https://doi.org/10.17116/sudmed201760515-17

Особенности следов капель крови на поверхности, смоченной водой

Д.м.н., проф. М.Н. НАГОРНОВ*, к.м.н., доц. Е.Н. ЛЕОНОВА, орд. А.С. КУЧА

Кафедра судебной медицины (зав. — член-корр. РАН, проф. Ю.И. Пиголкин) Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, Россия, 119991

Цель исследования — изучение в эксперименте морфологии следов свободно падающих капель крови на поверхностях, умеренно и обильно смоченных водой. Представлена морфология следов крови, образовавшихся от падения капли крови объемом 20 мкл на сухую, умеренно и обильно смоченную водой поверхность подложки (стекло). Установлены особенности следов капель крови на влажной поверхности: неровные края в виде зубцов и полосовидных выступов, радиальные «полоски просветления», переходящие в элементы разбрызгивания. На поверхности, смоченной водой, размер следа капли крови увеличен на 8—44%.

Ключевые слова: следы крови, капля крови, мокрая и умеренно влажная поверхность.

The specific features of the blood stains on the water-lubricated surfaces

M.N. NAGORNOV*, E.N. LEONOVA, A.S. KUCHA

Department of Forensic Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia, 119991

The objective of the present study was the experimental investigation of the morphological characteristics of the 20 mcl blood droplets which freely fell down onto the surfaces that were either dry or moderately and profusely lubricated with water. The morphological properties of the resulting blood stains on the glass surfaces, dry or moderately and profusely lubricated with water, are described. The most characteristic features of such stains at the wet surface were the uneven serrated and stripe-like prominences, radial "lucent stripes" passing into the splashing elements. The size of the blood stains at the water-lubricated surface increased by 8—44%.

Keywords: blood stains, blood droplet, wet and moderately lubricated surface.

Изучение морфологии и механизмов образования следов крови – одна из задач судебной медицины и криминалистики, так как позволяет решить ряд вопросов по установлению условий и обстоятельств причинения травмы, сопровождавшейся наружным кровотечением [1—5]. Наиболее значимое влияние на морфологию следов крови оказывают физические свойства поверхности предмета, на которой они образовались (форма, неровности, смачиваемость, пористость и др.).

В судебно-медицинской практике встречаются ситуации, при которых кровь из раны попадает на влажные и мокрые поверхности. В частности, это возможно в жилых помещениях на кухне или в ванной комнате, где на стенах, поверхности мебели и пола остается вода, а также на улице в дождливую погоду. В таких случаях вода оказывает существенное влияние на морфологию следов крови [6]. Научные исследования в этом направлении являются актуальными и позволяют расширить диагностические судебно-медицинские возможности в установлении условий и механизма образования следов крови.

Цель исследования — изучение в эксперименте морфологии следов свободно падающих капель крови на поверхностях, умеренно и обильно смоченных водой.

Материал и методы

В *I серии* экспериментов (контрольная группа) моделировали свободное падение капель крови на горизонтальную гладкую сухую обезжиренную поверхность стекла с высоты 20 см (1-я группа), 50 см (2-я группа) и 100 см (3-я группа). В каждой группе провели по 10 экспериментов с трупной кровью, имевшей длительность постмортального периода 6—12 ч [7]. Для получения капель одинакового объема (20 мкл) использовали цифровую одноканальную пипетку Ленпипет КОЛОР с наконечником, имеющим наружный диаметр 1,7 мм и внутренний диаметр 0,7 мм.

Во *II серии* поверхность стекла равномерно смачивали водой до умеренного увлажнения с помощью пульверизатора Wahl 0093-6080 (1 нажатие) с расстояния 50—100 см. На стекле образовывались мелкие капли воды, имеющие форму выпуклой линзы диметром 0,2—2 мм, расположенные отдельно друг от друга на расстоянии 0,5—5,0 мм. В *III серии* стекло смачивали тремя нажатиями пульверизатора. В результате на поверхности стекла формировались капли диметром 0,2—3,0 мм на расстоянии 0,2—1,0 мм друг от друга, местами сливающиеся.

© Коллектив авторов, 2017

*e-mail: nagornovm@mail.ru

Размер следов капель крови (в см)

Серия эксперимента	Группа		
	1-я (высота 20 см)	2-я (высота 50 см)	3-я (высота 1 м)
I (сухая поверхность; контроль)	0,9±0,06	1,2±0,06	1,3±0,07
II (умеренно смоченная поверхность)	1,1±0,07	1,2±0,06	1,4±0,1
III (значительно смоченная поверхность)	1,3±0,08	1,3±0,1	1,6±0,07

Результаты экспериментов фиксировали с помощью цифровой фотокамеры Nikon 1S1 по правилам судебно-медицинской фотографии с сохранением изображений в графических файлах формата JPEG. Визуальный анализ полученных следов осуществляли на персональном компьютере с 10-кратным увеличением. Затем изучали их форму, контуры, диаметр, наличие или отсутствие зубцов и выступов по контуру. Помимо количественных данных, анализировали цвет и интенсивность окрашивания, а также присутствие элементов вторичного разбрызгивания. Статистический анализ проводили с помощью программы Statistica.

Результаты и обсуждение

В *I серии* экспериментов следы капель крови в каждой группе были округлые диаметром 0,9±0,06; 1,2±0,06 и 1,3±0,07 см соответственно. В 1-й группе (высота 20 см) следы имели ровный закругленный контур **(рис. 1, а, на цв. вклейке)**, во 2-й (высота 50 см) на большем протяжении периметра появлялся слабоволнистый контур края, который имел 4—6 слабовыраженных зубцов высотой до 0,05 см с тупоугольными или закругленными вершинами. В 3-й группе (высота 1 м) по контуру следов наблюдали до 18—25 зубцов высотой до 0,1 см **(см. рис. 1, б, на цв. вклейке)**. Элементы разбрызгивания отсутствовали.

Механизм формирования следа капли крови на сухой невпитывающей поверхности состоит в ее расплющивании и свободном растекании с образованием диска. При падении с высоты 50 см в следах появлялся слабоволнистый контур, выраженность которого изменялась по мере увеличения высоты падения. Данное явление объясняется тем, что удар капли о стекло вызывает формирование в ней поверхностных и внутренних волн, которые, распространяясь и взаимодействуя друг с другом, приводят к дополнительному распространению жидкости за пределы диска с образованием зубцов по контуру края [8]. Чем больше высота падения, тем выше энергия колебаний и соответственно выраженность зубцов.

Во *II серии* экспериментов на умеренно влажной поверхности стекла следы имели круглую или несколько овальную форму диаметром в группах 1,1±0,07; 1,2±0,06 и 1,4±0,1 см соответственно. В 1-й группе (высота 20 см) контур следов был представлен разнообразными неровностями с выраженным полиморфизмом, что не позволяло их описать однозначно, одним термином. Имелось различное сочетание крупных остро- и тупоконечных зубцов, полосовидных выступов, также встречались небольшие участки с относительно ровным или волнистым контуром. Остро- и тупоконечные зубцы имели основание размером 0,1—0,2 см и высоту до 0,1 см. Ширина полосовидных выступов составляла 0,05—0,2 см, а длина — до 0,2 см; вершины выступов закругленные или П-образные. По краю следа наблюдали по 2—7 зубцов и 4—8 выступов. Следы разбрызгивания отсутствовали **(рис. 2, а, на цв. вклейке)**. В следах 2-й группы (высота 50 см) регистрировали аналогичные зубцы и полосовидные выступы длиной до 0,3 см. Внутри диска отметили появление 6—9 «полосок просветления» шириной 0,05 см и длиной 0,2—0,4 см. «Полоски просветления» были представлены относительно тонкими светлыми линиями, ориентированными радиально. Они начинались несколько отступя от центра, пересекали край диска и переходили в полосовидный выступ или в элемент булавовидного разбрызгивания длиной до 0,4 см. Следы 3-й группы (высота 1 м) имели аналогичные зубцы, полосовидные выступы длиной до 0,4 см со множественными «полосками просветления» длиной до 0,6 см и элементами разбрызгивания **(см. рис. 2, б, на цв. вклейке)**.

Особенностью следов на умеренно влажной поверхности является появление по контуру крупных зубцов и полосовидных выступов. Это можно объяснить слиянием следа капли крови в области краев с прилегающими каплями воды, имеющими меньшие размеры. Образование радиальных «полосок просветления» во 2-й и 3-й группах, переходящих, как правило, в элементы разбрызгивания, объясняется взаимодействием растекающейся капли крови с маленькой каплей воды на поверхности. Радиально движущийся край капли крови соединяется с каплей воды, смешивается с ней, образуя светлую полоску по направлению движения, при этом край капли крови, сталкиваясь с каплей воды, вызывает локальный всплеск с появлением элемента разбрызгивания крови.

В *III серии* экспериментов на мокрой поверхности стекла следы в каждой группе также имели круглую и несколько овальную форму диаметром 1,3±0,08, 1,3±0,1 и 1,6±0,07 см соответственно. В 1-й группе (высота 20 см) контур следов был представлен остро- и тупоконечными зубцами с основанием размером 0,1—0,2 см и высотой до 0,1 см, с полосовидными выступами на ширину от 0,05 до 0,2 см и длиной до 0,2 см **(рис. 3, а, на цв. вклейке)**. На некоторых следах участки контура имели узорчатый характер за счет распространенного растекания и смешивания крови с близко прилежащими каплями воды. Во 2-й группе (высота 50 см) наблюдали аналогичные зубцы и полосовидные выступы длиной до 0,4 см, а внутри диска — «полоски просветления», переходящие в элементы разбрызгивания длиной до 0,7 см. В следах 3-й группы (высота 1 м) контур края имел аналогичные зубцы и полосовидные выступы; радиальные «полоски просветления» переходили в элементы разбрызгивания на удаление до 1 см. В этой серии экспериментов морфология следов отличалась наличием центральной темно-красной зоны и периферической части — светло-красной зоны, являющейся областью растекания и смешивания крови с водой **(см. рис. 3, б, на цв. вклейке)**.

Размерные характеристики (диаметр) следов капель крови во всех группах в 3 сериях экспериментов представлены в **таблице**.

Из данных **таблицы** видно, что на поверхности, смоченной водой, размер следов крови увеличен на 8—44%. Влажная поверхность подложки обладает большей смачи-

ваемостью, что по нашему мнению увеличивает протяженность (размер) следа с дополнительным распространение его от смешивания крови по краю с прилежащими каплями воды. По мере увеличения высоты падения на влажной поверхности прослеживается такая же закономерность, как и на сухой поверхности, — увеличивается размер следа за счет реализации возрастающей энергии падения капель.

Выводы

1. Свободно падающая капля крови объемом 20 мкл с высоты 20—100 см на сухой невпитывающей поверхности (стекло) образует круглый диск диаметром 0,9—1,3 см. С увеличением высоты падения возрастает диаметр следа капли, появляется волнистый край в виде слабовыраженных тупоугольных выступов.

2. На умеренно влажной поверхности следы крови округлые диаметром 1,1—1,4 см. При значительном смачивании поверхности диаметр следов составляет 1,3—1,6 см, их края представлены неровными зубцами и полосовидными выступами. На влажной поверхности (по сравнению с сухой) наблюдается увеличение размера следа на 8—44% за счет дополнительного растекания крови по периферии.

3. С увеличением высоты падения на влажной поверхности прослеживается такая же закономерность, как и на сухой — увеличивается размер следа. Кроме того, при падении с высоты 50 см и более в следах появляются радиальные «полоски просветления», переходящие в элементы разбрызгивания.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Пиголкин Ю.И., Леонова Е.Н., Дубровин И.А., Нагорнов М.Н. Новая рабочая классификация следов крови. *Судебно-медицинская экспертиза.* 2014;1(57):11-15. [Pigolkin YuI, Leonova EN, Dubrovin IA, Nagornov MN. The new working classification of blood stain patterns. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza.* 2014;1(57):11-15. (In Russ.)].
2. Пиголкин Ю.И., Леонов С.В., Леонова Е.Н., Нагорнов М.Н. Метод трехмерного моделирования при реконструкции обстоятельств происшествия с учетом следов крови. *Судебно-медицинская экспертиза.* 2014;5(57):4-6. [Pigolkin YuI, Leonov SV, Leonova EN, Nagornov MN. The method of tree-dimensional modeling for the reconstruction of the circumstances of the event taking into consideration blood stains. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza.* 2014;5(57):4-6. (In Russ.)].
3. Попов В.Л. Медико-криминалистическая характеристика следов крови. СПб.: КОГУЗ МИАЦ. 2010. [Popov VL. Mediko-kriminalisticheskaya kharakteristika sledov krovi. Spb. : KOGUZ MIATs; 2010. (In Russ.)].
4. Bevel T, Ross M. *Gardner bloodstain pattern analysis*. Boca Raton: CRC Press; 2008.
5. Attinger D. Putting More Science behind Bloodstain Pattern Analysis. *Forensic Magazine.* 2013 Apr. 19.
6. Нагорнов М.Н., Леонова Е.Н., Башкирева Е.А., Холл И.В. Морфологические особенности капли крови на сухой и влажной невпитывающей ровной поверхности. *Проблемы экспертизы в медицине*. 2013;3(51):10-12. [Nagornov MN, Leonova EN, Bashkireva EA, Kholl IV. Morphological features of the Drop of Blood on the dry and damp unabsorbed equal surface. *Problemy ekspertizy v meditsine*. 2013;3(51):10-12. (In Russ.)].
7. Пиголкин Ю.И., Леонова Е.Н., Нагорнов М.Н. Выбор модели с целью экспериментального изучения образования следов крови в судебной медицине. *Вестник судебной медицины.* 2015;1(4):28-30. [Pigolkin YuI, Leonova EN, Nagornov MN. Model choice for the purpose of experimental studying of formation of blood traces of in forensic medicine. *Vestnik sudebnoi meditsiny.* 2015;1(4):28-30. (In Russ.)].
8. Гегузин Я.Е. *Капля*. М.: Наука. 1973. [Geguzin YaE. *Kaplya*. M.: Nauka. 1973. (In Russ.)].

К статье *Нагорнова М.Н. и соавт.* «Особенности следов капель крови на поверхности, смоченной водой»

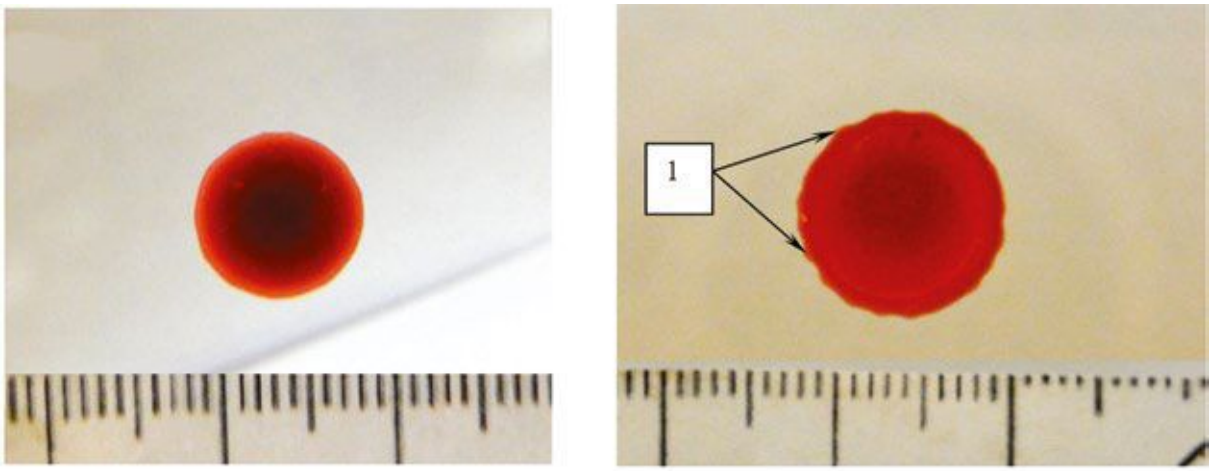

Рис. 1. **След капли крови на сухом стекле (контроль) при падении с высоты 20 см (а) и 1 м (б).**
1 — слабоволнистый край в виде маловыраженных зубцов с тупоугольной или закругленной вершиной.

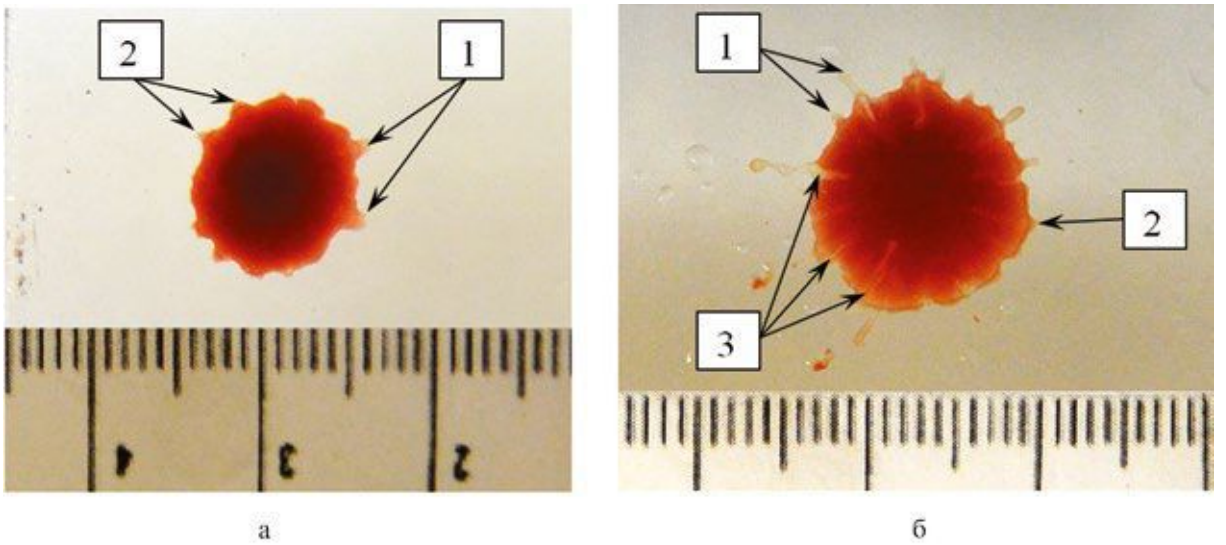

Рис. 2. **След капли крови на умеренно смоченной водой поверхности при падении с высоты 20 см (а) и 1 м (б).**
1 — полосовидный выступ; 2 — зубец с острой вершиной; 3 — «полоска просветления» с элементом разбрызгивания.

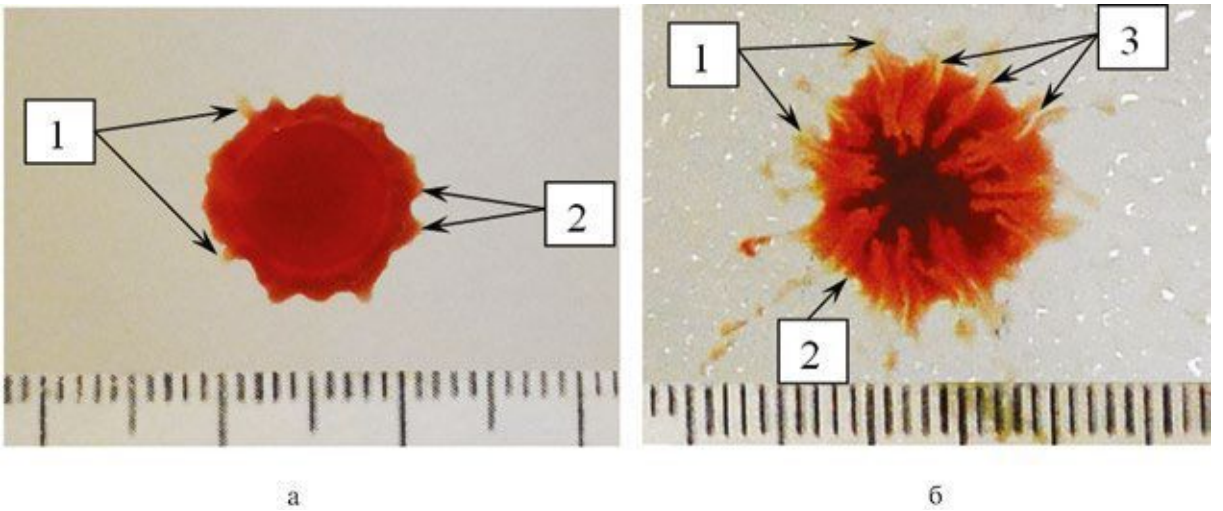

Рис. 3. **След капли крови на обильно смоченной водой поверхности при падении с высоты 20 см (а) и 1 м (б).**
1 — полосовидный выступ; 2 — зубец с острой вершиной; 3 — «полоска просветления» с элементом разбрызгивания.