

УДК 340.624.1:616-003.214:612.117.5

## РАСЧЕТНЫЙ СПОСОБ УСТАНОВЛЕНИЯ ДАВНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КРОВОПОДТЕКА НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ ФОРМАЛИЗАЦИИ ЕГО ЦВЕТА

<sup>1</sup>Вавилов А.Ю., <sup>2</sup>Литвинов А.В., <sup>3</sup>Чирков С.В.

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

<sup>2</sup>ГКУ «Курганское областное бюро судебно-медицинской экспертизы», Курган, e-mail: a.litkur@mail.ru;

<sup>3</sup>ГКУЗ ХМАО-Югры «Бюро судебно-медицинской экспертизы», Ханты-Мансийск, e-mail: sudmedm@yandex.ru

Цифровым способом осуществлялась формализация цвета кровоподтека по цветовой шкале RGB с переводом полученных значений в цветовое пространство YCrCb. Исследования выполнены на трупном материале. Изучены 2670 трупов мужчин и женщин европейского типа внешности в возрасте от 18 до 84 лет. Исследовательская база составляла 2783 изображения кровоподтека. Изучались цифровые характеристики цвета периферической и центральной частей кровоподтеков. Результаты статистического анализа показали, что цифровые характеристики кровоподтека (цвет, яркость, насыщенность) с высокой степенью достоверности зависят от давности механической травмы, приведшей к образованию повреждения мягких тканей тела человека. Разработан способ, позволяющий объективным путем оценить цвет повреждения и произвести математический расчет давности травмы. Математические формулы представлены в статье. Процедура расчета иллюстрирована на примере практической судебно-медицинской экспертизы.

**Ключевые слова:** кровоподтек, давность, цвет, цифровая формализация, расчет

## THE WAY OF THE ESTABLISHMENT OF PRESCRIPTION OF FORMATION OF THE BRUISE BASED ON DIGITAL FORMALIZATION OF ITS COLOR

<sup>1</sup>Vavilov A.Y., <sup>2</sup>Litvinov A.V., <sup>3</sup>Chirkov S.V.

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

<sup>2</sup>The Kurgan regional bureau of a forensic medical examination, Kurgan, e-mail: a.litkur@mail.ru;

<sup>3</sup>The forensic medical examination Bureau», Khanty-Mansiysk, e-mail: sudmedm@yandex.ru

The digital way carried out formalization of color of a bruise on color scale RGB with transfer of the received values in color space YCrCb. Researches executed on a cadaveric material. 2670 corpses of men and women of the European type of appearance at the age at 18 to 84 years are studied. The research base made 2783 images of a bruise. Digital characteristics of color of peripheral and central parts of bruises studied. Results of the statistical analysis have shown that digital characteristics of a bruise (color, brightness, a saturation) with high degree of reliability depend on prescription of the mechanical trauma, which has led to formation of damage of soft fabrics of a body of the person. The way-allowing objective by to estimate color of damage is developed and to make mathematical calculation of prescription of a trauma. Mathematical formulas presented in article. Calculation procedure is illustrated an example of a practical forensic medical examination.

**Keywords:** a bruise, prescription, color, digital formalization, calculation

Установление давности внешнего травматического воздействия является одним из важнейших вопросов, подлежащих решению в ходе проведения судебно-медицинской экспертизы пострадавших, обвиняемых и других лиц, а также в ходе исследования трупа с телесными повреждениями [2, 3]. Применительно к кровоподтекам, являющимся объективным признаком травмы, суждение о давности их формирования осуществляется преимущественно на основании оценки морфологических особенностей конкретного повреждения (чаще всего, его цвета), оцениваемого экспертом визуально, исходя из известных литератур-

ных данных, личного опыта и личностных особенностей восприятия предметов и явлений окружающего его мира [5, 7, 9].

Таким образом, в основу формирования объективного экспертного заключения оказываются положены данные, полученные субъективным путем, что может существенно снизить ценность «Заключения эксперта» для следствия и суда [5, 8]. Выходом из сложившейся затруднительной ситуации является разработка и применение в судебно-медицинской экспертизе методов, основанных на объективном, количественном анализе внешних морфологических особенностей исследуемых кровоподтеков [8],

что в полной мере соответствует концепции «доказательной медицины».

**Цель исследования** – повышение объективности и точности судебно-медицинской диагностики давности внешнего травматического воздействия на мягкие ткани человека, сопровождавшегося формированием кровоподтека, применением инструментальной фотографической фиксации и цифровой оценки и формализации его цвета.

### Материал и методы исследования

Объективная фиксация внешнего вида поврежденных мягких тканей фотографическим способом проведена на базе Курганского областного бюро судебно-медицинской экспертизы и Бюро судебно-медицинской экспертизы Удмуртской Республики. Исследование осуществлено на трупном материале – 2670 трупов мужчин и женщин европейского типа внешности в возрасте от 18 до 84 лет, проходивших судебно-медицинское исследование (экспертизу) в период 2010–2012 гг. Фотографированию подлежали трупы, имеющие на теле кровоподтеки различной

локализации, давности и, соответственно, цвета повреждений. После отбора наиболее качественных фотографий (с правильной цветопередачей, достаточно резких и малошумных) исследовательская база составила 2783 изображения кровоподтека.

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к судебно-медицинской цветной фотографии [10, 11], в каждом кадре находилась образец (эталон) цвета.

Анализ полученных цифровых изображений кровоподтеков производился с помощью программ, свободно распространяемых для некоммерческого использования – просмотрщик изображений *IrfanView* и программа анализа цвета пикселя экрана *ColorPix*.

Цветное изображение тела пострадавшего человека открывалось в программе *IrfanView*, соответствующим образом, удобным для пользователя, кадрировалось, затем с помощью *ColorPix* последовательно анализировались эталон цвета на фотоизображении (для проверки правильности цветопередачи) и собственно цвет кровоподтека. На фотоизображении выбирался центральный участок кровоподтека и его периферическая зона, в пяти точках которых с помощью *ColorPix* оценивался цвет по шкале RGB (рис. 1).

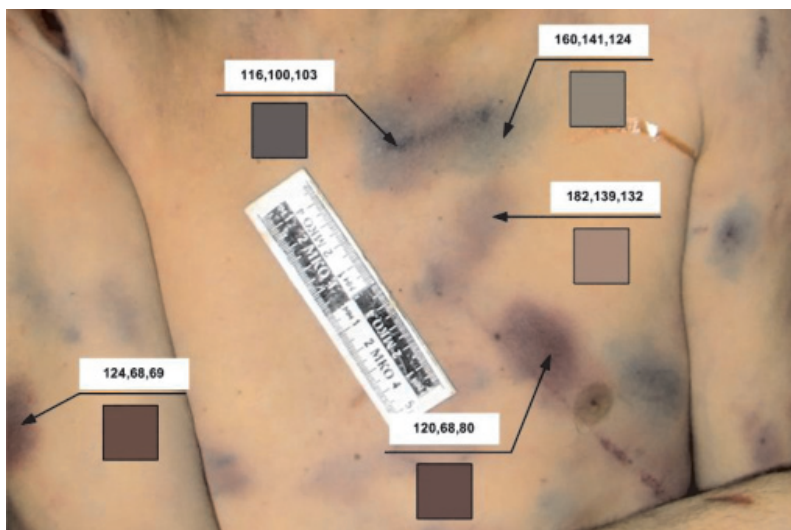


Рис. 1. Фотография передней поверхности трупа с повреждениями (кровоподтеками) и цифровыми их характеристиками (RGB-кодами)

В последующем RGB-коды центрального и периферического отделов кровоподтеков переводились в пространство цветовой модели *YCrCb* и, после соответствующей группировки (по полу, возрасту, давности повреждения, давности смерти и т.д.) анализировались статистически.

Обработка результатов исследований производилась в соответствии с правилами, рекомендованными к применению в биологических и медицинских научных работах [1, 6]. Использовались описательные статистики, корреляционный, регрессионный и сравнительный анализы. Для получения итогового математического выражения, учитывающего множественные влияния учитываемых факторов, использован интеллектуальный анализ данных с использованием системы искусственного интеллекта *PolyAnalyst* [4].

### Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что анализируемые цифровые характеристики цвета кровоподтека (цвет, яркость, насыщенность) с высокой степенью достоверности зависят от давности травмы. Это позволило сделать вывод о перспективности цифровой объективизации цвета кровоподтека, облегчающей процедуру его формализации (наименования) и использования наименования цвета для целей диагностики давности внешнего травматического воздействия. Необходимо отметить, что проводимая таким способом

формализация наименования цвета в данном случае носит абсолютно объективный характер и не зависит от личностных свойств лица, проводящего данное исследование.

Разработана методика, позволяющая оценить давность внешнего травматического

воздействия, приведшего к появлению кровоподтеков мягких тканей пострадавшего:

RGB-коды центрального и периферического участков кровоподтека переводятся в цветовую модель YCrCb путем пересчета по формулам

$$\begin{aligned} Y &= 0,299 \cdot R + 0,587 \cdot G + 0,114 \cdot B; \\ Cr &= 0,500 \cdot R - 0,419 \cdot G + 0,081 \cdot B; \\ Cb &= -0,169 \cdot R - 0,331 \cdot G + 0,500 \cdot B, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $Y$  – яркость пикселя цифрового изображения, ед.;  $Cr$  – величина красной цветоразностной компоненты, ед.;  $Cb$  – величина синей цветоразностной компоненты, ед.;  $R$  – величина красной составляющей цвета изображения, ед.;  $G$  – величина зеленой составляющей цвета изображения, ед.;  $B$  – ве-

личина синей составляющей цвета изображения, ед.

Указанные характеристики рассчитываются для периферических и центральных отделов повреждения соответственно.

Непосредственная давность кровоподтека рассчитывается по формуле

$$DTR_a = 0,495 \cdot Y_{\text{центр}} - 1,656 \cdot Cr_{\text{центр}} + 0,615 \cdot Y_{\text{периф}} - 0,514 \cdot Cb_{\text{периф}} - 56,219, \quad (2)$$

где  $DTR_a$  – расчетная давность кровоподтека, ч;  $Y_{\text{периф}}$  – компонента  $Y$  периферии кровоподтека, знач.;  $Y_{\text{центр}}$  – компонента  $Y$  центра кровоподтека, знач.;  $Cb_{\text{периф}}$  – компонента  $Cb$  периферии кровоподтека,

знач.;  $Cr_{\text{центр}}$  – компонента  $Cr$  центра кровоподтека, знач.

Затем рассчитываются границы, в которых с вероятностью более 95% находится искомая давность внешнего травматического воздействия:

$$0,592 \cdot DTR_a - 6,464 \leq DTR \leq 0,958 \cdot DTR_a + 7,857, \quad (3)$$

где  $DTR_a$  – расчетное значение давности травмы, ч;  $DTR$  – реальное значение давности травмы, ч.

После оценки цифрового выражения цвета кровоподтека эксперт формулирует свое заключение в форме следующего суждения: «Учитывая цифровые характеристики цвета кровоподтека в его центральной области (значение по цветовой модели RGB равно – указывается значение) и на периферии (значение по цветовой модели RGB равно – указывается значение), считаю, что с вероятностью более 95% давность формирования повреждения находится в пределах (указываются границы) часов до момента его фотофиксации».

**Пример:** Мужчина 68 лет в ходе конфликта, возникшего в процессе употребления спиртных напитков, получает повреждения в виде кровоподтеков и ссадин лица, туловища и конечностей, закрытой черепно-мозговой травмы в виде ушиба головного мозга с формированием внутримозговой гематомы. Смерть наступила в лечебном учреждении г. Ижевска через 52 часа после травмы.

Произведена фотографическая фиксация повреждений на трупе. Исследованию по цифровой формализации цвета кровоподтеков был подвергнут снимок передней поверхности тела пострадавшего. Фрагмент

снимка, содержащий кровоподтеки верхней трети передней поверхности грудной клетки, представлен на рис. 2.

С помощью программы «ColorPix» установлены значения RGB-кодов центрального и периферического отделов кровоподтека. Полученные значения RGB-кодов переведены в цветовое пространство YCrCb по формуле (1). Затем произведены расчеты давности кровоподтека по формуле (2) и определение границ, в которых с достоверностью более 95% находится искомое время травмы, по формуле (3).

В процессе расчета установлено, что объективно установленными границами давности анализируемого кровоподтека является интервал 26,3–61,0 часов до момента фотофиксации повреждений на трупе, что полностью соответствует информации, имевшейся в распоряжении эксперта на момент исследования мертвого тела.

Сформировано экспертное суждение: «Учитывая цифровые характеристики цвета кровоподтека в его центральной области (значение по цветовой модели RGB равно 182; 120; 105) и на периферии (значение по цветовой модели RGB равно 213; 172; 126), считаю, что с вероятностью более 95% давность формирования повреждения находится в пределах 26,3–61,0 часов до момента его фотофиксации».

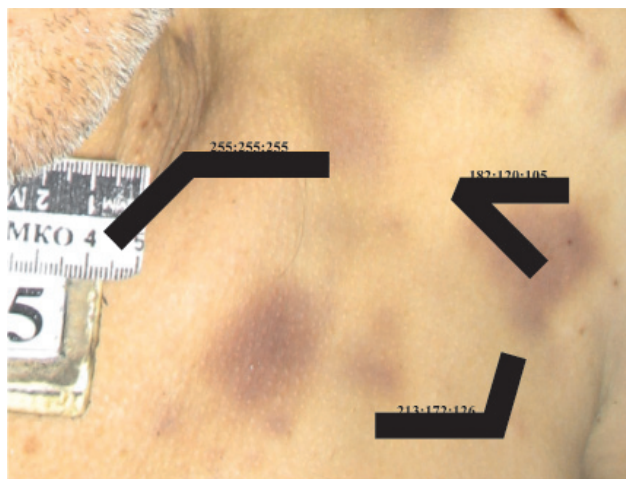


Рис. 2. Фотография верхней трети грудной клетки слева (стрелками указаны контроль цвета, цвет центра кровоподтека и его периферии)

### Выводы

1. Создана методика фотофиксации и компьютерной оценки цвета кровоподтека, что позволяет количественно характеризовать его особенности на основе цветовой модели RGB с переводом в цветовое пространство  $YCrCb$ , что объективизирует экспертное описание и оценку повреждения [5].

2. Алгоритм цифровой фотофиксации, формализация цвета кровоподтека и его количественная характеристика повышают точность диагностики давности механической травмы с объективным определением по представленным оригинальным математическим выражениям границ интервала, в котором с вероятностью более 95% находится искомое время травмы.

### Список литературы

1. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М., 1998. – 1022 с.
2. Акопов В. И. Судебная медицина. Практическое пособие для юристов и врачей. – 2-е изд. – М., 2003. – 448 с.
3. Ананьев Г.В. Установление давности происхождения кровоподтеков при судебно-медицинской экспертизе живых лиц: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1987. – 38 с.
4. Вегеле В. PolyAnalyst – новинка Data Mining // Компьютерра. – М., 1996. – № 27. – С. 41–42.
5. Витер В.И., Литвинов А.В. Судебно-медицинская диагностика давности происхождения кровоподтеков: монография. – Ижевск-Курган, 2014. – 220 с.
6. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. / под ред. Н.Е. Бузикашвили, Д.В. Самойлова. – М., 1999. – 459 с.
7. Литвинов А.В., Витер В.И., Вавилов А.Ю. О необходимости цифровой стандартизации оценки цвета в практике судебно-медицинских экспертиз // Проблемы экспертизы в медицине. – Ижевск, 2013. – № 3. – С. 33–36.
8. Литвинов А.В., Витер В.И., Вавилов А.Ю. О формализации наименования цвета в судебно-медицинской диагностике давности образования кровоподтеков // Проблемы экспертизы в медицине. – Ижевск, 2014. – № 2–3. – С. 13–16.
9. Литвинов А.В., Витер В.И., Вавилов А.Ю. Ретроспективный анализ и обоснование перспектив объективизации исследования кровоподтеков у живых лиц // Проблемы экспертизы в медицине. – Ижевск, 2014. – № 1. – С. 23–27.
10. Шишкин Ю.Ю. Цифровые технологии исследования изображений как средство судебно-медицинской диа-

гностики повреждений кожи: дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2005. – 198 с.

11. Шишкин Ю.Ю., Калинин Р.В. Применение цифровой фотографии для объективной оценки морфологических изменений кожи // Вестник РГМУ. Периодический медицинский журнал. – М.: РГМУ, 2005. – № 3 (42). – С. 195.

### References

1. Ajvazjan S.A., Mhitarjan V.S. The applied statistics and bases of econometrics. M, 1998. 1022 p.
2. Akopov V.I. Forensic medicine. The practical grant for lawyers and doctors. M., 2003. 448 p.
3. Ananiev G.V. Determination of prescription of an origin of bruises at a forensic medical examination of live persons: autoref. diss ... doct. med. sciences. M., 1987. 38 p.
4. Vegele V. PolyAnalyst Novelty Data Mining // Computerra. M., 1996. no. 27. pp. 41–42.
5. Viter V.I., Litvinov A.V. Medicolegal diagnostics of prescription of an origin of bruises (Monography). Izhevsk-Kurgan, 2014. 220 p.
6. Glans S. Medico-biological statistics. M, 1999. 459 p.
7. Litvinov A.V., Viter V.I., Vavilov A.Y. About necessity of digital standardization of an estimation of colour for practice of forensic medical examinations // Medical examination problems. Izhevsk, 2013. no. 3. pp. 33–36.
8. Litvinov A.V., Viter V.I., Vavilov A.Y. About formalization of the name of color in medicolegal diagnostics of prescription of formation of bruises // Medical examination problems. Izhevsk, 2014. no. 2–3. pp. 13–16.
9. Litvinov A.V., Viter V.I., Vavilov A.Y. Retrospective the analysis and a substantiation of prospects of objectification of researches of bruises at live persons // Medical examination problems. Izhevsk, 2014. no. 1. pp. 23–27.
10. Shishkin Y.Y. Digital technology of research of images as means of medicolegal diagnostics of damages of a skin: diss. ... doct. med. sciences. M., 2005. 198 p.
11. Shishkin Y.Y., Kalinin R.V. Application of a digital photo for an objective estimation of morphological changes of a skin // Bulletin of RGMU. Periodic medical magazine. M.: RGMU, 2005. no. 3 (42). pp. 195.

### Рецензенты:

Витер В.И., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой судебной медицины, ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Ижевск; Поздеев А.Р., д.м.н., доцент кафедры судебной медицины, ГБОУ ВПО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России, г. Ижевск.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.