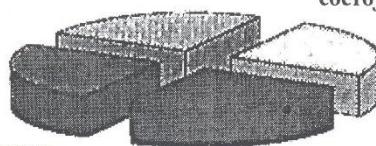


**Физичката состојба**



Точката на ударот и траекторијата на проектилот

**Психолошката состојба**

**СЛИКА 3 -**  
Фактори кои сочинуваат ефектот на ранување

Помеѓу наброените фактори, потенцијалот за ранување е единствената величина која може физички (експериментално) да се мери и отценува. Тој потполно зависи од физичките карактеристики на проектилот (неговата јрзина и маса (што во суштина ја одредува енергијата која ја поседува проектилот), изборот на материјалот од кој е направен и неговата конструкција). На крајот можеме да кажеме дека потенцијалот за ранување фактички ја определува способноста на проектилот да предизвика ранување, поради што често се среќава и под синонимот ефективност на проектилот.

### 3. Механизам на настанување на раната

#### 3.1 Начини на кои проектилот дејствува врз човековото тело

Кога е во прашање уништувањето на живи цели<sup>6</sup> во борбените дејства тоа може да биде направено со широк асортиман на вооружување (стрелачко, артилериско, ракетно, или со испалување на најразлични проектили од разни борбени платформи, како што се авиони, хеликоптери, бродови и сл.) Уништувањето на ваквата цел, генерално гледано, може да биде постигнато на следните начини:

- со кинетичката енергија на проектилот, која може да му се соопши на различни начини во зависност од тоа од какво средство на вооружување е испален (лансиран);
- со трансформација на хемиската енергија која се содржи во експлозивното полнење (на некаков проектил, или разни видови мини и други експлозивни направи) во механичка и топлинска во

<sup>6</sup> Жива цел - војнички израз за човекот, во некои прилики и животните кои се користат во борбените активности, кој претставува мета на дејството од вооружувањето при изведувањето на борбените дејствија.

многу краток временски период, за потоа истата да се трансформира во:

- енергија на ударен бран со уривачко дејство, или
- кинетичка енергија на парчињата од кошулката на проектилот (распрскувачко, односно фрагментно дејство);
- со дејство и трансформација на други облици на енергија, што воглавно спаѓа во арсеналот на неконвенционалното вооружување (нуклеарно, хемиско, биолошко и сл.);

Овде ќе стане збор за дејството на проектилите врз човековото тело, вклучувајќи ги тутка и фрагментите, односно за трансформацијата на кинетичката енергија која ја поседува проектилот во работа за разорување на човековото ткиво. Дејството на ударниот бран, како последица на експлозијата, исто така може да биде смртоносно за човекот, пред се поради физиолошките ефекти врз шуплините во човеково тотело (како што се на пример белите дробови и другите витални органи), но и поради трансформацијата на енергијата на ударниот бран во механичка работа на разорување на ткивото.

Описот на физичките основи на потенцијалот за ранување на проектилот, кои ги дал уште во далечната 1908 година Ц.Г. Спенсер, професор во Кралскиот колеџ за воена хирургија во Лондон, се уште и денес се релевантни. Според него, потенцијалот за ранување кој го поседува проектилот зависи од:

- неговата енергија;
- способноста за претварање на енергијата која ја поседува во работа на ударот;

Првиот фактор, енергијат или моќта за извршување на работа, може да се изрази со формулата за кинетичка енергија:

$$E = \frac{mV^2}{2} \quad (3.1)$$

*E* – енергија (кинетичка) која ја поседува проектилот

*m* – маса на проектилот

*V* – брзина на проектилот во моментот на ударот (крајна брзина)

Бидејќи брзината, поради отпорот на воздухот, нагло опаѓа со зголемувањето на дистрелот (изминатиот пат) на проектилот, а енергијата е пропорционална со квадратот од преостанатата брзината на која било оддалеченост, следува дека енергијата на проектилот е релативно голема на помали растојанија и рапидно опаѓа со зголемувањето на дистрелот.

Вториот фактор, кој го одредува ефектот на ранување што го предизвикува проектилот, односно неговата способност за претварање на енергијата која ја поседува во работа на ударот, зависи од:

1. Површината на попречниот пресек на проектилот. Колку е таа поголема, проектили со поголем калибар, толку повеќе работа проектилот треба да изврша за да го “пробие” својот пат низ ткивото. Ефектот на намалување на пречникот на проектилот ќе предизвика намалување на неговата моќ за ранување (ако масата на проектилот остане иста).

2. Склоноста на проектилот да се деформира или да фрагментира (да се скрши), што ќе предизвика зголемување на површината на неговиот попречен пресек. Проектили кои се деформираат и еспандираат, односно нивниот преден дел се деформира во облик на “печурка” при ударот, ќе предизвикаат многу посирепи рани, во однос на оние кои остануваат недеформирани. За проектиите со мал калибар за нажлебени цевки, кога се појавиле за првпат, се верувало дека се дефицитарни во однос на моќта за запирање во ткивото, односно дека не предизвикуваат доволно ефикасни рани. Поради оваа причина различни облици на проектили беа конструирани со цел да доаѓа до нивна деформација при ударот, како би предизвикале посурорви рани. Така почнува употребата на проектили кои се деформираат и експандираат, односно кај кои се зголемува површината на попречниот пресек при ударот, често за нив непрецизно е користен изразот “експлозивни проектили”, меѓуто кои се забранети со Хашките конвенции. Тие се користат сеуште само во спортски цели и за лов.

3. Отпорот на кој наидува при ударот, односно карактеристиките на средината (ткивото) во која треба да го “пробива” својот пат. Ова е многу битно за одредување на количината на енергија која треба да ја поседува проектилот. Ако отпорот на средината е доволно голем за да го запре проектилот, тогаш тој ја предава целата своја енергија врз целта. Додека, ако проектилот располага со голема количина на енергија, а отпорот на средината е мал, тогаш само мал дел од енергијата ќе биде предадена и проектилот ќе помине низ средината (ткивото) со релативно мало губење од енергијата.

Од наведеното разгледување може да се заклучи дека со обликување на проектиите и субпроектиите<sup>7</sup>, односно со влијание врз фрагментацијата при распружувањето на кошулката од проектилот, за да се добијат парчиња со најповолен облик и со доволно кинетичка енергија, можно е да се влијае врз ефектите кои ги предизвикава проектилот врз човековото тело. При тоа, тенденцијата е проектилот врз ткивото да пренесе што е можно поголем дел од кинетичката енергија со која располага, бидејќи добро стабилизиран проектил за стрелачко оружје со класична конфигурација при ударот со голема брзина

<sup>7</sup> Субпроектил - одреден проектил (артилериски, ракетен и сл.) можат да се состојат од поголем број на помали проектили, истиите засебно дејствуваат како посебен проектил, кои се нарекуваат субпроектили.

може да предизвика таканаречена “прострелна рана” и да излезе од телото со релативно голема количина на неискористена енергија. Искусствата од воените дејствија покажуваат дека така ранетите борци многу често ја продолжуваат борбата и без непосредна лекарска помош, а едно од основните правила при водењето на војна е дека подобро да се рани противничкиот војник, отколку да се убије, бидејќи така се исфрлаат од борба уште двајца борци кои треба да го евакуираат ранетиот.

Постојат повеќе можности, од конструктивен карактер, со кои расположивата кинетичка енергија може во потполност, или готово во потполност, да се пренесе на ткивото и на тој начин да предизвика тешки ранувања, кои ќе оневозможат противничкиот војник да продолжи со учеството во борбените дејствија. Најчесто тоа се постигнува на следните два начина:

- Предизвикување на нагло кочење на проектилот во текот на пенетрацијата во ткивото. Ова може да се постигне на повеќе начини, од кои повеќето ќашле примена кај специјалните проектили за малите оружја кои се во употреба, иако повеќето од тие се забранети со меѓународните конвенции (таканаречените “дум - дум” проектили). Суштината е во промената на обликот на проектилот при пенетрацијата под дејството на силата на отпорот на средината, се зголемува површината на неговиот попречен пресек, што како последица има зголемување на отпорот и интензивно кочење на проектилот.
- Зголемување на нестабилноста на проектилот, што за последица има скршнување и/или тумбање на проектилот при пенетрацијата во човековото ткиво. Ова е карактеристично за проектилите кои се на границата од аеродинамичката стабилност. Првите конструкции кај кои е забележано такво однесување, биле класично обликуваните проектили за стрелачко вооружување многу издолжен оживален врв. Балистичките карактеристики на современата муниција за малите оружја со смален калибар се одредуваат така што ќе се добие овој ефект. Вакво однесување имаат и проектилите во облик на “стрелки” со кои се употребуваат кај стрелачкото вооружување, но веќе имаат најдено широка примена како субпроектили кај артилериските гранати и боевите глави за ракетните проектили. Основна карактеристика на ваквите проектили е виткоста (односот на должината и дијаметарот е доста голем  $l/d \geq 10$ ). Ограничувањата на Хашките конвенции не се однесуваат на вака обликуваните проектили, бидејќи не се опфатени со нивниот опис, иако истите создаваат доста сурови рани од таканаречениот “експлозивен тип”.

### 3.2. Ефекти од дејството на проектилот врз човековото тело

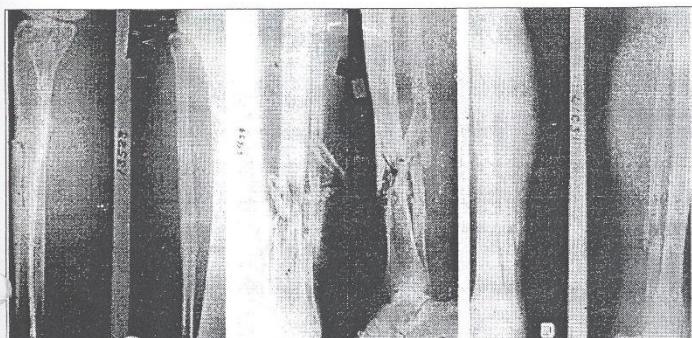
Ако погледнеме како изгледаат рани настанати од дејството на проектили испалени од лесно вооружување, ќе видиме дека е потребно подетално изучување

на механизмот на кој настануваат повредите. Бидејќи, очигледно е дека раните не се настанати, како што обично би можел да претпостави недоволно упатениот во оваа област, само како резултат на едноставно механичко дејство на раскинување на ткивото (слично на убод со нож или некој друг оштар предмет), тука имаат влијание и некои други појави и ефекти.



**СЛИКА 4**

Повреда на левата нога при дејство на проектил. Очигледно е дека влезната (десно) и излезната рана (лево) се доста големи, што оваа рана ја прави доста тешка

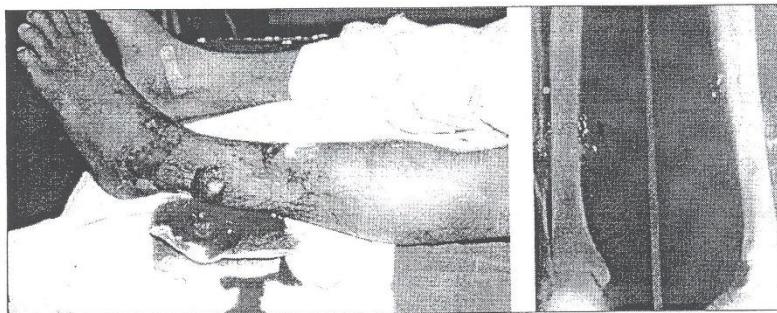


**СЛИКА 5**

Рендгенски снимки на повреди на коските од нога. Сите повреди се настанати како резултат на дејството на проектил испален од пушка, меѓутоа очигледно е дека ефектот од ранувањето е различен зависно од карактеристиките на проектилот, вооружувањето и условите при кои дошло до ранување

**СЛИКА 6**

**Повреда на левата рака и рентгенска снимка на коските. Очигледна е екстремно големата излезна рана и сложената фрактура на коските**

**СЛИКА 7**

**Повреда на левата нога, при што влезната рана е мала, меѓуточно на раенденгенската снимка се гледаат две излезни рани, кои се настанати како резултат на фрагментацијата на проектилот**

Дури и денеска, близу сто и педесет, односно сто години, респективно, од донесувањето на двете најпознати интернационални конвенции (Сент Петербуршката 1868 и Хашките 1899/1907) кои се однесуваат на ефектите, или подобро речено на конструкцијата на муницијата за малите оружја, сеуште постојат дискусији за начинот на кој проектилот дејствува врз човековото тело, односно за механизмот на настанувањето на раните. Меѓуточно, сепак испитувањата од оваа област денес се интензивирани со цел да се изнајдат ефикасни методи за проучување на ваквото дејство.

Појавата на рана, како што претходно заклучивме, е резултат на апсорпцијата на енергијата која ја поседува проектилот при ударот и

пенетрацијата (механичкото дејство) во ткивото. Поради што проучувањето на балистиката на раните бара познавање на однесувањето на зрното при летот и на ефектите кои ги предизвикува врз ткивото при пенетрацијата. Овие ефекти зависат од големината (масата и димензиите), обликот, составот (материјалот од кој се направени) и она што е значајно од надворешно-балистичка гледна точка, а тоа се брзината и стабилноста на проектилите (кога се во прашање проектили испалени од малите оружја пред се станува збор за жirosкопската стабилност).

Во телото еластичноста и густината се најважните фактори кои влијаат врз забавувањето на проектилот при пенетрирањето. Мекото ткиво на телото, слично како кај водата, е 800 до 900 пати погусто од воздухот, така што проектилот кога ќе удри во ткивото готово секогаш станува нестабилен, поради фактот дека поминува од средина со помала во средина со поголема густина, со што се менуваат аеродинамичките услови на движењето на проектилот, односно силите на отпорот се поголеми. Ако постои било каков агол на нестабилност (нападен агол) тој значително ќе се зголеми, што последователно предизвикува зголемување на разорувањето на ткивото. Испитувањата имаат покажано дека и многу мала нестабилност на проектилот при ударот, може да предизвика нестабилност во целта (ткивото) што како последица ќе предизвика превртување (тумбање) на проектилот.

Генерално гледано, проектилот може да предизвика повреди на еден од следниве начини, што најмногу зависи од неговата брзина:

- со раскинување и гмечење (*laceration and crushing*);
- со појавата на ударни бранови (*stress waves*);
- со појавата на привремена шуплина (*temporary cavitation*);

За претставата на дејството на проектилот врз човековото тело да биде подполна, тука треба да се споменат уште и ефектите кои настануваат во случај на:

- деформација на проектилот при пенетрацијата во ткивото;
- фрагментација на проектилот при пенетрацијата во ткивото;

Ефектите кои настануваат поради нестабилноста на проектилот ќе бидат подетално разгледани во делот кој зборува за стабилноста на проектилот во воздухот и при неговото движење (пенетрацијата) во ткивото.

### 3.2.1 *Раскинување и гмечење (Laceration and crushing)*

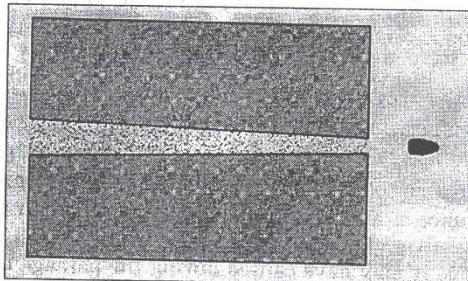
Главен ефект при мали брзини, односно подзвучни брзини, на проектилите е пенетрацијата во ткивото и неговото гмечење и растргнување. Само ткивото кое е директно погодено се оштетува, а настанатата рана може да се спореди со рана која настанува при удар со нож. Раскинувањето и гмечењето на ткивото во општ случај немора да биде сериозно ранување, освен во случај кога се зафатени

# 3

## Техничко-технологички доситиенувања, вооружување и обрема

вitalните органи или главните крвни садови (вените и артериите).

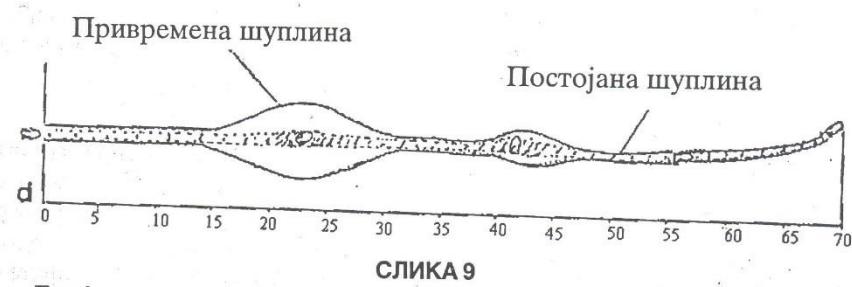
На слика 8 шематски е прикажан патот на мал подзвучен проектил при неговата пенетрација низ желатински блок. При што проектилот едноставно ја предава својата енергија создавајќи мала трајна деформација - рана (*wound track*), која настанува со едноставно поместување на желатинот.



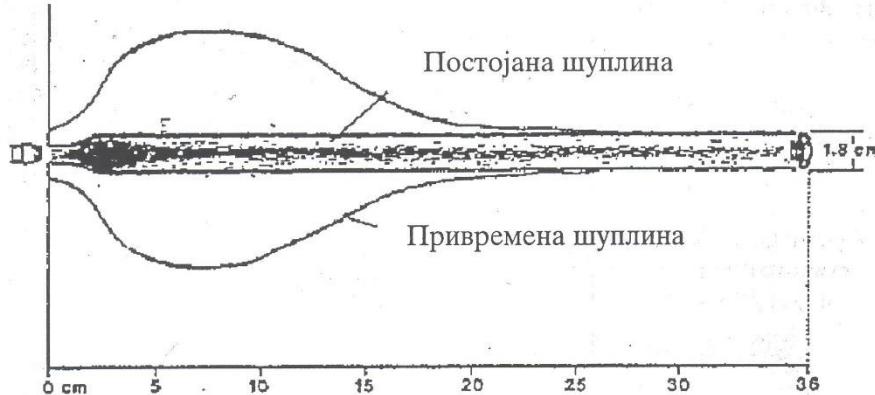
**СЛИКА 8**  
Шематски приказ на рана  
настаната при дејство на  
подзвучен проектил

Ова е наједноставен начин на кој проектилот може да предизвика рана во човековото тело, што претставува директен ефект од пенетрацијата на проектилот во ткивото. Во овај случај проектилот го "пробива" својот пат во ткивото, не доаѓа до негова деформација, а големината на раната е приближно еднаква на површината на попречниот пресек на проектилот помножена со должината на патот кој го поминува проектилот. Ваквите рани се карактеристични за проектилите испалени од мали оружја со кратка цевка, чија брзина е помала од 500 m/s (Слика 9).

Во исти услови како во претходниот случај, меѓутоа кога е во прашање проектил кој е склон на деформација со која се зголемува површината на попречниот пресек, тогаш големината (волуменот) на раната се зголемува, дијаметарот на постојаната шуплина може да биде дупло поголем од калибарот на проектилот, а исто така доаѓа и до појава на поголема привремена шуплина (Слика 10).



**СЛИКА 9**  
Профил на рана од 9 mm проектил со потполна кошулка (*FMJ bullet*)



**СЛИКА 10**  
Профил на рана од проектил .357 Magnum со мек врв

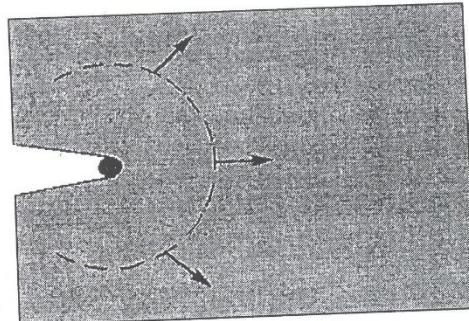
Другите два типа на повреди настануваат при удар со голема брзина на суперсонични проектили.

### 3.2.2 Создавање на ударни бранови (Stress waves)

Појавата на ударни бранови, кои се простираат низ ткивото при ударот на проектилот и неговата пенетрација, понекогаш може да има значително влијание во формирањето на раната. Ваквата појава се објаснува со хидродинамичката теорија, која денес се прифаќа со одредена резерва.

Кога проектил со голема брзина удира во ткивото, доаѓа до компримирање на материјата која се наоѓа пред него, вака компримираниот простор почнува да се шири во форма на ударен бран со сферен облик (Слика 11). Брзината на простирање на овој ударен бран е приближно еднаква на брзината на звукот во водата, односно околу  $1500 \text{ m/s}$ . Промената на притисокот поради појавата на ударниот бран трае само милионити дел од секундата, меѓутоа може да достигне максимална вредност и до  $100 \text{ atm}^8$ . Сепак инерцијата на ткивото не дозволува ваквиот ударен бран да предизвика трансформација на ткивото, односно трајни деформации на ткивото. Поради ваквата појава, на пример, оштетување на нервите може да биде предизвикано на значително растојание од предизвиканата постојана рана (трајните деформации во ткивото).

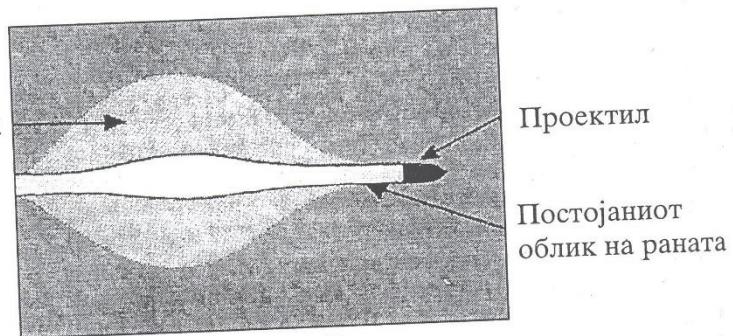
<sup>8</sup>  $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$



**СЛИКА 11**  
Ударни бранови предизвикани во ткивото при ударот на проектил кој се движи со голема брзина

### 3.2.3. Создавање на привремена шуплина (Temporary Cavitation)

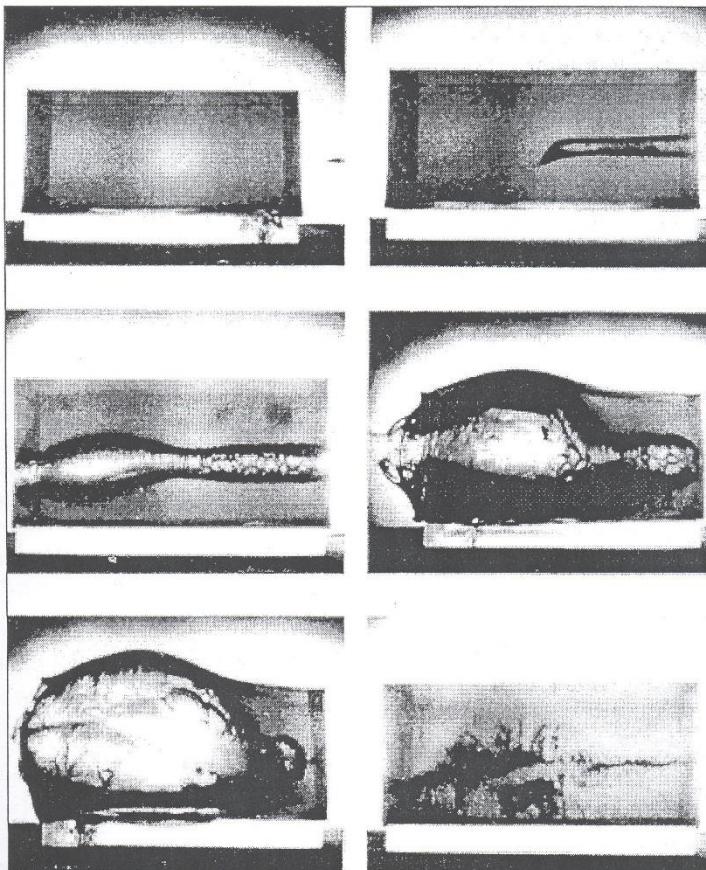
Сериозни ефекти на ранување предизвикуваат проектилите со големи брзини, што е воглавно последица на појавата на привремена шуплина (*temporary cavitation*). Тоа е термин кој се користи за да се опише појавата која настанува кога проектилот, при пенетрацијата во ткивото, соопштува забрзување на периферната материја, создавајќи простор на потпритисок обиколен со периферно затегнат материјал, со што се создава околина со натпритисок.



**СЛИКА 12**  
Привремена шуплина создадена од проектил кој се движи и удира во ткивото со голема брзина

Кога проектилот ќе влезе во телото, неговата количина на движење се пренесува на околното ткиво. Ова предизвикува ткивото да се движи и осцилира, дури и откако проектилот ќе помине, што доведува до стварање на голема шуплина, која понекогаш е одприлика 30 до 40 пати поголема од калибарот на проектилот. Оваа шуплина за време од неколку милисекунди поминува низ

неколку пулсирања, се зголемува и намалува, пред да оформи одреден полупостојан облик. Привремената шуплина се појавува само во краток временски интервал, 5 до 10 милисекунди, после што колабира.



СЛИКА 13

Одбани фотографии снимени со камера со голема брзина кои ја прикажуваат појавата на привремената шуплина

Овие насилини промени во ткивото се доволно силни да предизвикаат кршење на коските, раскинување на органите и крвните садови и оштетување на нервите надвор од патот по кој поминува проектилот. Обликот на оваа привремена шуплина, освен на местата каде што нестабилноста на проектилот

предизвикува посебни ефекти, е во форма на елипсоид. Бидејќи притисокот во шуплината е понизок од атмосферскиот, а таа е поврзана со надворешноста прекум влезниот и излезниот отвор, бактериите од надвор заедно со делови од облеката и други нечистотии едноставно се апсорбираат во празнината на раната, така што таа може лесно да се инфицира.

Шуплината најчесто се формира после поминувањето на проектилот, така што раните од високобрзинските проектили се смета дека имаат експлозивна природа. Интересно е да се спомене дека големината на привремената шуплина расте пропорционално со зголемувањето на брзината на проектилот, односно што е поголема енергијата која е внесена во ткивото од страна на проектилот, толку се поголеми димензиите на привремената шуплина и поголеми се повредите кои се предизвикани (Слика 14 и Слика 15).



СЛИКА 14

Профил на рана од 17.5 mm оловно топче со брзина од 165 m/s, со иста кинетичка енергија како куглата на следната слика 15



СЛИКА 15

Профил на рана од 6 mm челично топче со брзина од 1031 m/s, со иста кинетичка енергија како топчето на претходната слика 14

### *3.2.4 Ефекти од деформацијата на проектилот*

Деформацијата на проектилот при неговата пенетрација во ткивото може да биде од два различни вида, при што може да дојде до потполно кршење или фрагментација на проектилот. Деформацијата може да биде намерна, односно самата конструкција на проектилот да биде така изведена да предизвикува негово деформирање при пенетрацијата, или може да биде, помалку или повеќе, резултат на тумбањето на проектилот.

Најпознат случај на намерна деформација се таканареачените "дум - дум" проектили. Профил на рана настаната при деформација на проектилот е прикажана на слика 16, се гледа деформацијата на проектилот во облик на пчурка, при што има појава и на негова делумна фрагментација. Особено е воочлива големината на постојаната шуплина.

При ваквата деформација површината на попречниот пресек на проектилот нагло се зголемува, што доведува до создавање на тешки повреди на ткивото поради поголемиот потенцијал за раскинување и гмечење. Деформацијата исто така ќе ја зголеми привремената шуплина, така што таа може да достигне значителна големина дури и кај проектилите со мали брзини. Друг важен ефект, кој е посакуван од полициска гледна точка, е пократката пенетрација, што во довеќето случаи доведува до тоа проектилот да остане во целта (телото). Можен недостаток на ваквите проектили е ризикот од недоволна пенетрација, така што проектилот нема да достигне до органите со чие оштетување се онеспособува жртвата. Друг недостаток е тоа што тие можат да бидат лесно запрени од панцирите за заштита на телото поради создавањето на голема ударна површина, во однос на маста и брзината на проектилот.



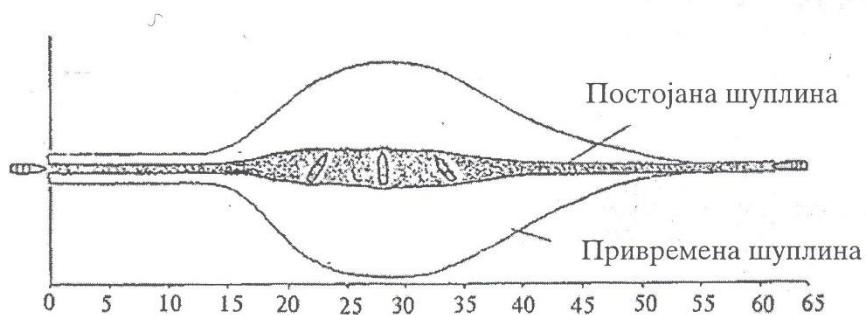
СЛИКА 16 – Профил на рана од ловечки "дум - дум" проектил 7.62 mm SP

Друг вид на деформација настанува при бочното сплескување на проектилите кои се превртваат при пенетрацијата во ткивото, ова е посебно случај кај проектилите од воените пушки. Степенот на деформација кој настанува на овај начин значително варира од случај до случај, што зависи од конструкцијата и брзината на проектилот. Промени во конструкцијата на кошулката, или јадрото на проектилот, можат да предизвикаат промени во начинот на деформацијата кај надворешно доста сличните проектили, и тоа од значителна деформација до точката на фрагментирање до само мала деформација на обликот. Како резултат на деформацијата кај проектилите кои имаат отвор на задниот дел е појавата на отфрлање на кошулката од јадрото, со што таа може да дејствува како секундарен проектил.

### *3.2.5 Ефекти од фрагментацијата на проектилиште*

Последен значаен механизам, кој може да предизвика повреди при пенетрацијата на проектилот во ткивото, е појавата на негово фрагментирање, односно кршење на проектилот на повеќе помали делови.

На ваков начин се однесуваат голем број од постоечките воени проектили за пушки на кои се вршени испитувања. Како пример, кој го отсликува однесувањето на повеќето, може да послужи американскиот M 80 во калибар 7,62 mm NATO, кој испален на било кое растојание ќе продолжи да се движи право до длабочина од 10 до 15 cm во ткивото, после што се завртува за 180° и продолжува да се движи со долниот дел према напред до крајот на каналот на раната (Слика 17). Поради ова доаѓа до фрагментирање на проектилот.



**СЛИКА 17**  
Профил на рана од американски проектил M 80 во калибар 7,62 mm NATO

### **3.3. Стабилноста на проектилите и ефектот на ранување**

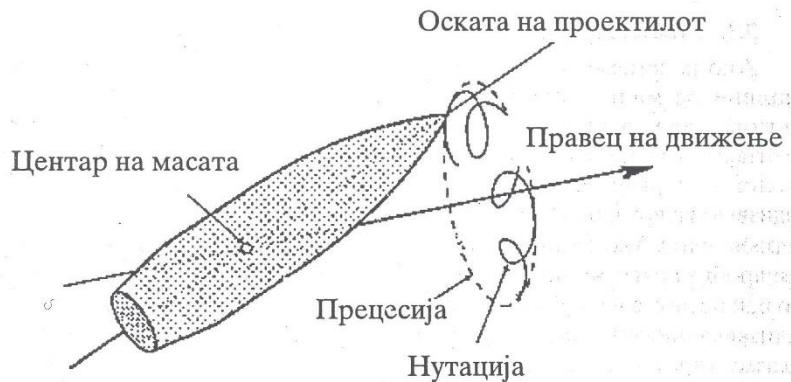
Ако ја земеме во предвид енергијата која ја поседуваат проектилите испалени од малите оружја, тогаш ќе дојдеме до одредени заклучоци. Пиштолската муниција поседува релативно мала количина на енергија која би предизвикала големи рани. Муницијата од сите видови на пушки поседува многу тоголема енергија, меѓутоа за правило согледување на ефектот кој го предизвикува врз човековото ткиво мора да се земе во предвид и стабилноста ја проектилот. Ако проектилот испален од пушка е стабилен, при ударот може ја се пробие право низ препреката предавајќи само 10-20 % од својата енергија. Ако пак истиот е нестабилен, може да предаде 60-70 % од својата енергија и да предизвика многу незгодна рана. Во екстремен случај, ако проектилот се распросне (фрагментира) при ударот, што е пак последица од неговата конструктивна изведба, но и од појавата на нестабилност, целата негова енергија ќе биде искористена и ќе предизвика многу тешко ранување.

Врз основа на надворешниот изглед на раната предизвикана од проектил испален од стрелачко вооружување, може да се стекне лажен впечаток за јејзината големина и сериозност. Ако проектилот влезе и излезе од телото, тогаш обично влезните и излезните отвори се мали, меѓутоа тешки повреди јужат да бидат предизвикани во текот на неговото поминување низ телото. Ако проектилот влезе, или пак што е повообичаено, излезе од телото под некој гол, тогаш отворот во кожата ќе биде поголем и со неправилен облик, меѓутоа натрешните повреди можат да бидат помалку опасни.

Врз сите овие појави значително влијание има стабилноста на проектилот, ако за време на неговиот лет низ воздухот, така и при пенетрацијата во ткивото.

#### **3.3.1. Стабилноста на проектилот во воздухот**

Движењето на проектилот за време на неговиот лет е доста комплицирано претставува проблем со чие изучување се занимава надворешната балистика. Резултатите добиени при проучувањето на летот на артилериските проектили со голем калибар можат, исто така ефикасно, да се применат и во случајот на проектилите со мал калибар испалени од стрелачкото вооружување. Одовде наеме дека голем број на појави го одредуваат однесувањето на проектилот во воздухот, кои се поврзани со обезбедувањето на стабилноста на проектилот. Тога се во прашање проектилите за стрелачко вооружување се работи, готово склучиво, за обезбедувањето на жироскопска стабилност со соопштување на отација на проектилот при неговото движење низ нажлебениот канал на евката. При движењето на таква стабилизираните проектили низ воздухот се јавуваат одредени појави, како што се прецесијата, нутацијата и сл., поради кои можеме да зборуваме за појавата на одредена нестабилност (*yaw*) на овие проектили, која е последица на сложениот облик на движење при нивниот лет из воздухот (види Слика 18).



СЛИКА 18

**Појавата на нестабилност при сложеното движење на жироскопски стабилизираните проектили**

Она што е битно за дејството на проектилот врз човековото тело, односно за балистиката на раните, е дека *найадниот агол на проектилот* (како што знаеме од надворешната балистика тоа е аголот помеѓу оската на проектилот и правецот на движење, каде што правецот на движење претставува тангента на траекторијата на проектилот и всушност е колинеарен со векторот на воздушната брзина на проектилот) може широко да варира во зависност од видот на проектилот, вооружувањето, дистрелот, брзината и влијанието на препреките кои се наоѓаат до целта. Овај агол уште се нарекува и агол на нестабилност (*yaw angle*) и неговата важност во моментот на ударот на проектилот во целта е во тоа што колку е овај агол поголем, толку побргу треба да се очекува проектилот да почне да се превртува (тумба) при пенетрацијата во ткивото, односно да ја изгуби неговата стабилност. А оваа појава може да има огромно влијание врз ефектот на проектилот врз човековото тело, односно врз појавата на тешки ранувања.

### 3.3.2. Стабилноста на проектилот во ткивото

Превртувањето на проектилот во целта е резултат на неговата нестабилност. Оваа појава е најмногу присутна кај проектилите испалени од пушките, додека ретко може да се сртне кај пиштолските, револверските, или другите проектили со заоблен врв. Односно, изгледа дека е својствена на проектилите со изострен облик, поради фактот дека нивното тежиште (центарот на гравитацијата) е многу поназад во однос на геометричкиот центар на проектилот.

Ова значи дека кога ротирачката (жироскопска) стабилност на проектилот, која му се соопштува во текот на неговото движење низ нажлебениот канал на цевката, ќе се намали и тој почнува да се тумба. До ова доаѓа бидејќи се јавува тенденција неговата потешка страна (задниот дел на проектилот) да биде према напред, бидејќи тоа е позицијата во која тој ќе има постабилно движење, што доведува до негово завртување за  $180^\circ$ . Како резултат на ова проектилот, во одреден период на неговото движење низ ткивото, ќе биде завртен со неговата страна према напред, со што рапидно се зголемува површината со која дејствува врз ткивото. Превртувањето на проектилот, исто така, значи дека ќе се зголемат и димензиите на привремента шуплина која тој ја предизвикува.



**СЛИКА 19**  
Однесување на проектил со потполна кошулка при пенетрацијата во ткивото

Кога проектил со потполна кошулка ќе влезе во погуста средна, како што е човековото ткиво, на почетокот неговата брзина ќе биде нормално сеуште голема. Ова значи дека површината на контактот помеѓу проектилот и ткивото е многу мала и се наоѓа на врвот на проектилот. Малиот нападен агол (агол на нестабилност) предизвикува појава само на мали нормални сили врз страните на проектилот, што значи дека и моментот кој предизвикува превртување е мал. Во оваа фаза жироскопскиот стабилизирачки момент сеуште е способен

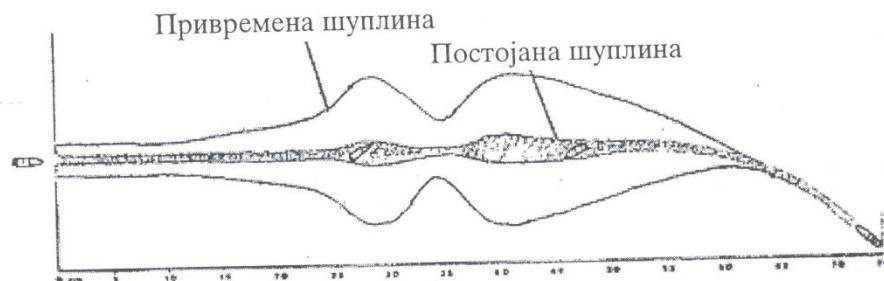
# 3

## Техничко-технологички доситиенувања, вооружување и отпрема

да го стабилизира проектилот, што предизвикува појава на тесен влезен канал (Слика 19 од 1 до 2).

Со намалувањето на брзината и ротацијта на проектилот моментот кој предизвикува превртување се зголемува двојно: поради зголемување на површината на проектилот која е во контакт со ткивот и поради зголемувањето на нападниот агол. Како резултат на ова доаѓа до почеток на тумбањето на проектилот со аголна брзина која се зголемува. Проектилот прво се врти на страна, а потоа и со задниот дел према напред (Слика 19 од 3 до 4). Добиената аголна брзина на тумбање индуцира појава на голем момент кој ја намалува ротацијата на проектилот околу неговата надолжна оска. Кружното движење го менува правецот и проектилот поново зазема странична позиција (Слика 19 од 6 до 8), која може да биде стабилна за одредено време, бидејќи центарот на притисокот и центарот на гравитацијата се близку еден до друг. После тоа проектилот поново се завртува со задниот дел према напред и во таа позиција го завршува своето движење низ ткивото (Слика 19 од 9 до 10).

Дури и ако превртувањето на проектилот е неизбежно, местото каде тоа ќе се случи може многу да се разликува, а што може да биде од голема важност. Ако растојанието од влезот до почетокот на превртувањето на проектилот е мало, тоа значи дека привремената шуплина, во повеќето случаи, ќе се појави во самото човеково ткиво. Тоа значи дека, проектил во калибар 7,62 mm испален од AK – 47<sup>9</sup> ќе помине низ нога на човек без да се помести од својата стабилна позиција (Слика 20).



СЛИКА 20  
Профил на рана создадена од проектил 7,62 mm испален од AK – 47

<sup>9</sup> Автоматска пушка на рускиот конструктор Калашњиков модел од 1947 година во калибар 7,62 mm.



СЛИКА 21

Профил на рана создадена од проектил 5,45 mm испален од АК – 74<sup>10</sup>

Додека проектил во калибар 5,45 mm испален од АК – 74<sup>10</sup>, може да почне да се превртува во мускулите на ногата создавајќи голема привремена шуплина во самата нога придржена со широка излезна рана типична за ова вооружување (слика 21). Ако во друг случај проектил од автоматската пушка АК – 47 го погоди горниот дел од телото на човекот, тој исто така може да почне да се тумба што ќе предизвика појава на тешка рана.

#### 4. Заклучок

Балистиката на раните (*Wound Ballistics*) може да се дефинира како проучување на движењето на проектилот во човековото тело и неговата способност за предизвикување на рани (*wounding capacity*). Може да се каже дека оваа научна област е интердисциплинарно подрачје, кое ја поврзува балистиката (како проучување на движењето на проектилот), медицинските науки и меѓународниот хуманитарен закон. Таа им обезбедува корисни сознанија на другите научни дисциплини како што се воената хирургија, судската медицина, криминалистичките истраги и што е многу значајно во меѓународното хуманитарно право.

Денес сме свесни за фактот дека постојат малокалибарски системи на вооружување и муниција кои можат да предизвикаат ефекти близки на забранетите "дум - дум" проектили. Исто така, евидентно е дека постоечките регулативи

<sup>10</sup> Автоматска пушка на рускиот конструктор Калашњиков модел од 1974 година во калибар 5,45 mm

# 3

## Техничко-технолошки доситиенувања, вооружување и отрема

(конвенциите) за малокалибарско вооружување и муниција можат да бидат спротивни со се построгите хуманитарни барања. Особено изгледа нејасно како "воената потреба" или "воената нужност" може да се избалансира со "непотребното страдање" или "непотребните повреди".

Потенцијалот за ранување е единствената големина која може физички (експериментално) да се мери и отценува. Тој потполно зависи од физичките карактеристики на проектилот (неговта брзина и маса, што во суштина ја одредуваат енергијата која ја поседува проектилот, изборот на материјалот од кој е направен и неговата конструкција). Потенцијалот за ранување фактички ја определува способноста на проектилот да предизвика ранување, често се среќава и под синонимот ефективност на проектилот.

Дури и денеска, близу сто и педесет, односно сто години, респективно, од донесувањето на двете најпознати интернационални конвенции (Сент Петербуршката 1868 и Хашките 1899/1907) кои се однесуваат на ефектите, или подобро речено на конструкцијата на муницијата за малите оружја, се уште постојат дискусији за начинот на кој проектилот дејствува врз човековото тело, односно за механизмот на настанувањето на раните. Меѓутоа, сепак проучувања од оваа област денес се интензивирани со цел да се изнајдат ефикасни методи за проучување на ваквото дејство.

Генерално гледано, проектилот може да предизвика повреди на еден од следниве начини, што најмногу зависи од неговата брзина:

- со раскинување и гмечење (*laceration and crushing*);
- со појавата на ударни бранови (*stress waves*);
- со појавата на привремена шуплина (*temporary cavitation*);

За претставата на дејството на проектилот врз човековото тело да биде потпólnа, тутка треба да се споменат уште и ефектите кои настануваат во случај на:

- деформација на проектилот при пенетрацијата во ткивото;
- фрагментација на проектилот при пенетрацијата во ткивото;

Проучувањата од областа на балистиката на раните мора да се интензивираат, со цел да се изнајде и стандандизира ефикасна метода за проценка на потенцијалот за ранување кој го поседуваат современите проектили. За ова да има ефект на крајот мора да се дојде до меѓународна конвенција со која ќе се забранат сите проектили кои предизвикуваат непотребно сувори ранни.

### 5. ЛИТЕРАТУРА:

1. G. M. Moss, D. W. Leeming, C. L. Farrar: *Military Ballistics*, Brassey's (UK) Ltd, London, 1995.
2. N. Kršić: *Bojne glave i upaljači raketnih projektila*, TVA, Zagreb, 1977.
3. Sellier K.G., Kneubehl B.P: *Woundballistics and the Scientific Backgraund*, Elsevier, Amsterdam, 1992.
4. Sellier K.G., Kneubehl B.P: *Woundbalistik und ihre balistischen Grundlagen*, Springer, Berlin 1992.
5. Bowen T.E., Bellamy R. F. (eds.): *Emergency War Surgery*, 2<sup>nd</sup> US Revision, NATO Handbook, Washington D.C. US Government Printing office, 1998.

6. DiMaio V.J.M.: *Gunshot Wounds*, New York, Elsevier, 1985.
7. Knudsen P.J.T., Theilade P.: Terminal ballistics of the 7.62mm NATO bullet, Autopsy findings. International Journal of Legal Medicine 106: 61 - 67, 1993.
8. Seeman T.: *Wound Ballistics*, Proceed. 5<sup>th</sup> Int. Simp. 1985, J. Trauma Vol. 28, Suppl. 1988.
9. B.P. Kneubehl: *Measuring the Wounding Potential of Rifle and Handgun Bullets*, International Workshop on Wound Ballistics, Thun, 1999.
10. P.J.T. Knudsen: *Wound Ballistics: Forensic and experimental aspects*, International Workshop on Wound Ballistics, Thun, 1997.
11. M. Grant: *Modern Small Arms Ammunition, The Law and "Military Necessity"*, International Workshop on Wound Ballistics, Thun, 1997.
12. B.P. Kneubehl: *Introduction to the Methodology of Wound Ballistics Tests*, International Workshop on Wound Ballistics, Thun, 1997.
13. C.G. Spencer: *Gunshot Wounds*, Oxford Medical Publications, Oxford, 1908.