

ARTYKUŁ POGLĄDOWY/REVIEW PAPER

Otrzymano/Submitted: 18.11.2013 • Poprawiono/Corrected: 11.12.2013 • Zaakceptowano/Accepted: 14.12.2013

© Akademia Medycyny

Specyfika udzielania pomocy medycznej poszkodowanemu w warunkach bojowych w środowisku taktycznym w oparciu o standard TCCC

Część IV: Zaopatrywanie obrażeń klatki piersiowej podczas wykonywania zabiegów ratowniczych w środowisku taktycznym w oparciu o standard TCCC

The specificity of medical first aid injured in combat in a tactical environment based on TCCC's standard

Part IV: Chest injuries management during rescue procedures in a tactical environment based on TCCC's standard



Przemysław Kluj¹, Marek Dąbrowski², Tomasz Sanak³, Agata Dąbrowska², Maciej Sip², Tomasz Gaszyński¹

¹ Zakład Medycyny Ratunkowej i Medycyny Katastrof, Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

² Zakład Ratownictwa i Medycyny Katastrof, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

³ Zakład Medycyny Pola Walki, Wojskowy Instytut Medyczny w Warszawie

Streszczenie

Obrażenia klatki piersiowej mogą być wynikiem urazów tępych lub przenikających. Uraz tępy powoduje rozłożenie siły działającej na organizm na dużej powierzchni. Uszkodzenie narządów wewnętrznych powstaje najczęściej w wyniku działania gwałtownej deceleracji, sił ścinających, zgniatania lub mechanizmu wybuchowego. W urazach przenikających, zwykle po postrzałach z broni palnej lub ugodzeniu narzędziem ostrokrawędziowym, siła rozchodzi się na niewielkiej powierzchni. Tor pocisku jest często nieprzewidywalny, dlatego zagrożony może być każdy narząd klatki piersiowej i jamy brzusznej. Zadaniem kamizelki kuloodpornej jest zatrzymanie wnikałego pocisku i zmniejszenie szkodliwego oddziaływania energii kinetycznej na organizm. Bez względu na stosowane środki ochrony indywidualnej, zawsze należy zachować dużą podejrzliwość w stosunku do konkretnych obrażeń. Główne następstwa urazu to skojarzone uszkodzenia układu oddechowego i sercowo-naczyniowego. Do większości obrażeń wewnątrz klatki piersiowej może dojść bez zauważalnych uszkodzeń zewnętrznych.

Rozpoznawanie obrażeń powinno opierać się na dokładnym badaniu rannego i przewidywaniu następstw wynikających z mechanizmu urazu. Części zgonów da się uniknąć poprzez rozpoznanie stanu zagrożenia życia i szybkie wdrożenie prostych procedur terapeutycznych. *Anestezjologia i Ratownictwo 2014; 8: 106-118.*

Słowa kluczowe: uraz, odma opłucnowa, dekompresyjna torakopunkcja igłowa, krwiak opłucnej, wiotka klatka piersiowa, tamponada serca, stłuczenie płuc

Abstract

Thoracic injuries may be the result of blunt or penetrating trauma. Blunt trauma distributes the force acting on the body over a large area. Internal organs damage occurs most often as a result of sudden deceleration, congeal forces, crush or explosive mechanism. In penetrating trauma, usually after gunshots or stabs, force spreads in a small area. Projectile flight is often unpredictable, therefore every organ of the chest and abdominal cavity may be threatened. Main task of ballistic vest is to stop projectile and reduce the harmful effects of kinetic energy on the body. Regardless of using individual protection equipment, paramedic always should be very suspicious in relation to specific injuries. The main consequence of the injury is associated damage to the respiratory system and hemodynamic function. Majority of intrathoracic injuries may occur without noticeable external damage.

Damage recognition should be based on patient's examination and prediction of consequences arising from the mechanism of injury. Many deaths can be avoided by recognizing the life threatening condition and rapid implementation of simple therapeutic procedures. *Anestezjologia i Ratownictwo 2014; 8: 106-118.*

Keywords: trauma, pneumothorax, thoracic needle decompression, haemothorax, flail chest, cardiac tamponade, pulmonary contusion

Epidemiologia

Śmiertelność wśród żołnierzy spowodowana urazami klatki piersiowej zmniejszyła się znacząco z 63% podczas Wojny Secesyjnej do 3% podczas wojny w Wietnamie. Na współczesnym polu walki odma opłucnowa z nadciśnieniem stanowi 33% zgonów możliwych do uniknięcia podczas działań w strefie niebezpiecznej [1-3]. Statystyczna analiza przyczyn śmierci w czasie wykonywania zadań bojowych w Iraku i Afganistanie wykazała, że urazy klatki piersiowej były przyczyną zgonu z następujących powodów [4]:

- obrażeń klatki piersiowej niemożliwych do zaopatrzenia chirurgicznego – 25%,
- obrażeń klatki piersiowej możliwych do zaopatrzenia chirurgicznego – 10%,
- odmy opłucnowej z nadciśnieniem – 5%,
- niedrożności dróg oddechowych – 1%.

W badaniu przeprowadzonym przez Ivey'a i wsp. oceniono śmiertelność wśród żołnierzy Armii USA, spowodowaną urazami klatki piersiowej podczas Operacji Enduring Freedom (OEF) i Iraqi Freedom (OIF). Obrażenia klatki piersiowej odniesione zostały przez 2049 spośród 23797 rannych. Urazy przenikające były najczęstszym mechanizmem urazu (61,5%). Eksplozje ładunków wybuchowych stanowiły najczęstszą przyczynę urazów (61,9%). Z 6030 stwierdzonych urazów klatki piersiowej, odma opłucnowa (51,8%) i stłuczenie płuc (50,2%) były najczęściej występującymi obrażeniami. Autorzy donoszą, że śmiertelność wśród rannych z urazami klatki piersiowej podczas

OEF i OIF była wyższa niż w trakcie konfliktów w Korei i Wietnamie. Jest to najprawdopodobniej wynikiem postępu w opiece przedszpitalnej, stosowania środków ochrony indywidualnej i szybkiego transportu, które spowodowały, że więcej ciężko rannych żołnierzy jest żywych w momencie dotarcia do szpitala polowego [5].

Patofizjologia

Najczęstszą konsekwencją urazu klatki piersiowej jest niedotlenienie tkankowe, które może wynikać z:

- Niedostatecznej podaży tlenu do tkanek, wynikającej z niedrożności dróg oddechowych.
- Hipowolemii spowodowanej krwawieniem.
- Zaburzeniami stosunku wentylacji do perfuzji w wyniku uszkodzenia płuc.
- Zmian ciśnienia wewnątrzopłucnowego w odmie z nadciśnieniem,
- Niewydolności serca wynikającej z jego obrażeń.

Do czynników sugerujących możliwość występowania obrażeń narządów klatki piersiowej należy zaliczyć: obrażenia głowy i jamy brzusznej, krwotok mimo braku powiększania się obwodu brzucha, brak większych uszkodzeń kości, rany, zasinienia lub ślady po pasach bezpieczeństwa na ścianie klatki piersiowej oraz wszelkie zaburzenia oddychania.

Taktyczne środki ochrony indywidualnej

Podczas wykonywania zadania bojowego wszystkie jednostki biorące udział w jego realizacji muszą

być odpowiednio wyposażone, aby misja zakończyła się sukcesem. Każdy ratownik musi być przygotowany i gotowy do wykonywania swojej roli. Różnorodny sprzęt medyczny i środki ochrony indywidualnej mają za zadanie zwiększyć szansę na powodzenie wykonywania zabiegów ratowniczych. Indywidualne wyposażenie przeznaczone jest do zabezpieczenia przed zagrożeniami zarówno medycznymi (patogeny chorobotwórcze) jak i gwałtownymi zagrożeniami środowiska taktycznego. Zestaw ochronny składa się z kilkunastu elementów [6]:

- Kamizelka balistyczna z ochroniaczami barków.
- Kask balistyczny.
- Czarna/oliwkowa kominiarka.
- Ochrona oczu (okulary, gogle taktyczne).
- Ochrona słuchu.
- Rękawiczki wewnętrzne.
- Rękawice zewnętrzne.
- Medyczne środki ochrony osobistej (indywidualny pakiet medyczny – IPMed – Wojsko Polskie/ individual first aid kit – IFAK – US Army).
- Nakolanniki.
- System nawadniania.
- Latarka.

Kamizelka balistyczna

Kamizelka balistyczna (zdjęcie 1) jest jednym z najważniejszych taktycznych środków ochrony indywidualnej żołnierza, której zadaniem jest ochrona przed urazami narządów klatki piersiowej, jamy brzusznej i kręgosłupa. Wykonana jest z materiałów, które są zaprojektowane głównie do obrony przed pociskami broni strzeleckiej i odłamkami. Konstrukcja i stosowane materiały podyktowane są zazwyczaj oczekiwanym zagrożeniem (np. kaliber broni) i tym, czy kamizelka jest przeznaczona do noszenia jako element zewnętrznego pancerza, pod ubraniem, czy ma być niewidoczna. Zadaniem wkładu balistycznego jest zatrzymanie wnikającego pocisku i zmniejszenie szkodliwego oddziaływania energii kinetycznej na organizm poprzez jej rozproszenie na jak największej powierzchni. Standardowy wkład balistyczny składa się z kilkudziesięciu warstw tkaniny różnych włókien (np. kevlaru, folii z polietylenu itp). Ze względu na klasę opancerzenia, kamizelki zostały podzielone na IV typy. U osób postrzelonych w obszar chroniony kamizelką balistyczną należy zawsze liczyć się z możliwością stłuczenia narządów wewnętrznych [6,7].



Zdjęcie 1. Kamizelka balistyczna
(Źródło: Zbiór własny – Przemysław Kluj)

Photo 1. Ballistic vest
(Source: Private collection – Przemysław Kluj)

Urazy klatki piersiowej

W środowisku taktycznym do urazów klatki piersiowej najczęściej dochodzi w wyniku postrzałów z broni palnej (urazów przenikających) oraz obrażeń detonacyjnych (odniesionych w wyniku wybuchów) [2,5].

- **Urazy przenikające (penetrujące)** – najczęściej powstają w wyniku działania noża, pocisków z broni palnej oraz odłamków powybuchowych. Ponieważ energia kinetyczna uwalniania przez ciało zależy głównie od jego prędkości, mechanizm urazu przenikającego podzielono na:
 - **Niskoenergetyczne** (np. nóż) – uszkodzenie struktur znajdujących się w kanale rany. Spowodowane obrażenia są znacznie mniej groźne niż szkody spowodowane pociskami wystrzelonymi z broni palnej.
 - **Wysokoenergetyczne** (np. pistolet maszynowy, karabin) – uszkodzenie struktur znajdujących się w kanale rany i wokół kanału rany. Wszystkie rany postrzałowe zadane z broni o dużej prędkości początkowej poci-

sku (>600 m/s) związane są z dodatkowymi uszkodzeniami spowodowanymi przez strefę wysokiego ciśnienia hydrostatycznego wokół kanału pocisku (efekt wytracania energii kinetycznej w tkankach) [8,9].

- **Obrażenia detonacyjne** – spowodowane są wybuchem i polegają na jednoczesnym działaniu kilku czynników: fali uderzeniowej, promieniowania ciepłego, błysku oraz gazów powybuchowych (zwykle tlenu, dwutlenku węgla oraz tlenu azotu). Powodują one uszkodzenia w wyniku bezpośredniego działania fali podmuchu, wtórnych pocisków (odłamki rozrzucone przez falę wybuchu mogą osiągnąć prędkość 4,3 km/s, 4x większą niż prędkość najszybszego pocisku z karabinu) oraz uderzenia ciała o podłoże. Zwykle dochodzi do obrażeń wielonarządowych: klatki piersiowej i płuc, narządów jamy brzusznej, mózgu oraz kończyn – tabela I. Początkowo obrażenia narządów wewnętrznych (zwłaszcza klatki piersiowej) mogą być niezauważalne klinicznie [9,10].
- **Urazy tępe** – powstałe na skutek:
 - Gwałtownej deceleracji do przodu (zderzenie).
 - Gwałtownej deceleracji pionowej (upadek).
 - Bezpośredniego uderzenia.
 - Ucisku [8].

Tabela I. Klasyfikacja urazów klatki piersiowej
Table I. Classification of chest injuries

| Typ urazu | Najczęstsze uszkodzenia |
|---------------|--|
| Przenikający | Dużych naczyń krwionośnych, dróg oddechowych, serca, opłucnej, mięszu płuc, tchawicy, przełyku, przepony. |
| Tępy | Słuczenie serca, słuczenie płuc, złamania żeber i kostnego szkieletu klatki piersiowej. |
| Zmiażdżeniowy | Pęknięcie oskrzela, pęknięcie przełyku, słuczenie serca, słuczenie płuc. |
| Detonacyjny | Masywne słuczenia płuc, pęknięcie błony bębenkowej, pęknięcie żołądka i jelit, obrażenia głowy i kręgosłupa. |

Nie wolno zapominać, że po osiągnięciu ciała, pocisk nie zawsze musi się w nim przemieszczać po linii prostej. Badanie poszkodowanego powinno polegać na oglądaniu – w celu rozpoznania np. poszerzonych żył szyjnych, czy ran ssących. Badaniem palpacyjnym

można rozpoznać m.in. rozedmę podskórną (charakterystyczne trzeszczenia porównywane do stąpania po śniegu) oraz obecność okienka kostnego (powstałego w wyniku złamania żeber lub mostka). W trakcie osłuchiwania klatki piersiowej (które w środowisku taktycznym jest bardzo trudne lub niemożliwe do wykonania) należy zwrócić uwagę na charakter szmerów oddechowych i tony serca (stłumienie lub ich brak). Do najczęściej występujących objawów klinicznych w następstwie urazu klatki piersiowej należy zaliczyć [11,12]:

- Przyspieszenie częstości oddechów.
- Przyspieszenie częstości tętna.
- Ból.
- Kaszel.
- Krwioplucie.
- Dusznosc.
- Sinicę.
- Poszerzenie żył szyjnych (może nie występować przy współistniejącym krwotoku).
- Oddech paradoksalny (opadanie klatki piersiowej przy wdechu i unoszenie się przy wydechu).
- Brak lub osłabienie szmeru oddechowego.
- Przesunięcie tchawicy (bardzo późny objaw, rzadko obserwowany w opiece przedszpitalnej).

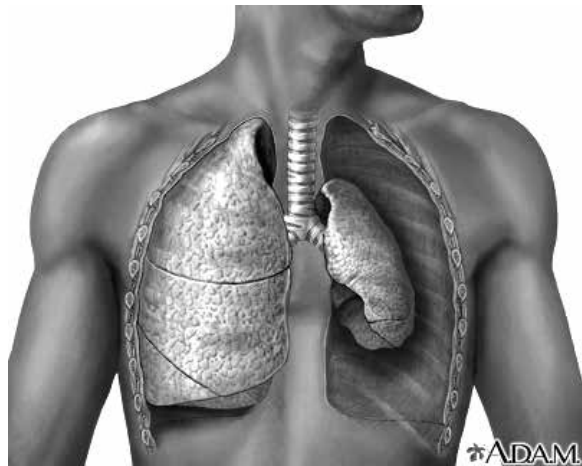
Zaburzenia funkcji oddychania, niewydolność krążenia i niedotlenienie tkankowe mogą być następstwem różnych stanów zagrożenia życia występujących w obrębie klatki piersiowej w środowisku taktycznym. W celu łatwiejszego zapamiętania, zapisano je w języku angielskim jako akronim „ATOMIC” [13]:

- *Airway obstruction* - niedrożność dróg oddechowych (zagadnienie zostało dokładnie opisane w III części cyklu).
- *Tension pneumothorax* - odma opłucnowa z nadciśnieniem.
- *Open pneumothorax* - otwarta odma opłucnowa.
- *Massive haemothorax* - masywny krwiak opłucnej.
- *Flail chest* - wiotka klatka piersiowa.
- *Cardiac tamponade* - tamponada serca.

Odma opłucnowa

Odma opłucnowa to stan, w którym w jamie opłucnowej znajduje się powietrze (zdjęcie 2). Ze względu na mechanizm powstawania, Amerykańskie Towarzystwo Chirurgów dzieli odmę opłucnową na trzy główne typy [8]:

- **Otwartą** (zewnątrzną i wewnętrzną) – występuje na skutek urazu przenikającego ściany klatki piersiowej i pozostawienia ziejącej rany mającej połączenie z jamą opłucnową. Na skutek wzrostu ciśnienia w jamie opłucnowej uszkodzone płuco ulega zapadnięciu (prawidłowo ciśnienie w jamie jest niższe od ciśnienia atmosferycznego). Jeśli w ścianie klatki piersiowej znajduje się otwarta rana, to właśnie przez nią prowadzi droga najmniejszego oporu dla zasysanego powietrza (a nie przez drogi oddechowe). Podczas przedostawania się powietrza do wnętrza rany słychać odgłos ssania, podczas wydostawania się na zewnątrz – widać bąbelki. W ten sposób powietrze dostaje się tylko do jamy opłucnowej. Uszkodzone płuco może nie uczestniczyć w wymianie gazowej [8,12,13].
- **Zamkniętą** – może być wynikiem urazu tępego lub przenikającego. Polega na jednorazowym przedostaniu się powietrza do jamy opłucnowej. Powstaje najczęściej na skutek przebicia płuca lub ściany klatki piersiowej przez ciało obce lub żebro. Odma zamknięta niewielkich rozmiarów nie wymaga leczenia. Duża odma (określana jako spadnięcie więcej niż 25% płuca po jednej stronie) wymaga odbarczenia i dalszego leczenia. Odma zamknięta może nawracać na skutek przebijania płuca przez fragment kostny lub ciało obce. Konieczna jest ciągła i uważna obserwacja poszkodowanego z uwagi na ryzyko rozwoju odmy otwartej lub zastawkowej [8,12,13].
- **Zastawkową** (zewnątrzną i wewnętrzną) – zwaną też odmą z nadciśnieniem, która powstaje na skutek rozerwania fragmentu płuca lub dróg oddechowych. W trakcie wdechu dochodzi do napełniania powietrzem jamy opłucnowej. Mechanizm zastawkowy uniemożliwia opuszczenie przez powietrze jamy opłucnowej w czasie wydechu. Z każdym kolejnym wdechem do tej zamkniętej przestrzeni przedostaje się kolejna objętość gazów, zwiększając ciśnienie w jamie i upośledzając rozprężanie się płuca. W wyniku podwyższenia ciśnienia w jamie opłucnowej dochodzi do przesunięcia śródpiersia w stronę zdrową (przeciwną – jednak nie zawsze, ponieważ odma może być obustronna), co powoduje wystąpienie zaburzeń pierwotnie oddechowych, a następnie sercowo-naczyniowych [8,12,13].



Zdjęcie 2. Lewostronna odma opłucnowa

(Źródło: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/images/ency/fullsize/19589.jpg>)

Photo 2. A left pneumothorax

(Source: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/images/ency/fullsize/19589.jpg>)

Rozpoznanie

Rozpoznanie odmy opłucnowej w miejscu odniesionych obrażeń w trakcie wykonywania zadania bojowego, może niekiedy stanowić spore wyzwanie. Związane jest to z typowymi uwarunkowaniami środowiska taktycznego (stresem, ograniczeniem widoczności, hałasem, umundurowaniem, wystąpieniem nagłego zagrożenia). Nasilenie objawów przedmiotowych i podmiotowych jest zwykle proporcjonalne do wielkości rany. Klinicznie u poszkodowanego z odmą opłucnową można zaobserwować następujące objawy [8,13-16]:

- Znaczna duszność.
- Przyspieszony oddech.
- Sinica.
- Niepokój.
- Wdechowe ustawienie klatki piersiowej.
- Rozszerzenie (przepełnienie) żył szyjnych.
- Wygładzenie międzyżebry.
- Chłodna, wilgotna/spocona w dotyku skóra.
- Przyspieszone tętno.
- Nadmiernie jawny lub bębnowy odgłos opukowy po stronie odmy.
- Brak lub ściszenie szmeru oddechowego.
- Wydobywanie się powietrza z drenu wprowadzonego do klatki piersiowej.

- Utrudnienie ściskania worka samorozprężalnego podczas wentylacji zastępczej lub wspomaganej (np. uszkodzony zaintubowany).

Postępowanie terapeutyczne

Zgodnie z wytycznymi Tactical Combat Casualty Care (TCCC) u poszkodowanego z postępującą niewydolnością oddechową i rozpoznaniem lub podejrzeniem urazu tułowia, należy rozważyć występowanie odmy opłucnowej i wykonanie dekompresyjnej torakopunkcji igłowej (nakłucia odbarczającego klatki piersiowej po stronie urazu) przy użyciu igły o rozmiarze 14 Ga, 3,25 cala. Igłę należy wbić w klatkę piersiową w drugiej przestrzeni międzyżebrowej, w linii środkowo-obojęzkowej (zdjęcie 3), po górnym brzegu III-go żebra. Po wprowadzeniu igły należy upewnić się, że nie jest ona skierowana w kierunku serca. Dopuszczalnym (alternatywnym) miejscem nakłucia klatki piersiowej jest 4 lub 5 przestrzeń międzyżebrowa w linii pachowej przedniej. Należy rozważyć ponowne wprowadzenie drenu do klatki piersiowej, jeżeli stan poszkodowanego się nie poprawił lub gdy przewidywany jest długi transport (najczęściej jedno nakłucie odbarczające nie jest wystarczające). Większość rannych w warunkach bojowych nie wymaga podaży tlenu, zresztą i tak go tam nie ma (warto wspomnieć, że najwcześniej tlen dostępny jest dopiero podczas ewakuacji medycznej). Suplementacja tlenu może być korzystna dla poszkodowanych w następujących sytuacjach [13,17]:

- Wysycenie hemoglobiny tlenem (ocenianej za pomocą pulsoksymetru) < 90%.
- Uraz związany z zaburzeniami utlenowania.
- Poszkodowany nieprzytomny.
- Uraz czaszkowo-mózgowy (utrzymanie poziomu saturacji > 90%).
- Poszkodowany we wstrząsie,
- Poszkodowany przebywający na dużej wysokości nad poziomem morza.

Wszystkie otwarte lub ssące rany klatki piersiowej należy zaopatrzyć poprzez niezwłoczne zastosowanie jednokierunkowego opatrunku uszczelniającego w miejscu odniesionych obrażeń. Jeśli jednokierunkowy opatrunek uszczelniający nie jest dostępny, należy użyć opatrunku bez jednokierunkowego uszczelnienia. Poszkodowanego należy cały czas monitorować pod występowania odmy z nadciśnieniem. Jeżeli niedotlenienie, niewydolność oddechowa lub

hipotensja ulegają nasileniu, należy podejrzewać odme z nadciśnieniem. Wskazane jest wówczas usunięcie założonego opatrunku lub ponowne nakłucie odbarczające klatki piersiowej. W dalszym postępowaniu z uszkodzonym konieczna będzie ewakuacja do szpitala polowego, założenie drenażu czynnego jamy opłucnowej i chirurgiczne zamknięcie rany ściany klatki piersiowej [15,17].



Zdjęcie 3. Wykonanie dekompresyjnej torakopunkcji igłowej w środowisku taktycznym

(Źródło: <http://usarmy.vo.llnwd.net/e2/-images/2011/05/01/106521/size0-army.mil-106521-2011-04-26-080416.jpg>)

Photo 3. Thoracic needle decompression in the tactical environment

(Source: <http://usarmy.vo.llnwd.net/e2/-images/2011/05/01/106521/size0-army.mil-106521-2011-04-26-080416.jpg>)

Opatrunki jednokierunkowe uszczelniające

Na rynku dostępnych jest wiele komercyjnych opatrunków do zaopatrywania odmy opłucnowej (Bolin, Asherman, Halo, Sherman, H&H, Hyfin, Russell, SAMvalved, Sentinel), które obecnie są najskuteczniejszą metodą zamykania otwartych ran klatki piersiowej. Opatrunki trójstronne (inaczej nazywane opatrunkiem typu „flutter” – trzepoczącym) nie są już zalecane do wstępnego zaopatrywania otwartej odmy opłucnowej w środowisku taktycznym. Nie ma dowodów na to, że improwizowane trójstronne opatrunki są skuteczne w zapobieganiu konwersji odmy otwartej w zastawkową [18]. Ponadto skonstruowanie uszczelnienia tego typu zajmuje ratownikowi więcej czasu, niż założenie opatrunku komercyjnego.



Zdjęcie 4. Opatrunek Ashermana
(Źródło: Zbiór własny – Przemysław Kluj)
Photo 4. Asherman chest seal
(Source: Private collection – Przemysław Kluj)



Zdjęcie 5. Opatrunek typu Bolin
(Źródło: http://custommedkits.com/wordpress/wp-content/uploads/2013/01/PS-1252_BolingChestSeal1.jpg)
Photo 5. Bolin chest seal
(Source: http://custommedkits.com/wordpress/wp-content/uploads/2013/01/PS-1252_BolingChestSeal1.jpg)

Opatrunek Ashermana (zdjęcie 4) przez długi czas był rekomendowany jako szybsze i bardziej niezawodne zaopatrzenie otwartej odmy opłucnowej niż opatrunek trójstronny [19,20]. Obecnie opatrunek Ashermana jest

najniżej klasyfikowany w ocenie jednokierunkowych opatrunków uszczelniających, przeprowadzonej przez Medyczne Centrum Operacyjne Marynarki Wojennej Armii USA, zajmujące się oceną wyposażenia medycznego stosowanego u rannych na polu bitwy [21]. Dowiedziano, że opatrunek Ashermana ma problemy z przyleganiem do ściany klatki piersiowej. W porównaniu z opatrunkiem typu Bolin (zdjęcie 5) zauważono, że nie ma między nimi żadnej różnicy w zapobieganiu rozwojowi odmy z nadciśnieniem. Dodatkowo Bolin posiada znacznie lepszą przyczepność do ściany klatki piersiowej zabrudzonej krwią [22].

Igły do torakopunkcji dekompresyjnej

Podobnie jak w przypadku jednokierunkowych opatrunków uszczelniających, dostępnych jest kilka komercyjnych zestawów do wykonywania dekompresyjnej torakopunkcji igłowej. Najbardziej powszechnym jest zestaw ARS (North American Rescue) z igłą o rozmiarze 14 Ga, 3,25 cala (zdjęcie 6) [23]. Godnymi uwagi są również zestawy ThoraQuik (zdjęcie 7), którego atraumatyczna igła minimalizuje ryzyko powstawania wtórnych urazów [24] oraz Turkel (zdjęcie 8), który dzięki wbudowanemu dwukolorowemu wskaźnikowi położenia igły, sygnalizuje głębokość umieszczenia cewnika [25].



Zdjęcie 6. Zestaw ARS do wykonywania dekompresyjnej torakopunkcji igłowej
(Źródło: [http://www.narescue.com/ARS_for_Needle-Decompression_\(14_gauge_x_3.25_in.\)-CNIAC-DE14CD3FD.html?BC=!PARENTID](http://www.narescue.com/ARS_for_Needle-Decompression_(14_gauge_x_3.25_in.)-CNIAC-DE14CD3FD.html?BC=!PARENTID))
Photo 6. ARS thoracic needle decompression set
(Source: [http://www.narescue.com/ARS_for_Needle-Decompression_\(14_gauge_x_3.25_in.\)-CNIAC-DE14CD3FD.html?BC=!PARENTID](http://www.narescue.com/ARS_for_Needle-Decompression_(14_gauge_x_3.25_in.)-CNIAC-DE14CD3FD.html?BC=!PARENTID))



Zdjęcie 7. Zestaw ThoraQuik

(Źródło: <http://medline.pl/index.php5?name=detail&oId=1301>)

Photo 7. ThoraQuik set

(Source: <http://medline.pl/index.php5?name=detail&oId=1301>)



Zdjęcie 8. Zestaw Turkel

(Źródło: <http://www.kendallhealthcare.com/kendallhealthcare/pageBuilder.aspx?contentID=104084&webPageID=0&topicID=69029&breadcrumbs=0:121623,81036:0,69028:0>)

Photo 8. Turkel set

(Source: <http://www.kendallhealthcare.com/kendallhealthcare/pageBuilder.aspx?contentID=104084&webPageID=0&topicID=69029&breadcrumbs=0:121623,81036:0,69028:0>)

Masywny krwiak opłucnej

Obecność krwi w jamie opłucnowej określa się mianem krwiaka opłucnej. Masywny i zagrażający życiu krwiak najczęściej jest następstwem urazu przenikającego powodującego uszkodzenie naczyń płucnych, systemowych, ściany klatki piersiowej (najczęściej naczyń międzyżebrowych i tętnicy sutkowej) lub mięszu płucnego. Rzadziej krwawienie może być spowodowane urazem tęnym [8]. Określenie masywny krwotok może zostać użyte, jeżeli przekracza ono 1500 ml krwi w ciągu godziny [26] (trzeba jednak wziąć pod uwagę masę ciała poszkodowanego – im jest ona mniejsza tym mniej krwi potrzeba do wytworzenia krwiaka). W każdej jamie opłucnej może się jej zmieścić do 2500 ml płynu (krwi). Masywny krwiak opłucnej wypełnia przestrzeń w klatce piersiowej, gdzie powinno znajdować się płuco. Jeśli zgromadzi się odpowiednio duża ilość krwi, dochodzi do przesunięcia śródpiersia w stronę przeciwną i ucisku na żyłę główną górną, dolną oraz drugie (nieuszkodzone) płuco. W wyniku powstałych zmian do postępującej utraty krwi dołącza się niedotlenienie i pogorszenie stanu poszkodowanego [8,13].

Rozpoznanie

Objawy krwawienia do jamy opłucnowej wynikają z postępującej hipowolemii i zaburzeń oddychania. Klinicznie u poszkodowanego można stwierdzić [8,13,26]:

- Znaczną duszność.
- Przyspieszony oddech.
- Bładość.
- Chłodną, wilgotną/spoconą w dotyku skórę.
- Niepokój i/lub pobudzenie.
- Zaburzenia świadomości.
- Zapadnięte żyły szyjne (z powodu znacznej utraty krwi krążącej, choć w niektórych przypadkach mogą być poszerzone z powodu towarzyszącej odmy z nadciśnieniem lub tamponady serca).
- Przyspieszone tętno.
- Stłumiony odgłos opukowy po stronie krwiaka.
- Brak lub ściszenie szmeru oddechowego.
- Wydobywanie się krwi z drenu wprowadzonego do klatki piersiowej.

Postępowanie terapeutyczne

Postępowanie w masywnym krwiaku opłucnej w trakcie wykonywania zadania bojowego jest bardzo

trudne i tak naprawdę jest dopiero możliwe podczas ewakuacji. Polega ono na założeniu dostępu naczyniowego (lub doszypikowego) i przywracaniu objętości krwi krążącej. Łóżysko naczyniowe należy wypełniać ostrożnie. Celem jest utrzymanie ciśnienia tętniczego wystarczającego do zachowania przepływu obwodowego (ciśnienie skurczowe 80-100 mmHg). Zbyt intensywne przetaczanie płynów może spowodować wzrost ciśnienia krwi i nasilenie krwawienia. Pilna ewakuacja do placówki medycznej powinna zostać przeprowadzona w celu wykonania interwencji chirurgicznej i wprowadzenia drenu do jamy opłucnowej (najwcześniej w placówce chirurgicznej II stopnia). Dostęp naczyniowy trzeba zapewnić przed umieszczeniem drenu w klatce piersiowej. Nagłe odbarczenie masywnego krwiaka może spowodować obniżenie ciśnienia krwi i dekompensację stanu poszkodowanego wskutek hipowolemii, szczególnie gdy źródło krwawienia nie zostało opanowane. Interwencja chirurgiczna jest niezbędna w przypadku, gdy utrata krwi przez dren w ciągu godziny wynosi 1500 ml lub więcej oraz gdy następuje ciągła utrata krwi w objętości 250 ml na godzinę przez 3 kolejne godziny. W większości przypadków krwawienie ustaje samistnie, ponieważ ciśnienie krwi w krążeniu płucnym jest niskie, a zranione płuco ulega obkurczeniu [8,13,26,27].

Poszkodowanego należy uważnie obserwować, aby nie przeoczyć rozwoju krwiaka z odmą opłucnową. Zgodnie z wytycznymi TCCC u poszkodowanego z postępującą niewydolnością oddechową i rozpoznaniem lub podejrzanym urazem tułowia, należy rozważyć występowanie odmy opłucnowej i wykonanie dekompresyjnej torakopunkcji igłowej (po stronie urazu) w sposób jak opisano powyżej [17].

Wiotka klatka piersiowa

Wyłamanie fragmentu ściany klatki piersiowej, który nie pozostaje w ciągłości z resztą jej rusztowania określa się mianem wiotkiej klatki piersiowej. Ze względu na mechanizm i kierunek działania urazu można wyróżnić typ boczny (złamanie żeber) lub przedni (wyłamanie mostka) wiotkiej klatki piersiowej [13]. Częstość występowania szacowana jest na 23% spośród wszystkich urazów klatki piersiowej [12]. Wiotką klatkę piersiową można rozpoznać, jeżeli:

- Dwa lub więcej żeber złamanych jest w dwóch, lub

więcej miejscach.

- Złamane jest więcej niż jedno żebro z jednoczesnym zwichnięciem chrząstek żebrowych.
- Kiedy chrząstki żebrów są zwichnięte po obu stronach mostka – dochodzi wówczas do powstania centralnego okienka kostnego.

Wiotka klatka piersiowa w zależności od rozległości obrażeń prowadzi do wystąpienia niewydolności oddechowej. Wyłamany fragment kostny podczas oddechu porusza w przeciwnym kierunku w stosunku do reszty klatki piersiowej (oddech paradoksalny). Ból spowodowany złamaniami dodatkowo przyczynia się do pogorszenia wentylacji.

Rozpoznanie

Rozpoznanie wiotkiej klatki piersiowej (po jej uwidocznieniu) z reguły nie jest trudne. Podczas badania palpacyjnego, można wyczuć trzeszczenie w tkance podskórnej i nieprawidłowe ruchy ściany klatki piersiowej. Charakterystycznym objawem uszkodzenia jest oddech paradoksalny:

- Podczas wdechu – żebra się unoszą, a wyłamany fragment kostny zapada się do wewnątrz.
- Podczas wydechu – żebra opadają, a wyłamany fragment kostny uwypukla się na zewnątrz.

Nasilenie objawów przedmiotowych i podmiotowych jest zwykle proporcjonalne do wielkości wyłamanego fragmentu kostnego. Klinicznie u poszkodowanego można stwierdzić [8,13,27]:

- Silny ból po stronie urazu.
- Duszność.
- Oddech płytki lub oszczędzający (objętość oddechowca jest znacznie zmniejszona).
- Sinicę.
- Zaburzenia świadomości.
- Widoczne zniekształcenia klatki piersiowej w miejscu urazu (towarzyszące oddechowi paradoksalnemu).
- Chłodną, wilgotną/spoconą w dotyku skórę.
- Przyspieszone tętno.
- Trzeszczenia nad złamanymi fragmentami kostnymi.
- Ściszenie szmeru oddechowego po stronie urazu (nie zawsze).
- Ból powodowany złamaniem żeber i/lub mostka może maskować tkliwość brzucha (należy dokładnie zbadać brzuch poszkodowanego).

Postępowanie terapeutyczne

Po przeniesieniu poszkodowanego w bezpieczne miejsce, należy początkowo ustabilizować wyłamany fragment kostny ręcznie, następnie trwałym opatrunkiem (ułożenie rannego na uszkodzonym boku na pewien czas może zastąpić wykonywanie stabilizacji ręcznej). Opatrunek dobrze jest przykleić plastrem (lub taśmą), tak aby obejmował obie przednie połowy klatki piersiowej. Należy pamiętać, aby nie oklejać klatki piersiowej dookoła – taki sposób mocowania opatrunku (jeżeli byłby wykonany zbyt mocno) może całkowicie ograniczyć jej ruchy i doprowadzić do pogłębienia niewydolności oddechowej. Podanie leków uśmierzających ból zmniejsza dolegliwości i polepsza natlenienie (ranny może lepiej oddychać). Leczenie bólu polega na domięśniowym podaniu morfiny z autostrzykawką w dawce 20 mg (Wojsko Polskie) lub 5 mg (US Army). TC3 (US) nakazuje powtórzenie dawki 5 mg morfiny po 10 min (gdyby pierwsza dawka nie przyniosła ulgi). Podczas ewakuacji taktycznej należy podać poszkodowanemu tlen w wysokim przepływie oraz rozważyć wykonanie intubacji dotchawiczej (jeżeli stan poszkodowanego jest ciężki lub zaburzenia oddechowe pogłębiają się – częstość oddechów < 8 lub > 35/min) w celu prowadzenia wentylacji ciągłym dodatnim ciśnieniem w drogach oddechowych (CPAP) z użyciem respiratora i kontrolowanej analgesji [8,13,27].

W przypadku wyłamania rozległego fragmentu kostnego i wytworzenia się wiotkiej klatki piersiowej zawsze istnieje ryzyko stłuczenia płuc (leżącego pod wyłamanym fragmentem) i niedodmy oraz powstania odmy i krwiaka opłucnej.

Tamponada serca

Worek osierdziowy jest nieelastyczną błoną otaczającą serce. Jeżeli w następstwie urazu (najczęściej przenikającego), krew gromadzi się pomiędzy sercem, a osierdziem dochodzi do ucisku, ograniczenia napływu krwi do serca i w konsekwencji do niewydolności krążenia. Stan ten określa się mianem tamponady serca. Tamponada serca (występuje w 80-90% wszystkich ran penetrujących) w większości przypadków skutkuje natychmiastowym zgonem, za wyjątkiem sytuacji, kiedy przeciek krwi z serca lub dużych naczyń do worka osierdziowego jest niewielki [28]. Zawsze należy rozważyć występowanie tamponady serca

u rannego, który doznał urazu przenikającego klatki piersiowej, a którego stan nie poprawia się po udrożnieniu dróg oddechowych, przywróceniu wydolnego oddechu i odpowiedniej resuscytacji płynowej. Nawet niewielka ilość krwi (15-20 ml) w worku osierdziowym może zmniejszać wypełnianie się komór i ograniczać rzut serca [8,13].

Rozpoznanie

Wstępne rozpoznanie tamponady serca klasycznie opiera się na triadzie objawów (tzw. triadzie Beck'a):

- Rozszerzenie (przepełnienie) żył szyjnych.
- Hipotensja (spadek ciśnienia tętniczego).
- Stłumienie (ściszenie) tonów serca.

W warunkach środowiska taktycznego, stwierdzenie typowej triady Beck'a rzadko kiedy jest możliwe (pomijając uwarunkowania środowiskowe, tylko 10% poszkodowanych manifestuje typową triadę objawów) [28]. Objawy takie jak rozszerzenie żył szyjnych, mogą być niewidoczne przy towarzyszącej hipowolemii, a stłumione tony serca trudno ocenić, gdy panuje duży hałas. Innym objawem nasuwającym podejrzenie tamponady serca jest objaw Kussmaula (podwyższenie ciśnienia żylnego podczas wdechu) oraz tętno paradoksalne (naprzemienność elektryczna/hemodynamiczna). Ostateczne rozpoznanie jest możliwe dopiero po wykonaniu echokardiogramu w warunkach szpitalnych. Objawy kliniczne zaczynają być widoczne przy obecności około 150 ml krwi w worku osierdziowym, należą do nich [8,13,28]:

- Przyspieszony i spłycony oddech.
- Bładość.
- Niepokój.
- Zaburzenia świadomości.
- Rozszerzenie żył szyjnych.
- Chłodna, wilgotna/spocona w dotyku skóra.
- Przyspieszone tętno (słabo wyczuwalne lub nieobecne na tętnicach obwodowych).
- Spadek ciśnienia tętniczego.
- Szmer oddechowy są zwykle prawidłowe i symetryczne.
- Tony serca stłumione (nie zawsze od razu – mogą stać się stłumione po pewnym czasie).

U poszkodowanego z podejrzeniem tamponady serca, którego stan nie ulega poprawie po wdrożeniu wstępnych działań, wskazana jest natychmiastowa ewakuacja do szpitala polowego.

Postępowanie terapeutyczne

Leczenie tamponady serca polega na aspiracji krwi (lub jej skrzepów) z worka osierdziowego metodą perikardiopunkcji (nakłucia worka osierdziowego) lub perikardiocentezy (nacięcia worka osierdziowego) [28]. Perikardiopunkcja może być wykonana za pomocą dwóch dostępów. Dostęp Rehna, w którym igłę kieruje się w osi serca, wprowadzając ją pomiędzy łukiem żebrowym po stronie lewej, a wyrostkiem mieczykowatym. Koniec igły kieruje się na wcięcie szyjne mostka. Drugim dostępem jest dostęp Curshmana, w którym igłę wprowadza się w IV. międzyżebżu w linii środkowo-obojczykowej lewej i kieruje się ją również w osi serca, ale na barkowy przyczep obojczyka prawego [29]. Perikardiocenteza jest metodą bardziej skuteczną, ale można ją wykonać jedynie w trakcie torakotomii (otwarcie ściany klatki piersiowej w warunkach sali operacyjnej) lub torakotomii ratunkowej. Pomimo możliwości wdrożenia w fazie TFC (Tactical Field Care) zabiegów ratowniczych z zakresu ATLS (Advanced Trauma Life Support), w warunkach środowiska taktycznego nie ma czasu i warunków do przeprowadzania tego typu zabiegów. W związku z tym postępowanie należy ograniczyć do udrożnienia dróg oddechowych, utrzymania prawidłowej wentylacji, zapewnienia dostępu naczyniowego (lub doszpikowego) i przetaczania odpowiedniej ilości płynów [17]. Ze względu na duże prawdopodobieństwo współistnienia krwawienia do klatki piersiowej należy podawać tylko takie objętości, aby utrzymać tętno obwodowe. Poszkodowanego należy cały czas obserwować. Tamponadę serca trzeba różnicować z krwakiem opłucnej i odmą opłucnową.

Stłuczenie płuc

Potencjalnie śmiertelnym urazem klatki piersiowej występującym na polu walki, wymagającym szczególnej uwagi jest stłuczenie płuc. Stłuczenie płuc współistnieje w 65% wszystkich urazów klatki piersiowej i może być wynikiem urazu przenikającego lub tępego, spowodowanego bezpośrednim uciskiem ściany klatki piersiowej lub wybuchem [5,13,30]. Obrażenia odniesione w wyniku pierwotnej fali uderzeniowej ograniczone są w praktyce do narządów wypełnionych powietrzem – płuco może ulec rozerwaniu, a pęcherzyki płucne pęknięciu. W wyniku powstałych uszkodzeń, oprócz krwawienia śródmiąższowego dochodzi

do powstawania zatorów powietrznych (szczególnie w pękniętych pęcherzykach płucnych) i uszkodzenia błony pęcherzykowo-wołniczkowej [31]. Najbardziej oczywistym następstwem stłuczenia płuc jest upośledzenie funkcji oddechowej i niedotlenienie, które ulega nasileniu wraz z upływem czasu. Im wcześniej się ono pojawia, tym bardziej prawdopodobne jest, że jego skutki będą śmiertelne.

Rozpoznanie

Objawy stłuczenia płuc zwykle ujawniają się w ciągu pierwszych 24 godzin od urazu i utrzymują się przez kolejne 7 dni [30]. Ciężkie upośledzenie funkcji oddechowej połączone z krwiopluciem może pojawić się bardzo szybko, aczkolwiek poszkodowany początkowo może nie prezentować żadnych objawów urazu (w pierwszej kolejności może skarżyć się na ból spowodowany złamaniem żeber). Po pewnym czasie, aby móc swobodnie oddychać zacznie siadać pochylając się do przodu i będzie mocno chwycił rękoma przedmioty w jego otoczeniu (jest to tzw. pozycja ortopnoe – często spotykana u astmatyków, której zadaniem jest uruchomienie dodatkowych mięśni oddechowych) [8,13]. W związku z tym rozpoznanie stłuczenia płuc w środowisku taktycznym może przysparzać trudności. Podejrzenie mogą dodatkowo nasuwać towarzyszące złamania żeber, zasinienia, czy otarcia naskórka widoczne na klatce piersiowej (ciężkie stłuczenie płuc może występować bez widocznych obrażeń powłok) [32]. Badaniem palpacyjnym można stwierdzić bolesność w okolicy żeber i mostka z ich patologiczną ruchomością.

Objawy stłuczenia płuc są niecharakterystyczne i stanowią wynik postępującej niewydolności oddechowej i hipowolemii. Klinicznie u poszkodowanego można stwierdzić następujące objawy [8,13,31,33]:

- Znaczna duszność.
- Krwioplucie.
- Przyspieszony oddech.
- Sinica.
- Niepokój i/lub pobudzenie (gdy poszkodowany ulegnie zmęczeniu będzie starał się przyjąć pozycję ortopnoe).
- Zaburzenia świadomości.
- Chłodna, wilgotna/spocona w dotyku skóra.
- Przyspieszone tętno.
- Zmiany osłuchowe układu oddechowego z reguły są trudne do oceny.

Postępowanie terapeutyczne

Podanie leków uśmierzających ból nie wpływa istotnie na zwiększenie objętości oddechowej jak miało to miejsce w przypadku wiotkiej klatki piersiowej. Założenie dostępu naczyniowego (lub doszpikowego) i opóźniony początek objawów mogą zwiększyć szansę na uratowanie poszkodowanego [8,27]. Podczas ewakuacji taktycznej należy podać poszkodowanemu tlen w wysokim przepływie oraz rozważyć wykonanie intubacji dotchawiczej (w ciągu pierwszej godziny od urazu, gdy częstość oddechów wynosi $< 8 \text{ lub } > 35/\text{min}$ lub ranny jest nieprzytomny) w celu prowadzenia wentylacji dodatnim ciśnieniem końcowo wydechowym (PEEP) z użyciem respiratora (zalecane jest wydłużenie fazy wdychu) i kontrolowanej analgesacji [30,31].

Powikłaniem stłuczenia płuc może być zespół ostrej niewydolności oddechowej (ARDS), niedodma, odma opłucnowa i krwiak opłucnej [34]. Poszkodowany z podejrzeniem stłuczenia płuc wymaga pilnej ewakuacji do szpitala polowego.

Podsumowanie

Urazy klatki piersiowej pomimo stosowania szerokiego spektrum środków ochrony indywidualnej, nie należą do rzadkości. We wszystkich opisanych w pracy obrażeniach, wczesna potrzeba postępowania terapeutycznego nie budzi żadnych wątpliwości. Zaopatrzenie poszkodowanego powinno być podjęte możliwie jak najwcześniej i kontynuowane w czasie transportu do szpitala. Należy pamiętać, że w obrębie klatki piersiowej znajdują się narządy kluczowe dla życia. Bliskie sąsiedztwo narządów jamy brzusznej zwiększa ryzyko wystąpienia stanu zagrożenia życia i nagłej śmierci w wyniku odniesionych obrażeń.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji

✉ Przemysław Kluj
Zakład Medycyny Ratunkowej i Medycyny Katastrof
Uniwersytet Medyczny w Łodzi
ul. Narutowicza 96; 90-141 Łódź
☎ (+48) 795 036 731
✉ przem.kluj@gmail.com

Piśmiennictwo

1. Parsons DL. Battlefield Medicine: A New Perspective. *Infantry* 2004; March-April: 16-17.
2. Holcomb JB, McMullin NR, Pearse L, Caruso J, Wade CE, Oetjen-Gerdes L i wsp. Causes of death in U.S. Special Operations Forces in the global war on terrorism: 2001-2004. *Ann Surg* 2007;245:986-91.
3. Eastridge BJ, Mabry RL, Seguin P, Cantrell J, Tops T, Uribe P i wsp. Death on the battlefield (2001-2011): implications for the future of combat casualty care. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;73:431-7.
4. Kelly JF, Ritenour AE, McLaughlin DF, Bagg KA, Apodaca AN, Mallak CT i wsp. Injury severity and causes of death from Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: 2003-2004 versus 2006. *J Trauma* 2008;64:21-6.
5. Ivey KM, White CE, Wallum TE, Aden JK, Cannon JW, Chung KK i wsp. Thoracic injuries in US combat casualties: a 10-year review of Operation Enduring Freedom and Iraqi Freedom. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;73:514-9.
6. Wipfler EJ, Smith J, Campbell JE, Heiskel LE. Equipment of Tactical Medical Provider. In: *American College of Emergency Physicians. Tactical Medicine Essentials*. Massachusetts: Jones & Bartlett Learning; 2010:40-62.
7. Internetowy sklep BodyArmorNews.com <http://www.bodyarmornews.com/ballistic-standards/> dostępne w dniu 26.12.2013 r.
8. American College of Surgeons Committee on Trauma: *Advanced Trauma Life Support® Student Course Manual: Ninth Edition*. Chicago, U.S.A: American College of Surgeons; 2012.
9. Wightman J, Gladish S. Explosions and blast injuries. *Ann Emerg Med* 2001;37:664-78.
10. Wipfler EJ, Smith J, Campbell JE, Heiskel LE. Ballistic, Blast, and Less-Lethal Weapons Injuries. In: *American College of Emergency Physicians. Tactical Medicine Essentials*. Massachusetts: Jones & Bartlett Learning; 2010. p. 220-245.
11. Roberts DJ, Leigh-Smith S, Faris PD, Ball CG, Robertson H, Blackmore C i wsp. Clinical manifestations of tension pneumothorax: protocol for a systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews* 2014;3:3 open access.
12. Yamamoto L, Schroeder C, Morley D, Beliveau C. Thoracic trauma: the deadly dozen.

Crit Care Nurs Q 2005;28:22-40.

13. American College of Surgeons Committee on Trauma: Battlefield Advanced Trauma Life Support: Chapter 6. Thoracic injuries. J R Army Med Corps 2001;147:314-21.
14. Gilbert TB, McGrath BJ. Tension pneumothorax: etiology, diagnosis, pathophysiology, and management. J Intensive Care Med 1994;9:139-50.
15. Ben-Chetrit E, Merin O. Images in clinical medicine. Spontaneous tension pneumothorax. N Engl J Med 2010;362:43-6.
16. McPherson J, Feigin DS, Bellamy RF. Prevalence of tension pneumothorax in fatally wounded combat casualties. J Trauma 2006;60:573-8.
17. Committee on Tactical Combat Casualty Care. Tactical Combat Casualty Care Guidelines. Washington: Government Printing Agency; 2013 August 30.
18. Butler FK, Dubose JJ, Otten EJ, Bennett DR, Gerhardt RT, Kheirabadi BS i wsp. Management of Open Pneumothorax in Tactical Combat Casualty Care: TCCC Guidelines Change 13-02. J Spec Oper Med 2013;13:81-6.
19. Lee C, Revell M, Porter K, Steyn R. The prehospital management of chest injuries: a consensus statement. R Coll Surg Edinb Emerg Med J 2007;24:220-4.
20. Hodgetts T, Hanlan C, Newey C. Battlefield first aid: a simple, systematic approach for every soldier. J R Army Med Corps 1999;145:55-9.
21. Naval Operational Medical Lessons Learned Center. Combat Medical Personnel Evaluation of Battlefield Trauma Care Equipment Initial Report. November 2011.
22. Arnaud F, Tomori T, Teranishi K, Yun J, McCarron R, Mahon R. Evaluation of chest seal performance in a swine model. Comparison of Asherman vs. Bolin seal. Injury 2008;39:1082-8.
23. Internetowy sklep ratowniczy North American Rescue <http://www.narescue.com/portal.aspx?CN=1ACDE14CD3FD> dostępne w dniu 27.12.2013 r.
24. Rathinam S, Quinn DW, Bleetman A, Wall P, Steyn RS. Evaluation of ThoraQuik: a new device for the treatment of pneumothorax and pleural effusion. Emerg Med J 2011;28:750-3.
25. Internetowy sklep firmy COVIDIEN <http://www.kendallhealthcare.com/kendallhealthcare/pageBuilder.aspx?contentID=104084&webPageID=0&topicID=69029&breadcrumbs=0:121623,81036:0,69028:0> dostępne w dniu 27.12.2013 r.
26. Boersma WG, Stigt JA, Smit HJ. Treatment of haemothorax. Respir Med 2010;104:1583-7.
27. Wipfler EJ, Smith J, Campbell JE, Heiskel LE. Shock management. In: American College of Emergency Physicians. Tactical Medicine Essentials. Massachusetts: Jones & Bartlett Learning; 2010. p. 198-205.
28. Little WC, Freeman GL. Pericardial Disease. Circulation 2006;113:1622-1632.
29. Machała W.: Prezentacja multimedialna: „Zasady terapii pacjentów z obrażeniami klatki piersiowej” http://www.machala.info/media/repository/Medycyna/10_Zasady_terapii_pacjentow_z_obrazeniami_klatki_piersiowej_Machala_W_Krakow_2003.pdf dostępne w dniu 15.02.2014 r.
30. Cohn SM, Dubose JJ. Pulmonary contusion: an update on recent advances in clinical management. World J Surg 2010;34:1959-70.
31. Moloney JT, Fowler SJ, Chang W. Anesthetic management of thoracic trauma. Curr Opin Anaesthesiol 2008;21:41-6.
32. Musto J, Petersen J. Blunt Chest Trauma. Australian Nursing Journal 1999;6:1-4.
33. Sutyak JP, Wohltmann CD, Larson J. Pulmonary contusions and critical care management in thoracic trauma. Thorac Surg Clin 2007;17:11-23.
34. Miller PR, Croce MA, Bee TK, Qaisi WG, Smith CP, Collins GL i wsp. ARDS after pulmonary contusion: Accurate measurement of contusion volume identifies high risk patients. J Trauma 2001;51:223-8. Blunt thoracic trauma. Analysis of 515 patients.