

## О ФОТОКОЛОРИМЕТРИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ СКОРОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТРУПНЫХ ПЯТЕН ПОСЛЕ ДОЗИРОВАННОГО ДАВЛЕНИЯ

Вавилов А.Ю.<sup>1</sup>, Лахно А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России, Ижевск, e-mail: izhsudmed@hotmail.com;

<sup>2</sup>ГБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы» Челябинской области, Челябинск, e-mail: rotdez@mail.ru

Трупные пятна являются достоверным признаком смерти человека и одним из критериев, позволяющих установить время его смерти. Для решения последнего вопроса традиционно используется дозированное механическое давление на область трупного пятна, с целью вызвать изменение его окраски, и последующее измерение времени восстановления первоначального вида этого пятна. Оценка цвета пятна в области давления и регистрация времени восстановления окраски осуществляются визуально экспертом, проводящим данное исследование. Однако известно, что визуальная оценка цвета является субъективной и во многом обусловлена особенностями цветовосприятия конкретного человека. Соответственно, возможны ситуации ошибочных суждений и неверного определения продолжительности интервала времени, необходимого для полного восстановления окраски трупного пятна после механического воздействия на него. Авторы статьи предлагают оригинальный способ объективизации измерения времени восстановления окраски трупных пятен после дозированных давлений на его область. Способ заключается в фотографической многократной регистрации цвета трупного пятна с последующей компьютерной колориметрией и оценкой цвета пятна в зоне давления по системе RGB. Полное восстановление показателей RGB-характеристики цвета пятна (возвращение их к начальным значениям) является моментом окончания исследования. Авторы полагают, что предложенный ими способ будет способствовать повышению объективности оценки цвета трупного пятна и скорости его восстановления после дозированного механического воздействия, что повысит точность судебно-медицинской диагностики давности наступления смерти.

Ключевые слова: трупные пятна, окраска, скорость восстановления цвета, давность смерти, фотоколориметрия, объективизация оценки.

## ON PHOTOCOLORIMETRIC REGISTRATION OF SPEED OF RECOVERY OF CADAVERIC STAINS AFTER DOSED PRESSURE

Vavilov A.Yu.<sup>1</sup>, Lakhno A.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Izhevsk state medical academy of Ministry of Healthcare of Russia, Izhevsk, e-mail: izhsudmed@hotmail.com;

<sup>2</sup>Bureau of Forensic Medical Examination of the Chelyabinsk region, Chelyabinsk, e-mail: rotdez@mail.ru

Cadaveric stains are a reliable sign of a person's death and one of the criteria to determine the time of his death. To solve the latter problem, the dosed mechanical pressure on the area of the stains traditionally used to cause a change in its color, and the subsequent measurement of the recovery time of the original appearance of this stain. The examiner conducting the study performs the evaluation of the color of the cadaveric stains in the pressure region and the recording of the color restoration time visually. However, known that the visual assessment of color is subjective and is largely due to the peculiarities of the color perception of a particular person. Accordingly, situations of erroneous judgments and incorrect determination of the duration of the time interval necessary for complete restoration of the color of the stain after mechanical exposure to it are possible. The authors of the article suggest an original way of objectifying the measurement of the time of restoration of the color of the stains after the dosed pressure on its area. The method consists in photographic multiple registration of the color of the cadaveric stains with subsequent computer colorimetry and evaluation of the color of the stains in the pressure zone along the RGB system. The complete restoration of the RGB-characteristics of the stain's color (returning them to the initial values) is the moment of the end of the study. The authors believe that the method proposed by them will contribute to an increase in the objectivity of the assessment of the color of the cadaveric stains and the rate of its recovery after the dosed mechanical pressure, which will improve the accuracy of forensic diagnostics of the prescription of death.

Keywords: cadaveric stains, color, speed of color restoration, prescription of death, photocolourimetry, objectification of evaluation.

Определению давности смерти человека традиционно уделяется очень большое

внимание в современной научной судебно-медицинской литературе [1; 2]. Актуальность исследований по максимально точному определению времени смерти конкретного лица, осуществляемому в ходе осмотра мертвого тела на месте его обнаружения, обусловлена высокой значимостью указанной проблемы для сотрудников правоохранительных органов, расследующих преступление против жизни человека [3]. От ответа на, казалось бы, простой вопрос: «Когда человек умер?» порой зависит успешность расследования, эффективность выявления виновного лица и объективность вынесения ему обвинительного заключения и приговора.

Изучая мертвое тело, судебно-медицинский эксперт формирует свое мнение о причине смерти и времени ее наступления на комплексе признаков, которые оценивает исходя из состояния современных научных познаний о процессах, предшествующих смерти, и протекающих в теле после ее наступления. Для суждения о давности смерти используется множество различных динамических постмортальных явлений, среди которых исторически наиболее исследуемыми являются охлаждение тела [4], трупное (мышечное) окоченение [5] и трупные пятна [6].

Говоря о последних, следует отметить, что и по настоящее время оценка их осуществляется преимущественно визуально, т.е. субъективно, исходя из личностных индивидуальных особенностей лица, осуществляющего это исследование. Субъективизм в оценке трупных пятен обусловлен тем, что наиболее применяемым способом их изучения является измерение скорости восстановления цвета трупного пятна после дозированного воздействия (давления) на его область. При этом время восстановления измеряется секундомером, а «восстановление цвета» определяется экспертом без использования каких-либо объективных средств измерения и контроля за степенью и скоростью восстановления окраски.

В настоящее время во многих отраслях промышленности (и в здравоохранении, в том числе) суждение о свойствах какого-либо объекта в основном осуществляется исключительно на основании визуальной оценки его внешнего вида (размеры, форма, цвет и т.д.). В судебной медицине оценка внешнего вида объекта является одним из важнейших этапов экспертного исследования. Но субъективное суждение о свойствах объекта совершенно справедливо считается неприемлемым в тех случаях, когда возможность ошибочного вывода является критичной с точки зрения значимости результата, получаемого в ходе этого технологического процесса. Именно поэтому, где это возможно, визуальную оценку свойств изучаемого объекта стремятся заменить численным контролем, выполняемым с помощью технических средств измерения [7]. Так и в судебной медицине в необходимых случаях цвет трупного пятна сравнивается с образцами из специальных

таблиц. Однако это не способствует повышению объективности метода, потому что эксперт, проводящий соответствующее исследование, всегда субъективен, т.к. его восприятие цвета может частично меняться в зависимости от психофизиологического состояния. Более того, цвет, воспринимаемый одним человеком как индивидуальная характеристика конкретного предмета, всегда отличается от этой же характеристики, оцененной другим человеком [8].

Между тем существуют методы объективной оценки цвета, основанные на количественной регистрации его характеристик – колориметрия. Одной из наиболее известных систем оценки цвета является система **RGB (red, green, blue)**, в которой цвет обозначают совокупностью трёх чисел. Соответственно, при инструментальной оценке вклада каждой из цветовых составляющих в общее изменение цвета трупного пятна, с учетом динамики его восстановления, становится возможным повысить точность и объективность диагностики давности наступления смерти.

Вышеизложенное определило содержание представленной работы и позволило сформулировать следующую ее цель.

### **Цель работы**

Разработка способа колориметрической объективизации времени восстановления трупного пятна после дозированного давления на его область.

### **Материал и методы исследования**

Предварительно исследовано 126 трупов лиц различного пола и возраста, смерть которых произошла в условиях комнатной температуры (20-25 °С) воздуха. В ходе исследования учитывался пол и паспортный возраст умершего, причина его смерти, дата и время ее наступления, установленная следственным путем или медицинскими работниками (в случае смерти в медицинском учреждении), наличие либо отсутствие этилового спирта в крови умершего.

Ряд факторов устанавливался непосредственно перед фотографированием трупа на основе изучения официальных документов, доставленных с телом (пол, возраст, дата и время смерти и некоторые другие), прочие факторы фиксировались отсроченно, так как устанавливались на основании исследований, выполняемых в процессе танатологического изучения мертвого тела (причина смерти), а также лабораторных исследований объектов, полученных от трупа в ходе его секции (результат судебно-химического исследования крови).

Фиксация динамики восстановления трупного пятна производилась фотографическим способом (серийная съемка). Для фотографирования были созданы стандартные условия освещения. Так, известно, что наилучшим индексом цветопередачи характеризуются вольфрамовые лампы (лампы накаливания). Поскольку именно такие осветители наиболее

часто используются в практике судебно-медицинской фотографии, они были использованы в ходе выполнения настоящей работы.

Для фотографирования используется камера (Canon EOS 1200 с фотообъективом EF-S 18-55mm 1:3.5-5.6 IS II), конструктивно относящаяся к разряду «зеркальных», которые традиционно используют фотографы для профессиональной фиксации объектов и явлений.

Фотоаппарат обладает возможностью серийной съемки и следующими характеристиками:

разрешение матрицы, Мпикс – 18;

светочувствительность – 100-6400 (12800 в расширенном диапазоне);

серийная съемка – до 3 кадров в секунду;

формат файлов – JPEG, RAW, RAW+JPEG;

скорость затвора – 30 – 1/4000;

максимальное разрешение при фото – 5184x3456.

В каждом случае съемки фотоаппарат фиксировался на штатив. Расстояние до объекта – 50 см. Далее происходило фотографирование трупного пятна (без воздействия на него), потом с помощью динамометра СМЭД-2 производилось давление на трупное пятно с силой 2 кг/см<sup>2</sup> в течение трех секунд, с одномоментным началом серийной съемки (до 3 кадров в 1 секунду) до полного визуального восстановления окраски трупного пятна и в течение 1 минуты после этого момента. После этого серия снимков копировалась на персональный компьютер под управлением операционной системы Windows 10. В качестве программ, используемых для анализа цвета, использованы просмотрщик изображений, входящий в состав системы Windows 10, и свободно распространяемая для некоммерческого использования программа анализа цвета пикселя экрана ColorPix.

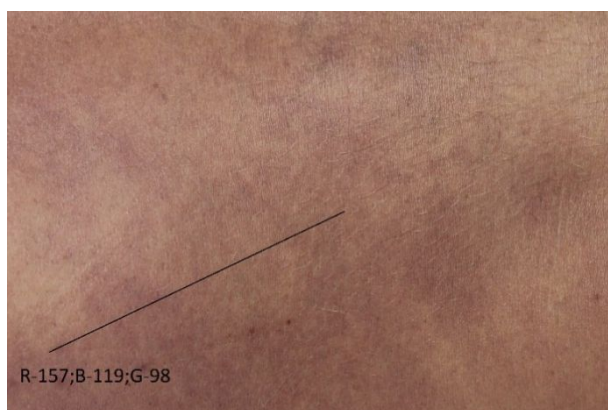
Цветное изображение трупного пятна открывалось в программе просмотра фотографий, затем с помощью ColorPix курсором компьютерной мыши выбирался участок трупного пятна (на котором в последующем производилось воздействие динамометром СМЭД-2), где оценивался цвет по шкале RGB. Значения RGB-кодов вносились в базу, составляемую в программе Microsoft Excel.

Подобным образом изучены все цифровые снимки с фиксацией значений RGB в зоне трупного пятна, восстанавливающего окраску, до момента полного «выравнивания» текущих значений RGB, с исходными их значениями.

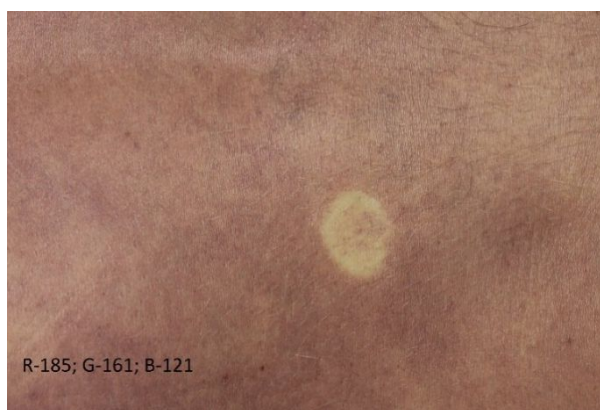
### **Результаты и их обсуждение**

В качестве примера приводим исследование трупа мужчины 1982 года рождения. Смерть произошла 18.02.2017 г. около 19:00 в результате механической асфиксии от сдавления органов шеи петлей при повешении. Этиловый спирт в крови – 1,5%. Регистрация

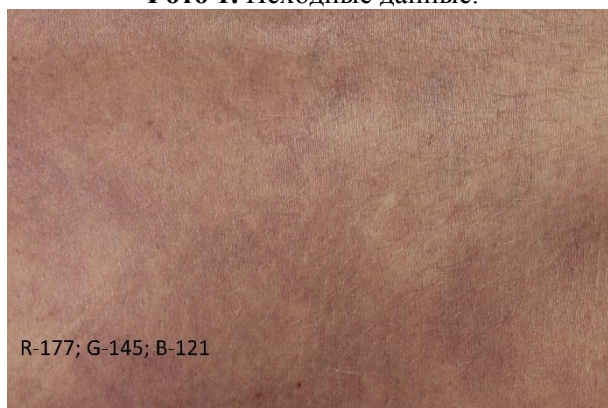
цвета трупного пятна осуществлялась в поясничной области спины трупа. Дата и время начала исследования: 18.02.2017 г. в 23 часа 26 минут 54 секунды.



**Фото 1.** Исходные данные.



**Фото 2.** Через 2 секунды после воздействия.



**Фото 3.** Через 36 секунд после воздействия.



**Фото 4.** Через 54 секунды после воздействия.

*Рис. 1. Числовые RGB-характеристики трупного пятна в исследовательской зоне*

На фото 1 представлена область трупного пятна с исходными RGB-значениями ее цвета (157; 119; 98). Через две секунды после дозированного воздействия на область трупного пятна (фото 2 на рис. 1) в месте воздействия отчетливо определяется участок «побеления» с изменившимися RGB-показателями (185; 161; 121). При оценке скорости восстановления пятна визуально уже через 36 секунд после воздействия область, на которую производилось давление, кажется полностью восстановившей свою окраску. Однако, оценивая цвет этого участка фотоколориметрическим способом, мы видим (фото 3 на рис. 1), что RGB-характеристики цвета еще далеки от первоначальных (177; 145; 121). Полное же восстановление окраски с возвратом к начальным значениям цвета трупного пятна (157; 119; 98) объективно фиксируется только через 54 секунды после дозированного воздействия на его область (фото 4 на рис. 1).

Графически наблюдаемый процесс может быть представлен следующим образом (рис. 2).

По нашим данным, наиболее точно отражает динамику изменений показателей цветности участка дозированного давления на область трупного пятна уравнение

полиномиальной регрессии второй степени. При этом величина достоверности аппроксимации ( $R^2$ ) колеблется в пределах от 0,93 до 0,96.

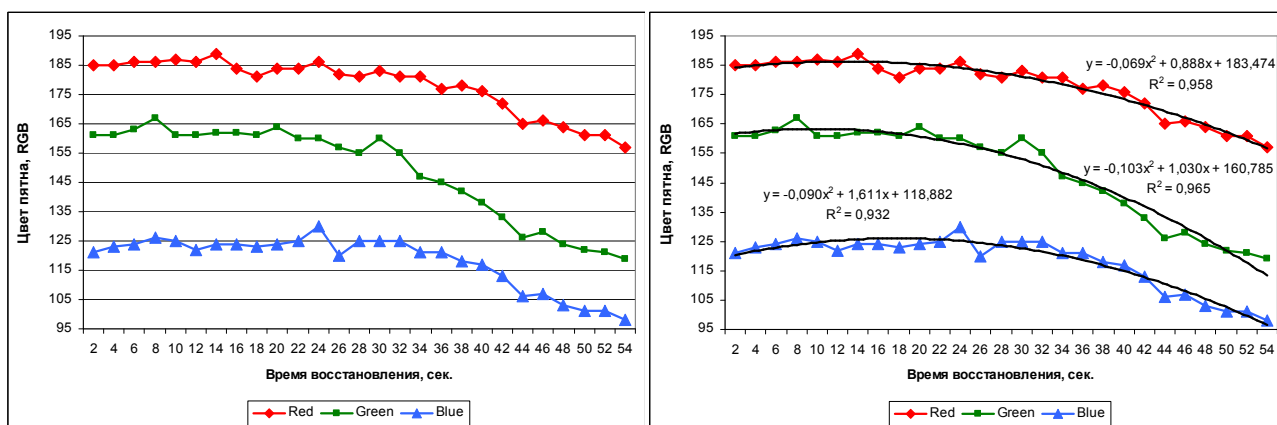


Рис. 2. Фотокolorиметрическая динамика восстановления цвета трупного пятна после дозированного нажатия

В целом же исследуемый процесс может быть выражен математически:

- для красного ( $R$ ) цвета:

$$R = -0,069 \times \tau^2 + 0,888\tau + 183,474 \quad (1)$$

где  $R$  – интенсивность красного цвета,

$\tau$  – время после воздействия на область пятна, сек.;

- для зеленого ( $G$ ) цвета:

$$G = -0,103 \times \tau^2 + 1,030\tau + 160,785 \quad (2)$$

где  $G$  – интенсивность зеленого цвета,

$\tau$  – время после воздействия на область пятна, сек.;

- для синего ( $B$ ) цвета:

$$B = -0,090 \times \tau^2 + 1,611\tau + 118,882 \quad (3)$$

где  $B$  – интенсивность синего цвета,

$\tau$  – время после воздействия на область пятна, сек.

Традиционным способом определения давности наступления смерти является анализ динамики трупных пятен. В судебно-медицинской литературе имеется множество таблиц для определения давности смерти. Наиболее часто используются таблицы [9-11] по Н.П. Туровцу, 1962, по А.И. Муханову, 1968, по В.И. Кононенко, 1971, Jaklinski, Kobiela, 1972, по Ю.Л. Мельникову и В.В. Жарову, 1978, по В.П. Подоляко, 1998, и некоторые другие.

Основным принципом определения давности смерти человека по указанным таблицам является жесткая стандартизация исследования. Площадь поверхности динамометра, контактирующая с кожей трупного пятна, равна  $1 \text{ см}^2$ . Давление производится с силой  $2 \text{ кгс/см}^2$ , в течение 3 с. Динамометр располагается строго перпендикулярно поверхности кожи. При локализации трупных пятен на задней поверхности тела давление осуществляется

в поясничной области по средней линии, а при расположении трупных пятен на передней поверхности тела – по средней линии тела грудины. Время восстановления окраски трупных пятен фиксируется по секундомеру. Однако даже при строгом соблюдении этих условий точность определения давности наступления смерти не превышает  $\pm 2-4$  часа.

Безусловно, следует обратить внимание и на то, что такая точность возможна только когда эксперт, проводящий соответствующее исследование, не имеет проблем с цветовосприятием. Между тем, как указывалось в литературе [12; 13], и у людей с нормальным зрением возникают изменения в цветовом восприятии, обусловленные возрастом, усталостью, и по причине воздействия на организм активных веществ (например, при табакокурении). Проблема усугубляется еще и тем, что даже если наблюдатель имеет те или иные отклонения в цветовом зрении, он сам может не знать об этом, если не был соответствующим способом проверен. И здесь имеет смысл задать риторический вопрос: как много судебно-медицинских экспертов проходят проверку на правильность цветового зрения при принятии на работу, и осуществляется ли хотя бы ежегодный его контроль? Кроме того, необходимость достаточно длительного наблюдения за динамикой восстановления трупного пятна (до 30 минут) приводит к утомляемости наблюдателя [14; 15] и неизбежным ошибкам определения цвета.

Предлагаемый нами способ лишен указанных недостатков по определению, т.к. является строго объективным. Кроме того, в условиях ограничения времени на осмотр, что также порой бывает на практике, есть возможность регистрации скорости восстановления окраски пятна в течение некоторого небольшого времени и последующего перерасчета на продолжительность периода, необходимого для полного восстановления цвета по уравнениям (1-3), что положительно скажется на общем времени осмотра мертвого тела.

### **Выводы**

Фотоколориметрическая методика исследования трупных пятен позволяет объективно регистрировать их цвет, выражая его численно в системе RGB-координат, что позволяет с высокой точностью определять момент восстановления окраски после дозированного давления.

Объективная фотоколориметрическая регистрация времени восстановления трупного пятна после дозированного давления ликвидирует возможность влияния на экспертную оценку индивидуальных особенностей лица, проводящего исследование.

Восстановление цветности трупного пятна динамически описывается системой уравнений регрессии, выражаемых полиномом второй степени (уравнения 1-3).

Использование указанных уравнений создает теоретическую возможность в условиях осмотра места происшествия и трупа на месте его обнаружения не дожидаться полного

восстановления цвета трупного пятна после дозированного воздействия, что порой занимает значительное время, а, определяя скорость этого процесса, производить перерасчет полного времени их восстановления. Осуществление такого перерасчета может положительно отразиться на общей продолжительности процедуры осмотра места происшествия в плане ее ускорения.

### Список литературы

1. Бутовский Д.И. Оптимизация действий врача при осмотре трупа на месте его обнаружения в условиях мегаполиса: автореф. дис... канд. мед. наук (14.03.05) / Росс. нац. исслед. мед. ун-т им. Н.И. Пирогова. – Москва, 2014. – 24 с.
2. Вавилов А.Ю. К вопросу объективной оценки мышечного окоченения на месте происшествия в условиях неочевидности / А.Ю. Вавилов, А.А. Халиков, Т.В. Найденова, Р.Х. Сагидуллин // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 2. - URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=26168> (дата обращения: 09.03.2017).
3. Долгова А.И. Криминологические оценки организованной преступности и коррупции, правовые баталии и национальная безопасность. – М., 2011. – 668 с.
4. Вавилов А.Ю. Способ определения давности смерти человека по величине тимпанической температуры трупа / А.Ю. Вавилов, А.В. Кузовков // Медицинская экспертиза и право. - 2017. – № 3. – С. 42-48.
5. Халиков А.А. Биофизическая диагностика механического разрешения мышечного окоченения трупа / А.А. Халиков, А.Ю. Вавилов, Р.Х. Сагидуллин, Т.В. Найденова // Актуальные вопросы судебной медицины при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. науч.-практ. статей. – Казань, 2016. – Вып. 7. – С. 244-255.
6. Подоляко В.П. Диагностические возможности показателей динамометрии при решении вопроса о давности наступления смерти // Судебно-медицинская экспертиза. – 1998. – № 1. – С. 3-6.
7. Витер В.И. О возможности количественной характеристики цвета кровоподтека при определении давности его образования / В.И. Витер, А.В. Литвинов, С.В. Чирков // Фундаментальные исследования. – 2014. - № 10-5. – С. 869-872.
8. Витер В.И. Судебно-медицинская диагностика давности происхождения кровоподтеков / В.И. Витер, А.В. Литвинов. – Ижевск-Курган, 2014. – 220 с.
9. Бакулев С.Н. О методике исследования трупных пятен // Судебно-медицинская экспертиза. - 1965. – № 3. – С. 30-33.
10. Кононенко В.И. Комплексное физико-химическое исследование трупных пятен



(судебно-медицинская оценка динамики их развития): автореф. дис... докт. мед. наук (14.00.24). – Харьков, 1971. – 40 с.

11. Хохлов В.В. Судебная медицина: руководство. - Издание третье. – Смоленск, 2010. – 992 с.

12. Бирючевский А.Д. Проблемы восприятия и оценки цвета в судебной медицине / А.Д. Бирючевский [и др.] // Проблемы экспертизы в медицине. - 2009. – Т. 9. – № 2-3 (34-35). – С. 37-39.

13. Гордюхина С.С. Экспериментальные исследования относительной спектральной чувствительности органа зрения / С.С. Гордюхина, А.А. Григорьев // Тез. докл. конференции «Молодые светотехники России» 12 ноября 2010 г. – М.: Вигма, 2010. – С. 54-56.

14. Лютов В.П. Цветоведение и основы колориметрии. Учебное пособие. - 2-е издание, дополненное и переработанное / В.П. Лютов, П.А. Четвёркин, Г.Ю. Головастикова. – М.: Юрлитинформ, 2015. – 240 с.

15. Stam B. 3D finite compartment modeling of formation and healing of bruises may identify methods for age determination of bruises / B. Stam, M.J.C. van Gemert, T.G. van Leeuwen, M.C.G. Aalders // Medical & Biological Engineering & Computing. - 2010. – 48 (9). – P. 911-921.