



创伤弹道学

为卫生、法律、法医、军事和执法领域
专业人士准备的介绍
(影片中还有更多信息)



ICRC



ICRC

红十字国际委员会
东亚地区代表处

地址：北京市建国门外大街9号
齐家园外交公寓B2

邮编：100600

电话：010-8532 3290

传真：010-6532 0633

网址：www.icrc.org

© 红十字国际委员会,2009年3月

封面照片：Marco Kokic/ICRC, Michèle Mercier/ICRC, *British Medical Journal*, EAAF

创伤弹道学

为卫生、法律、法医、军事和执法领域
专业人士准备的介绍

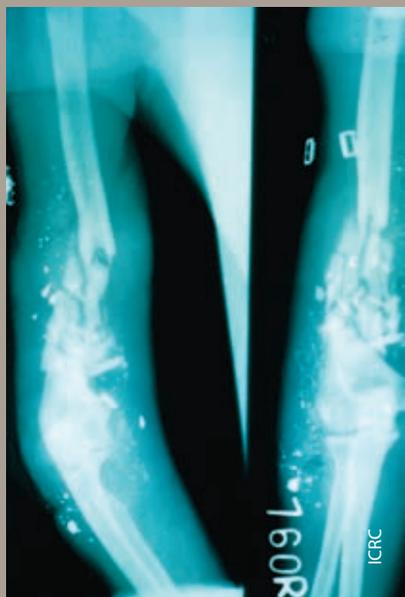
（影片中还有更多信息）



在一个集体墓穴中发现的头骨



影片中使用的
12.7mm x 99mm子弹



受枪伤的胳膊的X光片

150多年来，科学家们一直在研究枪弹和爆炸性武器的破片与人体组织的相互作用。伤者如何得到治疗，与武器有关的国际人道法如何发展，还有最近关于使用哪些火器的犯罪调查，都会受到这一研究的影响。我们称这一领域的研究为创伤弹道学。

红十字国际委员会特地制作了创伤弹道学的DVD和手册，以帮助那些能够限制武装冲突或其它暴力局势造成的苦难的许多专业人士。医务人员要治疗被武器伤害的人，因此了解受伤的物理过程可以更好地治疗伤者；律师需要掌握创伤弹道学知识，以推广限制使用武力和禁止使用某些子弹的规则；法医学专家也需要在法庭上利用对创伤弹道学的了解来提供有关死因的证据；战士和执法人员的任务艰巨，责任重大。要履行这些职责，他们就必须了解他们的武器对人体产生的影响。

手册简要概括了电影中每一章节的内容，还提供了一个术语词汇表和回答问题专栏，旨在补充电影内容，加深观众的理解。

电影着眼于手枪和步枪子弹以及爆炸性武器的碎片造成的影响——所有的投射物均以不同的速率进行演示。你可以整体也可以分章节观看影片。两位专家给大家演示的一系列射击测试，分别在不同的章节中介绍。瑞士伯尔尼大学法医学院的贝亚特·克诺伊比尔博士是国际公认的创伤弹道学专家，罗宾·库普兰博士以前是红十字国际委员会的战地外科医生，这十五年来，他与克诺伊比尔博士合作开发演示创伤弹道学的教学模型。他们的工作对本影片专门针对的专业人士大有裨益。

DVD影片中的章节

第一章 6分12秒

创伤弹道学

介绍性章节，解释制作影片的原因及演示人是谁，并综述

- 为什么研究创伤弹道学对某些专业人士很重要
- 创伤弹道学的物理学基础
- 子弹是如何发射的

第二章 3分51秒

射击一

北约7.62mm枪弹

弹头：全金属被甲弹

目标：肥皂

本章演示全金属被甲弹通过组织模拟物时的典型弹道。

图片：射击一

北约7.62mm枪弹

弹头：全金属被甲弹

目标：肥皂



第三章 1分10秒

实验模拟

肥皂和明胶块是国际认证的软组织模拟物，可以确保再现结果，因此使我们有可能观察模拟伤口在哪些方面类似于真正的伤口。

图片：实验模拟



第四章 1分03秒

射击二

7.62mm

弹头：半被甲弹

目标：肥皂

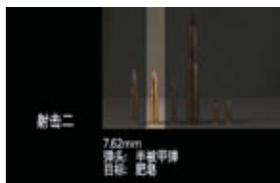
与射击一中的弹头具有同样口径，同样质量和同样速率的半被甲弹被射入肥皂进行比较。

图片：射击二

7.62mm

弹头：半被甲弹

目标：肥皂



第五章 2分49秒

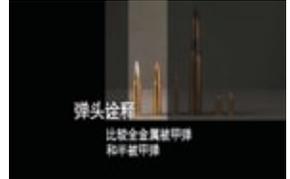
弹头构造

比较全金属被甲弹
和半被甲弹

全金属被甲弹形成的伤道不同于半被甲弹形成的伤道。

图片：弹头构造

比较全金属被甲弹
和半被甲弹



第六章 3分46秒

射击三和四

北约7.62mm枪弹

弹头：全金属被甲弹和半被甲弹

目标：明胶和聚氨酯管

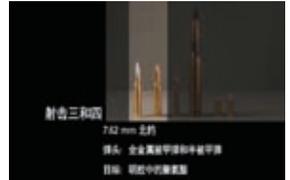
两发同样的子弹分别射进用两个聚氨酯管模仿骨头的明胶块中。

图片：射击三和四

北约7.62mm枪弹

弹头：全金属被甲弹和半被甲弹

目标：明胶中的聚氨酯



第七章 1分36秒

射击五

减少推进剂

北约7.62mm枪弹

弹头：全金属被甲弹

发射的是与射击一相同的弹头，但模拟的射程为300米。

可以通过减少推进剂来实现。

图片：射击五

减少推进剂

北约7.62mm枪弹

弹头：全金属被甲弹



第八章 48秒

落弹

庆祝时射向天空的子弹也能伤人。

图片：落弹

第九章 1分56秒

射击六

跳弹

北约7.62mm枪弹

弹头：全金属被甲弹

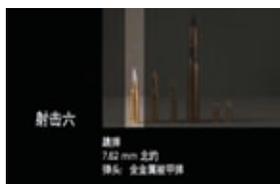
如果弹头在飞行时碰到阻碍会怎么样？如果产生跳弹，全金属被甲弹形成的伤口与半被甲弹形成的类似。

图片：射击六

跳弹

北约7.62mm枪弹

弹头：全金属被甲弹



第十章 1分51秒

射击七和八

弹头飞行的稳定性

北约5.56mm枪弹

弹头：全金属被甲弹

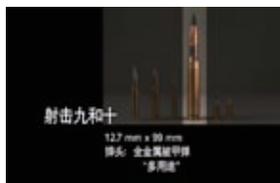
枪管赋予弹头的旋转会影响弹头在飞行中的稳定性，弹头在飞行中的稳定性又会影响伤口。

图片：射击七和八

弹头飞行的稳定性

北约5.56mm枪弹

弹头：全金属被甲弹



第十一章 2分12秒

射击九和十

12.7mm x 99mm

弹头：全金属被甲弹

“多用途”

旨在穿透车辆或轻甲的更有威力的弹头如果用于伤人，会形成巨大的伤口。

图片：射击九和十

12.7mm x 99mm

弹头：全金属被甲弹

“多用途”



第十二章 2分57秒

射击十一和十二

模拟破片伤口

可以在实验室里通过向组织模拟物发射球体来模拟炮弹、

炸弹、手榴弹和其它爆炸性武器的破片形成的伤口。

图片：射击十一和十二
模拟破片伤口



第十三章 1分20秒

射击十三和十四

9mm鲁格手枪

弹头：全金属被甲弹
膨胀型

手枪子弹形成的伤道受弹头构造的影响。

图片：射击十三和十四
9mm鲁格手枪

弹头：全金属被甲弹
膨胀型



第十四章 59秒

步枪和手枪

比较7.62mm步枪
和9mm手枪的子弹

不管伤道剖面图的形状如何，手枪子弹造成的伤口要小于步枪子弹造成的伤口。

图片：步枪
手枪
比较7.62mm步枪
和9mm手枪的子弹



第十五章 55秒

创伤弹道学

计算机层析术（CT）

对真正的伤口进行CT扫描的图像可以与创伤弹道学实验室中观测的结果进行比较。

图片：创伤弹道学
计算机层析术

第十六章 2分43秒

射击十五和十六

模拟头部伤口

目标：填充明胶的聚氨酯球体

仔细研究头部伤口对法医学专家和外科医生都很重要。

图片：射击十五和十六
模拟头部伤口

目标：填充明胶的聚氨酯球体

一些专业术语及其定义

弹头

加速通过枪管，从枪口射出，在空中飞行，最后击中目标的投射物。

口径

以毫米计量的枪管内径直径（因此在大多数情况下为弹头的直径）。

口径规格

口径和弹壳长度。口径有正式的规格，如本DVD中北约使用的7.62mm和5.56mm两种口径，鲁格手枪使用的9mm口径，大口径枪弹为12.7mm x 99mm。

子弹

弹壳、推进剂（火药）和弹头的统称。

弹壳

子弹中装有推进剂的那部分，子弹发射后与弹头分离。

开花弹

旨在碰到软组织后膨胀或增大其断面积的弹头。大多数半被甲弹都有这样的效果。不过，并不是所有旨在膨胀的子弹都是“半被甲弹”，也不是所有的半被甲弹都会膨胀。

破片

弹药引爆后变成投射物的爆炸性弹药的一部分。专门设计该武器来弹射破片，或者只是因为弹壳碎片从爆炸中分离造成的结果。



影片中使用的子弹

全金属被甲弹

铅芯完全被钢或镍等硬金属包覆的弹头。有些全金属被甲弹中心有一根钢针，而其它则在弹尖硬金属下面有一个气室。全金属被甲弹也称为“军用弹头”。

投射物

穿透组织的弹头或碎片。（注意不要跟该术语的军事用法混淆，后者还包括在空中飞行的炮弹或迫击炮等弹药，这些武器通过散布碎片达到杀伤效果。）

半被甲弹

弹尖部分露出铅芯的弹头。也称为“达姆弹”、软头弹丸”和“软头弹”等。

旋转

枪膛内的螺旋膛线，用于让弹头在发射时发生旋转，以保持弹头在飞行中的稳定性。

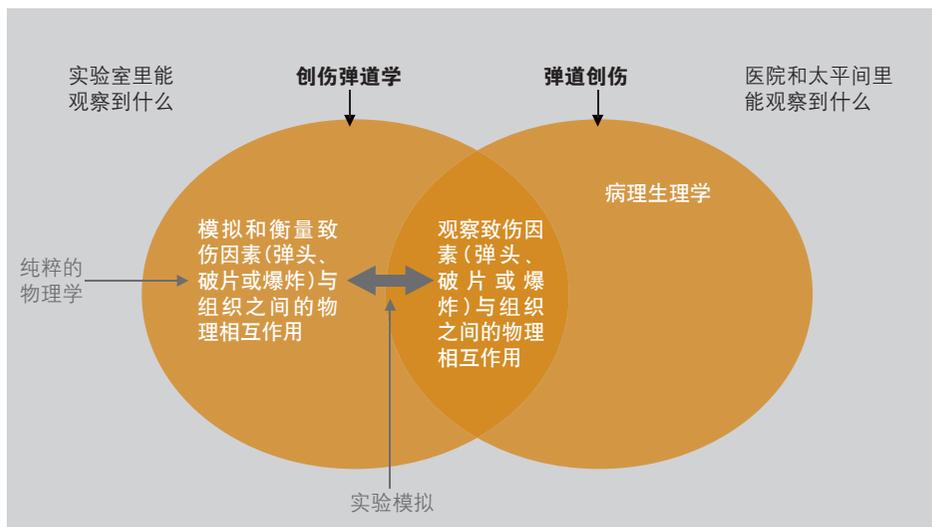
旋转距离

螺旋膛线旋转一圈的距离。“低速旋转”对应较长的旋转距离。

回答问题

什么是创伤弹道学？

从广义上来说，创伤弹道学就是研究致伤因素（如弹头和爆炸性武器的破片）与组织之间的相互作用。创伤弹道学的实验室研究就是模拟和衡量致伤因素与组织之间的物理相互作用。弹道创伤包括身体对物理过程的病理生理反应，与创伤弹道学有一些相互重叠的地方，具体包括失血、休克、伤口感染和死亡。



什么是实验模拟？

实验模拟就是将致伤因素通过组织时与组织的模拟的、可衡量的物理相互作用与在太平间或医院观察到的真正伤口进行比较的过程，这一过程可以帮助验证实验室的模拟工作。

什么材料可以用来模拟创伤弹道学实验中的软组织和骨头？

甘油皂及10%或20%的明胶是许多创伤弹道学实验室使用的标准软组织模拟物。它们与软组织的密度相同，只不过弹性和透明度有所相同。除此之外，弹道上任何一点的空腔宽度与该点释放的能量一致。

肥皂的优点是：

- 弹头或碎片形成的空腔（伤道）保持不变，便于衡量该伤道每一厘米释放的能量
- 保存时间长
- 便于操作
- 可以重复使用

肥皂的缺点是：

- 不透明
- 需要工厂加工
- 昂贵

明胶的优点是：

- 弹性与真正的组织类似
- 透明，因此可以对投射物通过明胶块的过程进行拍摄
- 便宜

明胶的缺点是：

- 瞬时空腔的稳定性不好，不容易衡量伤道上释放的能量
- 储存时间短（冷藏）



两种不同的9mm手枪子弹射进肥皂块形成的弹道

7.62mm步枪全金属被甲弹射进肥皂块形成的弹道



7.62mm步枪半被甲弹射进肥皂块形成的弹道

放在明胶中，并填充明胶的聚氨酯管可以模拟长骨的伤口，用一层乳胶来模拟骨膜。聚氨酯的密度和硬度与真正的骨头一样，骨折修复术中培训整形外科医生时用的就是这种材料。

弹头和爆炸性武器的破片如何致伤？

弹头或破片通过组织时，从物理学上来说就会对组织做功，引起组织加速远离投射物的前端，结果导致组织破裂，并有不同程度的粉碎。做功的动能大小决定了破裂的深度和粉碎的程度。

可以达到的动能大小可由下面这一等式求得： E （焦耳） $=mv^2/2$ （其中 m =质量，用 kg 表示； v =速率，用 m/s 表示）。从这一等式中的“ v^2 ”可以看出，速率的增加产生的动能比弹头或破片的质量增加同等量产生的动能要大。弹头或破片与组织接触的面积决定了能量传递的速度，因此也就决定在弹道的什么地方，哪个点上作了功。弹道上任一点释放的能量越大，那个点上的伤口就越宽。（这一点可以从射击一中看出：全金属被甲步枪子弹的弹尖刚穿透组织时释放的能量很小，但是偏向一侧时，接触面积增加，释放在弹道上的能量也随之增加。）

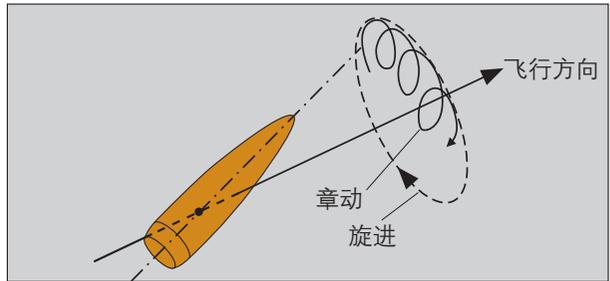
什么是“伤口剖面图”？

“伤口剖面图”是一个有用的概念工具，可以让人们对弹头或破片整个轨迹的长度、形状和规模留下一个直观印象。伤口剖面图可以从真正的伤口或留在明胶中的轨迹推导出来，只不过在肥皂块中更容易模拟和衡量。在DVD影片中，沿着被弹头或破片击中而形成的整个弹道切割肥皂块，让每次射击的伤口剖面图显现出来。

为什么弹头遇到碰撞会变形？

运动中的弹头对组织做功的同时，组织也对弹头做功。功的大小取决于弹头携带的动能大小。这也就是说，以不同速率发射的子弹都会在软组织中变形。正如DVD中射击一展现的那样，全金属被甲弹沿着弹道行进偏向一侧时会被压扁并破裂。这一变形不同于旨在体内膨胀的弹头如半被甲弹（见DVD中的射击二）的变形。

为什么飞行中弹头的稳定性非常重要？



飞行中的弹头绕着自身的长轴每秒旋转1500至6000次，这样就能使飞行中的弹头具有稳定性。不过，诸如旋进和章动等其它运动也会影响弹头的稳定性（见DVD第十章）。如果旋进的角度接近飞行方向，弹头的稳定性就高。一般来说，弹头在离开枪管后第一个一米距离内稳定性高。很快，旋进的角度与飞行方向相比变大，飞行的稳定性降低，之后在飞行中又会变得越来越稳定。碰到撞击后，稳定的非开花弹最初会形成一段长的窄道。稳定性较低的弹头碰到撞击后立即转向，侧着通过组织，早早就在弹道上释放能量。正如射击三所演示的那样，射程越远，速率越低，（因此其能量越小）弹头的稳定性就更高。这也说明了为什么远射程枪伤造成的组织损伤没有近射程的那么严重。

旋转不够的枪管或者磨损严重的枪管会降低飞行中弹头的稳定性。

为什么可以用球体来模拟破片伤口？

引爆炸药性武器形成的破片可能很重，也可能很轻。破片形成的轨迹长度和宽度与弹头形成的弹道一样，主要是由其质量和速率决定的。破片的形状如果说有影响的话，其影响也是非常小。从截面图来看，轨迹是圆形的，因为破片在穿过组织时总是呈现最大的表面积，而组织也相应地加速脱离这一表面积的最前点。这可以比拟为，不管扔进水里的石头形状或大小如何，泛起的涟漪总是形成一个圆圈。

什么是国际人道法？

国际人道法系指出于人道原因，限制武装冲突之后果的规则的总称。国际人道法保护未参与或不再参与敌对行动的人员，并且限制或禁止某些武器和作战方法的使用。

例如，该法要求武装冲突各方照顾伤者和病者，保护医务人员。同时他们还必须确保战俘和平民被拘禁者的尊严得到保护。

在进行敌对行动时，冲突各方在任何时候均应将平民与战斗员加以区分，从而避免攻击平民和民用物体。为此，不得使用具有不分皂白效果的武器或作战方法，如不能瞄准具体军事目标的武器。

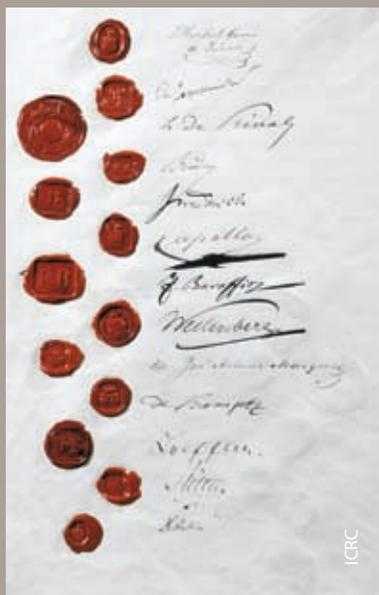
国际人道法还禁止使用某些武器。这些武器在设计的性质上会给战斗员造成特别严重的痛苦。禁止使用这些武器的基础是禁止使用会引起“过分伤害和不必要痛苦”的武器和作战方法这一普遍原则。



橡胶球高速射进肥皂块形成的
轨迹很宽



ICRC



ICRC

国际人道法条约可以追溯到19世纪



Marko Kokic/ICRC

罗宾·库普兰博士和贝亚特·克诺伊比尔博士展示两种不同的12.7mmx99mm子弹射进肥皂块时形成的弹道

国际人道法适用于参加武装冲突的所有各方，这样的冲突可以是国际性的（至少涉及两个国家），也可以是非国际性的（例如，国内冲突发生在国家的武装部队与有组织的武装团体之间，或者国家之外的有组织的武装团体之间）。不论谁挑起了敌对行动，不管冲突的原因是什么都适用该法。

国际人道法是国际社会在战时保护人们安全与尊严可以使用的工具。根据即使在战争中也有限度这一指导原则，该法谋求维护一定尺度的人道标准。

国际人道法中哪些部分与创伤弹道学有关？

最早涉及枪弹设计效果的国际人道法条约之一就是1868年的《圣彼得堡宣言》，各国“在它们之间发生战争时”，“放弃使用任何轻于四百克的爆炸性弹丸”，以此来对旨在人体内爆炸的子弹研发做出响应。该宣言的序言重申战争的唯一合法目标是削弱敌人的军事力量，因此，在战争中“应满足于使最大限度数量的敌人失去战斗力”；由于武器的使用“无益地加剧失去战斗力的人的痛苦或使其死亡不可避免”，将会超越这一目标。

尽管枪弹技术和军事实践不断发展，使得这一禁令的某些方面（如放弃使用任何轻于四百克的爆炸性弹丸）已经过时，但这一宣言的序言具有持久的价值，是禁止使用引起“过分伤害和不必要痛苦”的武器的基础。而且，各国仍然普遍避免将在人体内爆炸的弹头用于杀伤人员目的。

1899年，各国通过了关于开花弹的《海牙宣言》。在《圣彼得堡宣言》“所表达的精神鼓舞下”，该宣言禁止“使用在人体内易于膨胀或变形的投射物，如外壳坚硬而未全部包住弹心或外壳上刻有裂纹的子弹”。这些子弹也称为半被甲弹，它们造成的重伤在影片中也有描述。武装冲突中使用这种子弹的禁令得到了普遍尊重，并且几乎所有国家的武装部队都只给士兵配备全金属被甲弹。

1977年，《1949年日内瓦公约第一议定书》第35条第2款的通过确认了原来包含在1868年《圣彼得堡宣言》中的原则。该条款禁止在国际性武装冲突中使用“属于引起过分伤害和不必要痛苦的性质的武器、投射体和物质及作战方法”。后来禁止使用杀伤人员地雷、激光致盲武器和主要作用在于以碎片伤人而其碎片在人体内无法用X射线检测的武器。¹

2005年红十字国际委员会关于习惯国际人道法的研究的结论认为，禁止使用在性质上引起过分伤害和不必要痛苦的作战方法和手段已经成为习惯国际法的一个规则，对国际性和非国际性武装冲突的所有各方均具约束力，而无论它们是否属于包含这一禁令的某个具体条约的缔约国。该研究还认为，禁止使用在人体内易于膨胀或变形的投射物和可在人体内爆炸的、以杀伤人员为目的子弹的规定，已具有习惯国际人道法的地位，适用于国际性和非国际性武装冲突。²

人权法的哪些部分与创伤弹道学有关？

人权法规定执法人员使用武力必须是合法且适当的。这些规则特别源于生命权及尊重人的尊严及身心健全的义务。可以参阅《联合国执法人员使用武力和火器的基本原则》中的一般条款和特别条款来指导如何使用火器才符合合法适当使用武力的标准。³

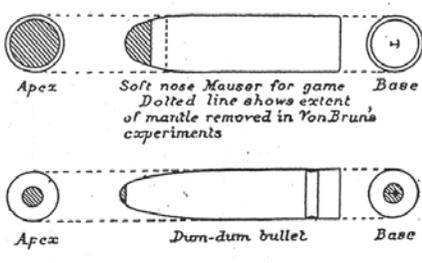
¹ 见1997年关于禁止杀伤人员地雷的《渥太华公约》；见1980年《禁止或限制使用某些可被认为具有过分伤害力或滥杀滥伤作用的常规武器公约》及关于无法检测的碎片的《议定书一》和关于激光致盲武器的《议定书四》。

² 让-马里·亨克茨和路易丝·多斯瓦尔德-贝克：《习惯人道法：规则》（第一卷），剑桥大学出版社，2005年，第237 - 244，268 - 274页。

³ 见在“第八届联合国预防犯罪和罪犯待遇大会”上通过的《联合国执法人员使用武力和火器的基本原则》，古巴，哈瓦那，1990年8月27日 - 9月7日，可浏览http://www.unhchr.ch/html/menu3/b/h_comp43.htm。

使命

红十字国际委员会是一个公正、中立和独立的组织，其特有的人道使命是保护武装冲突和其他暴力局势受难者的生命与尊严，并向他们提供援助。红十字国际委员会还致力于通过促进和巩固人道法与普遍人道原则的方式防止苦难发生。红十字国际委员会创建于1863年，它是《日内瓦公约》和国际红十字与红新月运动的发起者。该组织负责指导和协调国际红十字与红新月运动在武装冲突和其他暴力局势中开展的国际行动。



本影片探寻步枪和手枪子弹及爆炸性武器的破片对人体组织的影响——该领域的研究称为创伤弹道学。本影片本着教学目的，为具备不同领域专业知识的观众制作。

医务人员要治疗受到武器伤害的人，因此了解受伤的物理过程可以更好地治疗伤者。

律师需要掌握创伤弹道学知识，以推广限制使用武力和禁止使用某些子弹的规则。

法医学专家也需要在法庭上利用对创伤弹道学的了解来提供有关死因的证据。

随附的手册旨在进一步加深对影片内容的理解，其中包括一些有用的术语、更多技术信息及对相关国际法律文件的概述。



ICRC



37分钟
中文
English

WOUND BALLISTICS