
8

СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

УДК 612.12-001.45:340.624

А.В. Гринчишина, врач-стажер

*Киевское городское клиническое бюро
судебно-медицинской экспертизы*

УСТАНОВЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ СНАРЯДА ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ КРОВОПОДТЕКОВ ПРИ ТРАВМЕ ЭЛАСТИЧЕСКИМИ СНАРЯДАМИ

В статье изложены результаты исследования морфологии контурных кровоподтеков, которые образовались от воздействия эластичных снарядов при выстрелах из травматического оружия. Установлено, что морфологические признаки контурных кровоподтеков обусловлены особенностями механики разрушения тканей. Метрические данные морфологических особенностей контурных кровоподтеков и эластичного снаряда совпадают с размерным соотношением в модели указанного взаимодействия — воздействие тупого индентора на упругопластическое полупространство.

В отечественной литературе подробно освещены вопросы о воздействии снарядов на тело человека. Описаны особенности повреждений, обусловленных конструктивными особенностями боеприпасов и оружия. Много работ посвящено изучению огнестрельных ран и раневых каналов, в том числе молекулярному сотрясению тканей. В то же время ушибающему действию снаряда внимание уделено недостаточно. По данным В.Л. Попова, ушибающее действие пули, обладающей малой кинетической энергией, проявляется образованием на теле ссадин, кровоподтеков, поверхностных ушибленных ран [2, 6].

Для установления механизма образования повреждений тканей при формировании контурных кровоподтеков, силовых напряжений в них, а также установления направления действия снаряда, были проведены соответствующие исследования с применением визуального, стерео-

скопического и сравнительного методов. Объектами исследования являлись оригинальные повреждения (15 контурных кровоподтеков), которые образовались от ушибающего действия эластичных огнестрельных снарядов сферической формы. Для оценки механики разрушения мягких тканей были использованы данные теоретической механики и теории сопротивления материалов.

В процессе исследования изучены несколько механизмов образования кровоподтека при ушибающем действии огнестрельного эластичного снаряда сферической формы: 1) контакт и внедрение снаряда в тело — внедрение тупого индентора в изотропное упругое полупространство; 2) реакция на внедрение снаряда тканей организма, которые представляют собой неоднородную (анизотропную) среду, рассмотрены как работа основания Винклера и сдвиг слоев.

Контакт тупого индентора с поверхностью изотропного упругого полупространства изображен на рис. 1. При контакте тупого индентора с упругим полупространством в окрестности контактной поверхности все главные напряжения сжимающие, что приводит к развитию в области контакта состояния, близкого к гидростатическому сжатию (материал сжимается по всем трем направлениям одинаково). В состоянии гидростатического сжатия разрушение материала невозможно [3, 4].

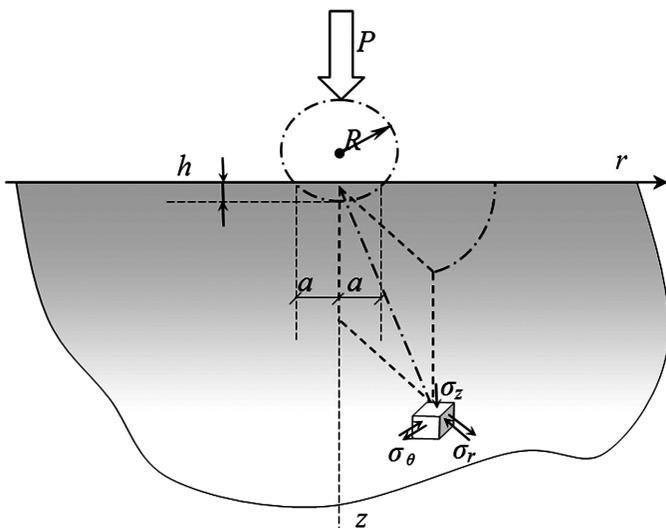


Рис. 1. Точечный контакт тупого индентора с поверхностью кожного покрова

На основании локализации сдвиговых деформаций следует ожидать наличия кровоизлияний вокруг места внедрения в полупространство. Кровоизлияния должны быть выявлены (при послойном исследовании повреждения) в виде зоны, имеющей вид полусферы, окружающей место удара эластичным снарядом. Также мы попытались установить деформационные процессы и их локализацию, на этапах взаимодействия эластического снаряда с кожей и подлежащими ей мягкими тканями (жировая клетчатка, мышцы) на примере упругоподатливой подложки — основания Винклера, в роли которой выступала подкожно-жировая клетчатка и мышечная ткань.

Рассмотрим эластический огнестрельный снаряд, который будет воздействовать на поверхность упругого многослойного материала (кожа и подлежащие ей мягкие ткани), который, в свою очередь, под действием нагрузки будет опускаться на глубину. Особенность работы основания Винклера заключается в том, что при нагрузке подложка (она отмечена на схеме в виде пружин) достаточно легко смещается в направлении действия силы (см. рис. 2а), а затем подложка (жировая клетчатка, мышцы) достигает предела податливости и приобретает жесткость и больше не сжимается (см. рис. 2б).

Итак, соответственно наибольшему прогибу кожи формируется наибольшее сжатие материала подложки, в нашем случае — это место контакта огнестрельного снаряда с кожей. В этот момент, когда предел на сжатие достигнут, ткани подложки в месте контакта с огнестрельным снарядом перестают сжиматься и переходят в упругое состояние. При достижении данного состояния в толще материала (жировая клетчатка, мышцы) формируется зона гидростатического сжатия [1]. А поскольку в зоне гидростатического сжатия материала разрушение материала

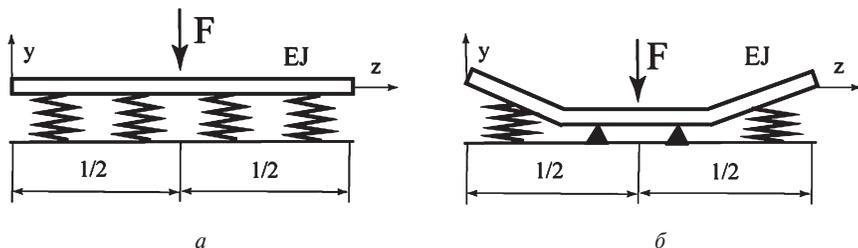


Рис. 2. Реакция упруго-податливой подложки (основания Винклера) при нагружении

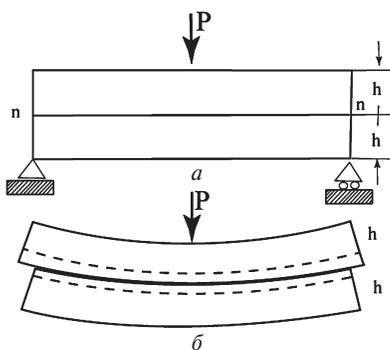


Рис. 3. Деформация двух одинаковых прямоугольных стержней

можно показать на примере двух одинаковых прямоугольных стержней, положенных просто один на другой, и опирающихся на две опоры, как показано на рис. 3а, и изгибаемых сосредоточенным грузом P . Если между стержнями нет трения, изгиб каждого стержня будет независимым от изгиба другого. У каждого из стержней будут сжаты верхние и растянуты нижние продольные волокна, при этом деформация будет такой, как показано на рис. 3б. Нижние продольные волокна верхнего стержня сместятся относительно верхних волокон нижнего стержня. В сплошной среде такой же высоты ($2h$) возникают касательные напряжения такой величины, что они предотвращают смещение верхней части относительно нижней, как показано на рис. 3б. Благодаря этому отсутствию смещения, центральный стержень толщиной $2h$ значительно жестче и прочнее, чем два стержня, каждый высотой h [7].

Кожа с подлежащими ей подкожной клетчаткой, фасциями и мышцами представляет собой многослойный материал, между слоями которого имеются плотные связи, предотвращающие трение между ними. Однако следует учесть, что эти слои имеют различающуюся между собой эластичность, упругость и пределы прочности, что будет обуславливать вышеуказанное смещение между слоями и как следствие этого повреждение структур между ними при изгибе.

При перпендикулярном воздействии снаряда (индентора) на поверхность кожи будут образовываться кровоподтеки округлой формы, как показано на рис. 4а. При воздействии снаряда под углом к поверхности кожи, т.е. смещении центра изгиба на плоскости, кровоподтеки будут приобретать удлиненную форму, при этом вытянутая и более тон-

невозможно, то из этого следует, что соответственно этой зоне мягкие ткани повреждаться не будут, что в кровоподтеке на коже будет выглядеть центральным участком просветления (“неповрежденная кожа”). В окраске кровоподтека самая интенсивная или выраженная зона — периферическая, в которой максимально расположены повреждения сосудов мягких тканей.

Существование касательных напряжений в плоскостях, параллельных нейтральной плоскости, воз-

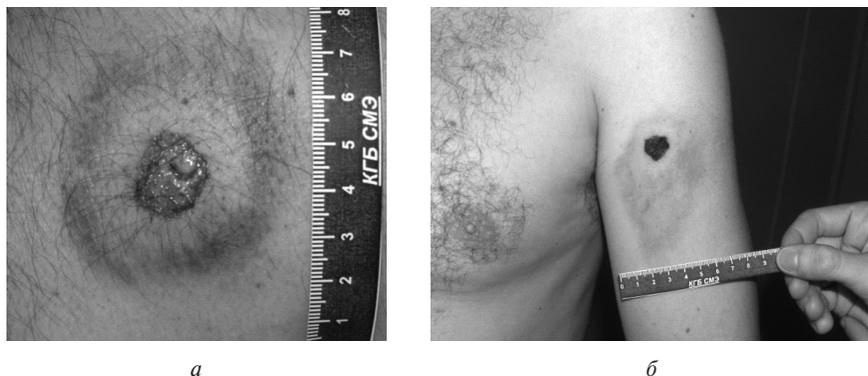


Рис. 4. Внешний вид контурных кровоподтеков, которые образовались в результате воздействия эластического огнестрельного снаряда перпендикулярно (а) и под углом (б) к поверхности кожи

кая их часть будет соответствовать развернутому углу, т.е. направлению движения огнестрельного снаряда, как показано на рис. 4б.

Для проверки полученных данных нами предпринят математический анализ характера деформаций методом сечений с построением эпюр деформаций, возникающих при нагружении жировой ткани.

Соответственно поставленной задачи, жировая ткань рассматривается как основание Винклера. Внешняя сила действует в плоскости симметрии поверхности кожи, что соответствует условию “чистого из-

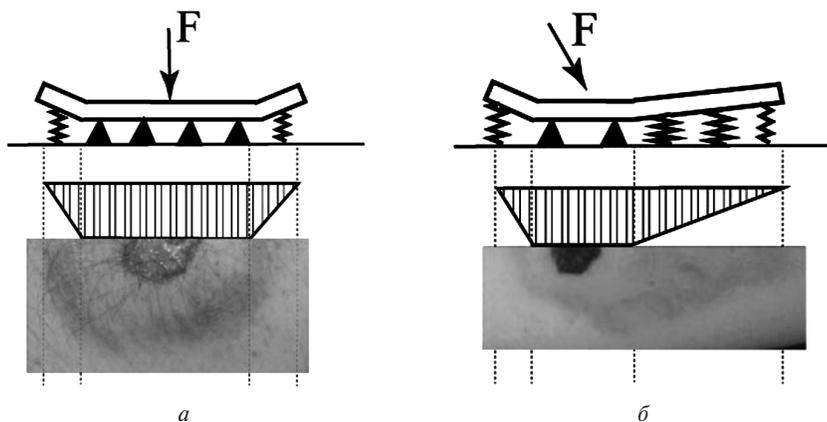


Рис. 5. Эпюры силовых напряжений

гиба”. Нами рассмотрены два вида нагружения кожи, расположенной на основании Винклера: 1-й — перпендикулярное воздействие тупого индентора; 2-й — воздействие тупого индентора под острым углом к поверхности кожи. Изгибающий момент и прорезывающая сила имеют одно и то же направление, поэтому они положительны. Прорезывающая сила остается постоянной для всех сечений слева и справа от нагрузки, а изгибающий момент изменяется прямо пропорционально расстоянию от места действия силы до точки опоры и представляет собой усеченную пирамиду — что является следствием влияния основания Винклера.

Построенные эпюры показали, что критическое сечение соответствует проекции воздействия внешней силе и располагается на противоположной поверхности, что соответствует полученной в ходе исследования морфологии повреждений.

Список использованной литературы

1. *Леонов С.В.* Рубленные повреждения кожного покрова и костей / С.В. Леонов. — Хабаровск, 2006. — С. 274.
2. *Молчанов В.И.* Огнестрельные повреждения и их судебно-медицинская экспертиза / В.И. Молчанов, В.Л. Попов, К.Н. Калмыков. — Л.: Медицина, 1990. — С. 270.
3. *Морозов Е.М.* Контактные задачи механики разрушения / Е.М. Морозов, М.В. Зернин. — М., Машиностроение, 1999. — С. 49–53.
4. *Морозов Е.М.* Контактные задачи механики разрушения / Е.М. Морозов, М.В. Зернин. — М.: Машиностроение, 1999. — С. 59–65.
5. *Мусин Э.Х.* Судебно-медицинская характеристика повреждений из газового оружия эластическими снарядами травматического действия / Э.Х. Мусин // Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 2006.
6. *Попов В.Л.* Судебно-медицинская баллистика / В.Л. Попов, В.Б. Шигеев, Л.Е. Кузнецов. — СПб.: Гиппократ, 2002. — С. 656.
7. *Тимошенко С.П.* Теория сопротивления материалов / С.П. Тимошенко. — 4-е изд. — М.: ОГИЗ ГОСТЕХИЗДАТ, 1945. — Т. 1. — С. 99–100.

Резюме

Проведене дослідження морфології контурних синців на практичних спостереженнях, які утворилися від дії еластичних снарядів з травматичної зброї. Встановлено, що метричні ознаки контурних синців обумовлені особливостями механіки руйнування тканин. Метричні данні морфологічних особливостей контурних синців та еластичного снаряду співпадають з розмірним співвідношенням в моделі вказаної взаємодії — дія тупого индентора на пружнопластичний напівпростір.

Summary

A study of the morphology of contour bruises in the practical observations, which were formed from the action of elastic projectiles with the shots from the traumatic weapon. It is established that the morphological signs of contour bruises are caused by the special features of the mechanics of the destruction of cloths. Metric data of the morphological special features of contour bruises and elastic projectile coincide with the dimensional relationship in the model of interaction — action of dull indenter on the elastic-plastic half-space indicated.