



Praca pogładowa

Urazy spowodowane eksplozją materiałów wybuchowych

Autor: Paweł Ojczyk

Promotor: prof. nadzw. dr hab. n. med. Antoni Cienciąła

INFORMACJE O ARTYKULE:

Historia:

Data akceptacji Promotora:

Data recenzji:

Data publikacji:

Słowa kluczowe:

Eksplozja

Wybuch

Uraz

Obrażenia

STRESZCZENIE:

Obrażenia powstałe w wyniku eksplozji materiałów wybuchowych nie są często spotykane w Polsce. Znajomość czynników, które je wywołuje może pomóc w skutecznym udzielaniu pomocy. Obrażenia te są często bardzo skomplikowane, ponieważ na ich powstanie ma wpływ wiele różnych czynników. Może je wywołać zarówno sam wybuch, jego fala uderzeniowa, ciśnienie, temperatura jak i pośrednio czynniki wchodzące w skład otoczenia poszkodowanego, którymi mogą być fragmentujące odłamki. Niniejsza praca zawiera opis urazów, które wywołują te obrażenia.

1. Wstęp

Obrażenia spowodowane eksplozją materiałów wybuchowych należą zarówno do medycyny pola walki jak i medycyny cywilnej. Jednak w obecnych czasach, statystycznie, w warunkach pokojowych, częściej mają kontakty z ofiarami wybuchu załogi ZRM niż żołnierze. Jest to związane z przestrzeganiem zasad ich użycia w warunkach wojskowych. Natomiast występujące najczęściej przypadki są związane z ofiarami celowego użycia materiałów wybuchowych, nieostrożnego obchodzenia się z nimi czy też niewiedzą osób, które nieświadomie powodują eksplozję i w jej wyniku odnoszą obrażenia.

Rany wywołane przez obrażenia są bardzo złożone. Powstające w chwili wybuchu ciśnienie, temperatura i odłamki mają ogromny wpływ na organizm. W zależności od siły wybuchu potrafią objąć swoim działaniem całe ciało wraz z najgłębiej położonymi organami. Ta złożoność powoduje komplikacje przy udzielaniu pomocy poszkodowanemu ze względu na konieczność działania na wielu płaszczyznach. Rany zewnętrzne są przystępne do opatrzenia, ale migrujące w ciele odłamki mogą uszkadzać wiele

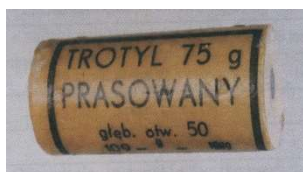
narządów czy naczyń krwionośnych. Efektem tego jest to, że bardzo trudno jest określić u takiego poszkodowanego priorytety przy udzielaniu pomocy. Niestety, rzadkość występowania takich urazów powoduje pomijanie tych zagadnień w czasie kształcenia ratowników. Podstawowa znajomość wyglądu materiałów wybuchowych i urządzeń wybuchowych pozwoliłaby na pewniejsze podejmowanie decyzji o bezpieczeństwie własnym i w miejsca zdarzenia oraz dalszym postępowaniu. Brak przygotowania merytorycznego może powodować trudności wśród ratowników ZRM w zwalczaniu skutków takich obrażeń.

2. Podział materiałów wybuchowych

Obecnie na świecie stosuje się wiele rodzajów materiałów wybuchowych. Istnieją różne podziały, ale najprostszym z nich jest podział na materiały wybuchowe inicjujące, miotające, kruszące wojskowe i górnicze oraz mieszaniny pirotechniczne. Jest to podział najprostszy, ale dający zarazem najpełniejszy obraz będących w użytku substancji.

2.1 Zarys używanych materiałów wybuchowych pochodzenia wojskowego

Wojsko preferuje w użyciu materiały mogące być przechowywane przez bardzo długi okres czasu i będące odporne na jego upływ. Stąd tak ogromna popularność chociażby trotylu (TNT-trinitrotoluen). Może być przechowywany przez wiele lat – do dzisiaj jest odyskiwany z amunicji używanej na terenach Polski w czasie I i II Wojny Światowej – i następnie używany do konstruowania urządzeń wybuchowych wykorzystywanych chociażby przez grupy przestępcze. Trotyl ma wiele zalet: można go w stosunkowo niewielkiej temperaturze topić np. gotować w garnku na kuchence dzięki czemu uzyskuje się płynną postać, którą następnie można formować w dowolne kształty (jego temperatura topnienia wynosi 80,2°C), jest podatny na zginiatanie, uderzanie, podpalony topi się jak wosk, można do niego strzelać z broni palnej i nie wybuchnie. A przy tym bardzo tani w produkcji, co powoduje, że pomimo upływu lat i wynajdowania coraz nowszych substancji wybuchowych prawdopodobnie jeszcze długo będzie w użyciu. Najczęściej używane obecnie postacie zostały przedstawione na zdjęciach 1 i 2. Topiący się trotyl na zdjęciu 3.



Zdj. 1. [1]



Zdj. 2. [1]



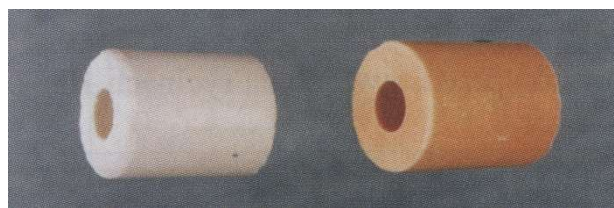
Zdj. 3. [10]

Wadą trotylu jest jego toksyczność. W trakcie badań udowodniono, że osoby pracujące przy produkcji narzekały na gorzki smak w ustach ze względu na jego rozpuszczalność w sokach trawiennych i ślinie, na rękach i przedramionach wystawionych na działanie TNT pojawiły się zaczerwienienia, złuszczenie i stwardnienia a pomiędzy palcami pojawiły się pęcherzyki. Trotyl zabarwia skórę na kolor żółty. Objawami ze strony układu pokarmowego są głównie nudności, wymioty, brak apetytu, niestrawności i biegunki [2].

Inną grupą używanych kruszących materiałów wybuchowych są substancje o plastycznej konsystencji, do których należą np. Semtex oraz C4. Dzięki plastyczności można je formować w dowolne kształty, zależnie od potrzeb. Ogólnie są to mieszaniny materiałów wybuchowych oraz plastyfikatorów, którymi mogą być oleje, tłuszcze lub kauczuk.

2.2 Zarys używanych materiałów wybuchowych pochodzenia górniczego

W górnictwie również jest stosowany trotyl. Ale w tym wypadku nie jest parafinowany ze względu na jego szybkie zużycie i brak potrzeby długotrwałego składowania. Oprócz niego stosowane są mieszaniny TNT lub nitrogliceryny z innymi substancjami, które wchodzi w skład takich materiałów wybuchowych jak amonity, karbonity czy metanity. Rodzaj ich zastosowania zależy od siły wybuchu, jaką chce się uzyskać czy np. zawartości metanu w powietrzu. Często można również spotkać Heksogen w postaci detonatorów oraz plastyczny Semtex. Na zdjęciu 4 przedstawiono przykładowe detonatory heksogenowo-trotylowe (koloru białego) oraz heksogenowo-cerezynowe (koloru pomarańczowego).

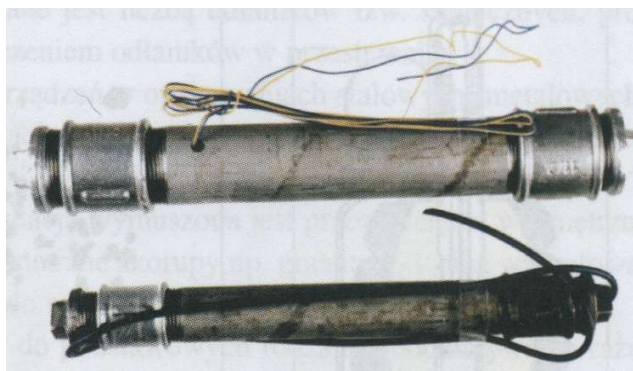


Zdj.4. [1]

3. Sytuacje zagrożenia eksplozją materiałów wybuchowych

Obecnie zarówno w warunkach cywilnych jak i wojskowych jest używanych wiele rodzajów materiałów o różnej sile. Jest to uwarunkowane efektem, który chce się uzyskać. Poza użyciem materiałów wybuchowych w warunkach wojskowych i cywilnych, gdzie ich zastosowanie jest objęte odpowiednimi procedurami i stosowaniem środków bezpieczeństwa są używane przez grupy przestępcze oraz jako środek wywierania presji w zamachach terrorystycznych. Dzieje się tak, ponieważ są łatwe do ukrycia pod różnymi postaciami i do skrytego przenoszenia. W krajach objętych wojną nie ma trudności w ich uzyskaniu. W Internecie bardzo łatwo można znaleźć opisy jak wyprodukować mieszaniny pirotechniczne z użyciem ogólnie dostępnych środków chemicznych. Uzyskiwany w wyniku zamachu efekt psychologiczny jest pochodną powstałych zniszczeń oraz liczby ofiar. Zadane w wyniku wybuchu obrażenia są często bardzo rozległe, na miejscu zdarzenia są trudności w zapewnieniu odpowiedniej pomocy przedmedycznej ofiarom a niejednokrotnie ich liczba powoduje, że nie da się jej zapewnić wszystkim

poszkodowanym. Na zdjęciu 5 przedstawiono przykład typowych bomb rurowych produkcji domowej. Ich zamknięta konstrukcja powoduje zwiększenie siły wybuchu, co skutkuje zadaniem większych obrażeń u osób postronnych.



Zdj.5. [1]

W Polsce do tej pory nie występowały zamachy terrorystyczne ze względu na brak organizacji przestępczych, które mogłyby je organizować na jej terenie. Natomiast stosunkowo często występują akty terroru kryminalnego. Pojawiły się po przemianach ustrojowych, gdy 07.06.1990 r. doszło do eksplozji w trzech punktach w Gdańsku. O skali tego zagrożenia mogą świadczyć liczby przedstawione w sprawozdaniach Centralnego Biura Śledczego Komendy Głównej Policji. W tabeli nr 1 ujęto najnowsze dane oraz porównanie do lat wcześniejszych [3].

Tabela nr 1

	2010	2011	2016	2017
Przypadki eksplozji z użyciem materiałów i urządzeń wybuchowych	25	38	28	20
Urządzenia wybuchowe podłożone pod różnymi obiektami	16	12	13	11
Osoby zabite w wyniku eksplozji	6	6	7	6
Osoby ranne w wyniku eksplozji	26	16	15	12
Odnalezione i zabezpieczone urządzenia wybuchowe	30	22	9	7
Odnaleziono i zabezpieczono materiałów wybuchowych	5514 kg	1774,4 kg	1570 kg	482 kg

W raportach z działalności CBŚP ujęto również szczegółowe dane dotyczące ilości i rodzaju zdarzeń. W tabeli nr 2 przedstawiono ilość i rodzaj zdarzeń.

Tabela nr 2

Ofiary śmiertelne		
	2016	2017
Nieszczęśliwe wypadki podczas pracy z materiałami wybuchowymi (pirotechnicznymi)	2	1
Samobójstwo przy użyciu materiału/urządzenia wybuchowego	3	1
Wypadki podczas rozbijania, manipulowania przy niewybuchach pochodzenia wojskowego	0	3
Detonacja samodzielnego materiału wybuchowego lub urządzenia podczas jego produkcji	1	1
Ranni		
	2016	2017
Wybuch materiału lub urządzenia wybuchowego	8	6
Eksplozja podczas rozbijania, manipulowania przy niewybuchach pochodzenia wojskowego	4	2
Wypadki w trakcie interwencji	0	3
Nieszczęśliwy wypadek podczas prac polowych	0	1

4.1 Charakterystyka wybuchu

Potocznie, jako wybuch rozumiemy nagłe, gwałtowne i nieodwracalne wydzielanie się w jednym miejscu dużych ilości energii. W zależności od prędkości rozchodzenia się fali uderzeniowej oraz mechanizmu wybuchu można dokonać następującego podziału [6]:

- deflagracja (inaczej wybuch właściwy) – gdy fala uderzeniowa rozchodzi się z prędkością poniżej 400 m/s;
- eksplozja – gdy prędkość fali uderzeniowej przekroczyła 400 m/s, ale nie osiągnęła maksymalnej wartości dla danego materiału wybuchowego w danych warunkach;
- detonacja – gdy prędkość fali uderzeniowej przekroczyła 400 m/s i osiągnęła wartość maksymalną

- Do czynników destrukcyjnych wybuchu zalicza się:
- falę uderzeniową lub ciśnieniową;
 - odłamki (pochodzące z ładunku wybuchowego lub z otoczenia miejsca eksplozji);
 - energię cieplną;
 - zawalenie się konstrukcji (np. budynku);
 - powstałe w trakcie wybuchu gazy toksyczne i pył
 - wybuch wtórny (np. instalacji gazowej lub składowanych materiałów)
 - wstrząs sejsmiczny

Obrażenia zadawane przez eksplozję zależą od wielu czynników jak rodzaju miejsca zdarzenia, masy ładunku czy odległości ludzi od epicentrum, czy znajdują się bezpośrednio w zasięgu działania czy też za osłoną. Przykładowe dane zawarto w tabeli nr 3 [5].

Tabela nr 3

Masa ładunku trotylu (TNT) [kg]	Odległość od epicentrum [m]					
	Uszkodzenie słuchu		Uszkodzenie płuc		Możliwość śmierci	
	Bez osłony	Za osłoną	Bez osłony	Za osłoną	Bez osłony	Za osłoną
0,45	4,8	3,0	2,1	1,5	1,5	0,9
0,90	6,3	3,9	2,7	1,8	1,8	1,2
2,25	8,4	5,1	3,6	2,4	2,4	1,5
4,50	10,5	6,3	4,5	3,0	3,0	1,8
9,00	13,2	8,1	6,0	3,6	3,9	2,4
15,75	15,9	9,9	6,9	4,5	4,5	2,7
20,25	17,1	10,5	7,5	4,8	5,1	3,1

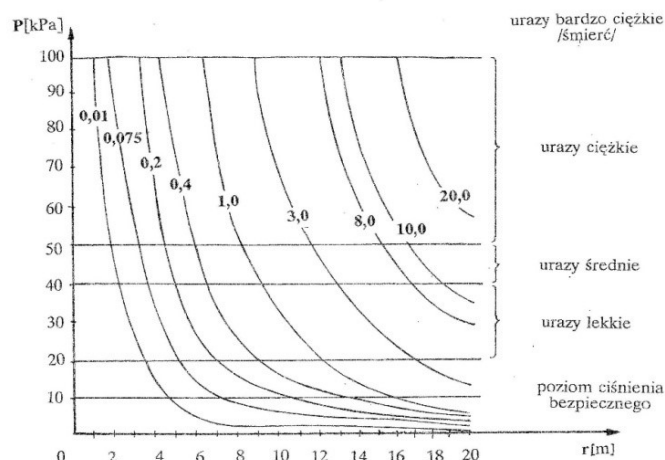
4.2 Fala uderzeniowa

Jest to czynnik stanowiący istotne zagrożenie dla życia a zwłaszcza związane z nią nadciśnienie. Urazy, jakie mogą wystąpić w zależności od jego wartości [5]:

- lekkie – 20-40 kPa:
 - krótkotrwałe uszkodzenie narządów słuchu,
 - lekkie kontuzje, potłuczenia, zwichnięcia kończyn;
- średnie – 40-50 kPa:
 - kontuzje całego organizmu,
 - omdlenia z silnymi bólami głowy,
 - krwotoki z nosa, uszu i ust,
 - złamania i zwichnięcia kończyn;
- ciężkie – 50-100 kPa:
 - ciężkie kontuzje całego organizmu,
 - uszkodzenia mózgu,
 - uszkodzenia jamy brzusznej,
 - silne krwotoki,
 - skomplikowane złamania kończyn;
- bardzo ciężkie – powyżej 100 kPa:
 - kontuzje kończące się śmiercią.

Istnieje wzór Własowa, który pozwala obliczyć wartość nadciśnienia w zależności od masy ładunku wybuchowego w oznaczonej odległości. Wynik będzie

oczywiście wartością teoretycznie bezpieczną, ponieważ nie bierze pod uwagę wszystkich pozostałych czynników towarzyszących wybuchowi. Ale na jego podstawie możemy przyjąć, że np. 1 kg trotylu stanowi zagrożenie już w odległości 7 m a bezpieczna odległość dla 3 kg trotylu wynosi ponad 36 m.



Rys. 1. Wykres zmiany ciśnienia wywołanego wybuchem. [5]

4.3 Odłamki

Każda eksplozja materiału wybuchowego powoduje uwalnianie odłamków. Mogą one powstać zarówno z fragmentów zniszczonego urządzenia detonującego, jego obudowy, ale również pobliskiego otoczenia. Osoby konstruujące bomby w celach terrorystycznych świadomie dobierają takie przedmioty i sposób konstrukcji, aby powodować jego jak największą fragmentaryzację. Popularną metodą jest umieszczenie razem z materiałem wybuchowym odpowiedniej ilości np. gwoździ, które mają zadać obrażenia jak największej liczbie osób. Równocześnie bomba może być tak skonstruowana, że wybuch wyrzuci je w odpowiednim, wymaganym przez konstruktora, kierunku. Niszczanie obudowy materiału wybuchowego w trakcie eksplozji jest również wykorzystywane przez wojsko w postaci granatu. Posiadają one fabrycznie wykonane nacięcia podłużne i poprzeczne na skorupie, aby umożliwić ich rozpad na odłamki. W przypadku popularnego granatu F-1 ich liczba sięga 1000 a zasięg rażenia sięga 200 m., przez co rzucający musi znajdować się za bezpieczną osłoną.



Zdj. 4. Granat F-1. [11]

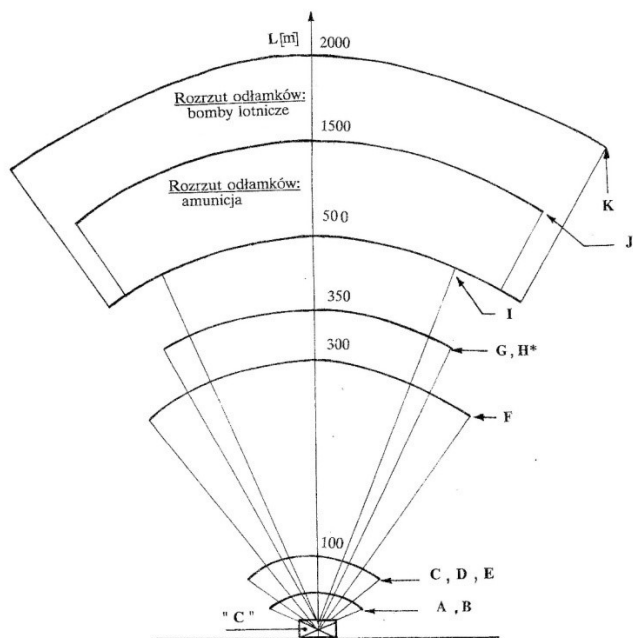


Zdj. 5. Fragmentacja po wybuchu. [1]

W przypadku bomb lotniczych zasięg rażenia odłamkami jest o wiele większy. Związany jest z ich wielkością, konstrukcją, masą materiału wybuchowego oraz przeznaczeniem. Przykładowo bomba zapalająca nie będzie tak fragmentowała jak bomba odłamkowo – burząca. Możliwy promień rozrzutu w zależności od masy bomby lotniczej przedstawiono w tabeli nr 4 [5] oraz na rysunku nr 2 [5].

Tabela nr 4

Bomby lotnicze (kg)	Możliwy promień rozrzutu odłamków (m)
10	do 500
50	do 850
100	do 1000
250	do 1200
500	do 1350
1000	do 1500
1500	do 1600
2000	do 1800
Do 5000	do 2000



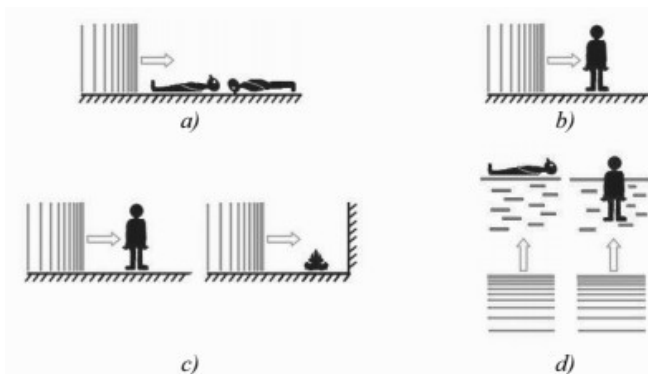
Bezpieczne odległości przed rażeniem odłamkami niszczonej konstrukcji dla ludzi znajdujących się w terenie otwartym ("C" - materiał wybuchowy; A - wybuch zapalnika lotniczego i elektrycznego; B - wybuch ładunku bez opakowania do 10 kg w powietrzu; C - wybuch ładunku bez opakowania do 10 kg na gruncie; D - wysadzenie sieci z łożu detonującego lub sieci elektrycznej; E - wysadzenie łożu ładunkiem podwodnym pojedynczym; F - wysadzenie ładunków w celu wykonania kanału lodowego; G - wysadzenie konstrukcji z cegły, kamienia, betonu i żelbetu; H - wysadzenie gruntu na wyrzucenie; I - wysadzenie konstrukcji metalowych na otwartej przestrzeni; J - wysadzenie i niszczenie pocisków artyleryjskich; K - wysadzenie i niszczenie bomb lotniczych)

Rys. 2. [5]

5. Obrażenia

Obrażenia, będące skutkiem wybuchu, należą do grupy obrażeń specyficznych i często są niebezpieczne dla życia. Wymagają od niosących pomoc odpowiedniej wiedzy i szczególnych umiejętności. Wielkość obrażeń jest uzależniona od rodzaju użytego materiału wybuchowego i wielkości ładunku, odległości osoby poszkodowanej od miejsca wybuchu, przedmiotów będących w bezpośrednim otoczeniu a mogących powodować obrażenia w przypadku ich

przemieszczenia przez eksplozję oraz wiele innych czynników. Bardzo istotna jest również pozycja osoby względem fali wybuchowej. Przykłady przedstawiono na rysunku nr 3.



Rys. 3. [9]

- pozycja leżąca – ciało człowieka nie stanowi przeszkody dla fali uderzeniowej, więc obrażenia będą minimalne;
- pozycja stojąca – ciało człowieka staje się przeszkodą, powoduje to zwiększenie prawdopodobieństwa odniesienia obrażeń;
- pozycja stojąca lub leżąca, gdy w bezpośrednim sąsiedztwie znajduje się przeszkoda (np. ściana budynku) – odbicie się od niej fali uderzeniowej może spowodować ciężkie obrażenia;
- poziome ułożenie ciała znajdującego się w wodzie minimalizuje możliwość odniesienia obrażeń, natomiast pionowa maksymalizuje skutki oddziaływania fali uderzeniowej. [9]

OBRAŻENIA POWYBUCHOWE STOPNIA		
TRZECIEGO - urazy tępe od uderzenia, upadku albo zmiądzenia	DRUGIEGO - urazy penetrujące w związku z dużą prędkością szrapneli i odłamków	PIERWSZEGO - obrażenia głowy, uszu, płuc oraz jelit od fali uderzeniowej
CZWARTEGO		
pozostałe obrażenia w wyniku wybuchu (oparzenia termiczne, chemiczne, inhalacja substancji toksycznych)		

Rys. 4. Klasyfikacja stopni obrażeń powybuchowych będących wynikiem oddziaływania mechanizmów urazów powybuchowych. [9]

Powodowane obrażenia mogą być o charakterze tępych lub penetrującym. Można zastosować następujący podział obrażeń [6,7]:

- Obrażenia pierwszorzędowe lub pierwotne - powstają w chwili wybuchu materiałów wybuchowych wysoko energetycznych, gdy fala nadciśnienia uderza w ciało poszkodowanego. Fala podmuchu to nadciśnienie, które powstaje wskutek ściśnięcia powietrza na skraju szybko rozszerzającej się kuli gazów. Jej siła zwiększa się i wzmacnia w czasie

odbicia od twardych powierzchni, którymi mogą być na przykład elementy konstrukcyjne budynków. Do obrażeń ciała dochodzi na skutek ściśnięcia tkanek przez nadciśnienie, co powoduje w następnej kolejności stłuczenie głębiej leżących narządów. Następnie dochodzi do rozerwania tkanek na granicy powietrze-tkanki. Równocześnie powstają siły działające poprzecznie na granicy tkanek o różnej gęstości. Prowadzi to do wylewów krwi pod błony surowicze i śluzowe, zwłaszcza w jamie brzusznej. Ponadto implozja narządów, które są wypełnione gazem powoduje perforację jelit czy błony bębenkowej. Gdy zostaną rozerwane błony pęcherzykowe, powietrze zaczyna wnikać do płucnych naczyń krwionośnych. Prowadzi to do zatorów powietrznych w tętnicach wieńcowych lub mózgowych. Pęknięcie błony bębenkowej świadczy o tym, że pacjent został poddany działaniu wybuchu o wysokiej energii.

Do obrażeń pierwszorzędowych dochodzi więc w częściach ciała zawierających w sobie powietrze:

- płuca;
- przewód pokarmowy;
- ucho środkowe.

Skutkami uszkodzenia tych narządów są: odma opłucnej, wstrząśnienie mózgu, pęknięcie gałki ocznej, pęknięcie błony bębenkowej, uszkodzenie elementów ucha wewnętrznego, perforacja albo krwawienie w obrębie jamy brzusznej.

2. Obrażenia drugorzędowe lub wtórne – wywołane materiałem lub odłamkami lecącymi od epicentrum do poszkodowanego. Mogą to być odłamki z osłony ładunku, gwoździe czy też metalowe kulki albo odłamki, które pochodzą z elementów otoczenia takimi jak szkło czy gruz.

Powstają uszkodzenia całego ciała takie jak:

- urazy penetrujące powstałe w wyniku działania odłamków lub urazy tępe, które zależą od energii i rozmiarów odłamków;
- urazy penetrujące gałek ocznych.

3. Obrażenia trzeciorzędowe – spowodowane przewróceniem lub upadkiem ciała wywołanym przez falę uderzeniową wybuchu. Zależą od wielkości siły, która zadziałała na ciało oraz powierzchni upadku. Dodatkowo wybuch w pomieszczeniu może spowodować jego zawalenie i przygnięcie znajdujących się wewnątrz ludzi wywołując u nich urazy zmiażdżeniowe.

Powstałe obrażenia to najczęściej:

- złamania lub amputacje urazowe;
- otwarte lub zamknięte urazy mózgu.

4. Obrażenia czwartorzędowe – Wszystkie pozostałe obrażenia powstałe w wyniku wybuchu, które nie mogą być zakwalifikowane do poprzednich kategorii.

Uwzględnia się tu również skutek działania tzw. brudnych bomb, czyli zawierających materiał radioaktywny oraz klasyczny materiał wybuchowy. Celem ich użycia jest doprowadzenie do tego, aby w wyniku wybuchu skażić teren na maksymalnie dużym obszarze. Nie jest to bomba będąca rodzajem broni nuklearnej, ponieważ nie zachodzi reakcja materiału promieniotwórczego tylko jest on rozrzucony w wyniku wybuchu. Spotykane w tej kategorii obrażenia to:

- oparzenia;
- zmiażdżenia;
- urazy mózgu;
- duszności, związane z inhalacją dymu, pyłów i toksycznych oparów;
- ból w klatce piersiowej;
- zaostrenie przewlekłej obturacyjnej choroby płuc
- pogorszenie stanu zdrowia w wyniku komplikacji dotychczas istniejących chorób;
- zakażenie chorobami zakaźnymi w wyniku kontaktu z rozrzuconymi szczątkami chorego zamachowca samobójcy.

Statystycznie najczęściej występujące urazy powstałe w wyniku wybuchu to: urazy płuc (odma prężna), rany miażdżeniowe oraz oparzenia [6]. Amputacje górnych kończyn są z reguły związane z manipulowaniem ładunkiem wybuchowym a dolnych z bezpośrednim nadepnieniem miny [8].

6. Piśmiennictwo

1. Tadeusz Baran, Aldona Policha – Wybuch i jego skutki – Kryminalistyczne badania materiałów i urządzeń wybuchowych, Wydawnictwo Centralnego Laboratorium Kryminalistycznego Komendy Głównej Policji, Legionowo, 2001 r.
2. Bożena Kuczyńska, Andrzej Maranda – Toksyczne oddziaływanie wybranych materiałów wybuchowych na organizmy żywe – artykuł
3. Raporty z działalności Centralnego Biura Śledczego Policji: <http://www.cbsp.policja.pl/cbs/do-pobrania/raporty-z-dzialalnosci/9890,Raporty-z-dzialalnosci.html>
4. Dr hab. Waldemar Zubrzycki, dr Tomasz Safjański – Wybrane aspekty przygotowania Policji do realizacji zadań związanych z rozpoznaniem i neutralizacją ładunków wybuchowych w latach 2010-2012, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie, 2013 r.
5. Marek Olbrycht, Jerzy Rutkowski – Bezpieczeństwo prac minersko – pirotechnicznych w działaniach antyterrorystycznych, Wydawnictwo Centrum Szkolenia Policji w Legionowie, 1997 r.
6. Waldemar Zubrzycki i współpracownicy – Pierwsza pomoc w działaniach specjalnych Policji, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie, 2011 r.
7. Anita Podlasin – Taktyczne ratownictwo medyczne, PZWL, Warszawa 2016r.
8. Wojciech Depa – Taktyka czerwona, Wydawnictwo Avalon, Kraków 2013 r.
9. Bożena Kuczyńska, Sławomir Kukfisz – Mechanizmy urazów powybuchowych wśród ofiar terrorystycznych ataków bombowych - artykuł
10. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Trotyl>
11. https://pl.wikipedia.org/wiki/Granat_F-1

The traumas caused by the blast of the explosives

ABSTRACT:

The injuries caused by the blast of the explosives are not widely met in Poland. Knowledge of the factors which cause them may help to provide effective help to injured persons. These injuries are usually very complicated because they can be caused by many different factors. They can be caused not only by the explosion itself, its shockwave, air pressure, temperature, but also by the indirect factors which may be part of the environment of the victim like fragmenting shrapnels or debris. These thesis describe the injuries caused by the explosion and all other factors connected with the blast of the explosives.