

УДК 615.015.16:612.563(07)

DOI: <https://doi.org/10.17816/phbn641856>

Инфракрасная видеозапись динамики локальной температуры кожи пациента в месте инъекции как перспективный диагностический документ (в память о профессоре Эдварде Фрэнсисе Джоне Ринге)

А.Л. Ураков^{1, 2}¹ Ижевская государственная медицинская академия, Ижевск, Россия;² Институт термологии, Ижевск, Россия

АННОТАЦИЯ

Некоторые лекарственные средства в форме раствора для инъекции, считающиеся сегодня качественными, до сих пор вызывают постинъекционные некрозы и абсцессы. Факторы, способствующие появлению этих локальных постинъекционных осложнений, до конца не установлены, поэтому угроза развития некрозов и абсцессов в местах инъекций лекарств сохраняется. В начале XXI в. было установлено, что предвестником развития постинъекционного некроза и абсцесса является очаг яркой выраженной и стойкой локальной гипертермии, формирующийся вокруг прокола кожи инъекционной иглой в месте инъекции лекарственного раствора и сохраняющийся дольше 3–5 мин. В связи с этим для своевременной диагностики предвестника локальных постинъекционных осложнений с целью своевременного их предотвращения было предложено осуществлять тепловизионную регистрацию локальной температуры кожи пациентов в местах инъекций лекарственных препаратов. Тепловизионный мониторинг инфракрасного излучения кожи пациентов в местах лекарственных инъекций как способ оценки их безопасности впервые был предложен при катетеризации подкожных вен в 2009 г. в России. В то время тепловизоры обеспечивали получение только отдельных цветных фотоснимков и только с интервалом в несколько десятков секунд между ними. Непосредственная тепловизионная видеорегистрация была невозможна. Первая видеозапись динамики локальной температуры выбранной части поверхности тела пациента была сделана с экрана тепловизора с помощью цифровой кинокамеры. Такой фильм как перспективный диагностический документ был впервые публично продемонстрирован в 2013 г. в Варшаве на международном семинаре. Первый патент на тепловизионную видеорегистрацию динамики локальной температуры поверхности тела пациента при медицинской помощи как диагностический документ, архивируемый в цифровом варианте в индивидуальном USB-флеш-накопителе, был выдан в России в середине 2017 г.

Ключевые слова: лекарство; инъекция; постинъекционный инфильтрат; абсцесс; некроз; локальная гипертермия; инфракрасная визуализация.

Как цитировать

Ураков А.Л. Инфракрасная видеозапись динамики локальной температуры кожи пациента в месте инъекции как перспективный диагностический документ (в память о профессоре Эдварде Фрэнсисе Джоне Ринге) // Психофармакология и биологическая наркология. 2024. Т. 15, № 4. С. 325–335. DOI: <https://doi.org/10.17816/phbn641856>

DOI: <https://doi.org/10.17816/phbn641856>

Infrared video recording of local skin temperature changes at the injection site as a prospective diagnostic document (in memory of Professor Edward Francis John Ring)

Aleksandr L. Urakov^{1, 2}

¹ Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia;

² Institute of Thermology, Izhevsk, Russia

ABSTRACT

Despite advancements in drug formulation and administration, some injectable drugs currently considered high-quality continue to cause post-injection necrosis and abscesses. The factors contributing to these localized complications remain unclear, and the risk of necrosis and abscess at injection sites persists. Early in the 21st century, it was discovered that the precursor to post-injection necrosis and abscess formation is a focus of pronounced and persistent local hyperthermia. This hyperthermic zone forms around the skin puncture made by the injection needle and persists for more than 3–5 minutes. To enable timely diagnosis and prevention of these complications, thermal imaging was proposed as a method for monitoring local skin temperature at injection sites. Thermal monitoring of infrared radiation at injection sites as a drug safety assessment method was first proposed in 2009 in Russia during subcutaneous vein catheterization. At that time, thermal imagers could only capture individual color snapshots at intervals of tens of seconds, making continuous thermal video recording infeasible. The first continuous video recording of the changes in local skin temperature at injection sites was achieved by filming the screen of a thermal imager using a digital video camera. This approach was first presented as a prospective diagnostic document during an international seminar in Warsaw in 2013. Subsequently, the first patent for thermal video recording of dynamic local skin temperature during medical procedures, archived digitally on a USB flash drive, was granted in Russia in mid-2017.

Keywords: drug; injection; post-injection infiltrate; abscess; necrosis; local hyperthermia; infrared imaging.

To cite this article

Uraikov AL. Infrared video recording of local skin temperature changes at the injection site as a prospective diagnostic document (in memory of Professor Edward Francis John Ring). *Psychopharmacology and biological narcology*. 2024;15(4):325–335. DOI: <https://doi.org/10.17816/phbn641856>

ВВЕДЕНИЕ

При госпитальном лечении многих болезней врачи всего мира сегодня отдают предпочтение лекарственным препаратам в форме раствора для инъекции и вводят их в организм пациентов преимущественно путем внутривенных инъекций [1–4]. Внутривенные инъекции лидируют по частоте применения в клинических условиях по сравнению с внутримышечными и другими инъекциями несмотря на трудоемкость и сложность процедуры инъекций лекарств в венозную кровь. Этот парадокс объясняется тем, что у медицинских работников бытует мнение о том, что «правильно» выполненная внутривенная инъекция уменьшает вероятность развития постинъекционного некроза и абсцесса по сравнению с внутримышечной и особенно подкожной инъекцией лекарства [5–7]. Дело в том, что постинъекционные некрозы и абсцессы — это не просто осложнения лекарственной терапии, а симптомы лекарственной болезни (ятрогенной болезни). Медицинские работники опасаются обвинений в причинении вреда пациентам в виде ятрогенной болезни, вызванной инъекцией лекарств [8, 9]. В настоящее время вероятность развития постинъекционных некрозов и абсцессов можно лишь минимизировать, но нельзя исключить полностью. Это вызвано тем, что современный стандарт качества лекарств в форме раствора для инъекций не включает контроль их осмотической активности и местного раздражающего действия на кожу, подкожно-жировую клетчатку, сосудистую стенку и даже кровь [4, 6, 7, 10, 11]. В связи с этим некоторые лекарственные препараты в форме раствора для инъекции, считающиеся сегодня качественными, могут иметь чрезмерно большую гипертоническую активность и/или содержать в своем составе прижигающие средства. Такие лекарства оказывают местное раздражающее и некротическое действие, которое иногда может стать причиной постинъекционного некроза тканей и абсцесса [4, 8, 9–15].

Почему внутрикожные, подкожные и внутримышечные инъекции современных лекарственных растворов более опасны постинъекционными локальными осложнениями, чем внутривенные инъекции? Это объясняется особенностями реологии лекарственных растворов в непрерывно перемещающейся коллоидной жидкости (крови) и в неподвижной очень плотной ткани (клетчатке). При инъекциях лекарств в неподвижные и очень плотные ткани типа клетчатки лекарства не рассасываются моментально. Более того, лекарственный раствор может сформировать медикаментозный инфильтрат, задерживающийся в клетчаточной ткани до 5 мин и дольше, оказывая на нее непрерывное местное раздражающее действие из-за физико-химических свойств, отличающихся от аналогичных свойств живых тканей [8, 10–19]. При внутривенных инъекциях лекарственный раствор вводится в поток перемещающейся крови и тут же удаляется с ней от места инъекции, попутно перемешиваясь с кровью, которая

еще и разводит лекарственный раствор [20–22]. Тем не менее и при внутривенных инъекциях некоторые лекарства в растворах для инъекций, считающиеся сегодня качественными, тоже могут вызывать постинъекционные осложнения. Было показано, что вероятность развития постинъекционных осложнений выше при непрерывном введении лекарств в венозную кровь с помощью установленных внутрисосудистых катетеров [13, 23, 24].

В связи с выше изложенным уместно вспомнить, что «...еще в XVI в. от Рождества Христова Парацельс написал, что „Все есть яд, ничто не лишено ядовитости, и все есть лекарство — одна только доза делает вещество ядом или лекарством“». Кроме этого, в Священном Писании *не указано*, что Бог создал человека с «путями», предназначенными для введения в его тело лекарственных средств, т. е. ядов [4]. Из этого следует, что Бог не создавал человека для инъекций современных лекарственных препаратов. Нет естественных путей для безопасного введения современных «растворов для инъекций». Теоретически из этого можно заключить, что инъекции не совсем естественны и могут нести определенную угрозу здоровью людей.

Температура человека как индикатор состояния его здоровья

Организм теплокровных животных и человека имеет свойство воспаляться при неблагоприятных воздействиях. Воспаление для них — это универсальная защитная реакция, один из объективных симптомов которой является гипертермия (жар). Поскольку все лекарства чужды организму человека, а часть лекарственных растворов оказывает местное раздражающее действие, инъекции отдельных лекарственных препаратов в плотные ткани могут формировать неподвижные медикаментозные инфильтраты на длительный промежуток времени. В таких случаях лекарства могут оказывать местное раздражающее действие, схожее с местным раздражающим действием горчичников и экстрактов жгучего перца. В связи с этим чрезмерно длительное сохранение постинъекционных медикаментозных инфильтратов в тканях может вызывать в них локальное воспаление обратимого характера, которое при увеличении продолжительности взаимодействия лекарства с тканями усиливается и приобретает необратимый характер, который завершается ожогом (некрозом) тканей, а затем постинъекционным абсцессом. Иногда этот процесс сопровождается формированием синдрома Николау, который проявляется локальной эритемой, сочетающейся с очень сильной жгучей болью [25].

По этим причинам состояние тканей в местах инъекций требует внимательного отношения во всех случаях. Однако длительное время отсутствовали медицинские стандарты получения соответствующих диагностических данных, так как не были открыты главные факторы развития постинъекционных абсцессов и некрозов. Лишь в начале XXI в. в России было установлено, что развитие

постинъекционных некрозов и абсцессов минимизируется в случаях, когда полное рассасывание постинъекционного медикаментозного инфильтрата завершается в срок до 1,5 мин после инъекции, а в случаях, когда полное рассасывание постинъекционного медикаментозного инфильтрата завершается не ранее 3 мин после инъекции, вероятность развития постинъекционного воспалительного инфильтрата с болевым синдромом увеличивается. В случаях, когда постинъекционный медикаментозный инфильтрат сохраняется в тканях более 5 мин, развитие постинъекционного некроза и абсцесса становится неизбежным [10, 11]. Также российскими исследователями было показано, что из всех известных факторов, ассоциированных с постинъекционными некрозами и абсцессами, наиболее важную роль играет чрезмерно высокая гипертоническая активность лекарственных растворов, которая очень часто присуща растворам с концентрацией ингредиентов более 10 % [4, 10, 11, 14, 24–28].

Поскольку один из самых ранних универсальных симптомов воспаления и болезни в организме человека — повышение температуры (гипертермия или жар), термометрия и термография давно привлекли внимание исследователей, занимающихся диагностикой и лечением болезней [29–34]. Показано, что в настоящее время наиболее безопасным, точным и информативным методом медицинской термометрии является регистрация локальной температуры кожи в инфракрасном диапазоне спектра излучения тканей с помощью тепловизора [35–38].

Неоценимый вклад в развитие медицинской термологии внес профессор Эдвард Фрэнсис Джон Ринг (Edward Francis John Ring) из Университета Гламоргана (Понтипридд, Уэльс, Великобритания) [39] (рис. 1).

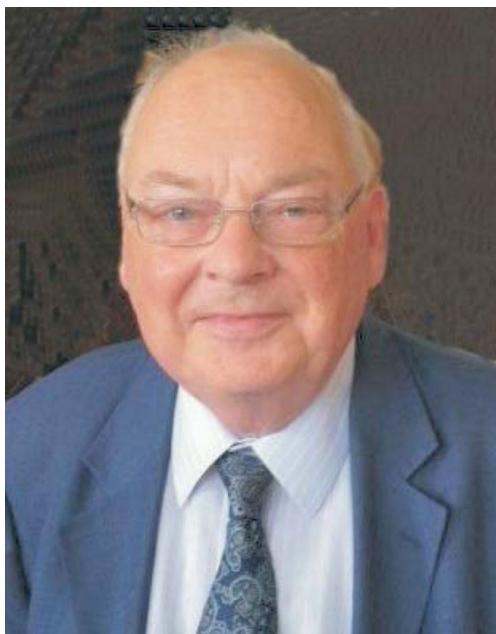


Рис. 1. Профессор Эдвард Фрэнсис Джон Ринг (1935–2019)

Fig. 1. Professor Edward Francis John Ring (1935–2019)

Профессор Э.Ф. Ринг был одним из основателей Европейской ассоциации термологии (European Association of Thermology, EAT) и первого Международного колледжа термологии. Он также создал базовую структуру, которая способствовала пониманию температурных явлений в медицине. Первоначально работая с инфракрасным радиометром в отделе фармакологии, анализируя колебания температуры в экспериментах на животных и испытаниях лекарственных средств, он увлекся инфракрасной термографией и в 1970-х гг. предложил стандарты для получения и анализа температурных изображений биологических объектов. Э.Ф. Ринг трижды занимал пост президента EAT, дважды — генерального секретаря и один раз — вице-президента. Он организовал две европейские конференции по медицинской термологии в 1982 и 1994 гг. в своем родном городе Бате, выступал с лекциями на многочисленных конференциях по термологии по всему миру и стал почетным членом 6 национальных термологических обществ, включая пожизненное почетное членство в Европейской ассоциации термологии [40].

В России первые сообщения о зависимости фармакологических эффектов локально применяемых лекарственных средств от локальной температуры тканей в местах взаимодействия появились в 1983 г. Вскоре такое направление исследований получило название термофармакологии, а затем температурной фармакологии [41–44]. Первые систематизированные представления о динамике локальной температуры кожи в местах инъекций лекарств при локальных постинъекционных воспалениях, некрозах и абсцессах были сформированы в самом начале XXI в. в России благодаря экспериментам на живых бодрствующих поросятах [45–49]. Сообщалось, что при безопасных инъекциях лекарственных растворов кожа в местах инъекций кратковременно охлаждается, поскольку лекарства традиционно вводились при комнатной температуре. Через несколько секунд после инъекций температура кожи в области инъекций нормализуется, и очаг локальной гипертермии в коже не формируется. Другое дело, когда производится инъекция агрессивного лекарственного раствора (например, раствора 10 % кальция хлорида или раствора 10 % натрия хлорида). В таких случаях сразу после инъекции участок кожи вокруг места ее прокола инъекционной иглой начинает нагреваться и в нем формируется очаг стойкой и выраженной локальной гипертермии, который затем трансформируется в постинъекционный некроз.

Тепловизионная регистрация инфракрасного излучения кожи пациентов в местах инъекций как способ оценки их безопасности была впервые предложена при катетеризации подкожных вен в 2009 г. также российскими исследователями [50].

Тепловизионная видеорегистрация динамики локальной температуры пальцев руки человека как диагностический

документ при оказании неотложной медицинской помощи была впервые публично продемонстрирована 1 июля 2013 года в Варшаве профессором А.Л. Ураковым участникам семинара «Достижения инфракрасного тепловидения в медицине» [30] (рис. 2).

Во время доклада был продемонстрирован тепловизорный фильм о динамике локальной температуры пальцев руки пациента, находившего в состоянии клинической смерти и считавшегося умершим. Фильм был снят с экрана тепловизора с помощью цифровой кинокамеры до, во время и после наложения жгута на плечо руки «умершего» пострадавшего. Инфракрасное видео зафиксировало снижение локальной температуры в кончиках пальцев руки к концу 2-й минуты после наложения жгута и последующее повышение температуры в кончиках пальцев руки после снятия жгута. Это было удивительно, поскольку сердце пациента не работало. Динамика температуры пальцев в условиях неработающего сердца была объяснена сохранением движения теплой крови в кровеносных сосудах благодаря сокращениям вен, снабженных венозными клапанами.

Тепловизорный фильм показал, что в условиях клинической смерти кровоснабжение в организме человека может сохраняться при неработающем сердце. Выявить это позволяет кратковременное наложение жгута на плечо

пострадавшего и инфракрасная видеорегистрация динамики локальной температуры в кончиках пальцев этой руки.

Перечень первых российских изобретений, относящихся к области медицинской термологии и температурной фармакологии

Заявка на первое изобретение в области температурной фармакологии была зарегистрирована в СССР в 1983 г. (RU 1263248). Сообщалось, что нагревание раствора 4 % калия хлорида до 42 °С усиливает его сосудосуживающее действие, поэтому орошение кровотокающей раны теплым раствором 4 % калия хлорида способствует гемостазу. Следующая заявка на изобретение была подана и зарегистрирована в СССР в 1986 г. (RU 1650103). Его суть заключается в применении противоишемических лекарственных средств в сочетании с локальным охлаждением ишемизированной конечности. Было показано, что локальное охлаждение конечности до 18–20 °С повышает ее устойчивость к ишемии за счет ингибирования аэробного обмена и улучшает кровоснабжение конечности за счет усиления сосудорасширяющего действия спазмолитических лекарственных средств.



Рис. 2. Участники семинара «Достижения инфракрасного тепловидения в медицине»: Анджей Юнг, Анна Юнг, Александр Ураков, Курт Аммер, Эдвард Фрэнсис Ринг. Варшава, 30 июня – 3 июля 2013 г.

Fig. 2. Participants of the “Advances in infrared thermography in medicine” seminar: Andrzej Jung, Anna Jung, Alexander Urakov, Kurt Ammer, Edward Francis Ring. Warsaw, June 30 – July 3, 2013

В последующие 25 лет были получены патенты на изобретения в области медицинской термологии и температурной фармакологии: «Способ лечения ларингоспазма» (RU 1783985), «Средство для фармакохолодовой терапии хронических ишемических поражений нижних конечностей» (RU 1797192), «Способ предотвращения холодового спазма кровеносных сосудов» (RU 2103957), «Способ лечения длительно незаживающих ран» (RU 2187287), «Способ фармакохолодовой анестезии по А.Л. Уракову» (RU 2204968), «Способ предотвращения постинъекционного некроза» (RU 2277415), «Способ лечения эмпиемы плевры по Н.С. Стрелкову» (RU 2308894), «Способ лечения облысения» (RU 2336881), «Способ обкалывания постинъекционного медикаментозного инфильтрата» (RU 2333001), «Способ повышения безопасности инъекций» (RU 2340361), «Способ подкожных инъекций гепарина» (RU 2341298), «Средство для растворения густого и липкого гноя» (RU 2360685), «Способ экспресс-удаления пятен крови с одежды» (RU 2371532), «Способ катетеризации локтевой вены и многократного внутривенного введения лекарств» (RU 2387465). Сущность каждого из этих изобретений заключалась в комбинации лекарственных средств с локальной гипо- или гипертермией с целью температурной коррекции фармакологических эффектов локально применяемых лекарств.

В 2008 г. в России было зарегистрировано изобретение «Способ оценки локальной токсичности лекарственных средств» (RU 2396562), в котором впервые было предложено использовать тепловизор для регистрации локальной температуры поверхности тела тепловизионного животного с целью оценки местного раздражающего действия лекарств при локальном применении. В частности, было предложено регистрировать динамику локальной температуры органа зрения бодрствующего поросенка после инстилляции в его конъюнктивальную полость выбранного лекарственного раствора.

В последующие годы в Российской Федерации ежегодно создавались изобретения, суть которых заключалась в тепловизионной оценке динамики локальной температуры различных участков тела пациента. До 2015 г. в Российской Федерации были зарегистрированы заявки на следующие изобретения: «Способ визуализации подкожных вен в инфракрасном диапазоне спектра излучения по А.А. Касаткину» (RU 2389429), «Способ обрезания крайней плоти» (RU 2394502), «Способ оценки раздражающего действия внутрисосудистых катетеров» (RU 2405585), «Способ определения стадии гипоксического повреждения и вероятности оживления по А.Л. Уракову» (RU 2422090), «Способ фуникулярной анестезии» (RU 2422164), «Способ катетеризации вен конечностей» (RU 2428220), «Способ и средство для удаления серной пробки» (RU 2468776), «Способ изготовления и установки стоматологической конструкции» (RU 2469640), «Способ определения микроциркуляторных повреждений при шоке и эффективности противошокового лечения»

(RU 2480183), «Способ защиты плода от гипоксического повреждения в родах» (RU 2503414), «Способ акушерского пособия при потугах» (RU 2502485), «Искусственный пищевой комок и способ использования искусственного пищевого комка для экспресс-оценки адаптации пациента к стоматологической конструкции» (RU 2533840), «Способ оценки компенсаторной реакции организма на острую гипоксию» (RU 2531924), «Способ инфракрасной диагностики структуры щеки» (RU 2544291), «Способ диагностики дисфункции височно-нижнечелюстного мышечного и суставного комплекса» (RU 2549499), «Способ инфракрасного скрининга новообразований молочных желез» (RU 2561302), «Способ инфракрасной визуализации инородных тел в кисти» (RU 2557687), «Способ лечения бруксизма» (RU 2593344), «Способ инъекции ботулотоксина в жевательные мышцы» (RU 2575735), «Способ инфракрасной оценки устойчивости пальцев рук к повторному охлаждению» (RU 2578091), «Способ инфракрасной дифференциальной экспресс-диагностики кровоподтека и ушиба мягких тканей» (RU 2577510), «Способ инфракрасной томографии поверхности тела при судебно-медицинском освидетельствовании живых лиц» (RU 2581718), «Способ инфракрасной оценки устойчивости пояснично-крестцового мышечного и суставного комплекса пациента к сгибательно-разгибательной нагрузке» (RU 2604957).

Во всех перечисленных изобретениях поставленные задачи решались на основе анализа динамика локальной температуры поверхности выбранных участков тела человека, регистрируемой с помощью тепловизора. Однако эти изобретения не предусматривали создание тепловизионного фильма как медицинского диагностического документа.

Изобретение диагностического документа в виде тепловизионного фильма о динамике локальной температуры поверхности тела человека

В декабре 2015 г. была зарегистрирована заявка на выдачу патента на изобретение под названием «Способ инфракрасной диагностики гипоксии плода в родах» (RU 2622594), патент был выдан 16.06.2017. В соответствии с формулой этого изобретения сначала определяют температуру тела матери. При температуре тела выше 37,2 °C прогнозируют повышенную потребность плода в кислороде. Далее осуществляют непрерывную динамическую тепловизионную видеорегистрацию температуры поверхности головы плода в процессе акта вагинальных родов в диапазоне температур 32–42 °C. Видеорегистрацию осуществляют с помощью тепловизора с функцией цветного изображения поверхности видимой ее части на экране в цветах от красного до фиолетового. При выходе поверхности головы плода из родовых путей наружу ее сразу же начинают обдувать потоком сухого

воздуха с температурой 25 °С. В качестве обдувающего устройства используют бытовой фен с функцией создания равномерного потока холодного воздуха. Размещают фен выше или ниже головы плода без экранирования инфракрасного изображения головы на экране тепловизора. Обдувают голову с расстояния 10–15 см с интенсивностью потока воздуха, обеспечивающего в срок от 3 до 5 с понижением температуры поверхности головы на несколько градусов. При равномерности температуры видимой поверхности, либо при локальной гипертермии над стреловидным швом или родничком делают вывод об отсутствии гипоксии у плода. При снижении температуры в одном из этих участков на 0,1 °С ниже температуры поверхности соседних участков поверхности головы делают заключение о гипоксии плода. Обдувание головы плода воздухом комнатной температуры и тепловизионную видеорегистрацию динамики температуры продолжают вплоть до рождения плода. Тепловизионный видеофильм архивируют в цифровом варианте в индивидуальном USB-флеш-накопителе [51, 52].

Иными словами, в середине 2017 г. в Российской Федерации был выдан патент на первое изобретение, заключающееся в создании тепловизионной видеорегистрации динамики локальной температуры поверхности головы плода в процессе вагинальных родов. Факт выдачи патента на такое изобретение подтверждает, что зарождение такого типа диагностического документа началось в России.

В период с 2015 по 2023 г. в Российской Федерации были созданы следующие изобретения, относящиеся к медицинской терминологии и температурной фармакологии: «Способ инфракрасной оценки адаптации космонавтов к длительным межпланетным пилотируемым полетам» (RU 2621305), «Способ инфракрасной оценки устойчивости человека к кровопотере» (RU 2619789), «Способ инфракрасной диагностики прорезывания молочного зуба у ребенка» (RU 2621534), «Способ инфракрасной флебографии» (RU 2638458), «Термографометрическая рулетка» (RU 2655741), «Зимний автомат Калашникова с термоизолирующим покрытием и комплект герметичной пластиковой упаковки к нему» (RU 2714959), «Компрессионная охлаждающая маска для лица» (RU 2682473), «Зимний спусковой механизм снайперской винтовки» (RU 2680365), «Устройство для закрывания спусковой скобы снайперской винтовки» (RU 2684952), «Зимняя камуфляжная меховая муфта для руки снайпера» (RU 2677070), «Зимняя снайперская винтовка» (RU 2687227), «Зимний гаечный ключ» (RU 2695737), «Меховая муфта для теплоизоляции руки снайпера при стрельбе из снайперской винтовки» (RU 2714948), «Зимняя камуфляжная меховая муфта для руки снайпера» (RU 2755113), «Зимняя рукавица с внутренним подогреваемым карманом» (RU 2709633), «Декоративная наклейка для теплоизоляции зубов» (RU 2698349), «Способ инфракрасной диагностики добавочной доли молочной железы» (RU 2727029),

«Аэрозоль для ингаляции при обструктивном бронхите» (RU 2735502), «Средство для пилинга при гиперкератозе стоп» (RU 2730451), «Аэрозоль для инвазивной механической вентиляции легких при COVID-19» (RU 2742505), «Утепленная кнопка клапанного рычага клавиатуры саксофона» (RU 2753068), «Теплый щелочной раствор перекиси водорода для внутрилегочной инъекции» (RU 2807851).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, некоторые лекарственные препараты в лекарственной форме раствора для инъекции, считающиеся сегодня качественными, могут являться причиной развития постинъекционных некрозов и абсцессов. Такие локальные постинъекционные осложнения снижают безопасность лекарственной терапии многих болезней особенно при многократных курсовых инъекциях при госпитальном лечении. В начале XXI в. в опытах на бодрствующих поросятах было установлено, что предвестником постинъекционного некроза и абсцесса является очаг локальной гипертермии, образующийся вокруг места прокола кожи инъекционной иглой сразу после инъекции. В 2009 г. для своевременной диагностики предвестника локальных постинъекционных осложнений было предложено осуществлять тепловизионную регистрацию инфракрасного излучения кожи пациента в месте инъекции. В 2013 г. в Варшаве была публично продемонстрирована первая тепловизионная видеозапись динамики локальной температуры пальцев руки пациента при оказании неотложной медицинской помощи в состоянии клинической смерти как диагностический документ о наличии кровоснабжения в его организме при отсутствии сердцебиения. В декабре 2015 г. в Российской Федерации была зарегистрирована первая заявка на выдачу патента на изобретение «Способ инфракрасной диагностики гипоксии плода в родах» (RU 2622594, 16.06.2017). Этим было положено начало тепловизионной видеорегистрации динамики локальной температуры кожи человека как диагностического медицинского документа, который было предложено архивировать в цифровом варианте в индивидуальном USB-флеш-накопителе.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Conflict of interest. The author declares no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Source of funding. The author declares that he received no external funding for the study.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Waitt C., Waitt P., Pirmohamed M. Intravenous therapy // *Postgrad Med J.* 2004. Vol. 80, N 939. P. 1–6. doi: 10.1136/pmj.2003.010421
2. Baye N.D., Teshome A.A., Ayenew A.A., et al. Incidence, time to occurrence and predictors of peripheral intravenous cannula-related complications among neonates and infants in Northwest Ethiopia: an institutional-based prospective study // *BMC Nurs.* 2023. Vol. 22, N 1. P. 11. doi: 10.1186/s12912-022-01164-x
3. Can A.T., Hermens D.F., Lagopoulos J. A unique case of very low-dose subcutaneous ketamine use: Maintenance option of ketamine for treatment-resistant depression // *Clin Case Rep.* 2022. Vol. 10, N 12. P. e6675. doi: 10.1002/ccr3.6675
4. Ураков А.Л. Лекарства в фармацевтической форме «раствор для инъекций» и инъекционное введение лекарств: преимущества и ограничения // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии.* 2019. Т. 17, № 2. С. 79–84. EDN: PJUCGM doi: 10.17816/RCF17279-84
5. Mebazaa A., Motiejunaite J., Gayat E., et al. Long-term safety of intravenous cardiovascular agents in acute heart failure: results from the European society of cardiology heart failure long-term registry // *Eur J Heart Fail.* 2018. Vol. 20, N 2. P. 332–341. doi: 10.1002/ehfj.991
6. Бородинский В.С., Шохет А.Е., Пинчук А.С., и др. Современные методы лечения постинъекционных абсцессов // *Клиническая хирургия (1962).* 1989. № 4. С. 25–27.
7. Schneider P.J. A review of the safety of intravenous drug delivery systems // *Hospital Pharmacy.* 1999. Vol. 34, N 9. P. 1044–1056. doi: 10.1177/001857879903400906
8. Ватулин В.В. Клинико-фармакологические возможности в повышении эффективности и безопасности регионарного введения растворов лекарственных средств в пальцы кисти: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Саранск, 2006. 129 с. EDN: MGLDXA
9. Елхов И.В. Хирургическое лечение постинъекционных абсцессов мягких тканей и фармакологические возможности в повышении эффективности и безопасности инъекций: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Уфа, 2007. 138 с.
10. Ураков А.Л., Уракова Н.А. Постинъекционные кровоподтеки, инфильтраты, некрозы и абсцессы могут вызывать лекарства из-за отсутствия контроля их физико-химической агрессивности // *Современные проблемы науки и образования.* 2012. № 5. С. 5. EDN: PKWRSH
11. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Шубина З.В., и др. Гипертоническая активность растворов для инъекций может являться причиной постинъекционных осложнений (обзор) // *Разработка и регистрация лекарственных средств.* 2023. Т. 12, № 2. С. 164–173. EDN: GDSJTI doi: 10.33380/2305-2066-2023-12-2-164-173
12. Гасников К.В. Клинико-фармакологическая коррекция динамики постинъекционных подкожно-жировых инфильтратов при инъекциях болеутоляющих средств, назначаемых в детской хирургии. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Уфа. 2007. 176 с. EDN: YPENHD
13. Касаткин А.А. Диагностика и профилактика осложнений катетеризации периферических вен в отделении анестезиологии и реанимации. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Екатеринбург, 2011. 179 с.
14. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Ловцова Л.В., и др. Осмотическая активность и безопасность инъекционных форм нестероидных противовоспалительных препаратов // *Экспериментальная и клиническая фармакология.* 2018. Т. 81, № 10. С. 15–19. EDN: SKZDVR doi: 10.30906/0869-2092-2018-81-10-15-19
15. Kasatkin A.A., Urakov A.L., Lukoyanov I.A. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs causing local inflammation of tissue at the site of injection // *Journal of Pharmacology and Pharmacotherapeutics.* 2016. Vol. 7, N 1. P. 26–28. EDN: WTBHTB doi: 10.4103/0976-500X.179359
16. Urakov A.L. Nicolau Syndrome: Necrotic activity of drugs and ways to prevent post-injection abscesses (In memory of Professor László A Gömze) // *Creative Surgery and Oncology.* 2022. Vol. 12, N 2. P. 159–163. EDN: SGYAXG doi: 10.24060/2076-3093-2022-12-2-159-163
17. Klingmann V., Vallet T., Münch J., et al. Dosage forms suitability in pediatrics: Acceptability of antibiotics in a German hospital // *Antibiotics.* 2023. Vol. 12, N 12. P. 1709. EDN: VNMXAR doi: 10.3390/antibiotics12121709
18. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Альес М.Ю., и др. Физико-химическая активность растворов как составная часть механизма местного действия лекарств // *Фармация.* 2019. Т. 68, № 6. С. 42–49. EDN: ZPGJKD doi: 10.29296/25419218-2019-06-08
19. Usach I., Martinez R., Festini T., Peris J.E. Subcutaneous injection of drugs: Literature review of factors influencing pain sensation at the injection site // *Adv Ther.* 2019. Vol. 36, N 11. P. 2986–2996. doi: 10.1007/s12325-019-01101-6
20. Ураков А.Л. Промывание сосудистых катетеров и вен раствором четырёхпроцентного натрия гидрокарбоната предотвращает их закупорку тромбами // *Фундаментальные исследования.* 2013. № 9-3. С. 486–490. EDN: RCHRRN
21. Zijlstra E., Jahnke J., Fischer A., et al. Impact of injection speed, volume, and site on pain sensation // *J Diabetes Sci Technol.* 2018. Vol. 12, N 1. P. 163–168. doi: 10.1177/1932296817735121
22. Urakov A., Urakova N. Rheology and physical-chemical characteristics of the solutions of the medicines // *Journal of Physics: Conference Series.* 2015. Vol. 602, N 1. P. 012043. EDN: UFSQVB doi: 10.1088/1742-6596/602/1/012043
23. Dechant J.E. Complications of intravascular injection and catheterization. In: *Complications in equine surgery.* Chapter 3. Rubio-Martinez L.M., Hendrickson D.A., editors. 2021. P. 16–24. doi: 10.1002/9781119190332.ch3
24. Urakov A., Urakova N. Osmotic activity of drugs is an important factor of their local action at their injection site: What we don't use to prevent post-injection abscesses // *Journal of Pharmaceutical Research International.* 2021. Vol. 33, N 59B. P. 647–650. EDN: QSLGXF doi: 10.9734/jpri/2021/v33i59B34428
25. Urakov A., Urakova N. Inflammation, infiltration, necrosis, abscess and Nicolau syndrome after injection of nonsteroidal anti-inflammatory drugs: What is the reason? // *Journal of Pharmaceutical Research International.* 2022. Vol. 34, N 19A. P. 34–38. EDN: ZWOBJW doi: 10.9734/jpri/2022/v34i19A35803
26. Urakov A.L., Urakova N.A., Reshetnikov A.P. Physical-chemical properties of antibiotic drugs: What we miss in our research. *Jpn Dent Sci Rev.* 2021;57:158–159. doi: 10.1016/j.jdsr.2021.08.005
27. Urakov A.L. The change of physical-chemical factors of the local interaction with the human body as the basis for the creation of materials with new properties // *Epítőanyag Journal of Silicate Based and Composite Materials.* 2015. Vol. 67, N 1. P. 2–6. EDN: XSSRIZ doi: 10.14382/epitoanyag-jsbcm.2015.1

28. Urakov A.L. Development of new materials and structures based on managed physical-chemical factors of local interaction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 123. P. 012008. EDN: WPTYDB doi: 10.1088/1757-899X/123/1/012008
29. Wojciechowski J., Holm J., Zachrisson B.F. Thermography and phlebography in the detection of incompetent perforating veins // Acta Radiol Diagn (Stockh). 1982. Vol. 23, N 3A. P. 199–201. doi: 10.1177/028418518202303a04
30. Urakov A.L., Urakova N.A., Kasatkin A.A. Dynamics of temperature and color in the infrared image fingertips hand as indicator of the life and death of a person. Lecture notes of the ICB seminar "Advances of infra-red thermal imaging in medicine"; Warsaw, 30 June – 3 July 2013. Warsaw, 2013. P. 99–101.
31. Urakov A., Urakova N., Kasatkin A. Safe injections of antimicrobial drugs // J Infect Prevent. 2013. Vol. 14, N 1. P. 9.
32. Urakov A.L., Urakova N.A. Thermography of the skin as a method of increasing local injection safety // Thermology International. 2013. Vol. 23, N 2. P. 70–72.
33. Hildebrandt C., Raschner C., Ammer K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria // Sensors (Basel). 2010. Vol. 10, N 5. P. 4700–4715. doi: 10.3390/s100504700
34. Urakov A., Urakova N. Temperature of the site of injection in subjects with suspected "injection's disease" // Thermology International. 2014. Vol. 24, N 2. P. 63–64.
35. Urakov A.L., Kasatkin A.A., Urakova N.A., Ammer K. Infrared thermographic investigation of fingers and palms during and after application of cuff occlusion test in patients with hemorrhagic shock // Thermology International. 2014. Vol. 24, N 1. P. 5–10.
36. Urakov A.L., Ammer K., Urakova N.A., et al. Infrared thermography can discriminate the cause of skin discolourations // Thermology International. 2015. Vol. 25, N 4. P. 209–215. EDN: YUZYUB
37. Urakov A., Gurevich K., Alies M., et al. The tissue temperature during injection of drug solution into it as an integral indicator of rheology // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1527, N 1. P. 012003. EDN: IAUVXH doi: 10.1088/1742-6596/1527/1/012003
38. Urakov A., Urakova N., Samorodov A.V., et al. Thermal imaging of local skin temperature as part of quality and safety assessment of injectable drugs // Heliyon. 2024. Vol. 10, N 1. P. e23417. EDN: DZQJJW doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e23417
39. Ammer K., Pascoe D., Purohit R.C., et al. Prof Edward Francis John Ring 1935–2019 // Thermology International. 2019. Vol. 29, N 3. P. 108–114.
40. Ring E.F.J., Phillips B., editors. Recent advances in medical thermology. New York: Springer, 1984. 724 p. doi: 10.1007/978-1-4684-7697-2
41. Urakov A.L., Ushnurtsev S.A., Zamost'ianova G.B. Effect of hypothermia and anti-angina preparations with malonate-like action on myocardial glycolysis and oxidative phosphorylation // Farmakologiya i Toksikologiya. 1983. Vol. 46, N 1. P. 51–54. (In Russ.)
42. Ураков А.Л. Охлаждать или нагревать? Природа. 1986. № 9. С. 121.
43. Ураков А.Л. Рецепт на температуру. Ижевск: Удмуртия, 1988. 80 с.
44. Urakov A.L. How temperature pharmacology was formed: History in personalities // Journal of Drug Delivery & Therapeutics. 2020. Vol. 10, N 4-s. P. 226–231. doi: 10.22270/jddt.v10i4-s.4208
45. Urakov A.L., Dementyev V.B., Urakova N.A., et al. Clinical significance of physical-chemical processes determining qualitative and quantitative characteristics of post-injection diffusion of drug solutions in patient's soft tissues // Chemical Physics and Mesoscopy. 2007. Vol. 9, N 2. P. 105–111. EDN: PVSYWJ
46. Бендерская Е.Ю. Влияние показателей объема, концентрации, вязкости, температурного режима, осмотической и кислотной активности растворов некоторых вакцин на их местную токсичность при подкожных инъекциях. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Челябинск, 2009. 173 с. EDN: QERDFJ
47. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Уракова Т.В., и др. Использование тепловизора для оценки постинъекционной и постинфузионной локальной токсичности растворов лекарственных средств // Проблемы экспертизы в медицине. 2009. Т. 9, № 1. С. 27–29. EDN: OKFCCL
48. Иванова Л.Б. Влияние величины объема, осмотической активности и температуры растворов лекарственных средств на их постинъекционную локальную токсичность для подкожно-жировой клетчатки. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Уфа, 2009. 187 с.
49. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Уракова Т.В., и др. Локальное постинъекционное воспаление тканей как защитная реакция организма // Вестник уральской медицинской академической науки. 2009. Т. 2, № 25. С. 305–306.
50. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Уракова Т.В., Касаткин А.А. Мониторинг инфракрасного излучения в области инъекции как способ оценки степени локальной агрессивности лекарств и инъекторов // Медицинский альманах. 2009. № 3. С. 133–136. EDN: KVQXSL
51. Уракова Н.А., Ураков А.Л. Диагностика внутриутробной гипоксии головного мозга новорожденного с помощью тепловизионной видеозаписи // Медицинская техника. 2014. № 3. С. 1–6. EDN: SFIXVT
52. Urakova N.A., Urakov A.L. Diagnosis of intrauterine newborn brain hypoxia using thermal imaging video // Biomedical Engineering. 2014. Vol. 48, N 3. P. 111–115. doi: 10.1007/s10527-014-9432-3

REFERENCES

1. Waitt C, Waitt P, Pirmohamed M. Intravenous therapy. *Postgrad Med J*. 2004;80(939):1–6. doi: 10.1136/pmj.2003.010421
2. Baye ND, Teshome AA, Ayenew AA, et al. Incidence, time to occurrence and predictors of peripheral intravenous cannula-related complications among neonates and infants in Northwest Ethiopia: an institutional-based prospective study. *BMC Nurs*. 2023;22(1):11. doi: 10.1186/s12912-022-01164-x
3. Can AT, Hermens DF, Lagopoulos J. A unique case of very low-dose subcutaneous ketamine use: Maintenance option of ketamine for treatment-resistant depression. *Clin Case Rep*. 2022;10(12):e6675. doi: 10.1002/ccr3.6675

4. Urakov AL. Medicines in pharmaceutical form "solution for injection" and the injection of drugs: advantages and limitations. *Reviews on Clinical Pharmacology and Drug Therapy*. 2019;17(2):79–84. EDN: PJUCGM doi: 10.17816/RCF17279-84
5. Mebazaa A, Motiejunaite J, Gayat E, et al. Long-term safety of intravenous cardiovascular agents in acute heart failure: results from the European society of cardiology heart failure long-term registry. *Eur J Heart Fail*. 2018;20(2):332–341. doi: 10.1002/ejhf.991
6. Borodyansky VS, Shokhet AE, Pinchuk AS, et al. Current methods of treating post-injection abscesses. *Clinical Surgery (1962)*. 1989;(4):25–27.
7. Schneider PJ. A review of the safety of intravenous drug delivery systems. *Hospital Pharmacy*. 1999;34(9):1044–1056. doi: 10.1177/001857879903400906
8. Vatulin VV. *Clinical and pharmacologic opportunities in improving the efficacy and safety of regional administration of drug solutions into the fingers of the hand*. [dissertation abstract]. Saransk; 2006. 129 p. (In Russ.)
9. Elhov IV. *Surgical management of postinjection soft tissue abscesses and pharmacologic options in improving efficacy and safety of injections*. [dissertation abstract]. Ufa; 2007. 138 p. (In Russ.)
10. Urakov AL, Urakova NA. Postinjection bruising, infiltration, necrosis and abscess from medicines due to lack of control of physical and chemical aggressive. *Modern problems of science and education*. 2012;(5):5. EDN: PKWRSH
11. Urakov AL, Urakova NA, Shubina ZV, et al. Hypertonic activity of injection solutions may be the cause of post-injection complications (review). *Drug Development & Registration*. 2023;12(2):164–173. EDN: GDSJTI doi: 10.33380/2305-2066-2023-12-2-164-173
12. Gasnikov KV. *Clinical and pharmacologic correction of the dynamics of postinjection subcutaneous fatty infiltrates during injection of painkillers administered in pediatric surgery*. [dissertation abstract]. Ufa. 2007. 176 p. (In Russ.) EDN: YPEHHD
13. Kasankin AA. *Diagnosis and prevention of complications of peripheral vein catheterization in the anesthesiology and intensive care unit*. [dissertation abstract]. Ekaterinburg. 2011. 179 p. (In Russ.)
14. Urakov AL, Urakova NA, Lovtsova LV, et al. Osmotic activity and safety of non-steroidal anti-inflammatory drugs in injection medicinal forms. *Experimental and Clinical Pharmacology*. 2018;81(10):15–19. EDN: SKZDVR doi: 10.30906/0869-2092-2018-81-10-15-19
15. Kasatkin AA, Urakov AL, Lukoyanov IA. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs causing local inflammation of tissue at the site of injection. *Journal of Pharmacology and Pharmacotherapeutics*. 2016;7(1):26–28. EDN: WTBHTB doi: 10.4103/0976-500X.179359
16. Urakov AL. Nikolau Syndrome: Necrotic activity of drugs and ways to prevent post-injection abscesses (In memory of Professor László A Gömze). *Creative Surgery and Oncology*. 2022;12(2):159–163. EDN: SGYAXG doi: 10.24060/2076-3093-2022-12-2-159-163
17. Klingmann V, Vallet T, Münch J, et al. Dosage forms suitability in pediatrics: Acceptability of antibiotics in a German hospital. *Antibiotics*. 2023;12(12):1709. EDN: VNMXAR doi: 10.3390/antibiotics12121709
18. Urakov AL, Urakova NA, Alits MY, et al. Physicochemical activity of solutions as an integral part of the mechanism of local action of drugs. *Farmaciya*. 2019;68(6):42–49. EDN: ZPGJKD doi: 10.29296/25419218-2019-06-08
19. Usach I, Martinez R, Festini T, Peris JE. Subcutaneous injection of drugs: Literature review of factors influencing pain sensation at the injection site. *Adv Ther*. 2019;36(11):2986–2996. doi: 10.1007/s12325-019-01101-6
20. Urakov AL. Lavage vascular catheters and veins of a solution of 4 % sodium hydrogen prevents them blockage of blood clots. *Fundamental Research*. 2013;(9-3):486–490. EDN: RCHRRN
21. Zijlstra E, Jahnke J, Fischer A, et al. Impact of injection speed, volume, and site on pain sensation. *J Diabetes Sci Technol*. 2018;12(1):163–168. doi: 10.1177/1932296817735121
22. Urakov A, Urakova N. Rheology and physical-chemical characteristics of the solutions of the medicines. *Journal of Physics: Conference Series*. 2015;602(1):012043. EDN: UFSOVV doi: 10.1088/1742-6596/602/1/012043
23. Dechant JE. Complications of intravascular injection and catheterization. In: Complications in equine surgery. Chapter 3. Rubio-Martinez LM, Hendrickson DA, editors. 2021. P. 16–24. doi: 10.1002/9781119190332.ch3
24. Urakov A, Urakova N. Osmotic activity of drugs is an important factor of their local action at their injection site: What we don't use to prevent post-injection abscesses. *Journal of Pharmaceutical Research International*. 2021;33(59B):647–650. EDN: QSLGXF doi: 10.9734/jpri/2021/v33i59B34428
25. Urakov A, Urakova N. Inflammation, infiltration, necrosis, abscess and Nicolau syndrome after injection of nonsteroidal anti-inflammatory drugs: What is the reason? *Journal of Pharmaceutical Research International*. 2022;34(19A):34–38. EDN: ZWOBWJ doi: 10.9734/jpri/2022/v34i19A35803
26. Urakov AL, Urakova NA, Reshetnikov AP. Physical-chemical properties of antibiotic drugs: What we miss in our research. *Jpn Dent Sci Rev*. 2021;57:158–159. doi: 10.1016/j.jdsr.2021.08.005
27. Urakov AL. The change of physical-chemical factors of the local interaction with the human body as the basis for the creation of materials with new properties. *Epítőanyag Journal of Silicate Based and Composite Materials*. 2015;67(1):2–6. EDN: XSSRIZ doi: 10.14382/epitoanyag-jsbcm.2015.1
28. Urakov AL. Development of new materials and structures based on managed physical-chemical factors of local interaction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2016;123:012008. EDN: WPTYDB doi: 10.1088/1757-899X/123/1/012008
29. Wojciechowski J, Holm J, Zachrisson BF. Thermography and phlebography in the detection of incompetent perforating veins. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*. 1982;23(3A):199–201. doi: 10.1177/028418518202303a04
30. Urakov AL, Urakova NA, Kasatkin AA. Dynamics of temperature and color in the infrared image fingertips hand as indicator of the life and death of a person. Lecture notes of the ICB seminar "Advances of infra-red thermal imaging in medicine"; Warsaw, 30 June — 3 July 2013. Warsaw; 2013. P. 99–101.
31. Urakov A, Urakova N, Kasatkin A. Safe injections of antimicrobial drugs. *J Infect Prevent*. 2013;14(1):9.
32. Urakov AL, Urakova NA. Thermography of the skin as a method of increasing local injection safety. *Thermology International*. 2013;23(2):70–72.
33. Hildebrandt C, Raschner C, Ammer K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors (Basel)*. 2010;10(5):4700–4715. doi: 10.3390/s100504700

34. Urakov A, Urakova N. Temperature of the site of injection in subjects with suspected "injection's disease". *Thermology International*. 2014;24(2):63–64.
35. Urakov AL, Kasatkin AA, Urakova NA, Ammer K. Infrared thermographic investigation of fingers and palms during and after application of cuff occlusion test in patients with hemorrhagic shock. *Thermology International*. 2014;24(1):5–10.
36. Urakov AL, Ammer K, Urakova NA, et al. Infrared thermography can discriminate the cause of skin discolourations. *Thermology International*. 2015;25(4):209–215. EDN: YUZYUB
37. Urakov A, Gurevich K, Alies M, et al. The tissue temperature during injection of drug solution into it as an integral indicator of rheology. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020;1527(1):012003. EDN: IAUVXH doi: 10.1088/1742-6596/1527/1/012003
38. Urakov A, Urakova N, Samorodov AV, et al. Thermal imaging of local skin temperature as part of quality and safety assessment of injectable drugs. *Heliyon*. 2024;10(1):e23417. EDN: DZQJJW doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e23417
39. Ammer K, Pascoe D, Purohit RC, et al. Prof Edward Francis John Ring 1935–2019. *Thermology International*. 2019;29(3):108–114.
40. Ring EFJ, Phillips B, editors. *Recent advances in medical thermology*. New York: Springer; 1984. 724 p. doi: 10.1007/978-1-4684-7697-2
41. Urakov AL, Ushnurtsev SA, Zamost'ianova GB. Effect of hypothermia and anti-angina preparations with malonate-like action on myocardial glycolysis and oxidative phosphorylation. *Farmakologiya i Toksikologiya*. 1983;46(1):51–54. (In Russ.)
42. Urakov AL. Cooling or heating? *Nature*. 1986;(9):121.
43. Urakov AL. *Prescription for temperature*. Izhevsk: Udmurtia; 1988. 80 p.
44. Urakov AL. How temperature pharmacology was formed: History in personalities. *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*. 2020;10(4-s):226–231. doi: 10.22270/jddt.v10i4-s.4208
45. Urakov AL, Dementyev VB, Urakova NA, et al. Clinical significance of physical-chemical processes determining qualitative and quantitative characteristics of post-injection diffusion of drug solutions in patient's soft tissues. *Chemical Physics and Mesoscopy*. 2007;9(2):105–111. EDN: PVSYWJ
46. Benderskaya EYu. *Effect of volume, concentration, viscosity, temperature, osmotic and acid activity of some vaccine solutions on their local toxicity in subcutaneous injections*. [dissertation abstract]. Chelyabinsk. 2009. 173 p. (In Russ.) EDN: QERDFJ
47. Urakov AL, Urakova NA, Urakova TV, et al. Use of thermal imaging to assess postinjection and postinfusion localized toxicity of drug solutions. *Problems of Expertise in Medicine*. 2009;9(1):27–29. (In Russ.) EDN: OKFCCL
48. Ivanova LB. *Effect of volume value, osmotic activity and temperature of drug solutions on their post-injection local toxicity to subcutaneous fat*. [dissertation abstract]. Ufa; 2009. 187 p. (In Russ.)
49. Urakov AL, Urakova NA, Urakova TV, et al. Local postinjection tissue inflammation as a protective reaction of the organism. *Bulletin of The Ural Medical Academic Science*. 2009;2(25):305–306. (In Russ.)
50. Urakov AL, Urakova NA, Urakova TV, Kasatkin AA. Infrared radiation monitoring in the field of injections as a method of estimation degree of local drug and aggressive injector. *Medicinskij Al'manah*. 2009;(3):133–136. (In Russ.) EDN: KVQXSL
51. Urakov AL, Urakova NA. Diagnosis of intrauterine brain hypoxia using thermal imaging video monitoring of the fetus. *Medical Technology*. 2014;(3):1–6. (In Russ.) EDN: SFIXVT
52. Urakova NA, Urakov AL. Diagnosis of intrauterine newborn brain hypoxia using thermal imaging video. *Biomedical Engineering*. 2014;48(3):111–115. doi: 10.1007/s10527-014-9432-3

ОБ АВТОРЕ

Александр Ливиевич Ураков, д-р. мед. наук, профессор;
адрес: Россия, 426034, Ижевск, Коммунар, 281;
ORCID: 0000-0002-9829-9463; eLibrary SPIN: 1613-9660;
e-mail: urakoval@live.ru

AUTHOR INFO

Alexander L. Urakov, MD, Dr. Sci. (Medicine), professor;
address: Russia, 426034, Izhevsk, Kommunarov, 281;
ORCID: 0000-0002-9829-9463; eLibrary SPIN: 1613-9660;
e-mail: urakoval@live.ru