# Зависимость морфологии следов от объёма капель крови

**Ю.И. Пиголкин, Е.Н. Леонова**
*ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова», г.Москва, Российская Федерация*

Следы крови на месте обнаружения трупа – это важные вещественные доказательства. Изучение их позволяет реконструировать события происшествия и решить ряд экспертных вопросов. Авторы статьи приводят результаты собственных экспериментальных исследований по изучению морфологии следов капель крови объёмом 20, 40 и 80 мкл на сухих гладких смачиваемых не впитывающих поверхностях. Кроме общих закономерностей, выявлены особенности морфологии капель в зависимости от объёма и высоты падения. Капли большего объёма, обладают большей кинетической энергией, на подложке они растекаются в большей степени, образуя большие по диаметру и площади следы, значительно раньше изменяется характер края их следов, появляются зубцы-выступы. Выявленные особенности отражают механизм образования следов капель крови малого, большого и среднего объёма.

**Ключевые слова:** следы крови, дополнительные капли Плато

**Введение.** Следы крови на предметах интерьера помещения, одежде и обуви потерпевшего являются важными вещественными доказательствами, которые позволяют уточнять некоторые обстоятельства происшествия и решать ряд экспертных ситуационных вопросов. Чаще других следов крови на месте обнаружения трупа с повреждением кожного покрова и развитием наружного кровотечения встречаются следы от падения капель [1-11].

На сегодняшний день получены экспериментальные данные по установлению высоты источника кровотечения по следам свободно падающих капель, однако данные эти разнятся, что на наш взгляд связано с широким интервалом варьирования объёма капли крови от 0,013 до 0,16 мл (от 13 до 160 мкл) у разных исследователей [9-13].

Столь значительный интервал мы разделили на три части, выделив каплю крови малого (до 29 мкл), среднего (от 30 до 59 мкл) и большого объёма (от 60 до 130 мкл). Капли большего объёма нам получить не удалось. Нами была выдвинута гипотеза о том, что для каждого вида капли морфология будет существенно разниться и это позволит установить диагностические признаки, которые могут быть использованы для решения задач судебной медицины.

**Цель исследования** – изучение морфологии следов капель крови объёмом: 20, 40 и 80 мкл.

**Материал и методы.** Для моделирования следов капель крови использовалась трупная кровь с длительностью постмортального периода до 12 часов. Капли дозировались с помощью цифровой одноканальной пипетки Ленпипет «КОЛОР» переменного объёма (диапазон 20 мкл – 200 мкл). В 1-ой серии объём капли составил 20 мкл, во 2-ой серии – 40 мкл, в 3-ей серии – 80 мкл. Моделировалось падение капель крови из источников кровотечения с высоты от 10 до 200 см с интервалом в 10 см под углом 90° на сухую гладкую обезжиренную не впитывающую поверхность стекла. С каждой высотной точки получено по 10 экспериментальных следов.

Результаты экспериментальных наблюдений фотографировались цифровой фотокамерой Nikon 1 S1 (с использованием метрической линейки). Полученные цифровые изображения на персональном компьютере увеличивались в 10 раз, следы крови анализировались по следующим показателям: форма, контур, диаметр следов, наличие и отсутствие зубцов и выступов по контуру, их количество и величина в градусах, наличие и отсутствие вторичного разбрызгивания.

Диаметр основных (Dосн.) и дополнительных следов измеряли с помощью штангенциркуля «ШЦ- I-150-0,1 E05701» (1 класс точности) и соотносили с метрической линейкой на фотографиях. Рассчитывались площадь основных следов (Sосн.) по формуле: $S=\pi*d^2/4$, где S – площадь следа, d – диаметр следа, а также кинетическая энергия капель (Екин.) по формуле: $E = mgh$, где E – кинетическая энергия, m – масса капли, g – ускорение свободного падения, h – высота падения. Статистический анализ результатов проводился с помощью программы «Statistika».

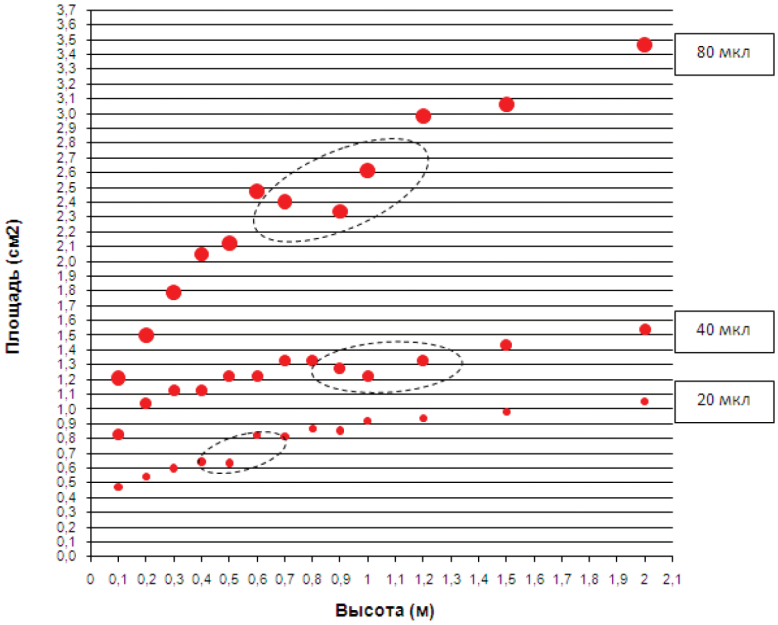


**РИС. 1. ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОЩАДИ СЛЕДОВ КАПЕЛЬ КРОВИ ОБЪЁМОМ 20, 40, 80 МКЛ ОТ ВЫСОТЫ ПАДЕНИЯ КАПЕЛЬ. ПУНКТИРОМ НА ГРАФИКАХ ОБОЗНАЧЕНЫ УЧАСТКИ А-В – ПРОВАЛ-СКАЧОК**

**Результаты и их обсуждение.** Все полученные экспериментальные следы капель крови при падении с высоты от 10 до 200 см во всех трёх сериях имели округлую форму. С увеличением высоты падения капель увеличивался диаметр следов и их площадь. Край следа приобретал волнистый, затем зубчатый характер, регистрировались мелкие (вторичные) следы булавовидной формы и единичные округлые следы дополнительных капель (капель Плато). Капля Плато образуется из перемычки при отделении основной капли от поверхности отрыва [14]. Кроме общих морфологических признаков, характерных для всех следов капель крови, в зависимости от объёма капли и высоты падения были выявлены следующие особенности.

В 1 серии (20 мкл), при падении капель с высоты до 30 см край следа был ровным, при высоте падения от 30 до 100 см – регистрировался как волнообразный с тупоконечными (от 150° до 115°) выступами (от 2 до 19). При падении капли с высоты от 100 до 200 см наблюдался зубчатый край с прямоугольными или близкими к ним вершинами (от 18 до 27). Рядом с основным следом регистрировались от 1 до 3-х следов капель Плато (диаметром до 0,05 см), при падении капель с высоты от 50 до 200 см регистрировались 1-5 следов вторичного разбрызгивания булавовидной формы. Dосн. в первой серии увеличивался от 0,78±0,001 до 1,16±0,001см, Sосн. – от 0,47±0,001 до 1,05±0,001 см$^2$, Екин. – от 19,6 до 392 мкДж.

Во 2 серии (40 мкл), при падении капель с высоты до 20 см край следа был ровным, при высоте падения от 20 до 90 см – край следа становился волнообразным с тупоконечными (от 150° до 115°) выступами (от 2 до 24). При падении с высоты от 90 до 200 см наблюдался зубчатый край с прямоугольными или близкими к ним вершинами (от 22 до 33). Рядом с основными следами регистрировались от 3 до 5 следов капель Плато округлой формы (диаметром до 0,1 см). Dосн. во второй серии увеличивался от 1,03±0,005 до 1,4±0,003 см, Sосн. – от 0,83±0,005 до 1,54±0,003 см$^2$, Екин. – от 39,2 до 784 мкДж.

В 3 серии (80 мкл), при падении капель с высоты до 10 см край следа был ровным, при высоте от 10 до 60 см – приобретал волнообразный характер с тупоконечными (от 155° до 125°) выступами (от 5 до 22). При высоте от 60 до 200 см наблюдался зубчатый край с прямоугольными или близкими к ним вершинами (от 22 до 35). Рядом с основным следом регистрировались от 3 до 5 следов капель Плато округлой формы (диаметром до 0,5 см), при падении капель с высоты от 70 до 200 см регистрировались 1-5 следов вто-ричного разбрызгивания булавовидной формы. Dосн. в третьей серии увеличивался от 1,24±0,002 до 2,1±0,003 см, Sосн. – от 1,21±0,002 до 3,46±0,003 см$^2$, Екин. – от 78,4 до 1568 мкДж. В результате проведённого исследования была построена графическая зависимость площади следов капель крови объёмом 20, 40 и 80 мкл от высоты падения капель (рис.1).

Полученные нами данные не противоречат результатам ранее проведённых исследований Х.М. Тахо-Годи (1956), Ю.П. Эделя (1968), М.В. Кисина, А.К. Туманова (1972), Л.В. Станиславского (1977) и других учёных [1-5,9-13].

Следы капель крови, полученные нами, как и следы капель крови, полученные более ранними исследователями, при падении под углом 90° на горизонтальную гладкую смачиваемую поверхность с высоты от 10 до 200 см имели округлую форму. При увеличении высоты падения отмечалось увеличение размеров следов, изменялся характер их края. В отличие от предыдущих исследований, впервые при формировании следов капли точно дозировались, что позволило разделить их на 3 группы: малые, средние и большие, в зависимости от объёма. Была определена площадь основных следов и измерена величина выступов и зубцов в градусах, что дало возможность более точно охарактеризовать морфологию изменения края следа с увеличением высоты падения капель и выделить тупоконечные и прямоугольные волны-зубцы.

Таким образом, проведённые исследования показали, что морфология следов капель крови, сформировавшихся на гладких смачиваемых невпитывающих поверхностях, зависит от объёма капли. Капли большего объёма обладают большей кинетической энергией, которая реализуется в большем растекании при контакте с подложкой и образовании следа большего размера, а так же в изменении характера края следа и появлении вторичных элементов, когда силы межмолекулярного взаимодействия не в состоянии сохранить целостность капли. Кроме того, большое значение в характере следообразования играет сила поверхностного натяжения, действующая на след капли, этим объясняется провал - скачок графиков на участке АВ.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Кисин М.В. Следы крови / М.В.Кисин, А.К.Туманов. - М.: ВНИИ МВД СССР. - 1972. - 86с.
2. Станиславский Л.В. К вопросу о классификации следов крови в зависимости от условий их возникновения / Л.В.Станиславский // Актуальные вопросы судебно-медицинской травматологии. - Харьков. - 1977. - С.61-64.
3. Тахо-Годи Х.М. Трасологическое исследование следов крови на одежде: методическое письмо / Х.М. Тахо-Годи. - М.: Типография ЦНИИСЭ. - 1970. - 5с.
4. Эдель Ю.П. О следах свободно падающих (с неподвижных и двигающихся предметов) капель крови на горизонтальной плоскости / Ю.П.Эдель // Материалы докладов и рекомендаций научной конференции общества судебных медиков Казахстана. - Алма-Ата. - 1968. - С. 404-405.
5. Bevel T. Bloodstain Pattern Analysis / T. Bevel, G.Ross. - Boca Raton: CRC Press. - 2008. - 440p.
6. Пиголкин Ю.И. Новая рабочая классификация следов крови / Ю.И.Пиголкин, Е.Н.Леонова, И.А.Дубровин, М.Н.Нагорнов // Судебно-медицинская экспертиза. - 2014. - № 1. - С.11-14.
7. Пиголкин Ю.И. Метод трёхмерного моделирования при реконструкции обстоятельств происшествия с учётом следов крови / Ю.И.Пиголкин, С.В.Леонов, Е.Н.Леонова, М.Н.Нагорнов //Судебно-медицинская экспертиза. - 2014. - № 5. - С. 4-6.
8. Судебная медицина и судебно-медицинская экспертиза: национальное руководство / Под ред. Ю.И. Пиголкина. - М.: ГЭОТАР-Медиа. - 2014. - 728с.
9. Бадалян А.Ф. Морфологическая оценка следов капель крови в зависимости от размеров поверхности отрыва, высоты падения и свойств воспринимающих материалов / А.Ф.Бадалян, Б.А.Саркисян, Д.А.Карпов // Медицинская экспертиза и право. - 2013. - № 3. - С. 29-32.
10. Назаров Г.Н. Медико-криминалистическое исследование следов крови: практическое руководство / Г.Н.Назаров, Г.А.Пашинян. - Н.Новгород: изд-во НГМА. - 2003. - 258с.
11. Eckert W.G. Forensic Sciences / W.G. Eckert. - Boca Raton: CRC Press. - 1997. - 379p.
12. Laber T.L. Diameter of a bloodstain as a function of origin, distance fallen and Volume of drop / T.L.Laber // News International Association of bloodstain pattern analysts. -1985. - Vol. 2. - N 1. - P. 12-16.
13. Mc Donnel H.L. Interpretation of Bloodstains: Physical Considerations / H.L. Mc Don-nel. - Legal Medicine Annual, Appleton-Century-Crofts. New York: Appleton-Century-Crofts. - 1971. - P. 89-136.
14. Гегузин Я.Е. Капля / Я.Е. Гегузин. - М.: Наука. - 1973. - 156с.

# Summary

## Dependence morphology of tracks from volume drops of blood

**Yu.I. Pigolkin, E.N. Leonova**
*SBEI HPE «First Moscow State Medical University named after IM Sechenov», Moscow, Russian Federation*

Traces of blood in placeof recover corpse – is important material evidence. Their study allows to reconstruct the events of incident and solve a number of expert questions. The authors report the results of own experimental studies of morphology the traces blood with volume drops 20, 40 and 80 mkl on dry wetted smooth non-absorbent surfaces. Beside of general laws, the peculiari-ties of the droplets morphology are revealed depending on volume and height of the fall. Larger volume drops had greater kinetic energy, they spread out on the substrate with bigger extent forming larger diameter and area of traces varies considerably earlier character their edges traces appear tine-protrusions. These peculiarities reflect the mechanism of formation of traces of blood drops small, medium and large volume.

**Key words:** traces of blood, adding drop of Plateau

**АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:**

**Пиголкин Юрий Иванович** – член-корр. РАН, заведующий кафедрой судебной медицины ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»; Россия, г.Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2
E-mail: pigolkin@ mail.ru