

## ТЕПЛОВИЗИОННАЯ ДИАГНОСТИКА СИНДРОМА РЕЙНО И ЕГО СТАДИЙ

© 2015 г. С. Н. Колесов, доктор мед. наук, профессор

Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр Минздрава России,  
г. Нижний Новгород

E-mail: trv@nniito.ru

В работе обсуждаются возможности современного медицинского тепловидения в диагностике синдрома Рейно. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о высокой информативности тепловизионной информации не только в верификации вторичного синдрома Рейно при различных нозологических формах его происхождения, но и стадии процесса на конкретных пальцах.

**Ключевые слова:** тепловидение, синдром Рейно, регионарная холоддовая проба.

Коды OCIS: 000.1430, 110.3080, 120.6780, 170.3880, 330.5000.

*Поступила в редакцию 09.02.2015.*

Болезнь Рейно названа по имени французского врача Мориса Рейно (М. Raynaud), впервые описавшего ее патогенез и клинику в 1862 г. Описанное автором заболевание стало рассматриваться как идиопатическая форма.

Синдром Рейно, или вторичный ангиоспазм сосудов конечностей, не является самостоятельным заболеванием и возникает вторично как функциональное расстройство периферической гемодинамики при самых различных заболеваниях и состояниях. Выделение синдрома Рейно среди функциональных заболеваний сосудов в отдельную форму обусловлено тем, что он характеризуется сочетанием определенного комплекса клинических признаков. Все случаи патогномичного сочетания симптомов первичного заболевания с физическими признаками феномена Рейно обозначают как синдром Рейно.

Вторичный феномен Рейно, или синдром Рейно, является осложнением более 80 видов различных заболеваний (цит. по [1]). Наиболее часто он возникает при таких системных заболеваниях, как системная склеродермия, системная красная волчанка, ревматоидный артрит. Симптомы, сходные с симптомами болезни Рейно, наблюдаются и при заболеваниях желез внутренней секреции, нервной системы (конституциональная акродиния, синрингомиелия, рассеянный склероз, спинальная амиотрофия, рефлекторная симпатическая дистрофия),

ослаблении иммунитета, а также при хроническом отравлении солями свинца и ртути, длительном воздействии вибрации.

В этих случаях сосудистые нарушения могут быть одними из первых и наиболее значительных клинических симптомов. Явления вторичного ангиоспазма в конечностях развиваются постепенно, незаметно для больного, т.е. имеют медленно прогрессирующий характер, а темпы прогрессирования определяются клинической картиной первичного страдания. Стадии обострения синдрома Рейно могут сменяться длительными ремиссиями.

Клинический диагноз синдрома Рейно является достоверным при наличии в момент приступа трехфазного изменения окраски кожи последних фаланг пальцев (бледность – синюшность – покраснение).

Диагностика синдрома и болезни Рейно основывается на общепринятых и специальных методах исследования. В их число входят следующие: общий и биохимический анализы крови, коагулограмма, иммунологические исследования, реовазография или осциллография, при необходимости – исследование пальцевого кровотока методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), тепловидение.

В зарубежной литературе существует большое число публикаций по применению тепловидения при синдроме Рейно. Оцениваются абсолютные значения температуры кончиков паль-

цев в начале обследования, через 10 и 20 минут после холодной пробы (LTDpre, LTD10, LTD20); индекс восстановления через 20 минут после холодной пробы (RI20); самый быстрый этап согревания обеих рук от кончиков пальцев.

Как специфичный и чувствительный индикатор для разных аспектов разделения вторичного синдрома Рейно от идиопатической формы или болезни Рейно рассматривают многие авторы [2–10].

В частности, авторы работ [2–6] считают, что разница температуры между пальцами и кистью больше 1°C (RI20) является достоверным тепловизионным (ТПВ) критерием, который позволяет разграничить эти формы патологии. Некоторые авторы, в частности S. Clark et al. [7], считают целесообразным кроме ТПВ обследования обязательно проводить ЛДФ для оценки микроциркуляции в пальцах. Они считают, что ЛДФ является более чувствительной в оценке изменения кровотока. Поэтому один метод не может заменить другой.

B. Chikura et al. [8] провели ретроспективное исследование, чтобы оценить степень участия большого пальца при первичном (PRP) и вторичном Рейно (SRP). Все значения температуры большого пальца были значительно выше при вторичном Рейно.

В работе J. Foerster et al. [9] изложены результаты использования тепловидения для оценки эффективности лечения синдрома Рейно. L.F. Cherkas et al. [10] предложили использовать ТПВ критерии для выявления ранних проявлений феномена Рейно в процессе профилактического обследования. Температурный градиент на ногтевых фалангах пальцев позволяет четко дифференцировать пациентов с признаками синдрома Рейно от здоровых субъектов по средней скорости, с которой минимальная температура пальцев обеих рук восстанавливается к 10-й минуте после стандартного охлаждения.

Однако до настоящего времени ТПВ метод не получил всеобщего признания, несмотря на то что он позволяет с высокой достоверностью определить степень нарушения механизмов вегетативной регуляции сосудистого тонуса, что немаловажно для дифференциальной диагностики различных вариантов синдрома Рейно.

В настоящее время капилляроскопия является одной из наиболее информативных методов диагностики этой патологии. Характерными капилляроскопическими признаками явля-

ются расширение капилляров и петель разной степени выраженности, снижение числа капилляров с формированием бессосудистых полей, экстравазаты, часто ассоциированные с мегакапиллярами.

Исследование механизмов регуляции микроциркуляции как в состоянии нормы, так и при патологии представляет важную проблему, от решения которой зависит выявление ряда вопросов, имеющих существенное значение для теории и практики физиологии и медицины.

Одним из ранних признаков нарушения микроциркуляции является локальный спазм приносящих артериоларных сосудов, застойные явления в посткапиллярно-венулярных сосудах и снижение кровотока в нутритивном звене капиллярного русла. Различают 3 подтипа  $\alpha_2$ -адренорецепторов:  $-a_{2a}$ ,  $-a_{2b}$ ,  $-a_{2c}$ . Роль  $a_{2c}$ -адренорецепторов возрастает при охлаждении (они не активны при 37 °C, но активизируются при 28 °C). Возможно, это играет роль в патогенезе болезни и синдрома Рейно [11, 12].

Почти не рассматривалось в литературе соотношение между температурой тела и открытием артериовенозных анастомозов (АВА). В конечностях они находятся преимущественно в коже ногтевых лож, подушечек пальцев кисти и стопы, зонах тенара и гипотенара. При их открытии большое количество теплой крови может пройти через этот шунт и кровь нагревает ткани, играя таким образом важную роль в терморегуляции. Многие механизмы, касающиеся функций АВА, все еще являются предметом обсуждения. Возможно, некоторые из них можно уточнить с помощью тепловидения.

По мнению A.R. Hale и G.E. Burch [13], АВА происходят из “льготных каналов”. Они начинают отличаться развитием клеток гладких мышц, которые могут регулировать поток крови сжатием. Факторы, связанные с кровотоком в коже, обуславливают дальнейшее развитие этих примитивных анастомозов, что в конечном итоге может вести к образованию высокоразвитых гломеральных органов (glomerula). В области ногтей человека АВА развиты настолько сильно, что их можно также назвать гломеральным органом, который состоит из инкапсулированного артериовенозного соединения. В гломеральном органе присутствуют кровеносные сосуды, мышечные и нервные клетки, которые расположены в несистематическом порядке.

## Цель исследования

Определить информативность тепловидения в диагностике синдрома (феномена) Рейно и его стадий, а также роли активности АВА, расположенных на различных поверхностях ногтевой фаланги пальцев кистей, в формировании этой специфической ТПВ информации.

## Материал и методика

Обследованы 125 пациентов с синдромом Рейно разной степени выраженности клинических признаков, сочетанным с системным заболеванием соединительной ткани, сердечной недостаточностью, вибрационной болезнью.

С целью диагностики синдрома вторичного ангиоспазма проведены ТПВ обследования с регистрацией как исходной (нативной) тепловой картины тыльных поверхностей кистей рук и нижних третей предплечий, так и динамики ее восстановления после проведения холодовой пробы (погружение кистей рук на 1 минуту в емкость с водой температурой 15 °С). Проба с охлаждением кистей является специфической, так как из-за повышенной чувствительности кожных рецепторов к холоду она способна провоцировать приступ судорожного ангиоспазма, запуская каскад фазных сосудистых реакций, лежащих в основе симптомокомплекса феномена Рейно.

Оценивались симметричность и скорость возникновения сосудистых реакций после холодовой пробы, механизмы переноса тепла и полнота восстановления исходной тепловой картины.

Региональная холодовая проба (ХП) с охлаждением кистей является специфической, так как из-за повышенной чувствительности кожных рецепторов к холоду она способна провоцировать приступ судорожного ангиоспазма, запуская различные механизмы сосудистых реакций в разных участках кистей: нормальную физиологическую реакцию ангиоспазма в здоровых участках и каскад фазных сосудистых реакций, лежащих в основе симптомокомплекса феномена Рейно. Действительно, использование данной пробы позволяет с помощью тепловидения объективизировать многие аспекты этого синдрома: вариант сосудистого синдрома – ангиоспастический по типу вегетативно-сосудистой дистонии, или синдрома Рейно; вариант переноса тепла в ходе восстановления

исходной температуры (конвективный, смешанный, кондуктивный); степень нарушений механизмов переноса тепла (замедленный, извращенный).

Совокупность этих ответных вегетативно-сосудистых реакций характеризует состояние микроциркуляции и сохранность механизмов терморегуляции.

В трактовке ТПВ информации основной акцент делали на оценке качественных характеристик тепловой картины, которые дополняли измерениями количественных показателей – пространственно-временных изменений температурных параметров. По зарегистрированной информации формулировали ТПВ заключение о наличии синдрома Рейно, его варианте.

## Результаты и обсуждение

Ранее нами были описаны варианты нарушения тепловой картины в автономной зоне иннервации (АЗИ) страдающего смешанного периферического нерва верхних конечностей. Именно эта информация и позволяет использовать тепловидение в качестве диагностического метода на различных этапах лечения пациентов с этой патологией [14, 15].

Возможности ТПВ диагностики топики страдания конкретного нерва, а главное, степени нарушения нервной проводимости, базируются на информации, которую несут волокна симпатической вегетативной нервной системы, входящие в состав смешанного нерва. Однако это только один из вариантов феномена Рейно, который по этиопатогенетической классификации L. и P. Langeron, L. Crossel, опубликованной в 1959 г. (цит. по [1], и трактуется как регионарный феномен Рейно.

Он формируется при компрессионно-ишемических радикулопатиях, плексопатиях, невропатиях. Наиболее часто его причиной являются добавочные шейные ребра, поражение межпозвонкового диска, синдром передней лестничной мышцы с туннельным синдромом, синдром резкого отведения руки с формированием клиники плексопатии.

В данной работе представлены результаты ТПВ обследования синдрома Рейно при системных заболеваниях соединительной ткани, сердечной недостаточности, вибрационной болезни.

Даже при отсутствии жалоб на момент проведения обследования на термограммах кистей,

зарегистрированных при нативном ТПВ обследовании, выявляется асимметричность теплового рисунка пальцев. Нарушение нормальной термотопографии выражается в снижении ИК излучения отдельных пальцев, и не обязательно только на одной конечности. Степень нарушения интенсивности свечения на разных пальцах даже одной кисти может варьировать в широких пределах. В ответ на провоцирующую ХП возникает выраженное снижение интенсивности свечения с уровня охлаждения. Градиент температуры между пальцами и неохлажденными участками предплечья колеблется у разных пациентов от 7 до 10 °С.

Детально изучена динамика восстановления интенсивности свечения после ХП на пальцах обеих кистей. Анализ результатов ТПВ информации на тыльной и ладонной поверхностях ногтевых фаланг пальцев позволил доказать, что наибольшее количество АВА находится в проекции ногтевого ложа, а не в мякотной части ногтевой фаланги. В пользу этого свидетельствуют следующие данные:

- первые признаки восстановления исходной картины возникают именно при обследовании тыльной поверхности кисти, а не ладонной;
- скорость прироста температурных параметров также максимально выражена в проекции ногтевого ложа.

В течении синдрома Рейно выделяют три стадии: ангиоспастическая, ангиопаралитическая и трофопаралитическая. Очень часто при болезни Рейно заболевание останавливается на ангиоспастической стадии. При синдроме (феномене) Рейно обычно развиваются более драматичные последствия. Первая и вторая стадии при вторичном синдроме Рейно длятся в среднем 3–5 лет. Нередко все три стадии феномена Рейно можно встретить у одного человека, в том числе на соседних пальцах одной руки.

Анализ термограмм пациентов с феноменом Рейно при различных нозологических формах патологии позволил выявить как общие признаки нарушения термотопографии, на основании которых можно диагностировать наличие этого синдрома, так и некоторые особенности, присущие только конкретной его стадии.

*ТПВ критерии, характерные для ангиоспастической стадии синдрома Рейно:*

- отсутствие динамики восстановления тепловой картины за счет конвективного меха-

низма терморегуляции в течение первых 15–20 минут после холодовой пробы;

- прирост температуры в проекции ногтевых фаланг пальцев обеих рук носит асимметричный характер, который сохраняется на всем протяжении обследования;

- гипертермическая реакция на отдельных пальцах может сформироваться, но только через 20–25 минут после пробы и имеет невыраженный характер;

- асимметричное расположение патологических термопаттернов сохраняется даже к концу ТПВ обследования (30 минут и больше).

*ТПВ критерии, характерные для ангиопаралитической стадии синдрома Рейно:*

- локальные зоны гипертермии на ногтевых фалангах всех или отдельных пальцев по данным исходной тепловой картины;

- сохранение зон гипертермии и после холодовой провокации;

- быстрый прирост интенсивности свечения, который начинается уже в первые минуты после проведения ХП с последующим ранним формированием гипертермической реакции.

В качестве иллюстрации возможностей тепловидения в оценке стадий синдрома Рейно приводим два примера.

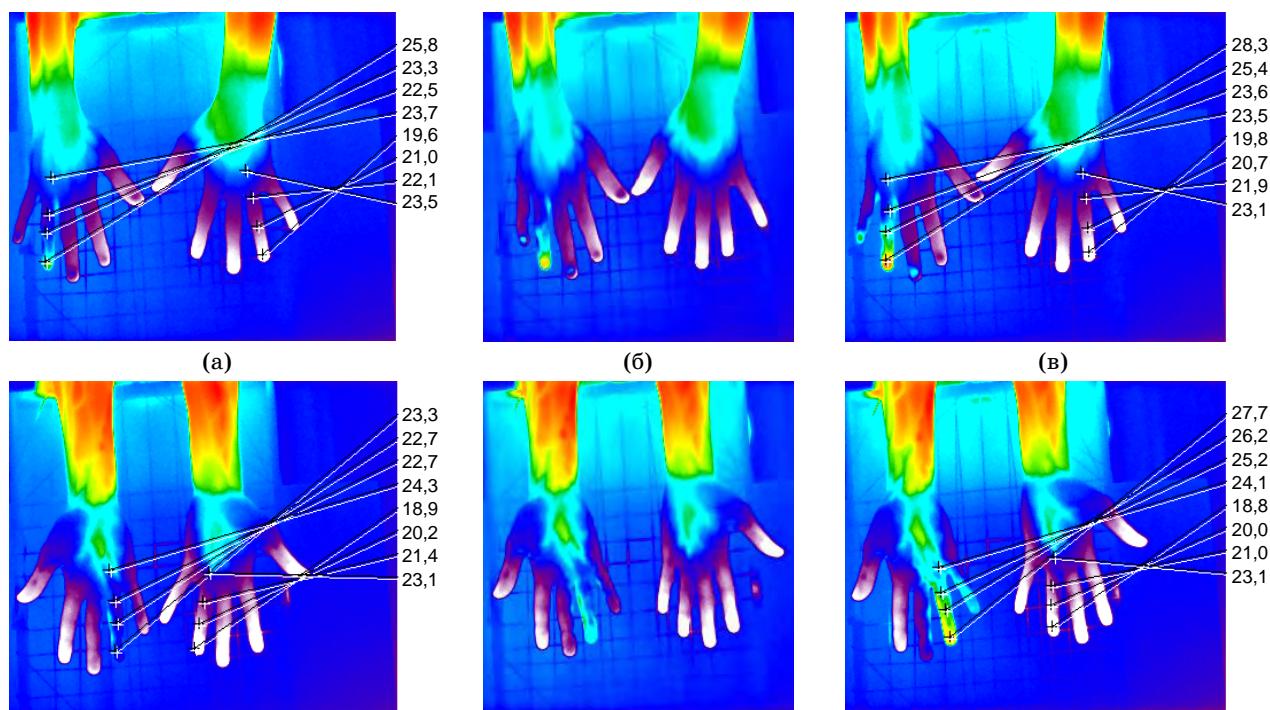
### **1. Пациент с ангиоспастической стадией синдрома Рейно (рис. 1–5).**

Термограммы отражают последовательность запуска термореакций на тыльной и ладонной поверхностях обеих кистей. Опережающий прирост температуры начался на 24-й минуте с ногтевой фаланги IV пальца правой кисти на ее тыльной поверхности. На 28-й минуте аналогичные признаки появились на V, в меньшей степени – III пальцах. Только на 31-й минуте начальные ТПВ признаки открытия АВА появились на ногтевых фалангах этих же пальцев и левой кисти, а на правой сформировались достоверные признаки гипертермической реакции. Графическое отображение температурной динамики детализирует временные и амплитудные соотношения на четвертых пальцах обеих кистей как на тыльной, так и на ладонной поверхностях (рис. 6).

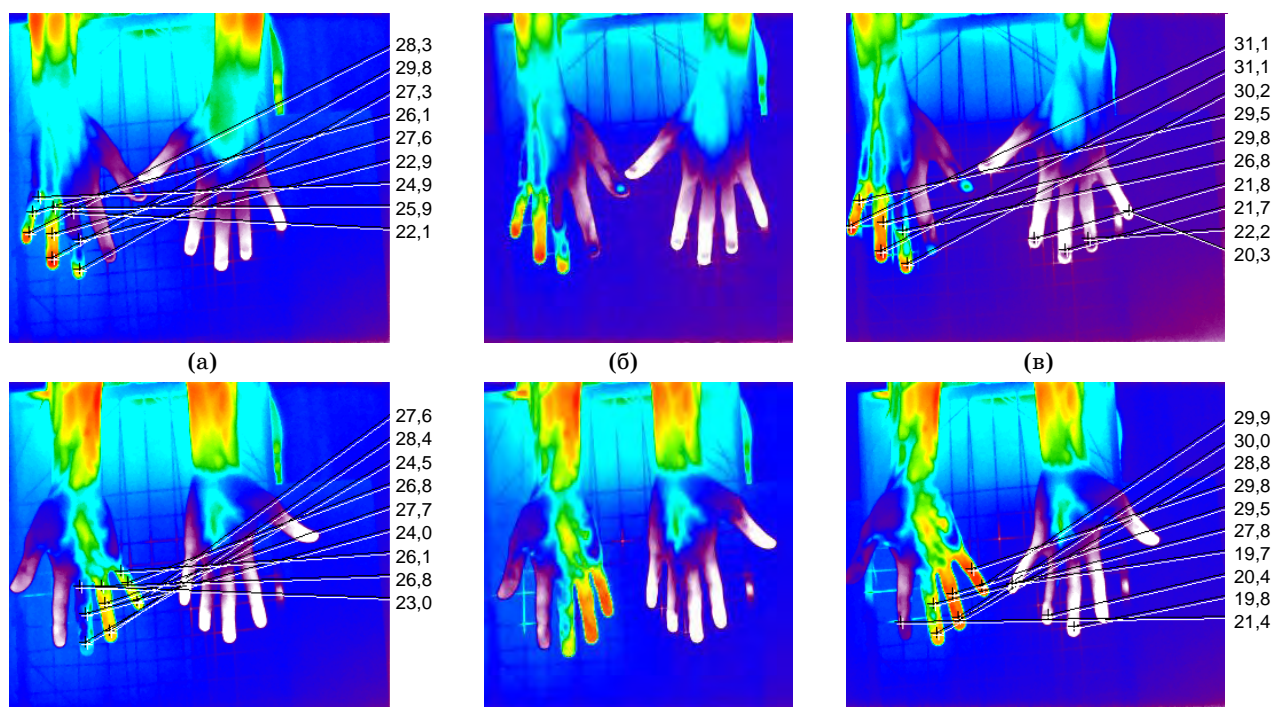
### **2. Пациентка с ангиопаралитической стадией синдрома Рейно (рис. 7–10).**

Термограммы на рис. 7 отражают наличие локальных зон гипертермии на ногтевых фалангах всех пальцев обеих кистей уже по ис-

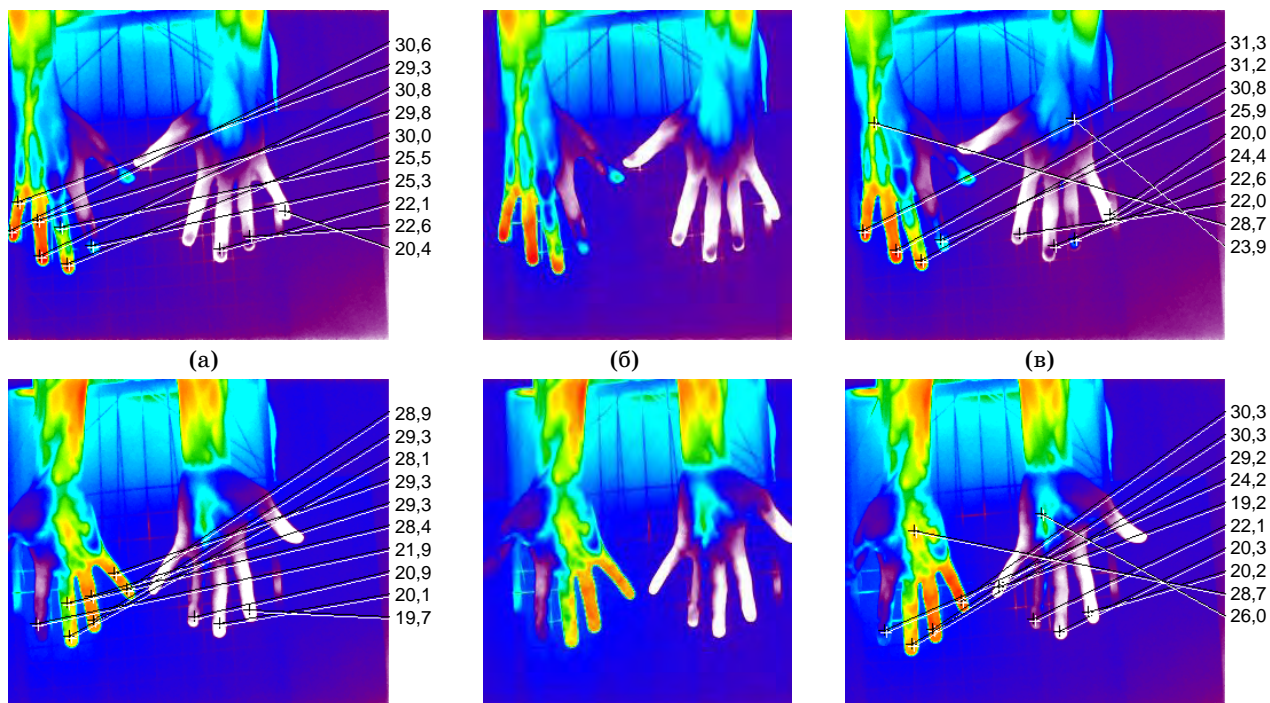




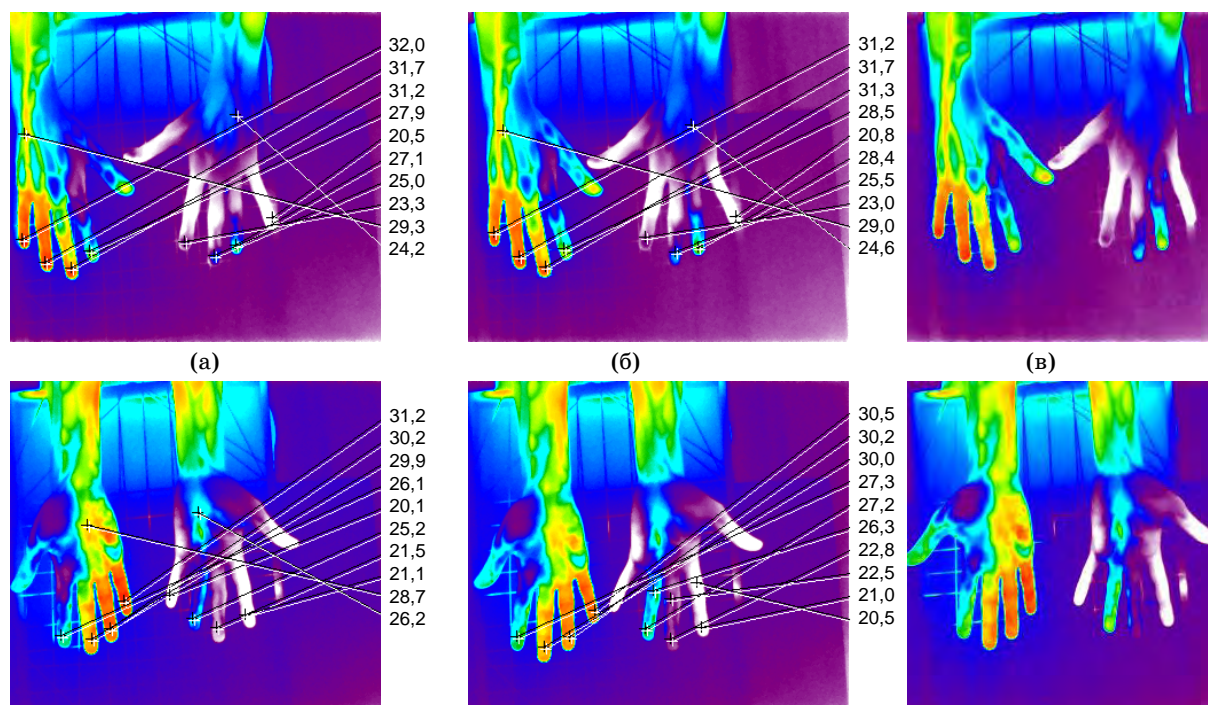
**Рис. 1.** Динамика тепловой картины кистей и пальцев после холодной пробы у пациента с ангиоспастической стадией синдрома Рейно. Верхний ряд – тыльная поверхность, нижний ряд – ладонная поверхность, а – на 24-й минуте, б – на 25-й, в – на 26-й.



**Рис. 2.** Динамика тепловой картины кистей и пальцев после холодной пробы у пациента с ангиоспастической стадией синдрома Рейно. Верхний ряд – тыльная поверхность, нижний ряд – ладонная поверхность, а – на 27-й минуте, б – на 28-й, в – на 29-й.

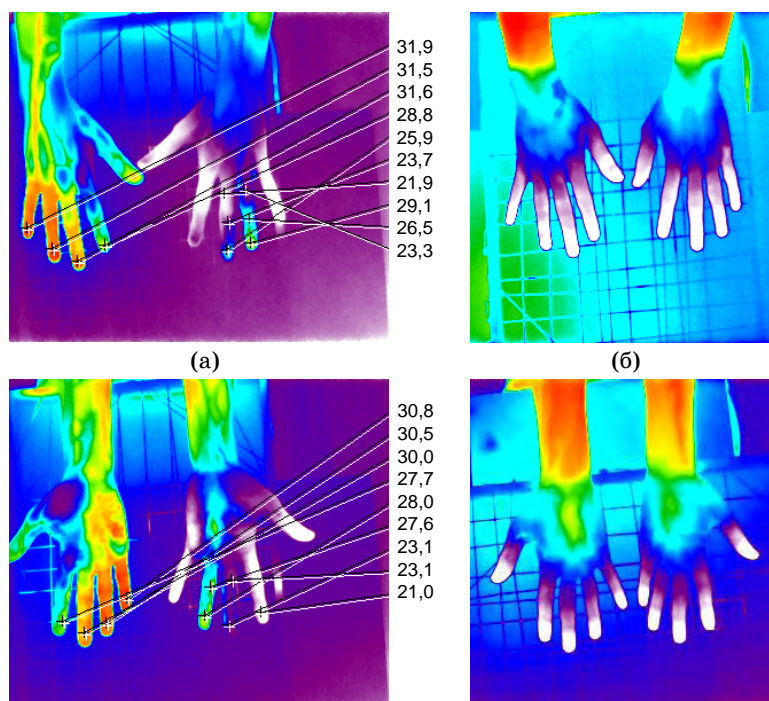


**Рис. 3.** Динамика тепловой картины кистей и пальцев после холодной пробы у пациента с ангиоспастической стадией синдрома Рейно. Верхний ряд – тыльная поверхность, нижний ряд – ладонная поверхность, а – на 30-й минуте, б – на 31-й, в – на 32-й.

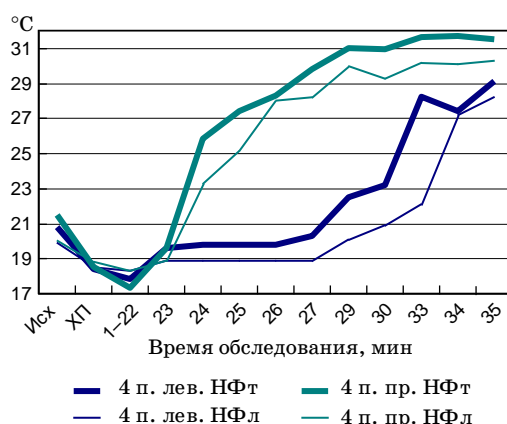


**Рис. 4.** Динамика тепловой картины кистей и пальцев после холодной пробы у пациента с ангиоспастической стадией синдрома Рейно. Верхний ряд – тыльная поверхность, нижний ряд – ладонная поверхность, а – на 33-й минуте, б – на 34-й, в – на 35-й.





**Рис. 5.** Динамика тепловой картины кистей и пальцев после холодной пробы у пациента с ангиоспастической стадией синдрома Рейно. Верхний ряд – тыльная поверхность, нижний ряд – ладонная поверхность, а – на 35-й минуте, б – исходная тепловая картина.

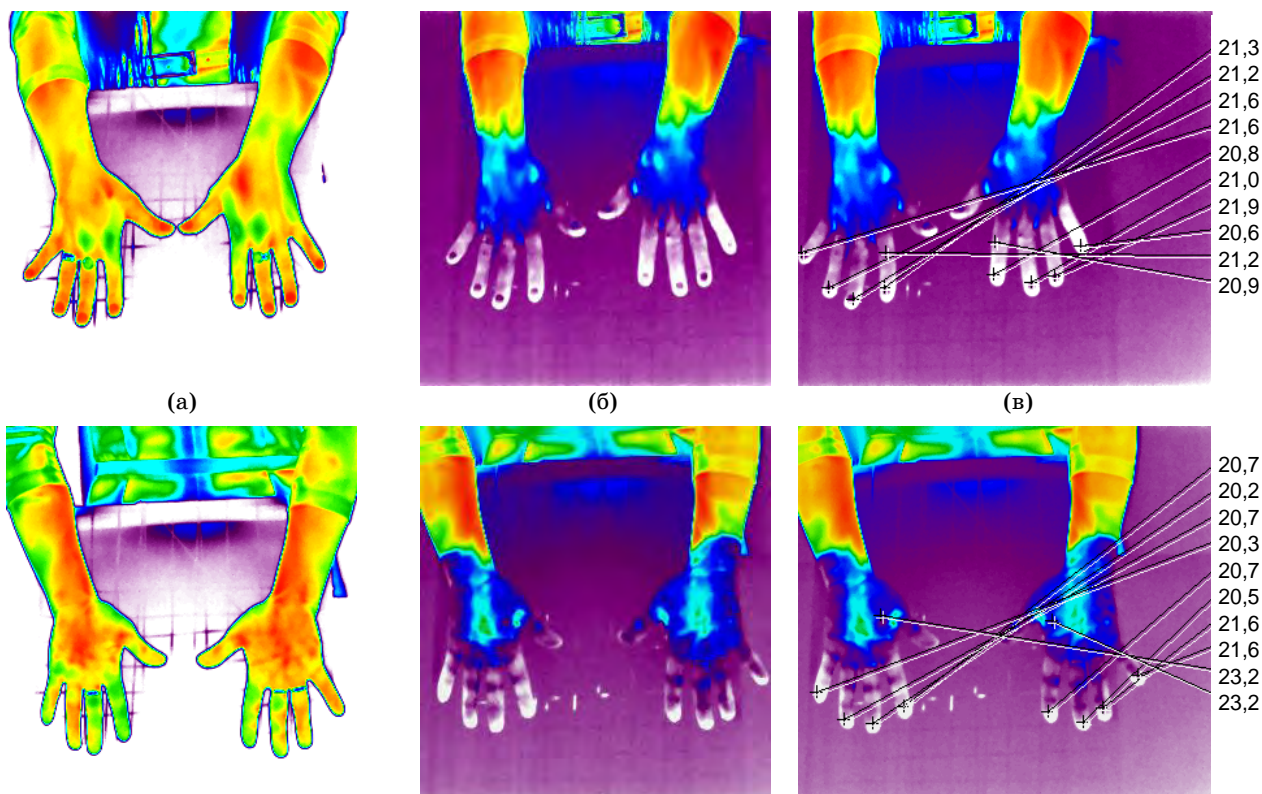


**Рис. 6.** Графики прироста температуры после холодной пробы на тыльной и ладонной поверхностях ногтевой фаланги IV пальца обеих кистей у больного с ангиоспастической стадией синдрома Рейно. Обозначения: жирная линия – тыльная поверхность, тонкая – ладонная. Кривые синего цвета – левая кисть, зеленого – правая кисть.

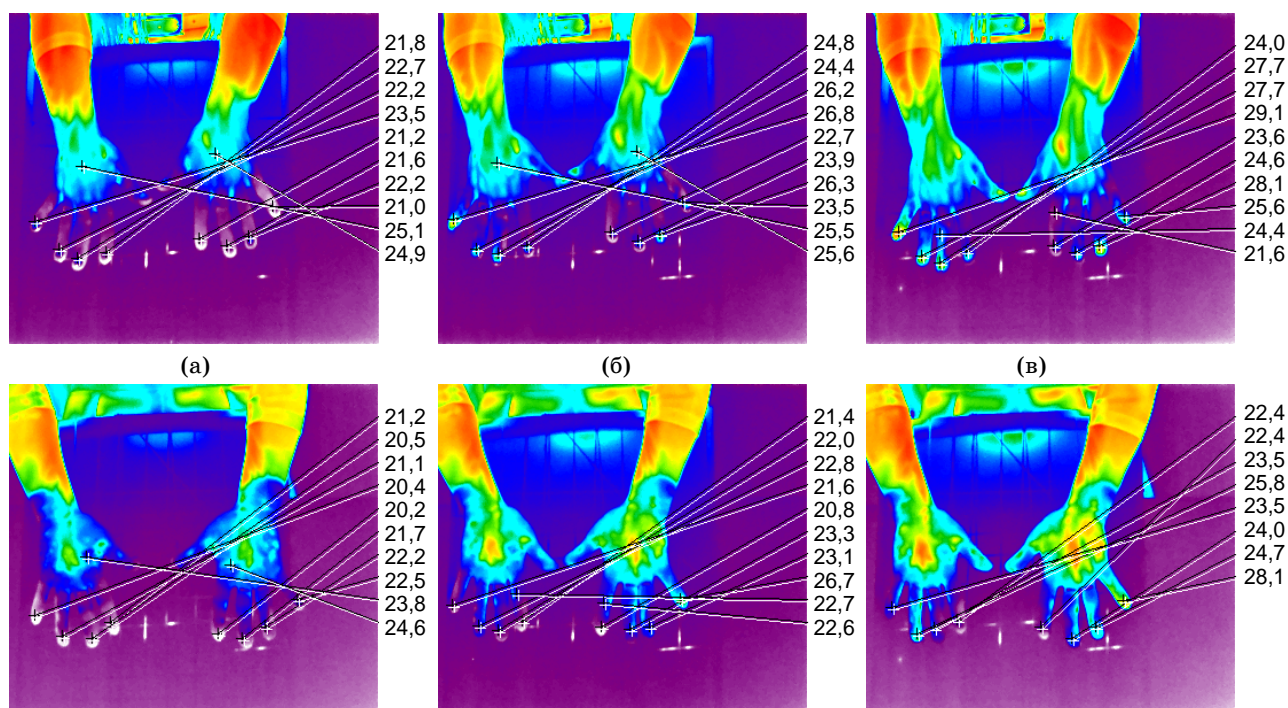
ходным данным. Дальнейшая динамика характеризуется значительно раньше начинающимся приростом температуры (уже в первые минуты после XII) по сравнению с ангиоспастической стадией синдрома Рейно. Сопоставление характеристик термореакций на тыльной и ладонной поверхностях кисти свидетельствует о боль-

шем и более быстром приросте температуры на тыльной поверхности (рис. 7–11).

Графическое отображение температурной динамики детализирует временные и амплитудные соотношения на II и IV пальцах обеих кистей как на тыльной, так и на ладонной поверхности (рис. 12, 13).

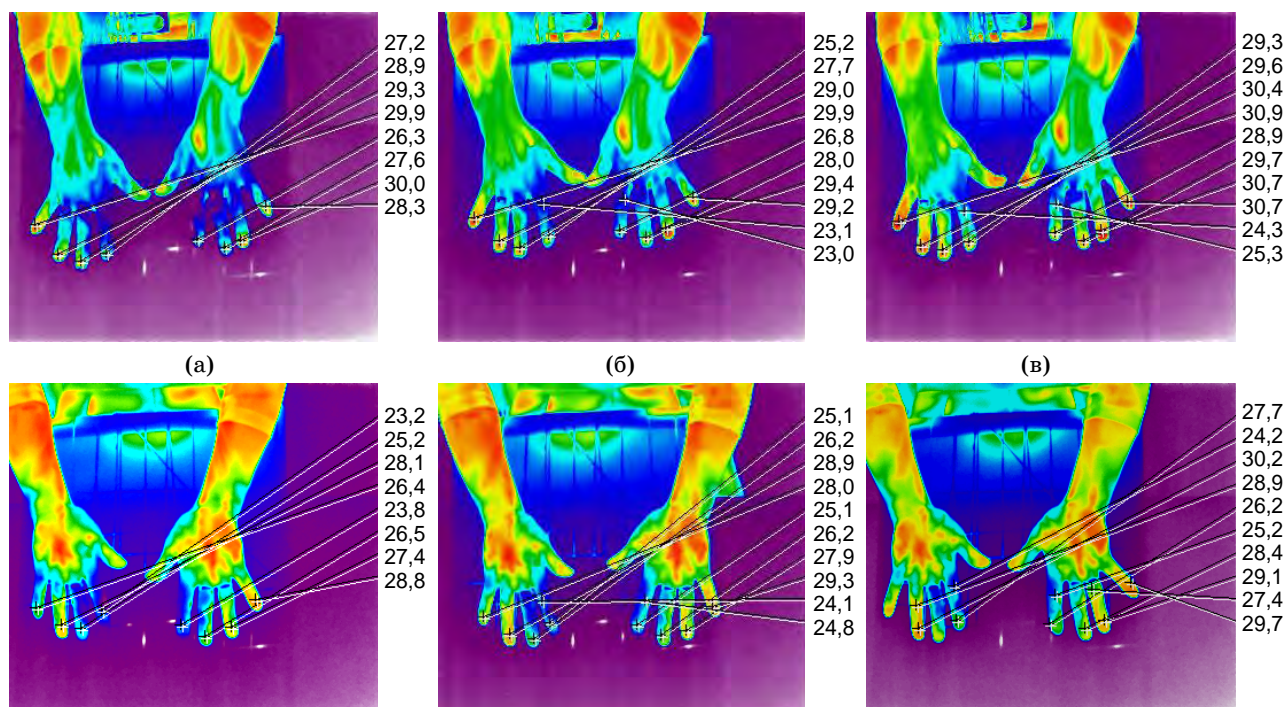


**Рис. 7.** Динамика тепловой картины кистей и пальцев после холодной пробы у пациентки с ангиопаралитической стадией синдрома Рейно. Верхний ряд – тыльная поверхность, нижний ряд – ладонная поверхность, а – исходная тепловая картина, б – сразу после пробы, в – сразу после пробы с количественными показателями.

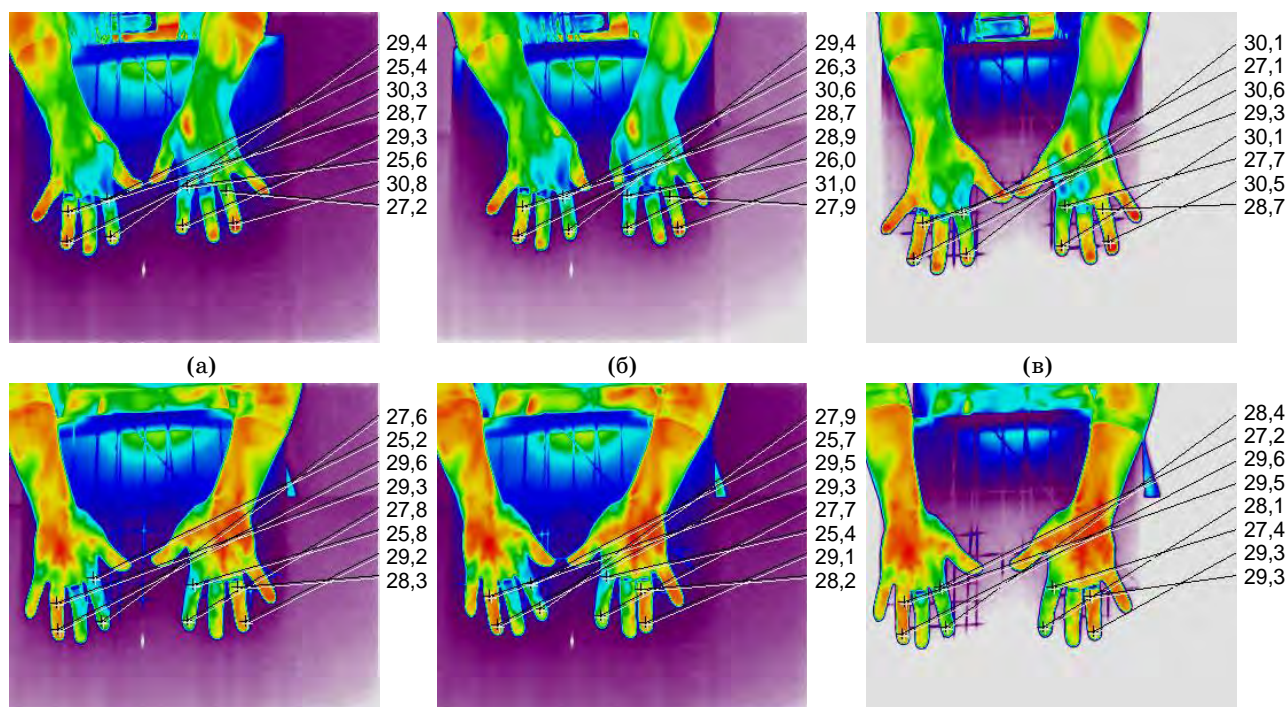


**Рис. 8.** Динамика тепловой картины кистей и пальцев после холодной пробы у пациентки с ангиопаралитической стадией синдрома Рейно. Верхний ряд – тыльная поверхность, нижний ряд – ладонная поверхность, а – на 1-й минуте, б – на 2-й, в – на 3-й.

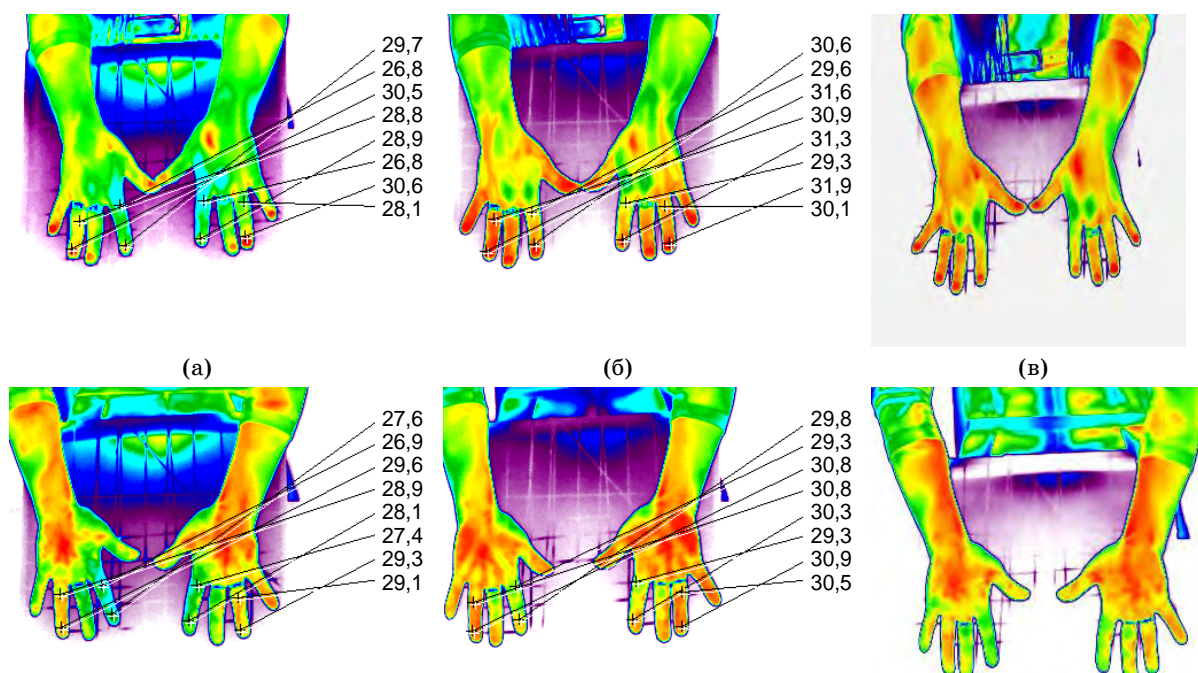




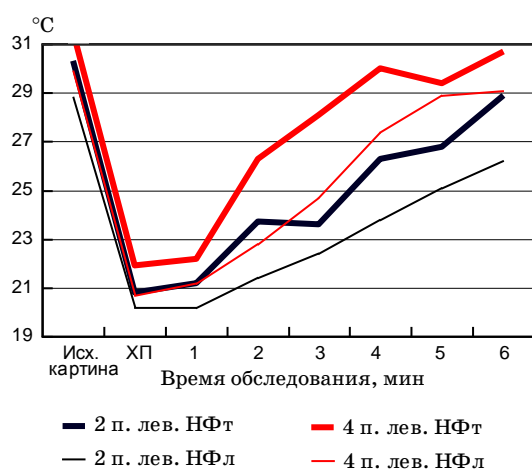
**Рис. 9.** Динамика тепловой картины кистей и пальцев после холодной пробы у пациентки с ангиопаралитической стадией синдрома Рейно. Верхний ряд – тыльная поверхность, нижний ряд ладонная поверхность, а – на 4-й минуте, б – на 5-й, в – на 6-й.



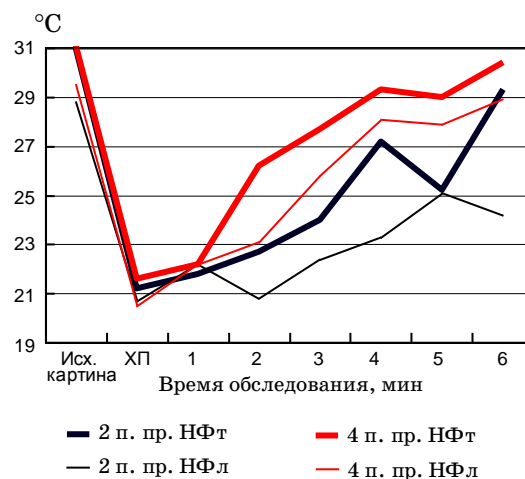
**Рис. 10.** Динамика тепловой картины кистей и пальцев после холодной пробы у пациентки с ангиопаралитической стадией синдрома Рейно. Верхний ряд – тыльная поверхность, нижний ряд – ладонная поверхность, а - на 7-й минуте, б – на 8-й, в – на 9-й.



**Рис. 11.** Динамика тепловой картины кистей и пальцев после холодной пробы у пациентки с ангиопаралитической стадией синдрома Рейно. Верхний ряд – тыльная поверхность, нижний ряд – ладонная поверхность, а – на 12-й минуте, б – на 14-й, в – исходная тепловая картина.



**Рис. 12.** Графики прироста температуры после ХП на тыльной и ладонной поверхностях ногтевых фаланг II и IV пальцев левой кисти у больной с ангиопаралитической стадией синдрома Рейно. Обозначения: кривая синего цвета – II палец, красного – IV палец. Жирная – тыльная поверхность, тонкая – ладонная.



**Рис. 13.** Графики прироста температуры после ХП на тыльной и ладонной поверхностях ногтевых фаланг II и IV пальцев правой кисти у больной с ангиопаралитической стадией синдрома Рейно. Обозначения: кривая синего цвета – II палец, красного – IV палец. Жирная – тыльная поверхность, тонкая – ладонная.

## Заключение

В настоящее время капилляроскопия является одной из наиболее информативных методов диагностики синдрома Рейно.

В то же время, результаты проведенных исследований свидетельствуют о высокой информатив-

ности ТПВ информации не только в верификации вторичного синдрома Рейно при различных нозологических формах его происхождения, но и верификации стадии на конкретных пальцах.

Использование тепловидения в диагностике синдрома Рейно, сочетающегося с первичными нозологическими формами патологии, имею-



щей различный этиопатогенез, существенно дополняет и расширяет информацию, получаемую с помощью клинического осмотра и других инструментальных методов исследований. Объективная диагностика механизмов и выраженности акроангиоспастических реакций, особенно на ранних стадиях развития заболе-

вания, когда методы структурной диагностики еще не фиксируют значимых изменений микрососудистого русла, позволяет утверждать, что тепловидение должно занять достойное место в практике врачей, занимающихся проблемой диагностики и лечения этого синдрома при различных видах патологии.

\* \* \* \* \*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вегетативные расстройства (клиника, диагностика, лечение) под ред. А.М. Вейна. Медицинское информационное агентство, 2003. 746 с.
2. O'Reilly D., Taylor L., el-Hadidy K., Jayson M.I. Measurement of cold challenge responses in primary Raynaud's phenomenon and Raynaud's phenomenon associated with systemic sclerosis // *Ann Rheum Dis.* 1992. Nov. V. 51. № 11. P. 1193–1196.
3. Clark S., Hollis S., Campbell F., Moore T., Jayson M., Herrick A. J. The "distal-dorsal difference" as a possible predictor of secondary Raynaud's phenomenon // *Rheumatol.* 1999 May. V. 26. № 5. P. 1125–1128.
4. Anderson M.E., Moore T.L., Lunt M., Herrick A.L., The 'distal-dorsal difference': a thermographic parameter by which to differentiate between primary and secondary Raynaud's phenomenon // *Rheumatology (Oxford).* 2007 Mar. V. 46. № 3. P. 533–538.
5. Pauling J.D., Flower V., Shipley J.A., Harris N.D., McHugh N.J. Influence of the cold challenge on the discriminatory capacity of the digital distal-dorsal difference in the thermographic assessment of Raynaud's phenomenon // *Microvasc. Res.* 2011 Nov. V. 82. № 3. P. 364–368.
6. Pauling J.D., Shipley J.A., Harris N.D., McHugh N.J. Use of infrared thermography as an endpoint in therapeutic trials of Raynaud's phenomenon and systemic sclerosis // *Clin. Exp. Rheumatol.* 2012 Mar-Apr. V. 30. № 2. P. 30–32.
7. Stuart Clark, Graham Dunn, Tonia Moore, Malcolm Jayson, IV, Terence A. King and Ariane L. Herrick. Comparison of thermography and laser Doppler imaging in the assessment of Raynaud's phenomenon // *Microvascular Research.* 2003, July. V. 66. № 1. P. 73–76.
8. Chikura B., Moore T., Manning J., Vail A., Herrick A.L. Thumb Involvement in Raynaud's Phenomenon as an Indicator of Underlying Connective Tissue Disease // *J. Rheumatol.* 2010, Apr. V. 37. № 4. P. 783–786.
9. Foerster J., Wittstock S., Fleischanderl S., Storch A., Riemekasten G., Chmuth O., Effert B., Meffert H., Worm M. Infrared-monitored cold response in the assessment of Raynaud's phenomenon // *Clinical & Experimental Dermatology.* 2006 January. V. 31. № 1. P. 6–12.
10. Cherkas L.F., Carter L., Spector T.D., Howell K.J., Black C.M., MacGregor A.J. Use of thermographic criteria to identify Raynaud's phenomenon in a population setting // *The Journal of rheumatology.* 2003, Apr. V. 30. № 4. P. 720–722.
11. Козлов В.И. Система микроциркуляции крови: клинко-морфологические аспекты изучения // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2006. Т. 5. № 1 (17). С. 84–101.
12. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем. Колебания, информация, нелинейность. Руководство для врачей. М.: Книжный дом Либроком. 2014. 246 с.
13. Hale A.R., Burch G.E. The arteriovenous anastomoses and blood vessels of the human finger // *Medicine.* 1960. V. 39. P. 191–240.
14. Колесов С.Н. Синдром Рейно как основа тепловизионной диагностики повреждений соматической периферической нервной системы конечностей // 7-я Междунар. конф. "Прикладная оптика-2006". СПб., 2006. С. 82–84.
15. Колесов С.Н., Воловик М.Г., Прилучный М.А. Медицинское теплорадиовидение: современный методологический подход. Н.Новгород: ФГУ «ННИИТО Росмедтехнологий», 2008. 184 с.