

ров (смертельная и несмертельная травма), приведены результаты лабораторных исследований вещественных доказательств и потерпевших.

**Ключевые слова:** судебно-медицинская экспертиза, взрыв, электродетонаторы.

## FORENSIC MEDICAL EXAMINATION OF INJURIES IN CASES OF EXPLOSION OF ELECTRODETONATORS

*Ye.D. Kuzmenko, V.V. Shevchenko, O.Ye. Kuzmenko, D.Ye. Kuzmenko*

**Abstract.** Four cases from the practice of forensic experts about explosions of electric detonators are considered (fatal and non-fatal injuries), the results of laboratory testing of the material evidence and victims are presented.

**Key words:** forensic-medical examination, explosion, electric detonators.

Regional Bureau of Forensic Medical Examination (Donetsk)

Рецензент – проф. В.Т. Бачинський

Buk. Med. Herald. – 2013. – Vol. 17, № 3 (67), part 1. – P. 88-89

Надійшла до редакції 05.06.2013 року

© С.Д. Кузьменко, В.В. Шевченко, О.С.Кузьменко, Д.С. Кузьменко, 2013

УДК 612.12-001.45:340.624

*С.В. Леонов<sup>1</sup>, И.А.Дубровин<sup>2</sup>, А.В. Михайленко<sup>3</sup>*

## МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ПЕРЕЛОМА ПЛОСКИХ КОСТЕЙ

<sup>1</sup> Московский государственный медико-стоматологический университет

<sup>2</sup> Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова

<sup>3</sup> Киевское городское клиническое бюро судебно-медицинской экспертизы

**Резюме.** Изучен механизм формирования огнестрельного перелома в плоской кости от действия полусферической пули. Процесс образования трещин был рассмотрен на примере двух задач – задачи Герца и модели Хилла-Джонсона. Установлено, что в основе формирования перелома лежит сложное напряженное

состояние и деформирование материала, вызывающее развитие гидростатического ядра перед дроблением костной ткани.

**Ключевые слова:** механизм образования, огнестрельные переломы плоских костей.

**Ведение.** Считается, что пулевой канал в костях имеет форму усеченного конуса за счет большего диаметра выходного отверстия. Конусовидную форму пулевого канала исследователи обнаруживали при выстрелах в стекло, свинец, картон, глиняную пластинку и сосновую доску, считая такую форму канала в плотных средах универсальной. Непрерывное расширение пулевого канала наблюдал Н. Кіjewski при простреливании дисков из пластика, поставленных последовательно и плотно скрепленных между собой скобками.

Дубровин И.А. сделал вывод о том, что конусовидная форма дырчатого перелома в плоских костях объясняется особенностями локального разрушения костной ткани в момент удара пули о кость и заключается в раздроблении ткани в пределах конусовидного пространства ограниченного кольцевидной трещиной (1), в результате взаимного пересечения осевых (2), подповерхностных (3) и радиальных (4) трещин. Затем внедряющийся снаряд выбрасывает раздробленную ткань и формирует дефект конусовидной формы (рис. 1) [1].

Причину образования циркулярных трещин В.Э.Янковский и А.Б.Шадымов [5, 6] видят в изгибе наружу сектора кости, ограниченного ра-

диальными трещинами, подтверждая это остроугольным и скошенным краем излома на наружной пластинке и прямоугольным краем излома сквозных циркулярных трещин на внутренней компактной пластинке, что возможно при расширении полости черепа, вследствие гидродинамического эффекта.

Таким образом, морфология огнестрельного повреждения плоской кости в отечественной литературе сведена к признакам «усеченный конус» и «песочные часы» (рис. 2, а), а причины формирования конусовидного дефекта в плоских костях объяснены схематично, поэтому нуждаются в уточнении с использованием новых научных данных теоретической механики.

**Цель исследования.** Изучить процессы разрушения костной ткани при огнестрельном ранении, причиненным полусферической пулей, а также изучить на экспертном материале морфологию огнестрельных дырчатых переломов, причиненных выстрелами из пистолета ПМ. Рассмотреть процесс трещинообразования при формировании огнестрельного дырчатого дефекта в плоской кости с использованием модели Хилла–Джонсона.

**Матеріал і методи.** В роботі вивчено 50 експертних і 50 експериментальних пошкоджень плоских кісток, причинених вистрелами з пістолета ПМ, а також причинених вдавлюванням в кість полусферического індентора. При експериментальних отстрелах контактна швидкість пули вимірялась на установці «Швидкість». Застосовувались візуальний, аналітичний, порівняльний методи дослідження. Для оцінки механіки руйнування плоскої кістки нами використані

дані теоретическої механіки і механіки руйнування [3].

**Результати дослідження і їх обговорення.** Експертна практика і наші оригінальні спостереження показують, що морфологія огнестрельних пошкоджень плоских кісток черепа, утворюються при вистрелі патроном 9x18 мм з пістолета ПМ стандартної оболочесной полусферической пули, відрізняються від загальноприйнятих характеристик: дефект на поперечному перерізі кістки має параболіческу форму (рис. 2, б).

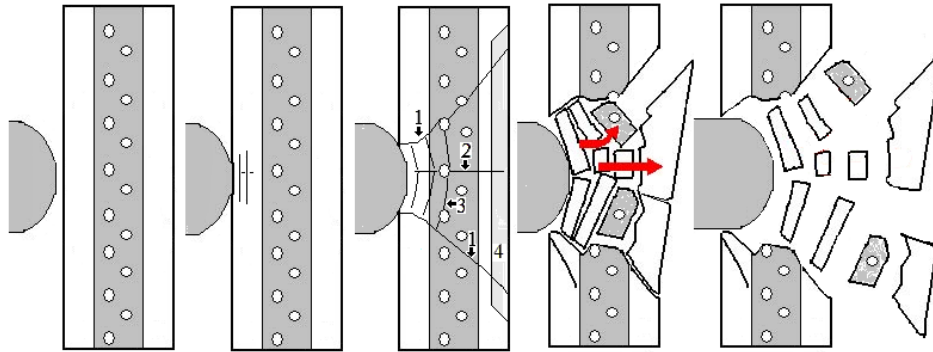


Рис. 1. Схема локального руйнування кісточної тканини при формуванні огнестрельного перелому: кільцевидна (1), осева (медіанна) (2), підповерхневі (3) і радіальні (4) тріщини (по І.А. Дубровину)

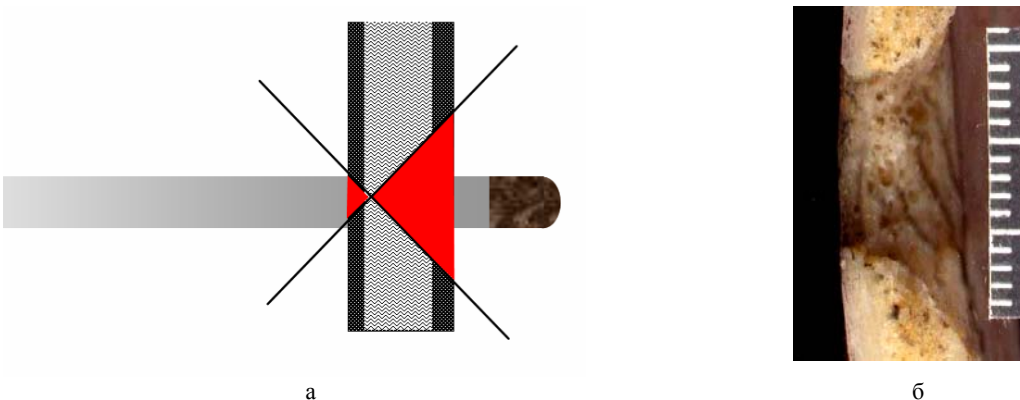


Рис. 2. а – схема утворення осколків по типу «пісочні години», б – оригінальне зображення огнестрельного пошкодження плоскої кістки на поперечному перерізі (вистрел з пістолета ПМ, стандартної пули)

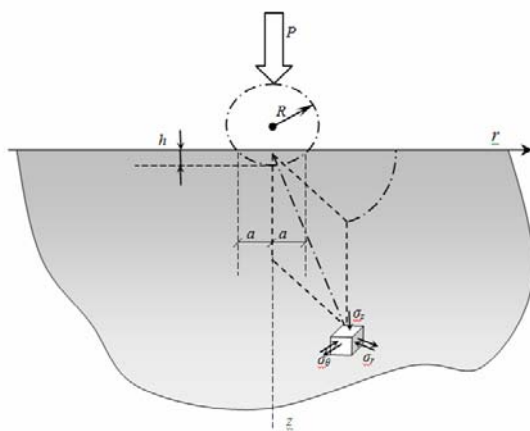


Рис. 3. Точесний контакт тупого індентора з поверхнею кістки, де  $R$  – радіус тупого індентора,  $a$  – радіус контактної площадки,  $h$  – глибина вдавнення,  $P$  – зовнішня сила,  $\sigma$  – напруження (внутрішні сили, виникаючі в деформованій області)

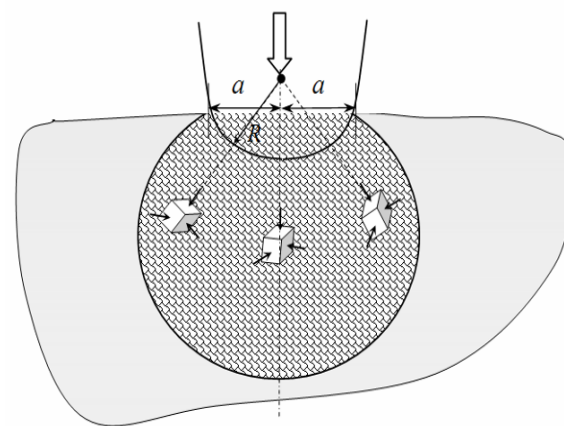


Рис. 4. Контакт тупого індентора з еластопластическим напівпростором: штриховкою позначено зону тріхосного рівномірного стиснення



Рис. 5. Гидростатическое сжатие при контакте тупого индентора с плоской костью. Верху вид со стороны наружной пластинки, в середине – поперечный шлиф кости, внизу – со стороны внутренней пластинки (по И.А. Дубровину)



Рис. 6. Кольцевидные трещины на поверхности кости по краю дырчатого перелома (по И.А. Дубровину)

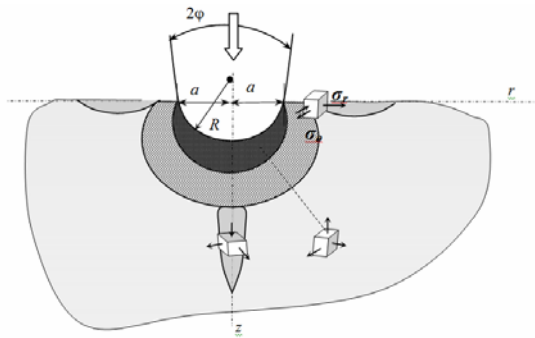


Рис. 7. Контакт тупого индентора с упругопластическим полупространством: черной штриховкой отмечена зона «гидростатического ядра»; косая штриховка – зона пластической деформации, светло-серая штриховка – упругая зона; серый однотонный цвет – зона формирования трещин, темно-серый – тупой индентор

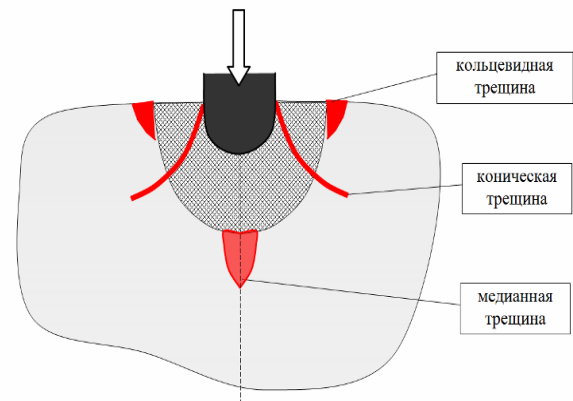


Рис. 8. Разрушение, происходящее в упругопластическом полупространстве при внедрении тупого индентора (схема)



Рис. 9. Костные осколки, образовавшиеся при формировании переломов, причиненные пулями, выстреленными из пистолета ПМ с различным высоким (а) – контактная скорость пули 275 м/с, и низким – контактная скорость пули 110 м/с (б – со стороны ВКП, в – со стороны НКП) уровнем удельной кинетической энергии (по И.А. Дубровину)

Используя данные В.Н.Крюкова [2], такую форму дырчатого огнестрельного перелома можно объяснить особенностью образования кольцевидной трещины, которая отклоняется от центра повреждения по мере ее погружения в костную ткань. Но такое объяснение носит описательный характер и не раскрывает причин отклонения циркулярной трещины. Приблизиться к пониманию особенностей формирования огнестрельного дырчатого перелома позволяет детальное изучение причин разрушения сплошного материала при внедрении тупого индентора в задачу Герца (см. рис. 3-5). Контакт тупого индентора с поверхностью кости изображен на рис. 3.

При контакте тупого индентора с упругим полупространством в окрестности контактной поверхности все главные напряжения сжимающие, и тем самым они приводят к развитию состояния в области контакта, близкого к гидростатическому сжатию (материал сжимается по всем трем направлениям одинаково). В состоянии гидростатического сжатия разрушение материала не возможно (рис. 4) [5].

Рассмотренная задача Герца объясняет наличие кольцевидных трещин на поверхности материала при вдавливании тупого индентора (рис.6). Описанная в задаче зона гидростатического сжатия объясняет причину увеличения диаметра раневого канала в направлении действия огнестрельного снаряда. При контакте пули с костной тканью формируется вдавление наружной компактной пластинки. В толще кости, непосредственно перед пулей формируется участок, который вследствие гидродинамического сжатия воздействует на расположенный впереди и сбоку материал, разрушая его.

Процесс трещинообразования нами изучался с использованием модели Хилла-Джонсона «внедрение тупого индентора в упругое полупространство» (рис. 7).

Напряжения, возникающие в упругом полупространстве, обеспечивают развитие кольцевидных, конических и медианных трещин (рис. 8).

Рассмотренная модель дает объяснение механизму образования разрушения материала мишени. При низкой скорости огнестрельного снаряда (до 150 м/с) разрушение происходит по квазистатическому механизму, и полностью соответствует рассматриваемой модели Хилла-Джонсона. В результате такого вида разрушения образуется своеобразный грибовидный осколок (рис. 9, б, в).

При высокой скорости огнестрельного снаряда (свыше 250 м/с), в зоне гидростатического сжатия, характерного для

статического нагружения возникают динамические колебания (волны), распространяющиеся в трех направлениях от места контакта. Как следствие, при прохождении преграды (плоской кости) снарядом со скоростью выше 250 м/с, образуются костные осколки (рис. 9, а). Вместе с тем, характер параболических трещин, образующих стенки дефекта, полностью соответствует решению задачи, рассмотренной с модели Хилла-Джонсона.

Обосновать данный вывод можно тем, что динамическое нагружение формируется при действии индентора со скоростью большей, чем скорость звука в нагружаемом материале. Скорость звука в компактном веществе кости составляет порядка 1500-2000 м/с, в спонгиозе – порядка 1400 м/с. То есть, действие снаряда со скоростью 250 м/с можно рассматривать как квазистатическое нагружение (статическое с элементами динамического).

### Вывод

Таким образом, рассмотренные нами задачи теоретической механики позволили объяснить механизм формирования дырчатого перелома кости от воздействия полусферического огнестрельного снаряда. В основе формирования перелома лежит сложно-напряженное деформированное состояние материала кости, ведущее к развитию гидростатического ядра в материале кости, под воздействием сферического или полусферического индентора. Предложенный механизм позволяет объяснить механизм образования повреждений под воздействием и сферических огнестрельных снарядов (дробь, сферических пуль типа «Спутник»).

### Литература

1. Дубровин И.А. Судебно-медицинская оценка огнестрельных переломов плоских костей: дис. докт. мед. наук. – СПб., 2006. – 218 с.
2. Крюков В.Н. Основы механо- и морфогенеза переломов / Крюков В.Н. – М., 1995. – 232с.
3. Морозов Е.М. Контактные задачи механики разрушения / Е.М. Морозов, М.В. Зернин. – М.: Машиностроение, 1999. – 544 с.
4. Попов В.Л. Судебно-медицинская баллистика / В.Л. Попов, В.Б. Шигеев, Л.Е. Кузнецов – СПб., 2002. – 655 с.
5. Шадымов А.Б. Особенности формирования огнестрельного входного пулевого повреждения костей свода черепа при выстрелах из некоторых видов нарезного оружия: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. мед. наук. – М., 1988. – 22 с.
6. Янковский В.Э. Особенности входного огнестрельного повреждения на плоских костях черепа безоболочечной пулей при выстреле под углом 90° из малокалиберной винтовки ТОЗ-8 калибра 5,6 мм / В.Э. Янковский, А.Б. Шадымов. – Суд. мед. экспертиза, – 1987. – № 3. – С. 7-10.

## МЕХАНІЗМ УТВОРЕННЯ ВОГНЕПАЛЬНОГО ПЕРЕЛОМУ ПЛОСКИХ КІСТОК

*С.В. Леонов, І.А. Дубровін, О.В. Михайленко*

**Резюме.** Вивчений механізм утворення вогнепального перелому в плоскій кістці, який утворився від дії напівсферичної кулі. Процес утворення тріщин був розглянутий на прикладі двох задач - задачі Герца та моделі Хилла-

Джонсона. Встановлено, що в основі формування перелому лежить складний напружений стан та деформування матеріалу, що викликають розвиток ядра гідростатичного стиснення матеріалу перед руйнуванням кісткової тканини.

**Ключові слова:** механізм утворення вогнепальних переломів плоских кісток.

## THE MECHANISM OF THE FORMATION OF A GUNSHOT FRACTURES OF THE FLAT BONES

*S.V. Leonov<sup>1</sup>, I.A. Dubrovin<sup>2</sup>, A.V. Mikhaylenko<sup>3</sup>*

**Abstract.** The mechanism of the formation of a gunshot fracture in a flat bone from the action of a hemispherical bullet has been studied. The process of the formation of cracks was considered on the example of two problems - the problem of Hertz and Hill – Johnson's model. It has been established that a tense condition and the deformity of the material, causing the development of a hydrostatic core before osseous tissue crushing, underlie the formation of a fracture.

**Key words:** formation mechanism, gunshot fractures of flat bones.

<sup>1</sup>State Medicostomatological University (Moscow)

<sup>2</sup>The First Moscow State Medical University Named after I.M. Sechenov (Moscow)

<sup>3</sup>City Clinical Bureau of Forensic-Medical Examination (Kiev)

Рецензент – проф. В.Т. Бачинський

Buk. Med. Herald. – 2013. – Vol. 17, № 3 (67), part 1. – P. 89-93

Надійшла до редакції 04.06.2013 року

---

© С.В. Леонов, И.А.Дубровин, А.В. Михайленко, 2013

УДК 612.12-001.45:340.624

*С.В. Леонов<sup>1</sup>, А.В. Михайленко<sup>2</sup>*

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПЛОСКИХ КОСТЕЙ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ УСТАНОВИТЬ НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО СНАРЯДА

<sup>1</sup>Отдел медико-криминалистической идентификации 111 ГГЦ СМ и КЭ, г. Москва

<sup>2</sup>Киевское городское клиническое бюро судебно-медицинской экспертизы

---

**Резюме.** Установлено, что морфологические признаки в огнестрельных переломах плоских костей совпадают по своей топографии и степени выраженности с

отдельными элементами полей силовых напряжений в математической модели.

**Ключевые слова:** переломы, вращение снаряда, нарезы канала ствола.

---

**Введение.** Проблема огнестрельных ранений человека интересовала и продолжает интересоваться на сегодняшний день врачей многих специальностей: хирургов, нейрохирургов, травматологов и судебных медиков. Большое количество работ судебных медиков посвящено изучению морфологических особенностей огнестрельных повреждений различных тканей человека, частей тела. Описано значительное количество признаков, морфологических особенностей повреждений, позволяющих установить дистанцию и расстояние выстрела, кратность и последовательность ранений, направление выстрела. Изучены и широко освещены особенности повреждений, которые причинены различными видами огнестрельного оружия и различными видами боеприпасов к ним [1, 2, 3, 4].

Однако в литературе данных, указывающих на возможность по морфологии повреждений определить направление ротационного движения пули (при выстреле из оружия с правыми либо с

левыми нарезами канала ствола), нами не выявлено. Это и обусловило цель нашего поиска.

**Цель исследования.** Изучить на экспертном материале морфологические свойства огнестрельных дырчатых переломов, причиненных выстрелами из пистолетов с различным направлением нарезов в канале ствола.

**Материал и методы.** В работе применялись визуальный, стереоскопический, сравнительный методы исследования. Для оценки механики разрушения плоской кости нами использованы данные теоретической механики.

**Исследование архивных и экспериментальных повреждений.** В соответствии с поставленной целью нами произведено 40 экспериментальных повреждений, по 10 выстрелов из 4 образцов оружия: пистолета «Кольт» М1911, калибр 45; пистолет-пулемета Томпсона, калибр 45; пистолета «Walther» калибр 7,65 мм; пистолета «Zuleyka» калибр 7,65 мм. Выстрелы производились в фрагменты плоских костей, закреплен-