczne śluzowo-ropne czopy zatykające światło oskrzeli oraz potwierdzono prawidłowe położenie rurki intubacyjnej. W celu uzyskania położenia mankieta rurki intubacyjnej poniżej miejsca uszkodzenia tchawicy konieczne było głębokie umiejscowienie rurki z otworem umieszczonym tuż powyżej rozwidlenia tchawicy. Wkrótce po zakończeniu bronchoskopii wystąpiło zatrzymanie krążenia w mechanizmie asystolii. Po kilkuminutowej resuscytacji przywrócono czynność układu krążenia, jednak po czterech godzinach wśród objawów postępującego wstrząsu nastąpił zgon pacjenta. W badaniu sekcyjnym stwierdzono: uszkodzenie kręgów C3 i C4, jak w badaniach obrazowych, uszkodzenie tchawicy, zmiany martwicze z wytworzeniem przetoki tchawiczoprzetykowej, ropne zapalenie płuc oraz rozsianą zatorowość płucną.

## DYSKUSJA

Doniesienia o pourazowych uszkodzeniach tchawicy skojarzonych z urazem kręgosłupa rzadko pojawiają się w literaturze. Pourazowe uszkodzenia tchawicy bywają także przeoczone podczas wstępnej diagnostyki. Wielu pacjentów z tym obrażeniem umiera przed dotarciem do szpitala. Częstość występowania

was not evaluated because the available fiberoptic was too large in diameter. On the 23th ICU day, acute problems with ventilation developed with persisting leakage around the tracheal tube. During mechanical ventilation, a leakage of air was noticed around the tracheal cuff of the double-lumen tube with air moving further down to the GI tract, which resulted in epigastric swelling and gas evacuation through the gastric tube. A chest radiograph revealed massive bilateral parenchymal densities. The Robertshaw tube was replaced with a single-lumen tube under direct laryngoscopic guidance, following which a bronchoscopy was commenced. Despite continuous mechanical ventilation in IPPV with FiO<sub>2</sub> 1.0 mode during the procedure, maintaining normal oxygenation was difficult. The continuous mechanical ventilation during bronchoscopy was possible thanks to a connector with an opening for bronchoscope insertion. During the procedure, numerous mucopurulent emboli occluding the lumen of the bronchi were suctioned and correct positioning of the tracheal tube was confirmed. In order to place the cuff of the tube below the laceration site, it was necessary to place the tube with the outlet placed just above the tracheal bifurcation. Shortly after the bronchoscopy was finished, asystolic cardiac arrest occurred. After several minutes of resuscitation, circulatory function was restored. However, after four hours, the patient died in the setting of developing shock.

The autopsy exam revealed damage to the vertebrae C3 and C4 as shown in the imaging exams, tracheal laceration, necrotic lesions with a tracheo-oesophageal fistula, purulent pneumonia and diffuse pulmonary embolisms.

## DISCUSSION

Post-traumatic tracheal lacerations with an associated spine injury are rarely described in the literature. They are sometimes overlooked during the initial diagnostic workup. Numerous patients with such injuries die before arrival at hospital. The frequency of tracheal laceration resulting from blunt

uszkodzeń tchawicy wskutek tępego urazu wynosi poniżej 1% wszystkich pacjentów trafiających do oddziałów ratunkowych [3]. Śmiertelność w tego rodzaju urazie wynosi 30-50% [4]. Tak wysoka śmiertelność wynika głównie z faktu nierozpoznania uszkodzenia tchawicy, co prowadzić może do dalszych powikłań. Szczególnie niebezpieczne są: całkowite odebranie na całym obwodzie, stłuczenia ściany tchawicy, przetoki tchawiczo-przełykowe i zwężenia światła prowadzące nawet do całkowitej obturacji [5].

Tchawica jest strukturą dobrze chronioną przez sąsiedztwo struktur kostnych, takich jak: żuchwa, mostek, kręgosłup, cztery pierwsze żebra. Również jej elastyczność i ruchomość, jak i chrząstny szkielet czynią z tchawicy strukturę rzadko ulegającą uszkodzeniu. Statystycznie rozerwania tchawicy w wyniku tępych urazów mają miejsce najczęściej (aż w 80 procentach) w zakresie 2,5 cm od ostrogi [6].

Rozpoznanie uszkodzenia tchawicy bywa trudne. Uszkodzenie może objawiać się całkowitą obturacją dróg oddechowych lub pozostawać zupełnie bezobjawowe. Czynniki, które nasuwają podejrzenie obecności uszkodzenia tchawicy to: krwioplucie, rozedma podskórna okolicy szyi, klatki piersiowej, odma śródpiersia. Rozedma podskórna może być niewielka u pacjentów oddychających spontanicznie, jednak może nasilić się znacznie podczas prowadzonej mechanicznej wentylacji. Badania retrospektywne wykazały, że rozedma podskórna występuje w ponad 60 procentach przypadków urazowych uszkodzeń tchawicy [7].

Opisywane w literaturze urazy współistniejące dotyczą: nerwów krtaniowych wstecznych (49% przypadków), przełyku (21%), krtani (14%) i kręgosłupa szyjnego (9%) [8]. Rzadsze współistnienie uszkodzeń tchawicy z uszkodzeniami kręgosłupa szyjnego nasuwa przypuszczenie, że celowym jest określenie dodatkowych czynników wskazujących na możliwość wystąpienia uszkodzeń tchawicy w szczególnie ciężkich postaciach urazów kręgosłupa szyjnego. O stopniu ciężkości urazu kręgosłupa szyjnego można wnioskować na podstawie skali Magerla, stąd wydaje się zasadne zastosowanie jej do oceny ryzyka wystąpienia urazów współistniejących. Klasyfikacja według Magerla opublikowana została po raz pierwszy w 1994 roku w *European Spine Journal* [9]. Model biomechaniczny dla tej klasyfikacji opiera się na schemacie dwukolumnowym według Whitesides'a. Główne kategorie (A, B, C) wydzielone są przez proste kryteria radiologiczne z uwzględnieniem działających sił (ściskająca, rozciągająca i skrętna). Ogólnie poszczególne kategorie A, B, C można scharakteryzować w następujący sposób (kompletna skala została przedstawiona w Tabeli 1):

trauma amounts to less than 1% of all patients arriving at emergency departments [3]. Mortality associated with these injuries is 30-50% [4]. Such a high mortality rate stems predominantly from failure to diagnose the tracheal laceration, which may lead to further complications, the most dangerous of which are: complete avulsion across the entire circumference, tracheal wall contusions, tracheo-oesophageal fistulae, and luminal stenoses that may even lead to complete obstruction [5].

The trachea is well-protected by the adjacent osseous structures such as the mandible, sternum, spine and the first four ribs. The trachea is rarely damaged also owing to its cartilaginous skeleton as well as its flexibility and mobility. Statistically, tracheal ruptures resulting from blunt traumas occur mostly (in as many as 80% of the cases) within 2.5 cm from the carina [6].

Diagnosing tracheal laceration can be difficult. A laceration may present as complete respiratory obstruction or it may remain completely asymptomatic. Signs that suggest tracheal laceration are haemoptysis, subcutaneous emphysema in the cervical and thoracic region and mediastinal pneumothorax. Subcutaneous emphysema may be insignificant in patients with spontaneous breathing, but it may become much more prominent during mechanical ventilation. Retrospective studies have shown that subcutaneous emphysema occurs in over 60% of cases of traumatic tracheal lacerations [7].

Concomitant injuries reported in the literature concern the retrograde laryngeal nerves (49% of the cases), oesophagus (21%), larynx (14%), and cervical spine (9%) [8]. The fact that tracheal lacerations are seldom associated with cervical spine damage suggests that, in particularly severe cervical spine injuries, it is advisable to determine additional factors indicating a possible tracheal laceration. The severity of a cervical spine injury may be determined using the Magerl scale. Hence, it seems advisable that this scale should be used for evaluating the risk of concomitant injuries. The Magerl classification was first published in the *European Spine Journal* in 1994. The biomechanical model for this classification is based on the two column concept of Whitesides. The main categories (A, B, C) are distinguished through simple radiological criteria with regard to the acting forces (compression, distraction and rotation). Generally, the individual categories may be characterised in the following way (the complete scale is presented in the Table 1):

Type A – compression single-column fractures  
 Type B – double-column fractures with distraction  
 Type C – double-column fractures with rotation.

Tab. 1. Klasyfikacja urazowych uszkodzeń kręgosłupa według Magerla

Tab. 1. Classification of traumatic injuries to the spine according to Magerl

TYP A Uszkodzenia obejmują trzon kręgowy TYPE A Injuries of the vertebral body	Grupa A1: złamania zgniecieniowe Group A1: endplate fractures
	Grupa A2: złamania rozszczepienne Group A2: split fractures
	Grupa A3: złamania wybuchowe Group A3: burst fractures
TYP B Uszkodzenia przedniej i tylnej kolumny kręgosłupa z dystrakcją. Głównym kryterium jest poprzeczne przerwanie w zakresie jednej lub obu kolumn TYPE B Injury to the anterior and posterior column of the spine with distraction The main criterion is a transverse rupture of one or both columns	Grupa B1: rozerwanie tylnego kompleksu więzadłowego z obustronnym podwichnięciem, zwichnięciem lub złamaniem przez powierzchnie stawowe stawów międzykręgowych Group B1: Rupture of the posterior ligament complex with bilateral subluxation, luxation or fracture across the articular surfaces of intervertebral joints.
	Grupa B2: Rozerwanie tylnej kolumny zwłaszcza kostne z uszkodzeniem przedniej kolumny pod postacią rozerwania dysku lub złamania trzonu kręgu Group B2: Rupture of the posterior column, especially osseous rupture with an anterior column injury in the form of disc rupture or vertebral body fracture
	Grupa B3: Rozerwanie przedniej kolumny przez krążek międzykręgowy w mechanizmie przeprostownym Group B3: Rupture of the anterior column by an intervertebral disc in a hyperextension mechanism
TYP C Uszkodzenia jedno- lub obukolumnowe z rotacją TYPE C Single or double-column injury with rotation	Grupa C1: złamania typu A z rotacją Group C1: type A fracture with rotation
	Grupa C2: uszkodzenia typu B z rotacją Group C2: type B injury with rotation
	Grupa C3: uszkodzenia rotacyjno-ścinające Group C3 Rotational shear injury

typ A – złamania kompresyjne jednokolumnowe  
typ B – złamania dwukolumnowe z dystrakcją  
typ C – złamania dwukolumnowe z rotacją.

Obrażenia w obrębie kręgosłupa szyjnego, których doznał opisany przez nas pacjent mogą być zakwalifikowane do grupy B1.2.3 ze względu na współistnienie przedniego zwichnięcia ze złamaniem wyrostków stawowych i złamaniem trzonów kręgów. Jednakże poza uszkodzeniami dwukolumnowymi obraz zmian pourazowych spełniał również kryteria kategorii C, tj. uszkodzeń z rotacją. Te dodatkowe kryteria to współistnienie złamań wyrostków poprzecznych, nieregularnych złamań łuków oraz asymetrycznych złamań trzonów kręgów. Należy przy tym podkreślić, że uszkodzenia rotacyjne reprezentują najcięższą grupę urazów kręgosłupa skojarzoną z największym odsetkiem powikłań neurologicznych. Urazom tego typu mogą towarzyszyć uszkodzenia w obrębie tchawicy, przelyku czy dużych naczyń. W takich sytuacjach klinicznych uzasadniona wydaje się być wnikliwa diagnostyka ewentualnych uszkodzeń w zakresie struktur leżących w sąsiedztwie kręgosłupa, którego złamania mogą się przyczynić również do ich uszkodzenia. Oprócz dokładnego badania klinicznego, konieczne jest wykonanie bardzo szczegółowego

The cervical spine injuries in our patient may be qualified as group B1.2.3 as there was anterior dislocation combined with a fracture of articular processes and fractures of vertebral body. However, except the double-column injuries the post-traumatic lesions was also compatible with the criteria for Category C, i.e. rotational injuries. These additional criteria include the concomitant fractures of transverse processes, irregular fractures of the arches as well as asymmetrical fractures of the vertebral bodies. It should be stressed that rotational injuries represent the most severe group of spine injuries associated with the highest rate of neurological complications. This type of injuries may be accompanied by damage to the trachea, oesophagus or large vessels. Detailed diagnostic workup in search of possible injuries to structures adjacent to the spine seems advisable in such clinical situations, because a spine fracture may also contribute to damage to these structures. Apart from a thorough clinical examination, a very detailed CT scan is necessary and the radiologist should be asked to concentrate on possible injuries [10]. In this case, the CT report did not mention prespinal structures, and, consequently, the tracheal injuries in the cervical section remained asymptomatic until the 12th



badania tomograficznego i ukierunkowanie lekarzy radiologów na ocenę możliwych uszkodzeń [10].

W prezentowanym przypadku w opisie badania TK nie odniesiono się do stanu struktur przedkręgosłupowych i w związku z tym, zmiany urazowe w obrębie tchawicy w odcinku szyjnym pozostawały bezobjawowe do dwunastej doby hospitalizacji. Najprawdopodobniej związane było to również z uszczelnieniem pęknięć czy mikroperforacji przez napompowany mankiet rurki intubacyjnej. Nie obserwowano więc objawów związanych z przeciekaniem powietrza, takich jak gromadzenie się powietrza w sąsiedztwie tchawicy z tworzeniem się rozedmy podskórnej czy odmy śródpiersiowej. Również podczas wykonanej w drugiej dobie pobytu bronchoskopii, której celem było płukanie pęcherzykowo-oskrzelowe dla uzyskania materiału do badania bakteriologicznego nie wykazano zmian pourazowych, ponieważ znajdowały się one na odcinku przebiegu rurki intubacyjnej. Można by wskazać za główną przyczynę uszkodzenia ściany tchawicy zbyt wysokie ciśnienie w mankiecie rurki intubacyjnej, niemniej w opisywanym przypadku ciśnienie to było kontrolowane dwa razy na dobę i było utrzymywane poniżej 25 cm H<sub>2</sub>O. Pointubacyjne uszkodzenia tchawicy z kolei dotyczą najczęściej słabszej części błoniastej [11]. Uszkodzenie tej części tchawicy wykluczono podczas tracheotomii. Tocząca się infekcja gronkowcowa była najprawdopodobniej czynnikiem sprzyjającym pogłębianiu się zakresu uszkodzenia z martwicą i rozpadem zmienionych zapalnie tkanek. Nasuwa się przypuszczenie, że wczesna stabilizacja ciężkich złamań kręgosłupa mogłaby pozwolić na śródoperacyjną ocenę struktur sąsiadujących z fragmentami kostnymi lub narażonych na uszkodzenie w mechanizmie urazu, a tym samym rozwiązać ewentualne wątpliwości pojawiające się po wstępnej diagnostyce obrazowej lub też wykazać uszkodzenie, którego wcześniej nie podejrzewano. Zwłoka z operacją może powodować późniejszą niemożność jej wykonania. W przedstawionym przypadku stopień zaawansowania uszkodzenia w momencie jego wykrycia nie pozwalał już na chirurgiczne jego zaopatrzenie – zmienione zapalnie, rozpadające się fragmenty tkanek uniemożliwiały zamknięcie czy zbliżenie brzegów perforacji. Ropienie tkanek wokół tracheostomii pogłębiało zaistniałe uszkodzenie.

Współistnienie obok uszkodzenia tchawicy zmian w miąższu płucnym czy krążeniu płucnym (zmiany zapalne, zatorowość) dodatkowo upośledzały wymianę gazową, zmniejszały rezerwę oddechową pacjenta. Nasuwa się przypuszczenie, że w grupie pacjentów unieruchomionych ze współistniejącym uszkodzeniem tchawicy celowe może być zastosowanie

day of the patient's stay in the ICU. Most probably it was also connected with the fractures or microperforation being sealed up by the inflated cuff of the tracheal tube. Hence, no evidence of air leakage, such as air collection around the trachea with subcutaneous emphysema or mediastinal pneumothorax, could be seen. During the bronchoscopy on the 2nd ICU day, performed to carry out bronchoalveolar lavage in order to obtain samples for bacteriological testing, no post-traumatic lesions were also found, because they were located in the section where the tracheal tube was. Too high pressure in the tracheal tube cuff could be regarded as the main cause of the tracheal wall laceration. However, in this case the pressure was monitored twice a day and was maintained below 25 cm H<sub>2</sub>O. Intubation-related tracheal damage, in turn, are usually seen in the weaker membranous part [11]. Laceration of this part of the trachea was ruled out during the tracheostomy. The ongoing staphylococcal infection was, most probably, a facilitating factor for the development of a more extensive injury with necrosis and degradation of the inflamed tissues. It may be supposed that early stabilisation of severe spine fractures could allow for intraoperative assessment of the structures adjacent to the osseous fragments or liable to damage during an injury, thus serving to dispel any doubts arising after initial imaging studies or reveal damage not previously suspected. A delay in surgery may later make it impossible to perform. In our patient, the severity of the tracheal injury when it was discovered did not allow for surgical treatment – inflamed, decomposing tissue fragments made it impossible to close or bring nearer the edges of the perforation. Tissue suppuration around the tracheostomy site aggravated the injury.

The coexistence of tracheal laceration and lesions in the lung parenchyma or pulmonary circulation (inflammatory lesions, embolism) further impeded gas exchange and decreased the patient's respiratory reserve. A supposition arises that it may be advisable, in immobilized patients with coexisting tracheal laceration, to institute additional methods of venous thromboembolism prophylaxis such as pneumatic boots and more detailed diagnostic workup for pulmonary embolism with repeated coagulation testing, ultrasound scans of the lower extremity venous system, and lung CT or scintigraphy scans.

The available publications stress the importance of carrying out laryngoscopy and bronchoscopy along the entire length of the trachea, with simultaneous assessment of vocal cord mobility when a laceration of the larynx or laryngeal nerve is suspected. These investigations are particularly recommended

dotychczasowych metod profilaktyki żyłnej choroby zatorowo-zakrzepowej, takich jak buty pneumatyczne oraz wnikliwsza diagnostyka w kierunku zatorowości płucnej z powtarzanymi badaniami układu krzepnięcia, badaniami ultrasonograficznymi układu żylnego kończyn dolnych, badaniem płuc za pomocą tomografii komputerowej czy scyntygrafii.

W dostępnych publikacjach podkreśla się znaczenie wykonania laryngoskopii i bronchoskopii na całej długości tchawicy, łącznie z oceną ruchomości strun głosowych przy podejrzeniu uszkodzenia krtań czy nerwów krtaniowych. Badania te przeprowadzane w celu wykluczenia uszkodzeń tchawicy lub drzewa oskrzelowego są szczególnie wskazane u pacjentów z objawami duszności, krwiopłucia, odmy śródpiersiowej [8]. Intubacja tchawicy rurką z mankietem może maskować przeciek powietrza i umożliwić początkowo bezproblemową wentylację mechaniczną poprzez uszczelnianie miejsca uszkodzenia [12].

Wczesne rozpoznanie uszkodzenia i pilne chirurgiczne zaopatrzenie skojarzone jest z mniejszą śmiertelnością w przypadkach urazowych uszkodzeń tchawicy [13]. Złe efekty leczenia dotyczą pacjentów, u których rozpoznanie i leczenie było opóźnione [14]. W przypadku urazowych uszkodzeń tchawicy ważne jest podjęcie wielodyscyplinarnego leczenia. Konieczne jest dostępność dokładnych badań obrazowych, jak: tomografia komputerowa, badania z zastosowaniem rezonansu magnetycznego, badania z kontrastem [15].

## WNIOSKI

1. W przypadkach złamań klasyfikowanych według dostępnych skal jako najcięższe (np. typ C wg klasyfikacji Magerla) zasadna wydaje się być wnikliwa diagnostyka ewentualnych uszkodzeń w zakresie struktur leżących w sąsiedztwie kręgosłupa, a w szczególności tchawicy oraz przełyku.
2. W trakcie diagnostyki pacjentów ze stwierdzonym urazem kręgosłupa w odcinku szyjnym niezmiernie istotna jest laryngoskopia i endoskopowa ocena tchawicy na całej jej długości.
3. Opóźnione w czasie rozpoznanie urazowego uszkodzenia tchawicy może skutkować niemożnością jego zaopatrzenia ze względu na rozwój powikłań zapalnych.

## PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Claxton AR, Wong DT, Chung F, Fehlings MG. Predictors of hospital mortality and mechanical ventilation in patients with cervical spinal cord injury. *Can J Anaesth* 1998;45:144-149
2. Jackson AB, Groomes TE. Incidence of respiratory complications following spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75:270-275
3. Shorr RM, Crittenden M, Indeck M, Hartuanian SL, Rodriguez A. Blunt thoracic trauma: analysis of 515 patients. *Ann Surg* 1987;206:200-5
4. Minard G, Kudsk KA, Croce MA, Butts JA, Cicala RS, Fabian TC. Laryngotracheal trauma. *Am Surg* 1992;58:181-7

in order to rule out tracheal and bronchial tree injury in patients with evidence of shortness of breath, haemoptysis, or mediastinal pneumothorax [8]. Tracheal intubation with a cuffed tube may conceal air leakage and initially facilitate smooth mechanical ventilation as the tube seals up the laceration site [12]. Early diagnosis of the laceration and urgent surgical treatment is associated with lower mortality in the case of traumatic tracheal lacerations [13]. Poor outcomes are observed in patients in whom the diagnosis and treatment were delayed [14]. Multidisciplinary care is important in patients with traumatic tracheal lacerations. It is necessary to have access to high-detail imaging techniques such as computed tomography, magnetic resonance imaging, or contrast-enhanced studies [15].

## CONCLUSIONS

1. In the case of fractures classified as the most severe according to the available classifications (eg. Megerl's type C), it appears advisable to conduct detailed diagnostic workup for possible injuries within structures adjacent to the spine, particularly the trachea and the oesophagus.
2. During the diagnostic workup of patients with a diagnosed cervical spine injury, it is crucial to carry out a laryngoscopy and endoscopic assessment of the trachea along its entire length.
3. Delayed diagnosis of traumatic tracheal laceration may make treatment impossible due to the development of inflammatory complications.



5. Veit JA, Metternich F. Management of traumatic tracheal injuries: presentation of a rare case and review of the literature. *Laryngorhinotologie* 2008;87(4):270-3
6. Cilley JH Jr, Mure AJ. Chest wall and pulmonary injuries. *Topics in Emergency Medicine* 1990;12:45-52
7. Mathisen DJ, Grillo H. Laryngotracheal trauma. *Ann Thorac Surg* 1987;43:254-62
8. Reece GP, Shatney CH. Blunt injuries of the cervical trachea: review of 51 patients. *South Med J* 1988;81(12):1542-8
9. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J* 1994;3(4):184-201
10. Chen JD, Shanmuganathan K, Mirvis SE, Killeen KE, Dutton RP. Using CT to diagnose tracheal rupture. *Am J Roentgenol* 2001;176:1273-1280.
11. Massard G, Rouge C, Dabbagh A, Kessler R, Hentz JG, Roeslin N, Wihlm JM, Morand G. Tracheobronchial lacerations after intubation and tracheostomy. *Ann Thorac Surg* 1996;61:1483-1487
12. Le Corre A, Cantois JL, Veber B, Dureuil B. Tracheal rupture initially masked by accidental bronchial intubation. *Ann Fr Anesth Reanim* 1999;18(8):909-12
13. Baumgartner F, Sheppard B, de Virgilio C, et al. Tracheal and main bronchial disruptions after blunt chest trauma: presentation and management. *Ann Thorac Surg* 1990;50:569-74
14. Weber P, Vastmans J, Gärtner C, van Boemmel T, Hofmann G. Bronchial rupture combined with luxation fracture of the thoracic spine following direct trauma. *Unfallchirurg* 2004;107(11):1093-8
15. Davies G, Leighton S, Hayward R, Spitz L. Jet-ski injury: severe blunt neck trauma with survival. *Journal of the Royal Society of Medicine* 2001;94:402-3

---

**Liczba słów/Word count:** 5274

**Tabele/Tables:** 1

**Ryciny/Figures:** 0

**Piśmiennictwo/References:** 15

*Adres do korespondencji / Address for correspondence*  
*dr Sebastian Sobiech*

*Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego*  
*10-561 Olsztyn, ul. Żołnierska 18, tel./fax: 0-89 5386 243, e-mail: sebastian.sobiech5@wp.pl*

*Otrzymano / Received* 20.08.2009 r.  
*Zaakceptowano / Accepted* 16.12.2009 r.

