

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm699>

Определение давности образования травматических кровоизлияний в судебно-медицинской практике: обзор литературы

А.В. Плигин¹, М.А. Кислов², А.В. Максимов¹, В.А. Клевно¹

¹ Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского,
Москва, Российская Федерация

² Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),
Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Определение давности образования травматических кровоизлияний является одной из важных задач судебно-медицинской экспертизы. Представленный обзор литературы касается состояния изучения данной проблемы.

Травматические кровоизлияния, наиболее частые повреждения, с которыми сталкивается на практике судебно-медицинский эксперт, образуются в результате скопления крови в очаге повреждения вследствие разрыва сосудов. Традиционно ведущими методами для установления возраста образования травматических воздействий являются макроскопия, колориметрия, рентгенография, импедансометрия, ультразвукография, инфракрасная термометрия, спектрофотометрия и др. Сложности применения инструментальных методов связаны с эксплуатацией приборов, высокой стоимостью оборудования, а зачастую с противоречивым мнением авторов, не позволяющим выбрать определённый метод.

Среди множества предложенных методик преимущество отдаётся тем, которые анализируют основную характеристику кровоподтёка — цвет. Для объективизации цвета активно ведётся работа над развитием технологий спектроскопии, способных определять спектр веществ, неподвластных человеческому глазу. Перспективным подходом для установления давности образования травматических кровоизлияний может стать метод гиперспектральной спектроскопии за счёт одновременного фиксирования изображения кровоподтёка и получения спектральных, в том числе пространственных данных исследуемого участка кожи. Целесообразность применения гиперспектральных технологий в судебно-медицинской практике заключается в неинвазивности исследования, безвредности для живых лиц, компактности прибора, а также перспективности изучения прижизненности кровоподтёков у трупов.

Проведённый анализ литературы показывает необходимость исследования возможностей данного метода.

Ключевые слова: кровоизлияния; давность повреждений; цвет; гиперспектральная спектроскопия.

Как цитировать

Плигин А.В., Кислов М.А., Максимов А.В., Клевно В.А. Определение давности образования травматических кровоизлияний в судебно-медицинской практике: обзор литературы // *Судебная медицина*. 2022. Т. 8, № 1. С. 51–57. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm699>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm699>

The problems of determining of the age of bruises by modern diagnostic methods. Literature review

Anatoly V. Pligin¹, Maksim A. Kislov², Aleksandr V. Maksimov¹, Vladimir A. Klevno¹

¹ Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russian Federation

² The First Sechenov Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Determination of the age of bruises is an important task forensic medicine. The article provide a review of the literature concerning the state of the study of this problem.

Traumatic hemorrhages, the most frequent injuries encountered in practice by a forensic medical expert, are formed as a result of accumulation of blood in the lesion due to rupture of blood vessels. Traditionally, the leading methods for determining the age of traumatic effects are macroscopy, colorimetry, radiography, impedance measurement, ultrasonography, infrared thermometry, spectrophotometry, etc. The difficulties of using instrumental methods are associated with the operation of devices, the high cost of equipment, and often with the contradictory opinion of the authors, which does not allow choosing a certain method.

In various publications, the advantage is given to those methods that analyze color as the main characteristic of a bruise. In order to objectify this characteristic, is actively underway on the development of spectroscopy technologies capable of determining the spectrum of substances beyond the control of the human eye. A promising approach to establish the prescription of traumatic hemorrhages can be the method of hyperspectral spectroscopy by simultaneously capturing the image of a bruise and obtaining spectral, including spatial data of the studied skin area. The expediency of using hyperspectral technologies in forensic medical practice lies in the non-invasiveness of the study, harmlessness to living persons, compactness of the device, as well as the prospects of studying the lifetime of bruises in corpses.

The conducted analysis of the literature creates the need to explore the possibilities of this method.

Keywords: hemorrhages; age of bruises; color; hyperspectral spectroscopy.

To cite this article

Pligin AV, Kislov MA, Maksimov AV, Klevno VA. The problems of determining of the age of bruises by modern diagnostic methods. Literature review. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(1):51–57. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm699>

Received: 01.03.2022

Accepted: 24.03.2022

Published: 15.04.2022

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день травматические кровоизлияния являются наиболее частыми повреждениями, с которыми сталкивается на практике судебно-медицинский эксперт. Они образуются в результате скопления крови в очаге повреждения вследствие разрыва сосудов. Излившаяся в мягкие ткани кровь просвечивает через кожу и становится видимой глазу наблюдателя. Кровоподтёки, полученные от механического воздействия твёрдых предметов, в подавляющем большинстве повторяют форму и размеры травмируемого предмета в виде так называемых штамп-повреждений.

При проведении судебно-медицинской экспертизы телесных повреждений одним из наиболее важных вопросов, задаваемых эксперту работниками следственных органов, является вопрос давности и прижизненности причинения повреждений. Главной проблемой определения давности возникновения кровоизлияний является отсутствие точных и надёжных методов их диагностики.

МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА СЛУЖБЕ СУДЕБНЫХ ЭКСПЕРТОВ

Традиционно ведущим методом для установления давности образования травматических воздействий является макроскопия. Изменения окраски кожи обусловлены сложными биохимическими процессами, а именно превращением гемоглобина и его производных при разрушении эритроцитов. Они чрезвычайно вариабельны и зависят от многих факторов: толщины кожного покрова и степени его васкуляризации, размера и глубины кровоизлияний, области тела, состояния организма потерпевшего [1]. Следует также принимать во внимание индивидуальные особенности эксперта: зрение, опыт и уровень подготовки. По этим же самым причинам отказались от использования шкал цветов, которые могли помочь в объективизации макроскопии. Приблизительные и размытые данные дали импульс к разработке других методов изучения давности образования травматических кровоизлияний.

Улучшить визуальную составляющую изучения цветовых характеристик кровоподтёков помогло их фотографирование с возможностью цифровой обработки на компьютере. Это и легло в основу метода колориметрии, где используется общепринятая система оценки цвета — система RGB (red, green, blue), совпадающая с восприятием глаза человека тех же цветов. Впрочем, последние литературные данные все также указывают на то, что ни визуальная оценка фотографий, ни их обработка в системе RGB не способны эффективно определить возраст кровоподтёка [2].

Помимо давности образования повреждений при судебно-медицинской экспертизе трупов ставится вопрос об их прижизненности. В решении помогает гистологический

метод исследования, основанный на выявлении микроскопических изменений в повреждениях, которые имеют однотипную динамическую последовательность, что позволяет дать временную характеристику патологического процесса [3]. Важную роль играет также иммуногистохимический метод, решающий задачи диагностики прижизненности и давности повреждений с помощью выявления особых маркеров [4]. Данный метод применим, например, в случаях огнестрельных повреждений мягких тканей и прижизненности странгуляционной борозды при повешении.

В настоящее время в судебно-медицинской экспертизе не нашли широкого применения инструментальные методы исследования. Вместе с тем развитие медицинских технологий, особенно в биохимии и биофизике, позволяет создавать новые подходы в диагностике образования повреждений.

С.Ф. Винтергальтер и П.П. Щеголев в своей работе [5] предложили оценивать кровоподтёки с помощью рентгенографии. Таким образом, появилась возможность определять точную локализацию, распространённость повреждения, в некоторых случаях — сроки нанесения травмы. К сожалению, метод не был востребован в силу низкой информативности.

Предпринимались попытки исследования кровоизлияний при помощи магнитно-резонансной томографии (МРТ) [6]. В рамках пилотного исследования была разработана животная модель (крыса) с целью симуляции очаговых скоплений подкожной крови с последующим воспалением, приводящим к разрушению эритроцитов и образованию гемосидерина. На 1,5 Т и Т2 МРТ-сканере наблюдались чёрные области (гипоинтенсивность), которые, вероятно, были вызваны присутствием гемосидерина. Сложность методики с привлечением гистологического исследования не послужили дальнейшему прогрессу исследования.

М.С. Ковалева и соавт. [7] применили метод импедансометрии с целью определения электрического сопротивления кожи трупа в раннем посмертном периоде. Сравнивая результаты с данными макро- и микроскопии, исследование продемонстрировало достоверную картину давности кровоподтёков, не зависящую от таких показателей, как пол, возраст трупа, величина этанолемии, давность и причина смерти. К отрицательным аспектам метода можно отнести невозможность применения для живых лиц.

Р.М. Газизянова и соавт. [8] в своих исследованиях использовали ультразвуграфию, позволяющую не только фиксировать кровоизлияния в зависимости от периода травматического процесса на основании их различной экзогенности (от анэхогенных до гиперэхогенных), но и оценивать глубину и плотность подкожных кровоизлияний. Однако ограниченность метода заключается в расчёте давности образования кровоподтёка, поэтому широкого распространения на практике он тоже не получил.

Установление сроков причинения повреждений с помощью фиксации их температуры предложила

С.А. Кононова [9], разработав методику на основе дистанционной инфракрасной термометрии, которую также можно использовать как экспресс-метод. Тепловизором фиксируется область кровоизлияния вместе с неповрежденной областью, далее происходит компьютерная обработка термограмм экспертом с определением точной области, вычислением давности травматического воздействия и установлением факта бывшего травматического воздействия на мягкие ткани даже при отсутствии наружных проявлений. Но на точность самого метода может влиять много факторов, в частности собственная температура пациента и помещения, наличие ламп, не создающих интенсивных тепловых полей.

Несмотря на многообещающие результаты, вопрос о необходимости интеграции этих методов остаётся открытым. Они не учитывают цвет кровоизлияний как ключевой признак в определении сроков давности повреждений. Так, А.В. Коковихин [10] отмечает важность измерения количественной характеристики цвета с помощью колориметрии и спектроскопии.

Спектроскопия в судебной медицине получила широкое распространение, являясь неинвазивным и неразрушающим методом анализа. В судебно-медицинской криминалистике нашла применения спектроскопия рассеянного света (рамановская) для идентификации красок, чернил, полимерных плёнок, различных волокон, стёкол, взрывчатых, наркотических, отравляющих веществ, биологических жидкостей, тканей, волос и костей. Лучи света определённой длины волны при пропускании их через исследуемое вещество рассеиваются, затем собираются в один пучок и пропускаются через светофильтр, который отделяет интенсивные лучи от рассеянных, направляя их на детектор, фиксирующий их колебания. Таким образом, по уникальным для каждой молекулы частоте колебания определяются состав смеси и функциональные группы веществ [11].

L. Ortiz-Herrero и соавт. [12], объединив два неразрушающих метода — рамановскую спектроскопию и хемиметрию, построили модель, способную более точно определять посмертный интервал (postmortem interval, PMI) при обнаружении человеческих скелетных останков.

В практике используется инфракрасная Фурье-спектроскопия, преимуществами которой являются проведение исследования в ближней и дальней волновой области спектра, а также возможность объединения с другими аналитическими методами, например с газовой хроматографией, которая активно эксплуатируется в судебно-химических лабораториях [13].

S. Mimasaka [14], обратив внимание на проблему установления давности побоев у детей, предложил использовать спектрофотометрию с возможностью оцифровки цветных снимков кожных покровов с получением доказательств одновременного наличия старых и свежих кровоподтёков. Ещё одна методика с применением криминалистических фонарей с источником ультрафиолетового

излучения улучшала визуализацию выцветающих кровоподтёков, в том числе приобретающих трудноразличимый невооружённым глазом желтоватый оттенок.

V.K. Hughes и соавт. [15] впервые применили спектрофотометрию отражения для демонстрации присутствия гемоглобина и измерения его деградации в кровоподтёках у живых людей.

A. Marin и соавт. [16] проводили исследования спектроскопии диффузного отражения в видимом диапазоне, объединив её с импульсной фототермической радиометрией, что позволило совместить температурные показатели и данные спектрального анализа в одну единую математическую модель.

V. Mesli и соавт. [17] предложили измерять возраст кровоподтёков билирубинометром. Для этого обследуемым проводились ежедневные измерения кровоподтёков и неповрежденной кожи. Значения билирубина, измеряемые этим прибором, увеличивались и достигали пика на 4–5-й день после травмы и не снижались раньше 3-го дня. Исследование по причине малой выборки группы обследуемых, как заявляют авторы, требует доработки.

Все вышеперечисленные методы при существенной пользе имели схожую проблему — отсутствие пространственных данных спектра изображения. Существует разница между областями внутри кровоподтёка, что не допускает их сравнение и может маскировать наличие продуктов распада гемоглобина.

B. Stam и соавт. [18] первыми представили 3D-модель пространственной кинетики гемоглобина и билирубина во время образования и заживления кровоподтёков. Сравнивая модель с естественными неоднородными кровоподтёками, было найдено сходство в динамике процессов, что позволяет их объединить для датирования повреждения. Но моделирование процессов в кровоподтёке не всегда может отразить точную ситуацию в реальном времени, что требует дальнейшего изучения этого вопроса.

Введение в медицинскую практику гиперспектральных технологий, в частности в хирургии, онкологии и дерматологии, даёт возможность получить больше информации об исследуемом изображении. Например, можно увидеть точные границы опухоли и здоровых тканей в результате детального различения тканей на основе их спектральных характеристик и цветов.

Инновационным подходом в установлении давности травматических кровоизлияний является метод гиперспектральной спектроскопии рассеянного света, позволяющий одновременно фиксировать изображение кровоподтёка и получать спектральные данные исследуемого участка кожи, в том числе и пространственные. Для того чтобы определить время травматического кровоизлияния, необходимо с помощью гиперспектральной камеры измерить уровень хромофоров: окси- и дезоксигемоглобина, билирубина, биливердина, а также пигмента кожи — меланина, длины волн которых уже известны.

Г. Раупе и соавт. [19] в своём опыте определения давности образования кровоподтёков наглядно продемонстрировали потенциал гиперспектральной визуализации, сравнивая её со спектрофотометрией отражения и фотографированием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, имеющиеся в большом количестве исследовательские работы, посвящённые установлению давности образования травматических кровоизлияний с помощью инструментальных методов, не находят своего отражения на практике. Во многом это связано со сложностью эксплуатации приборов, высокой стоимостью оборудования, а зачастую с противоречивым мнением авторов, не позволяющим выбрать определённый метод. В совокупности указанные обстоятельства приводят к тому, что эксперту приходится прибегать к макроскопии повреждений, о негативных аспектах которой было указано ранее.

Из множества исследований актуальность сохраняется у методов, способных использовать в качестве основной характеристики цвет кровоподтёка. Гиперспектральная спектроскопия повреждений, по нашему мнению, смогла бы повысить точность определения давности образования травматических кровоизлияний. Целесообразность её применения в судебно-медицинской практике заключается в неинвазивности исследования, безвредности для живых лиц, компактности прибора, а также перспективности изучения прижизненности кровоподтёков у трупов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьев Г.В. Установление давности происхождения кровоподтеков при судебно-медицинской экспертизе живых лиц: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Москва, 1987. 38 с.
2. Grossman S.E., Johnston A., Vanezis P., Perrett D. Can we assess the age of bruises? An attempt to develop an objective technique // *Med Sci Law*. 2011. Vol. 51, N 3. P. 170–176. doi: 10.1258/msl.2011.010135
3. Спиридонов В.А., Хромова А.М., Александрова Л.Г., и др. Гистологические критерии определения давности повреждения мягких тканей при механической травме: учебное пособие. Казань, 2019. 41 с.
4. Богомолов Д.В., Федулова М.В., Куприянова Д.Д., и др. Судебно-медицинская диагностика прижизненности и давности повреждения мягких тканей гистологическими методами (второе издание). Методические рекомендации. Москва, 2021.
5. Винтергальтер С.Ф., Щеголев П.П. Значение рентгенологического исследования кровоподтеков в судебно-медицинской практике // *Судебно-медицинская экспертиза*. 1962. № 4. С. 3–6.
6. Langlois N.E., Ross C.G., Byard R.W. Magnetic resonance imaging (MRI) of bruises: a pilot study // *Forensic Sci Med Pathol*. 2013. Vol. 9, N 3. P. 363–366. doi: 10.1007/s12024-013-9456-0
7. Ковалева М.С., Халиков А.А., Вавилов А.Ю. Определение давности образования кровоподтеков методом импедансометрии // *Проблемы экспертизы в медицине*. 2006. № 3. С. 15–19.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Исследование и публикация статьи осуществлены на личные средства авторского коллектива.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. А.В. Плигин, А.В. Максимов — сбор данных, написание черновика рукописи; А.В. Максимов, В.А. Клевно, М.А. Кислов — научная редакция рукописи, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. The study had no sponsorship.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. A.V. Pligin, A.V. Maksimov — data collection, draftig of the manuscript; A.V. Maksimov, V.A. Klevno, M.A. Kislov — critical revision of the manuscript for important intellectual content, review and approve the final manuscript. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

8. Газизянова Р.М., Ключкин И.В., Нигметзянова Э.М. Прижизненная ультрасонография кровоподтеков для целей судебно-медицинской практики: актуальность проблемы и пути ее решения // *Вестник современной клинической медицины*. 2013. Т. 6, № 2. С. 55–59.
9. Кононова С.А. Диагностика давности телесных повреждений бесконтактным термометрическим методом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2010. 29 с.
10. Коковихин А.В. Цвет, колориметрия и световая спектроскопия в судебной медицине // *Проблемы экспертизы в медицине*. 2007. Т. 7, № 2. С. 30–32.
11. Авраменко О.И., Ермакова Т.А., Акатьев В.В., Смирнов К.О. Возможности применения метода спектроскопии комбинационного рассеяния света в экспертизе следов, обнаруженных на месте преступления // *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10: Инновационная деятельность* 2017. Т. 11, № 4. С. 32–39. doi: 10.15688/jvolsu.10.2017.4.5
12. Ortiz-Herrero L., Uribe B., Hidalgo Armas L., et al. Estimation of the post-mortem interval of human skeletal remains using Raman spectroscopy and chemometrics // *Forensic Sci Int*. 2021. Vol. 329. P. 111087. doi: 10.1016/j.forsciint.2021.111087
13. Зорин Ю.В., Лузанова И.С., Светлолобов Д.Ю., Шигеев С.В. Применение ИК-спектроскопии в производстве медико-крими-

налистических экспертиз для решения идентификационных задач бюро судебно-медицинской экспертизы // Судебная медицина. 2019. Т. 5, № 2. С. 42–48. doi: 10.19048/2411-8729-2019-5-2-42-48

14. Мимасака С. Проблема жестокого обращения с детьми в Японии и способы доказательного установления факта побоев у ребенка // Судебная медицина. 2020. Т. 6, № 2. С. 31–34. doi: 10.19048/2411-8729-2020-6-2-31-34

15. Hughes V.K., Ellis P.S., Burt T., Langlois N.E. The practical application of reflectance spectrophotometry for the demonstration of haemoglobin and its degradation in bruises // *Clin Pathol*. 2004. Vol. 57, N 4. P. 355–359. doi: 10.1136/jcp.2003.011445

16. Marin A., Verdel N., Milanic M., Majaron B. Noninvasive monitoring of dynamical processes in bruised human skin using diffuse reflectance spectroscopy and pulsed photo-

thermal radiometry // *Sensors*. 2021. Vol. 21, N 1. P. 302. doi: 10.3390/s21010302

17. Mesli V., Le Garff E., Marchand E., et al. Determination of the age of bruises using a bilirubinometer // *Forensic Sci Int*. 2019. Vol. 302. P. 109831. doi: 10.1016/j.forsciint.2019.05.047

18. Stam B., van Gemert M.J., van Leeuwen T.G., Aalders M.C. 3D finite compartment modeling of formation and healing of bruises may identify methods for age determination of bruises // *Med Biol Eng Comput*. 2010. Vol. 48, N 9. P. 911–921. doi: 10.1007/s11517-010-0647-5

19. Payne G., Langlois N., Lennard C., Roux C. Applying visible hyperspectral (chemical) imaging to estimate the age of bruises // *Med Sci Law*. 2007. Vol. 47, N 32. P. 25–32. doi: 10.1258/rsmmsl.47.3.225

REFERENCES

1. Ananyev GV. Establishing the prescription of the origin of bruises during the forensic medical examination of living persons [abstract dissertation]. Moscow; 1987. 38 p. (In Russ).

2. Grossman SE, Johnston A, Vanezis P, Perrett D. Can we assess the age of bruises? An attempt to develop an objective technique. *Med Sci Law*. 2011;51(3):170–176. doi: 10.1258/msl.2011.010135

3. Spiridonov VA, Khromova AM, Alexandrova LG, et al. Histological criteria for determining the prescription of soft tissue damage in mechanical trauma: textbook. Kazan; 2019. 41 p. (In Russ).

4. Bogomolov DV, Fedulova MV, Kupriyanova DD, et al. Forensic diagnostics of the lifetime and prescription of soft tissue damage by histological methods (second edition). Methodological recommendations. Moscow; 2021. (In Russ).

5. Wintergalter SF, Shchegolev PP. The significance of X-ray examination of bruises in forensic medical practice. *Forensic medical examination*. 1962;(4):3–6. (In Russ).

6. Langlois NE, Ross CG, Byard RW. Magnetic resonance imaging (MRI) of bruises: a pilot study. *Forensic Sci Med Pathol*. 2013;9(3):363–366. doi: 10.1007/s12024-013-9456-0

7. Kovaleva MS, Khalikov AA, Vavilov AYu. Determination of the prescription of bruising formation by the method of impedance measurement. *Problems of expertise in medicine*. 2006;(3):15–19. (In Russ).

8. Gazizyanova RM, Klyushkin IV, Nigmatzyanova EM. Lifetime ultrasonography of bruises for the purposes of forensic medical practice: the relevance of the problem and ways to solve it. *Bulletin of Modern Clinical Medicine*. 2013;6(2):55–59. (In Russ).

9. Kononova SA. Diagnosis of prescription of bodily injuries by non-contact thermometric method [abstract dissertation]. Moscow; 2010. 29 p. (In Russ).

10. Kokovikhin AV. Color, colorimetry and light spectroscopy in forensic medicine. *Problems of expertise in medicine*. 2007;7(2):30–32. (In Russ).

11. Avramenko OI, Ermakova TA, Akatiev VV, Smirnov KO. The possibilities of using the Raman spectroscopy method in the examination

of traces found at the crime scene. *Bulletin of the Volgograd State University. Series 10: Innovation Activity*. 2017;11(4):32–39. (In Russ). doi: 10.15688/jvolsu10.2017.4.5

12. Ortiz-Herrero L, Uribe B, Hidalgo Armas L, et al. Estimation of the post-mortem interval of human skeletal remains using Raman spectroscopy and chemometrics. *Forensic Sci Int*. 2021;329:111087. doi: 10.1016/j.forsciint.2021.111087

13. Zorin YuV, Ruzanova IS, Svetlobovo DYu, Shigeev SV. Application of IR spectrometry in the production of medical and forensic examinations for solving identification tasks of the Bureau of Forensic Medical examination. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2019;5(2):42–48. (In Russ). doi: 10.19048/2411-8729-2019-5-2-42-48

14. Mimasaka S. The problem of child abuse in Japan and ways of evidentiary establishment of the fact of beatings in a child. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2020;6(2):31–34. (In Russ). doi: 10.19048/2411-8729-2020-6-2-31-34

15. Hughes VK, Ellis PS, Burt T, Langlois NE. The practical application of reflectance spectrophotometry for the demonstration of haemoglobin and its degradation in bruises. *Clin Pathol*. 2004;57(4):355–359. doi: 10.1136/jcp.2003.011445

16. Marin A, Verdel N, Milanic M, Majaron B. Noninvasive monitoring of dynamical processes in bruised human skin using diffuse reflectance spectroscopy and pulsed photothermal radiometry. *Sensors*. 2021;21(1):302. doi: 10.3390/s21010302

17. Mesli V, Le Garff E, Marchand E, et al. Determination of the age of bruises using a bilirubinometer. *Forensic Sci Int*. 2019;302:109831. doi: 10.1016/j.forsciint.2019.05.047

18. Stam B, van Gemert MJ, van Leeuwen TG, Aalders MC. 3D finite compartment modeling of formation and healing of bruises may identify methods for age determination of bruises. *Med Biol Eng Comput*. 2010;48(9):911–921. doi: 10.1007/s11517-010-0647-5

19. Payne G, Langlois N, Lennard C, Roux C. Applying visible hyperspectral (chemical) imaging to estimate the age of bruises. *Med Sci Law*. 2007;47(32):25–32. doi: 10.1258/rsmmsl.47.3.225

ОБ АВТОРАХ

* **Плигин Анатолий Викторович**, аспирант;
адрес: Россия, 129110, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0238-2968>;
eLibrary SPIN: 4958-2230; e-mail: ij298@yandex.ru

Клевно Владимир Александрович, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5693-4054>;
eLibrary SPIN: 2015-6548; e-mail: vladimir.klevno@yandex.ru

Максимов Александр Викторович, д.м.н.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1936-4448>;
eLibrary SPIN: 3134-8457; e-mail: maksimov@sudmedmo.ru

Кислов Максим Александрович, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9303-7640>;
eLibrary SPIN: 3620-8930; e-mail: kislov@1msmu.ru

AUTHORS' INFO

* **Anatoly V. Pligin**, MD, Graduate Student;
address: 61/2, Shepkina street, Moscow, 129110, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0238-2968>;
eLibrary SPIN: 4958-2230; e-mail: ij298@yandex.ru

Vladimir A. Klevno, MD, Dr. Sci. (Med), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5693-4054>;
eLibrary SPIN: 2015-6548; e-mail: vladimir.klevno@yandex.ru

Aleksandr V. Maksimov, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1936-4448>;
eLibrary SPIN: 3134-8457; e-mail: maksimov@sudmedmo.ru

Maksim A. Kislov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9303-7640>;
eLibrary SPIN: 3620-8930; e-mail: kislov@1msmu.ru

* Автор, ответственный за переписку / The author responsible for the correspondence