Воловик М.Г., Долгов И.М., Хрипковский Д.Н.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ В МЕДИЦИНСКОМ ТЕПЛОВИДЕНИИ

Дигносис®

Москва, 2023

МЕДИЦИНСКОЕ ТЕПЛОВИДЕНИЕ

Воловик М.Г., Долгов И.М., Хрипковский Д.Н.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ В МЕДИЦИНСКОМ ТЕПЛОВИДЕНИИ

Дигносис®

Москва, 2023

УДК 616
ББК 53.4
В68

А в т о р ы:

Воловик М.Г. — доктор биологических наук, начальник отдела научно-методического обеспечения ООО «Дигносис»;

Долгов И.М. — доктор медицинских наук, заместитель генерального директора ООО «Дигносис», Лауреат Государственной премии Российской Федерации;

Хрипковский Д.Н. — технический директор ООО «Дигносис».

Рецензенты:

Лихтерман Леонид Болеславович

Доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Лауреат Государственной премии России, Лауреат премии Правительства РФ, главный научный сотрудник-невролог ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России

Полевая Софья Александровна

Доктор биологических наук, доцент, член экспертного совета ВАК по когнитивным наукам, заведующая кафедрой психофизиологии факультета социальных наук ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Воловик М.Г.

Функциональные пробы в медицинском тепловидении. / М.Г. Воловик, И.М. Долгов, Д.Н. Хрипковский. - Москва: Дигносис, 2023. -130 с. – www.dx.doi.org/10.12737/monography_646341497049a9.30616752

ISBN: 978-5-16-018784-6

Настоящее издание посвящено теории и практике применения функциональных проб в медицинском тепловидении. Представлена классификация, описаны теоретические принципы выбора проб и варианты реакций на их применение.
Издание предназначено для врачей любой специальности, использующих в своей клинической практике медицинское тепловидение.

In this "how-to-use" manual the authors presetnted the theory and practice of stress tests application in medical thermography. Stress test classification along with theoretical principles of sampling selection and results interpretations are described.
The publication is intended for doctors of any specialty, using medical thermography in their clinical routine.

УДК 616
ББК 53.4

ISBN: 978-5-16-018784-6

© Воловик М.Г., Долгов И.М., Хрипковский Д.Н., 2023

Использованные сокращения:

ТПВ – тепловизионный

ТВИ – тепловизионное исследование

ИК – инфракрасный

ХП – холодовая проба

СХП – спиртовая холодовая проба

ОП – окклюзионная проба

АЗИ – автономная зона иннервации

МЖ – молочные железы

Предисловие

Тепловидение – неинвазивный бесконтактный метод диагностики, который позволяет визуализировать тепловое излучение тела человека и измерять его количественные значения.

К безусловным достоинствам тепловидения относятся:

- безвредность и, соответственно, отсутствие любых противопоказаний;
- получение результата путем прямого измерения;
- выдача результата в режиме реального времени;
- удобство и оперативность применения;
- накопленная база данных с описанной термосемиотикой более 150 заболеваний у взрослых и детей;
- экономическая доступность оборудования и низкие эксплуатационные расходы.

Формирование тепловизионной картины на поверхности кожных покровов является результатом взаимодействия локальных и центральных механизмов терморегуляции. Распределение температур на поверхности тела меняется при любом местном изменении кровотока или метаболизма (при наличии опухоли, воспаления, нагноения, локальных нарушений кровоснабжения и т.п.), поэтому тепловидение – один из немногих современных методов визуализации, отражающих не морфологические, а функциональные изменения в области интереса.

Современная тепловизионная аппаратура, технически достигшая теоретического предела характеристик, рассчитана на количественную оценку температур и позволяет соотносить их изменения с малейшими отклонениями от нормы кровоснабжения и обмена веществ в тканях.

Именно технические достижения в медицинском тепловидении открыли перспективы для активного развития методологии тепловизионных исследований с использованием функциональных проб – специфических нагрузок на различные регуляторные системы, и перейти от статических

исследований (изучения некоего «мгновенного среза состояния организма») к динамическим, позволяющим изучать особенности протекания процессов во времени.

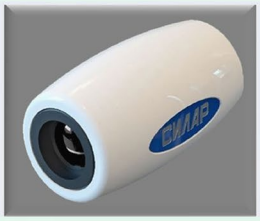
В результате расширились возможности как в диагностике (например, использование глюкозной пробы для выявления злокачественных новообразований, холодовой пробы при верификации вибрационной болезни и др.), так и в оценке эффективности лечения (например, изменение тепловизионной картины на подошве у пациентов с «диабетической стопой» на фоне адекватной/неадекватной терапии).

К сожалению, насколько это известно авторам, на сегодняшний день нет единого издания, которое помогло бы врачам разобраться во всем многообразии существующих функциональных проб, способов и эффектов их применения. Сознавая необходимость такой работы, мы предприняли попытку систематизации и краткого представления имеющихся разработок.

Мы надеемся, что представленный материал будет полезен врачам, занимающимся вопросами медицинского тепловидения у взрослых и детей.

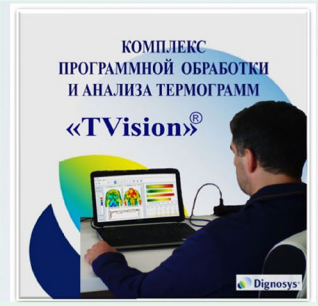
Приглашаем всех специалистов к сотрудничеству.

Комплектация тепловизионного аппаратно-программного комплекса «Дигносис»



1. Тепловизор цифровой ТВС300-мед

2. Электроподъемная стойка «Дигносис» с дистанционным управлением для крепления тепловизора и монитора



3. Комплекс МПО «TVision»

Термотопография тела и назначение функциональных проб

Медицинское тепловидение – метод функциональной диагностики, более полувека успешно применяемый во всем мире. Абсолютная безвредность, наглядность, простота и быстрота получения результатов при высокой информативности – бесспорные достоинства, которые привели к быстрому расширению сферы применения тепловизионного (ТПВ) метода в медицине. Распределение температуры на поверхности тела человека (терморисунок, или термопаттерн) позволяет выявить признаки более 150 различных заболеваний, причем нередко на доклинической стадии [7].

Сегодня медицинское тепловидение является продуктом многих новых и ярких идей, концепций и технологий, которые обусловливают все более широкое внедрение метода в скрининг-диагностику, мониторинг лечения и прогноз течения множества заболеваний, основой чего является понимание механизмов теплопродукции и терморегуляции в живом организме.

Динамическое тепловое изображение, важная роль тепловидения в мультимодальных системах визуализации и передовые технологии машинной обработки изображений – вот только некоторые из ключевых достижений современной науки и техники, которые делают ТПВ информацию все более актуальной. С их помощью функциональная инфракрасная (ИК) визуализация может определять значимость, стадийность и прогрессирование заболеваний, предупреждать возникновение осложнений.

Получение эффективных, достоверных и воспроизводимых результатов обеспечивается не только высокими технологиями, но и грамотным методологическим подходом, стандартизацией, калибровкой и разработкой детальных протоколов ТПВ измерений, что позволяет рассматривать ИК визуализацию как конкурентоспособный и экономически выгодный, неинвазивный, безопасный способ обнаружения заболеваний «первой линии».

За более полувека разработки и применения методик статического тепловидения получены детальные описания поверхностного распределения температур кожных покровов в разнообразных клинических контекстах [77; 46 и др.]. При доказанной информативности метода в диагностике, достигающей 90-97% при таких заболеваниях, как патология молочных желез (МЖ) или поражение вен нижних конечностей, метод позволяет диагностировать многие заболевания в доклинической стадии [42; 59 и др.].

Очевидно, что **термотопография** (стационарный паттерн распределения температур на поверхности различных участков тела) в своей совокупности несет много полезных данных. В статических измерениях значимую информацию можно извлекать из анализа температурной асимметрии в контралатеральных областях одного и того же субъекта, из градиентов температуры или при сравнении термограмм обследуемого человека с условно нормальными ТПВ данными или с термопортретами других людей.

Значительное повышение информативности ИК данных от биологических объектов достигается применением при обработке методов нелинейной динамики. Так, показано [61], что для раковой ткани как частного случая патологических тканей типична неспособность адекватно адаптироваться к внешним воздействиям. Учет нелинейности, которая является фундаментальным свойством живых систем [41], обладает высоким потенциалом для диагностики. Нелинейность уменьшается при любых структурно-функциональных нарушениях в организме, будь это при заболеваниях [31], возрастных изменениях [38] или стрессовых воздействиях [47], и ее оценка дает в руки диагностов ценный инструмент анализа функционального состояния пострадавших органов и систем.

Наконец, огромный потенциал заключают в себе современные методы машинного анализа больших массивов данных, распознавание изображений, искусственный интеллект [78].

Бесспорное положение о том, что будущее за машинной обработкой и искусственным интеллектом, следует понимать в том смысле, что именно прецедентный опыт специалистов будет трансформирован в конкретные алгоритмы распознавания нормы и патологии. При этом на этапе интерпретации ТПВ данных все равно останется широкое поле для применения уникальных компетенций эксперта: знания им механизмов термогенеза и теплопередачи в тканях организма; понимания этиологии и патогенеза, а также саногенеза заболеваний, проявляющих себя в виде локальных температурных отклонений от нормы и их динамики; наконец, выбора таких методов обработки данных, которые позволяли бы формализовать ТПВ информацию, сделав ее языком, доступным клиницистам смежных специальностей и всем, кто будет дальше работать с данным больным.

В течение многих лет, с момента появления в 1956 году медицинского тепловидения как метода исследования, его результатом были преимущественно так называемые «нативные» термограммы, отражающие своего рода временной срез состояния органов и систем. Связано это было, главным образом, с

несовершенством ТПВ техники, которая не позволяла четко визуализировать быстротекущие адаптационные процессы (малое разрешение, большие температурные интервалы, длительность получения одного кадра в оптико-механических ТПВ системах).

И только с разработкой матричных тепловизоров, сочетающих высокое разрешение с достаточной температурной чувствительностью (от 0,1°С и лучше) и быстротой регистрации (от 5 Гц и выше), появилась возможность развить новый пласт диагностики: анализ адаптационно-компенсаторных механизмов, зависящих как от степени нарушения сосудистых и метаболических процессов, так и от индивидуальных особенностей пациента.

Очевидно, что отсутствие явных нарушений на термограмме может быть следствием как условной нормы, так и эффективной компенсации патологического процесса организмом. Для дифференцировки этих состояний изучаемой системе следует дать функциональную нагрузку, направленную на «срыв» компенсации. Сравнивая ТПВ картину до воздействия и в течение определенного времени после воздействия (этот процесс мы назовем динамическим функциональным ИК картированием), можно выявить признаки патологии, которые ранее были «замаскированы» организмом.

Для решения задачи преодоления компенсаторных изменений и предназначены функциональные нагрузочные пробы, правильный подбор которых способен повысить специфичность информации, которую несет ИК сигнал от биологических тканей.

Разработка функциональных проб и требования к ним

Этапы разработки и применения функциональных проб:

- выбор звена функциональной системы, на которое будет проводиться воздействие;
- подбор оптимальных параметров стимуляции;
-оценка адаптационно-компенсаторного потенциала исследуемой системы.

Результатами функциональных проб являются данные, позволяющие:

- выявить неадекватные реакции на применяемые воздействия;
- контролировать эффективность лечения;
- прогнозировать динамику развития заболевания.

Условия, необходимые для достижения максимальной эффективности любой функциональной пробы и получения релевантных данных (помимо соблюдения протокола исследования):

- адекватная предстимульная адаптация, в процессе которой важно создать условия, способствующие снижению напряжения механизмов патологических реакций;
- обоснованный выбор не только области воздействия, но и области измерений;
- правильная укладка конечностей (позиция тела, сегмента тела, сегмента конечностей).

Отмечено, что у разных испытуемых возможен относительно широкий спектр реакций на одинаковые стимулы, но имеющиеся закономерности позволяют достичь требуемого эффекта при изначально различающемся исходном состоянии.

Поскольку тестируемые системы могут находиться в различных стадиях адаптационных реакций и на разных уровнях реагирования, мы считаем более правильным говорить о «норме реакции», или об «адаптивной норме», как ее понимал И.И.Шмальгаузен [40]. Это понятие точно отражает необходимость вывести изучаемую пострадавшую систему из компенсаторного равновесия для получения данных о степени и характере нарушений. С этой же проблемой связан вопрос «температурной адаптации»: следует стремиться к созданию стандартных условий, чтобы получаемые данные точкой отсчета имели некий стабильный исходный уровень [46].

Однако любая функциональная система в состоянии покоя демонстрирует непрерывные флуктуации регулируемых характеристик под влиянием комплекса эндогенных и экзогенных влияний [17], и температура может колебаться в широких пределах. Причиной является запаздывание включения физиологических реакций терморегуляции на изменения температурного режима при адаптации и, тем более, при функциональных нагрузках. Поэтому то, что называют предстимульной адаптацией, на самом деле ведет к установлению фонового температурного режима в участке кожи, при котором его исходная температура является усредненным показателем за единицу времени измерений. В норме это время – 3-5 минут: периодические колебания «фоновых» температур с подобными временными значениями отмечаются многими исследователями [58; 11; 74 и др.]. Отмечен также положительный или (чаще) отрицательный тренд температуры на протяжении обследования, на фоне которого усложняется задача выделения собственно термореакций.

Используемые функциональные пробы подбирают и разрабатывают таким образом, чтобы, не нанося вреда испытуемому или пациенту, временно и обратимо «срывать» компенсацию, сложившуюся в изучаемой системе к моменту исследования.

Сдвиг параметров тестируемой функциональной системы должен быть достаточным для возможности регистрации, оценки и интерпретации результата. Для интактного кожного покрова, например, необходимо, чтобы поверхностная температура после пробы была снижена не менее, чем на 3°C, в соответствии с чем и следует выбирать характер и интенсивность стимула (чем охлаждать, как долго, какая температура воздействия) [11].

Алгоритм проведения функциональных проб предполагает оценку тестируемых функций по времени и параметрам восстановления либо до исходных значений (если система способна вернуть сдвинутые пробой параметры гомеостаза), либо до стабилизации системы на возможно оптимальном для функционирования уровне (при ее неспособности).

Пространственно-временная динамика температуры кожи отражает изменения энергообеспечения ***переходных процессов*** – сменяющих друг друга функциональных состояний, возникающих в ответ на воздействие различных стимулов. По результатам применения функциональных проб мы можем судить о состоянии тестируемых тканей, а наблюдая за динамикой после проб – прогнозировать те или иные клинические ситуации.

Общие требования к функциональным пробам:

- безвредность (безопасность для испытуемого или больного);
- обратимость вызванных изменений;
- возможность многократного воспроизведения с заданными параметрами воздействия (дозируемость и контролируемость);
- специфичность и учет чувствительности метода регистрации;
- возможность варьирования и индивидуального подбора параметров.

Функциональные пробы – стандартизированные провокации, предназначенные для тестирования заранее известных мишеней в системе терморегуляции и контурах управления кровотоком. При таком подходе повышается специфичность метода, и тепловидение становится инструментом, позволяющим изучать состояние не только кожных покровов, но и нервной регуляции внутрикожного кровотока на всем протяжении пути передачи сигналов в терморегуляторной системе [73]. Правильно подобранные пробы позволяют выявлять и оценивать скрытые патологические процессы, свидетельствующие об ограничении резервов адаптации и компенсации, о

неустойчивости и неполноте приспособительных реакций, о латентной форме заболевания или преморбидном состоянии (предболезни).

Известно большое количество проб, предназначенных для запуска механизмов системы терморегуляции и применяемых в ТПВ диагностике, часть из которых отражена в виде атласа («дорожной карты») проб в Приложении 1 («Атлас функциональных проб»).

Виды функциональных проб

1. Температурные
2. Окклюзионные
3. Метаболические
4. Двигательные (в том числе, позные)
5. Фармакологические

Алгоритмы выполнения функциональных проб

Алгоритм выполнения функциональных проб условно можно разделить на общий и специфический компоненты.

Общий компонент касается подготовки пациента и условий проведения пробы и должен соблюдаться при проведении любой функциональной пробы. Специфический компонент зависит непосредственно от вида пробы.

Общие требования к проведению функциональных проб

В целях стандартизации и воспроизводимости результатов, исследователями из American Academy of Thermology (Американская академия термологии – AAT) в 2006 году предложен порядок проведения тепловизионного исследования (ТВИ), ставший общепринятым.

Помещение. Минимальный размер 3×3 м, стабильная температура 22±2°С, влажность не выше 60%, скорость потока воздуха не более 2 м/с. Кондиционирование и проветривание помещения возможно только вне времени проведения обследования. Во избежание случайных бликов на объекте следует экранировать освещение, наружные окна рекомендуется зашторивать для предотвращения воздействия солнечного излучения, а также для обеспечения конфиденциальности во время процедуры. Отсутствие поверхностей с высоким коэффициентом отражения (зеркала, стеновые поверхности глянцевого типа и т.п.), которые способны дать нежелательное тепловое отражение. Рекомендуется

наличие комнаты (или зоны, отгороженной ширмой) для переодевания, обеспечивающей те же условия окружающей среды, где испытуемый может отдохнуть в период акклиматизации (адаптации).

Рабочая зона для ТПВ обследований (Рис. 1-3)

1. Оборудование:

- тепловизор, набор емкостей для проведения водных температурных проб для верхних и нижних конечностей, теплоизолирующий сетчатый экран для обследования верхних конечностей, морозильная камера со льдом, водный термометр для контроля за температурными условиями водных проб, пакеты на 25-30 л для проведения водных проб на нижних конечностях, пакеты на 5-10 л или прозрачные целлофановые перчатки для проведения водных проб на верхних конечностях, полотенце, все необходимое для проведения спиртовой, глюкозной и иных функциональных проб;
- кушетка для клинического осмотра и ТВИ в положении лежа, стул для обследования в положении сидя, коврик (пригодный для протирания дезинфекционными растворами), одноразовые пеленки для стула и кушетки, подставка для обследования маленьких детей, набор мягких и жестких подставок под конечности;
- медицинские ширмы, которые создают у пациентов ощущение защищенности от посторонних взглядов, внезапных открываний дверей в кабинет, и предупреждают негативные эмоциогенные вегетативно-сосудистые реакции (особенно важно для женщин).

2. Рабочее место врача. В его оснащение входит ТПВ камера на штативе, стол, на котором устанавливаются компьютер и монитор, цветной принтер для распечатки ТПВ заключений пациентам, кресло врача (предпочтительнее мобильное).

3. Рабочее место медсестры. Желательно, чтобы оно находилось рядом с местом подготовки пациента к обследованию и его температурной адаптации. Это позволяет медсестре проследить за правильностью проведения адаптации и, при необходимости, своевременно скорректировать возникающие погрешности. Оснащение рабочего места медсестры должно включать письменный стол с набором медицинских бланков, журналов регистрации пациентов и результатов обследования, канцелярские принадлежности, моющиеся игрушки (для маленьких детей), мобильный столик со всем необходимым для проведения функциональных проб.

Подготовка пациента к обследованию

Прием пищи. ТВИ следует проводить не ранее, чем через 2 часа после приема пищи.

Физические нагрузки. ТВИ следует проводить не ранее, чем через 2 часа после физических нагрузок. Следует также избегать обтягивающей одежды.

Прием лекарственных средств. Необходимо сообщить врачу о постоянно принимаемых препаратах, прежде всего – влияющих на сердечно-сосудистую систему. При возможности вазоактивные фармакологические препараты перед ТВИ необходимо исключить, как минимум, в течение суток прием вазоактивных (сосудосуживающих и сосудорасширяющих) фармакологических препаратов, мазей.

Физиотерапия и согревающие процедуры. Как минимум, за сутки перед ТВИ необходимо прекратить проведение физиотерапевтических и согревающих процедур. Особенно это относится к таким методам физиотерапии, как электротерапия, ультразвук, криотерапия, массаж, гидротерапия, теплолечение, поскольку термические эффекты от таких воздействий при определенных условиях могут продолжаться 4-6 часов.

Курение. Курящим больным из-за сосудосуживающего действия никотина не следует курить в течение 3-4 часов до обследования.

Парфюмерия. В течение 5-6 часов до исследования следует исключить пользование парфюмерными средствами.

Менструальный цикл. Обследование МЖ у женщин следует проводить в середине менструального цикла.

Эмоциональный фон. Для снижения негативных эффектов эмоциональных реакций желательно перед обследованием кратко рассказать пациенту о принципах работы ТПВ аппаратуры, ее безвредности для организма, о позициях, в которых будет проводиться обследование. Это снизит негативный эффект эмоциональных реакций на температурный фон обследуемых областей.

Адаптация перед обследованием и проведение обследования

Цель адаптации состоит в достижении экологической акклиматизации в соответствии с рекомендациями Международной ассоциации сертифицированных термографистов (2020 г.) (https://iactthermography.org/standards/medical-infrared-imaging/, 14 февраля 2023 г.).

Температурная адаптация – это приспособление организма к температурному режиму помещения, достигаемое пребыванием пациента с

обнаженными в зоне обследования кожными покровами в течение определенного времени перед началом регистрации ТПВ информации. Адаптация осуществляется за счет естественного воздушного охлаждения или согревания кожных покровов тела человека до достижения стабильного баланса с окружающей температурой.

При осмотре пациентов, пришедших с улицы в холодное время года, следует принимать во внимание двухфазную динамику кожных сосудодвигательных реакций открытых участков тела.

В первые 3-5 минут при переходе от холода к теплу происходит расширение кожных сосудов, поэтому ТПВ картина лица и кистей рук будет яркой и гомогенной.

Потом наступает фаза сужения сосудов, при этом на термограммах могут формироваться гипертермические пятна. Эта вторая фаза сильно зависит от индивидуальных особенностей пациента и длится в среднем 15-20 минут. В таких случаях длительность периода адаптации следует увеличить. Примерный ориентир окончания второй фазы сосудодвигательных реакций – устойчивая однородная гипотермия носа и щек, а также стабилизация температурного градиента между центром ладони и серединой гипотенара.

Необходимо предусмотреть условия для адаптации в положении сидя и лежа. Пациент должен находиться в удобном физиологичном положении, исключающем мышечное напряжение, особенно в областях, подлежащих обследованию. Руки должны быть отведены от туловища для выравнивания температурных показателей в подмышечных областях. Адаптацию пациентов с артериальной патологией нижних конечностей проводят в положении сидя без опоры на спинку стула. Удобная поза на мягком стуле или кресле позволяет избежать сдавления магистральных сосудов по задней поверхности бедра и в подколенной ямке. Стопы располагают на мягком коврике, чтобы не было дополнительного охлаждения от пола. Для исключения перекрестной передачи тепла колени и стопы должны быть разведены в стороны.

Наиболее важно в процессе адаптации создать условия, способствующие снижению напряжения механизмов патологических реакций. Это особенно относится к диагностике заболеваний, сопровождающихся болевым синдромом, поскольку боль может приводить к спазму мышц и сосудов и, как следствие, снижению температуры. Перед ТПВ обследованием молочных желез (МЖ) пациенток не только просят раздеться до пояса, но во время адаптации запрещается прикрывать железы или трогать их руками.

Для адаптации взрослому человеку средних лет требуется 15 минут [70], однако допустимо сокращение времени адаптации до 10 минут. Детям в возрасте до 10 лет требуется меньшее время адаптации – около 5 минут. Пациенты пожилого и старческого возраста к температурному режиму помещения приспосабливаются медленнее, и время их адаптации следует удлинять до 15-20 минут.

Объем и длительность исследования. Объем ТВИ зависит от поставленных задач: первичный полный скрининг включает регистрацию примерно 20-25 термограмм, объем контрольного (на результат лечения) или зонального (например, только МЖ) исследования значительно меньше. По показаниям исследование может быть дополнено нагрузочными тестами, направленными на выявление/подтверждение патологии: температурной пробой, глюкозным тестом, тестом с физической нагрузкой и другими.

Длительность исследования одной зоны (без учета времени адаптации) составляет 3-5 минут, полное многопозиционное исследование занимает 10-15 минут. Длительность нагрузочных проб – от 5 минут (физическая нагрузка) до 45 минут (глюкозная проба).

Деонтология. В момент проведения температурной адаптации и самого обследования должен быть ограничен круг лиц, находящихся в ТПВ кабинете. Учитывая наглядность получаемой информации, необходимо соблюдать медицинскую деонтологию и избегать реплик персонала о выявленных изменениях тепловой картины.

Дополнительные указания. Положение больного при ТВИ должно быть постоянным. Стояние, сидение или лежание воздействуют на площадь поверхности тела, подверженную воздействию температуры окружающей среды, поэтому изображение, записанное с пациентом в сидячем положении, может быть несопоставимо с изображением, записанным в положении стоя.

ТПВ кабинет, оборудование и приспособления в нем

Рис. 1. Рабочая зона для ТПВ обследований: ширма, кушетка, 2 стула, коврики, полотенце.

Рис. 2. Подставка для маленьких детей.

Для клинической ТПВ диагностики повреждений и заболеваний периферических нервов и сосудов верхних конечностей немаловажен вопрос об укладке кистей рук у больных (Рис.3).

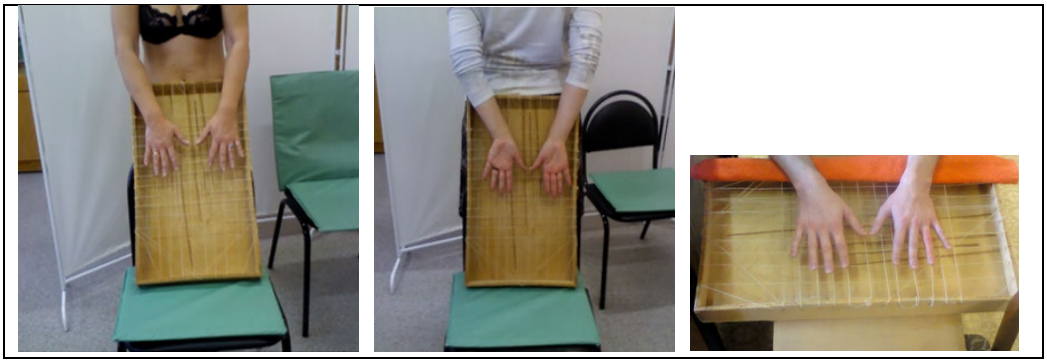


Рис. 3. Положение рук на сетчатом экране: стоя (тыл кистей, ладони) и сидя.

Традиционно используется укладка в положении стоя. Доказанная достоверная межгрупповая разница в динамике температуры после холодовой пробы (ХП) между испытуемыми, тестировавшимися в положении стоя или сидя, в целом свидетельствует об очевидной дополнительной провокационной нагрузке на функциональную систему регуляции периферического кровотока у стоящих. В ряде случаев это позволяет получать дополнительные данные о функциональном состоянии компенсаторных резервов регулирующей кровоток системы, но для некоторых больных выстоять 20 и более минут исследования может быть физически тяжело. В этом случае целесообразно было бы искать более щадящие варианты укладок для провоцирующих проб. Показано [15], что несмотря на замедленное по времени и «размытое» на поверхности кожных покровов развитие изменений ИК излучения у сидящих испытуемых, базовые характеристики термореакций остаются на уровне, представляющемся достаточным для применения методики в большинстве клинических ситуаций.

Алгоритм проведения функциональных проб

Температурная проба

Заключается в охлаждении/согревании кожной поверхности в областях интереса.

Холодовая проба (ХП). Для охлаждения кожного покрова используется вода определенной температуры или легко испаряющиеся жидкости, такие как этиловый спирт (чаще всего), пары жидкого азота, хлорэтил.

ХП с погружением в воду сегмента конечностей (чаще всего используют для исследования кистей и стоп).

Наполняют емкость для воды соответствующего размера так, чтобы обеспечить погружение кистей (одной кисти) до уровня лучезапястного сустава либо стоп (одной стопы) до уровня щиколоток. Пациент может стоять либо сидеть, руки должны быть оголены до локтя или выше, рукава не должны пережимать предплечье или плечо. Кисти рук ладонями вниз погружают в воду до лучезапястного сустава без прижимания ладоней к дну резервуара на время, предусмотренное протоколом. По окончании ХП кисти рук (стопы) высушивают мягким одноразовым полотенцем без растирания и устанавливают на сетчатую подложку (ноги – на коврик) для продолжения исследования (Рис. 4).

В большинстве случаев применяют воду комнатной температуры (около 20°С, желательно контролировать водным термометром), время погружения – 1 мин. (оба показателя могут изменяться в зависимости целей исследования). Для доведения воды до нужной температуры следует иметь запас льда в морозильнике и возможность согреть воду (по необходимости).

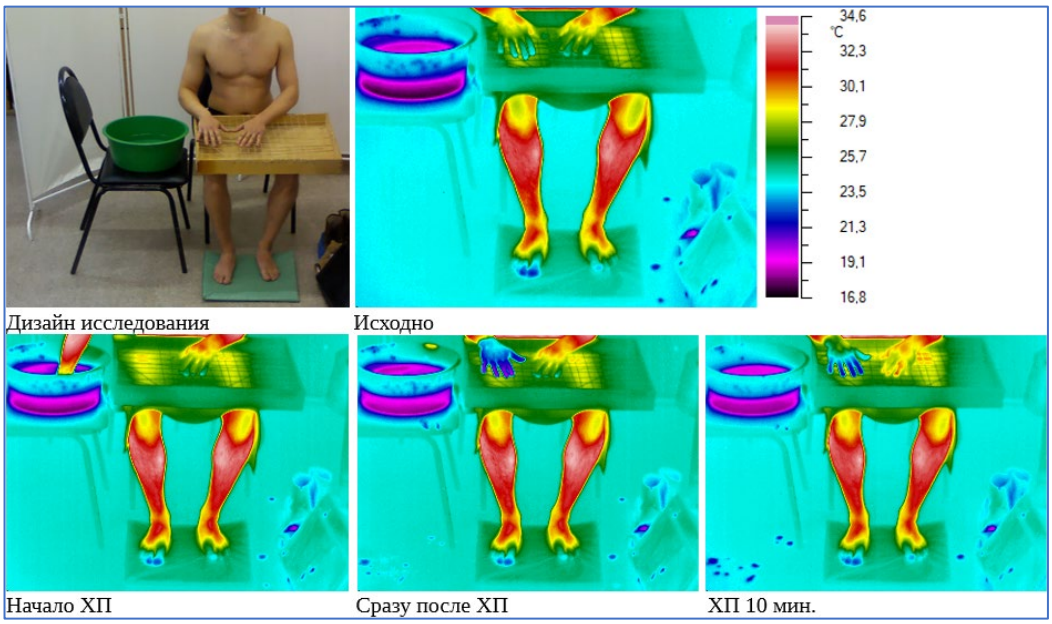


Рис. 4. Проведение односторонней ХП (18°С, 1 мин.) на правой руке с наблюдением реакции всех конечностей.

Влагу с кожных покровов удаляют аккуратным «промоканием» мягким полотенцем, либо используют одноразовые целлофановые перчатки или пакеты, в которых охлаждают кисти или стопы (Рис. 5).

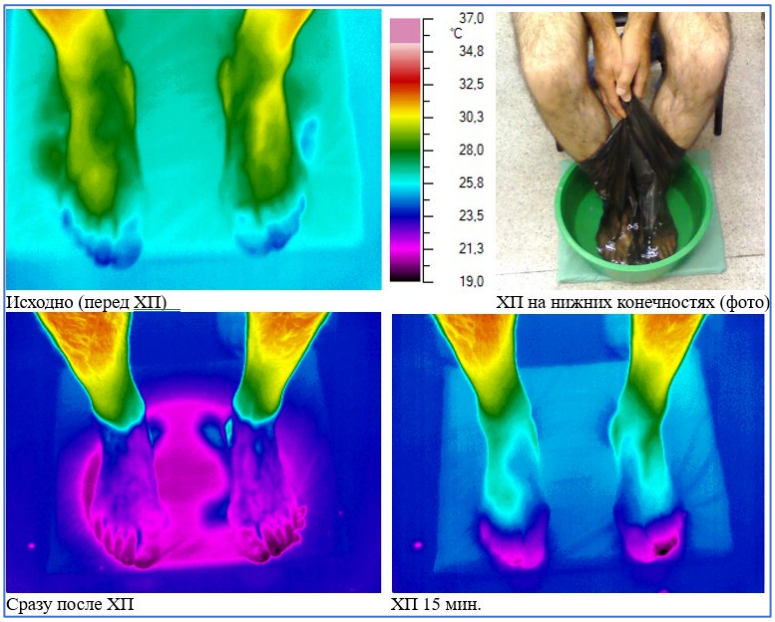


Рис. 5. Стандартная ХП на нижних конечностях.

По окончании проведения ХП регистрируют либо термофильм, либо одиночные кадры области интереса в фиксированные моменты времени, при этом пациента информируют о необходимости сохранять конечности неподвижными.

Спиртовая холодовая проба (СХП)

Тепловые пробы

Тепловая проба на дистальных отделах конечностей

Прогревают область интереса в течение 1-3 минут с помощью калорифера (либо иных источников тепла), после чего конечности выставляют перед сетчатым экраном и проводят ТВИ

Рис. 7. Проведение тепловой пробы с помощью калорифера (кисти обеих рук).

Окклюзионные пробы

Перед окклюзионной пробой (ОП) измеряют систолическое артериальное давление. Блокировка кровотока может быть полной или частичной, окклюзия может осуществляться с помощью манжеты тонометра или жгута на одной или нескольких конечностях.

Метаболические пробы

Используются для контрастирования калоригенных процессов в патологическом очаге, в основном – для выявления злокачественных процессов.

Основаны на внутривенном либо пероральном приеме определенного количества глюкозы (мы исходим из дозы 16 г в пересчете на сухую глюкозу) с последующим ТВИ области интереса в течение 45 мин. с интервалами 15 минут.

Пробы с движением

Выполняют стереотипные движения с включением мышечных групп, находящихся симметрично в области интереса (3-5 движений для каждой мышечной группы). Проводят ТВИ в течение 5 мин., при этом обращают внимание на повышение локальной температуры либо появление/усиление термоасимметрии. Сюда же относятся позные пробы: поднятие и удержание рук в определенном положении, наклоны туловища в стороны и вперед-назад и т.п.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОБ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

ХОЛОДОВАЯ ПРОБА (ХП)

Структурно-функциональные отношения в многоуровневой терморегуляторной системе отображаются в термотопографии и динамике ИК паттернов кожи в ответ на температурные нагрузки [37; 79 и др.], поэтому основное внимание исследователи уделяют отработке вариантов ХП.

Внезапный холодовой стресс вызывает массивную импульсацию симпатической нервной системы и высвобождение норадреналина, что ведет к реакциям в сердечно-сосудистой системе, включая сужение артериол, увеличение частоты сердечных сокращений и повышение сократительной способности сердца. Результирующее повышение артериального давления известно как прессорная реакция [76].

В дополнение к рефлекторной вазоконстрикции и последующему падению кожной температуры информативным индикатором многих расстройств является также время и характер ее восстановления. Показано, что для здоровой кожи достаточно 5 минут, чтобы область воздействия вернулась к исходному распределению температуры. В исследовании [84] у некоторых субъектов увеличение температуры значительно превышало исходный уровень и продолжалось не менее 15 минут после ХП.

К **качественным характеристикам** относятся характер ИК излучения (гипо-, гипер- или изотермия); расположение зоны патологического ИК излучения по отношению к анатомическим структурам, ориентирам или АЗИ; размеры, площадь этой зоны; конфигурация (форма) зоны патологического ИК излучения; характер границ (четкие, размытые, с дополнительным сосудистым рисунком); структура зоны патологического ИК излучения (гомогенная, негомогенная, мозаичная); направленность отклонений интенсивности ИК излучения по сравнению с нормальной тепловой картиной исследуемой области (снижение или повышение, небольшое, умеренное, выраженное).

К **количественным характеристикам** относятся термоасимметрия – разница температуры между зоной патологического ИК излучения и симметричным участком; перепад (градиент) температур – разница температуры между зоной патологического ИК излучения и окружающими участками; абсолютные значения температуры; временная динамика абсолютных и/или относительных температурных параметров.

ХП на верхних и нижних конечностях – общая схема [18]

Механизмы восстановления тепловой картины кистей после ХП

Методика проведения ХП для верхних конечностей.

Варианты восстановления ИК паттерна после ХП

Конвективный механизм.

Кондуктивный механизм (контактный)

Смешанный механизм.

Механизмы восстановления тепловой картины стоп после ХП

Методика проведения ХП для нижних конечностей

Односторонняя ХП

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПРОБЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ

ХП при патологии артерий нижних конечностей

Для пробы используется вода комнатной температуры, экспозиция 3 мин. Динамику тепловой картины после пробы регистрируют в течение 30 мин. с

фиксацией изменений ИК излучения каждые 5 мин. При отсутствии восстановления ИК излучения до исходных значений время обследования продлевают. Поскольку при сосудистой патологии нарушается механизм переноса тепла, то время восстановления тепловой картины до исходных значений может увеличиться до 40-60 и более мин. (в норме – 30 мин.).

ХП при патологии артерий верхних конечностей

ХП при диагностике невропатических синдромов

ХП при диагностике сосудистых и невропатических синдромов при сахарном диабете (нейроишемическая форма)

СХП для оценки состояния трансплантата на культе, определения границы нежизнеспособных тканей у больных с культями конечностей

ХП с аппликацией салфеток, смоченных в воде

ХП для выявления и оценки степени воспаления суставов при глубоком нагноении после их тотального эндопротезирования

ХП для выявления новообразований длинных трубчатых костей, суставов и мягких тканей конечностей

ХП В ДЕРМАТОЛОГИИ И ДЕРМАТООНКОЛОГИИ

ХП (СХП) для дифференциальной диагностики активных и латентных очагов поражения кожи

ТПВ оценка эффектов лазерного облучения и фототерапии

ХП для дифференциальной ТПВ диагностики форм лепры

ХП для ТПВ выявления холодовой крапивницы

ХП для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных новообразований кожи

ХП В ПЛАСТИЧЕСКОЙ ХИРУРГИИ

Тепловидение используется для оценки зрелости рубцовой ткани и картирования ее по степени нарушения микроциркуляции, для оценки готовности филатовского стебля к транспозиции, жизнеспособности и динамики приживления трансплантатов, эффективности озонотерапии, для контроля темпа дерматензии и др. Преимущество метода в относительной простоте и быстроте, безболезненности, безвредности и неинвазивности, а главное в том, что регистрируется информация со всей исследуемой области, на которой выявляются участки с различным функциональным состоянием. Последнее крайне важно, поскольку рубцово-измененные ткани отличаются мозаичностью.

Температурные пробы для картирования послеожоговых рубцов

СХП для оценки пригодности рубцовых тканей лица и передней поверхности шеи для местно-пластических операций [23] проводят накануне операции у пациентов с последствиями ожогов лица и передней поверхности шеи.

ХП для картирования рубцовых тканей и разграничения их от околорубцовых [72].

ХП для картирования перфорантов перед пластической операцией

Хирургия свободного перфорантного лоскута состоит из трех этапов: пред-, интра- и послеоперационного. На дооперационном этапе хирург выбирает подходящий перфорант, способный кровоснабжать лоскут. Изменчивость сосудистой анатомии, распределения и размера перфорантов усложняет эту задачу. Простым и надежным методом визуализации, помогающим хирургу выбрать наиболее подходящий перфорант на дооперационном этапе, а также иметь возможность оценить перфузию крови в лоскутах как интра-, так и послеоперационно, является тепловидение [68]. Значения специфичности тепловидения в определении перфорантов лежат в диапазоне от 65,6% до 98%, суммарная чувствительность 95% [48].

ХП для поиска перфорантов (дооперационный этап)

ХП для поиска перфорантов (дооперационный этап), оценки микроциркуляции лоскутов (интраоперационный этап) и прогноза (послеоперационный этап)

ХП для интраоперационного картирования перфузии лоскутов

ТПВ оценка перфузии лоскутов в послеоперационном периоде пластической хирургии при использовании сосудистой терапии и ГБО.

ХП В КОМБУСТИОЛОГИИ

Определение глубины ожога

Тепловидение практически с самого начала применения используется для диагностики глубины ожога, что является важнейшей проблемой в комбустиологии, особенно в первые дни после получения травмы. Для успеха лечения совершенно необходимо точное знание границ, степени термического поражения кожи и подлежащих тканей, однако ожоговая поверхность мозаична по степени поражения тканей, к тому же отдельные участки раны могут со временем углубляться. Поэтому такие качества, как панорамность и одновременная оценка состояния кровоснабжения различных участков ожога и его динамики в ответ на функциональные пробы, являются бесспорными преимуществами метода.

Разработанные функциональные способы ТПВ оценки глубины ожогового повреждения эффективны как при ограниченных, так и при обширных ожогах. Уже в остром периоде ожоговой травмы (в первые трое суток) с точностью до 98% возможна дифференциальная диагностика поверхностных ожогов, способных к самостоятельной эпителизации, от глубоких ожогов, требующих хирургического лечения.

ХП при ожоговом поражении

Пограничные ожоги – более глубокие поражения (на границе II и III степеней, а по старой классификации – степени IIIА-IIIБ), когда поверхностное дермальное сосудистое сплетение полностью разрушено, глубокое сплетение повреждено, и резко снижена микроциркуляция. На термограммах в статическом

При полнослойных ожогах (на всю глубину кожного покрова, IIIБ степени, при обугливании тканей – IV) в статическом режиме снижение

температуры более 2,5-3°С, динамические исследования в такой клинической ситуации мало информативны.

ТПВ способ оценки эффективности озонотерапии в коррекции ишемических нарушений в лоскуте на питающей ножке (филатовском стебле) [32].

СХП для ТПВ оценки состояния кровоснабжения «филатовского» стебля и его готовности к следующему этапу транспозиции

СХП для ТПВ контроля адекватности дерматензии адаптационным возможностям тканей при использовании экспандеров у больных с последствиями ожоговой травмы [35].

СОСУДИСТЫЕ ПРОБЫ.

Окклюзионная проба (ОП) (манжеточная проба, или проба с реактивной гиперемией) представляет собой вид функциональной нагрузки, заключающейся в кратковременной блокировке артериального и/или венозного кровотока в сосудах конечности с одновременным наблюдением состояний до, во время и после окклюзии [36].

Основное назначение ОП как функциональной нагрузки состоит в провокации постокклюзионной гиперемии и связанных с нею реакций сосудов.

ТПВ контроль ишемического прекондиционирования при тренировке кровоснабжения тканей

Установлено, что многократная окклюзия-реперфузия может рассматриваться в качестве процедуры, стимулирующей улучшение микроциркуляции [10]. Многократная ОП – это не только диагностическая процедура, но и терапевтическая. В частности, такая методика может работать по механизму ишемического прекондиционирования при тренировке тканей с целью предотвращения их некротизации как в послеоперационном периоде, так и при прогрессировании заболевания.

Проба с пережатием филатовского стебля

Одним из способов ускорения развития ангиогенеза в стебле Филатова является механическая тренировка лоскута по Блеру в модификации Г.И.Дмитриева. В ее основе лежит периодическое, нарастающее по продолжительности временное пережатие питающей ножки с помощью

кишечного жома, что создает затруднение притока крови из сосудов питающей ножки, активизируя кровоснабжение из сосудов подшитой ножки. В результате тренировок формируются функциональные изменения, которые вначале отражают процессы адаптации к ишемии, а затем – структурной сосудистой перестройки, свидетельствующей о долговременном приспособлении.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СИНДРОМА РЕЙНО [19]

ХП для оценки формы и выраженности синдрома Рейно – погружение кистей рук до лучезапястных суставов на 1 минуту в емкость с водой температурой 18°С. ХП с умеренно холодной водой (20°С) – проба, пригодная также для выявления остеоартрита суставов пальцев или синдрома запястного канала [45].

Региональная ХП с охлаждением кистей является специфической: при синдроме Рейно повышена чувствительность кожных рецепторов к холоду, и проба провоцирует приступ судорожного ангиоспазма. При этом в разных участках кистей запускаются различные механизмы сосудистых реакций: нормальная физиологическая реакция ангиоспазма в здоровых участках и каскад фазных патологических сосудистых реакций, лежащих в основе симптомокомплекса синдрома Рейно.

ХП позволяет с помощью тепловидения объективизировать многие аспекты этого синдрома: вариант сосудистого синдрома – ангиоспастический по типу вегетативно-сосудистой дистонии, или синдром Рейно; вариант переноса тепла в ходе восстановления исходной температуры (конвективный, кондуктивный, смешанный); степень нарушений механизмов переноса тепла (замедленный, извращенный).

Согласно классификации С.Н. Колесова [19], с помощью ХП могут быть выявлены следующие формы синдрома и болезни Рейно: локальная, регионарная, сегментарная, несколько форм при системных заболеваниях, а также истинная идиопатическая форма – болезнь Рейно.

При локальной по происхождению форме феномена Рейно топический ТПВ диагноз нарушения кровоснабжения в пальцевых артериях кистей строится на наличии одностороннего локального патологического термопаттерна в проекции конкретных пальцев.

При регионарной форме феномена Рейно исходно регистрируется одностороннее нарушение температуры отдельных пальцев кистей, относящихся к АЗИ конкретного страдающего спинномозгового нерва или периферического нерва.

При сегментарном происхождении феномена Рейно одностороннее нарушение тепловой картины пальцев кистей на стороне патологии регистрируется уже по данным исходного обследования.

Синдром Рейно при системных заболеваниях многообразен по проявлениям, и точная дифференциальная диагностика может быть затруднена. Общими закономерностями является исходное двустороннее нарушение термотопографии как одних и тех же, так и разных пальцев обеих кистей.

Истинная болезнь Рейно, или идиопатический феномен Рейно, характеризуется двусторонней симметричной гипотермией в проекции II и III пальцев кистей до уровня проксимальных фаланг, в тяжелых случаях с ее распространением и на зоны пястных костей

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИИ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ

При патологии периферических нервов верхних конечностей наибольшую информативность методу обеспечивает оценка динамики восстановления тепловой картины после проведения функциональных проб (холодовой, тепловой, спиртовой или хлорэтиловой).

Если после ХП регистрируют увеличение прироста ИК излучения в АЗИ страдающего периферического нерва, то такую динамику тепловой картины трактуют как ТПВ синдром вегетативно-сосудистой ирритации (ВСИ) (Рис. 51), при замедлении прироста – как ТПВ синдром вегетативно-сосудистого угнетения (ВСУ). Если прирост интенсивности ИК излучения регистрируется над всей кистью и пальцами и имеет выраженный характер, то подобный

патологический термопаттерн трактуют как ТПВ синдром, характерный для комплексного регионарного болевого синдрома (КРБС).

Зеркальный ТПВ синдром, его роль в функциональной ТПВ диагностике и применяемые пробы

Функциональные пробы при диагностике туннельных синдромов

Рис. 54. Случай двустороннего развития синдрома карпального канала у офисного работника с синдромом раздражения в АЗИ срединного нерва справа (опережение восстановления на 3-й мин. после ХП) и синдромом угнетения в АЗИ срединного нерва слева (отставание восстановления на 8-й мин. после ХП).

Методика ТПВ исследований при синдроме кубитального канала
Механическая проба односторонняя
- ХП (кисти, стандартная)
- Тепловая проба (кисти, стандартная)
ХП и зеркальный ТПВ синдром при болевом синдроме, КРБС

Механическая проба для оценки болевого синдрома при невромах торцовых поверхностей культей пальцев [8] (разработана Н.Л.Коротковой)

Способ тепловизионной диагностики патологии вторичных пучков плечевого сплетения [21]

ДВИГАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ

Функциональные пробы для диагностики патологии вен нижних конечностей

Рис. 58. ТВИ до и после маршевой пробы: усиление проявлений варикозного расширения вен нижних конечностей.

Двигательные (в том числе позные) пробы, применяемые для ТПВ оценки нарушений термотопографии при позвоночно-спинномозговой патологии, описаны ниже в соответствующем разделе.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ ПРИ ДОРСОПАТИИ

Принципы выбора функциональных проб для ТПВ диагностики дорсопатий

Основной задачей ТПВ диагностики при остеохондрозе позвоночника является объективизация его клинических проявлений. При этом тепловидение может обеспечить многоплановый спектр информации в зависимости от конкретно решаемых диагностических задач и методик проведения обследования.

Функциональные пробы для ТПВ диагностики дорсопатии на уровне шейного отдела позвоночника

Вертебральный синдром (шейный уровень)

Экстравертебральные синдромы
Изолированные мышечно-тонические синдромы
Осложненные мышечно-тонические синдромы
Синдром передней лестничной мышцы (скаленус-синдром)

Проба на растяжение лестничных мышц.

Проба на спазм лестничных мышц.

Если пациент перед проведением пробы на спазм или растяжение испытывал сильную боль, проба может оказаться отрицательной. В этом случае ТВИ проводят после пробы на расслабление лестничных мышц.

Синдромы большой и малой грудных мышц (пекторальный синдром)

Проба для оценки большой грудной мышцы.

Проба для оценки малой грудной мышцы.

Нейродистрофические синдромы
Плечелопаточный периартрит

Эпикондилиты (наружный и внутренний)

Корешковые синдромы
Нейрососудистые (нейроваскулярные) синдромы

Синдром позвоночной артерии

Синдром вегетативно-сосудистой дистонии

Синдром Рейно вертеброгенного происхождения

Нейровисцеральные синдромы

ХП при вибрационной болезни

Функциональные пробы для ТПВ диагностики дорсопатии поясничнo-крестцового отдела позвоночника

Вертебральный синдром (поясничный уровень)

Рефлекторные синдромы

Корешковые синдромы

Степень страдания корешка

ТПВ диагностика остеохондроза различных отделов позвоночника.
Функциональные пробы при остеохондрозе грудного отдела

Функциональные пробы при распространенном остеохондрозе

Рис. 68. ТВИ с ХП на кистях рук. Исходно на фоне общего снижения ИК излучения остальных пальцев обеих кистей (признаки сосудистой недостаточности по ангиоспастическому варианту) незначительная гипертермия I-III пальцев правой кисти (признаки вегетативно-сосудистой ирритации в АЗИ С6 и С7 спинномозговых корешков справа). Динамика восстановления тепловой картины, а также появление на 15-й мин. после ХП зеркального ТПВ синдрома подтверждает это предположение.

ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЫ

Нитроглицериновая проба

ТПВ оценка эффективности озонотерапии на различных этапах лечения ожоговой патологии

Реополиглюкин для оценки глубины ожогов в ранние сроки

Глюкозная проба для оценки степени злокачественности опухолей мягких тканей различной локализации

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ПАТОЛОГИИ МЖ

Регистрация нативных термокарт МЖ в трех позициях (прямой и двух с поворотом тела на три четверти), а также проекции регионарных лимфатических узлов (подмышечные, надключичные и подключичные ямки, область грудины) дополняется динамикой после провоцирующих (холодовая, углеводная, или глюкозная) функциональных проб.

Холодовые пробы в оценке патологии МЖ

Глюкозная проба для выявления рака МЖ

Эксклюзивные функциональные пробы

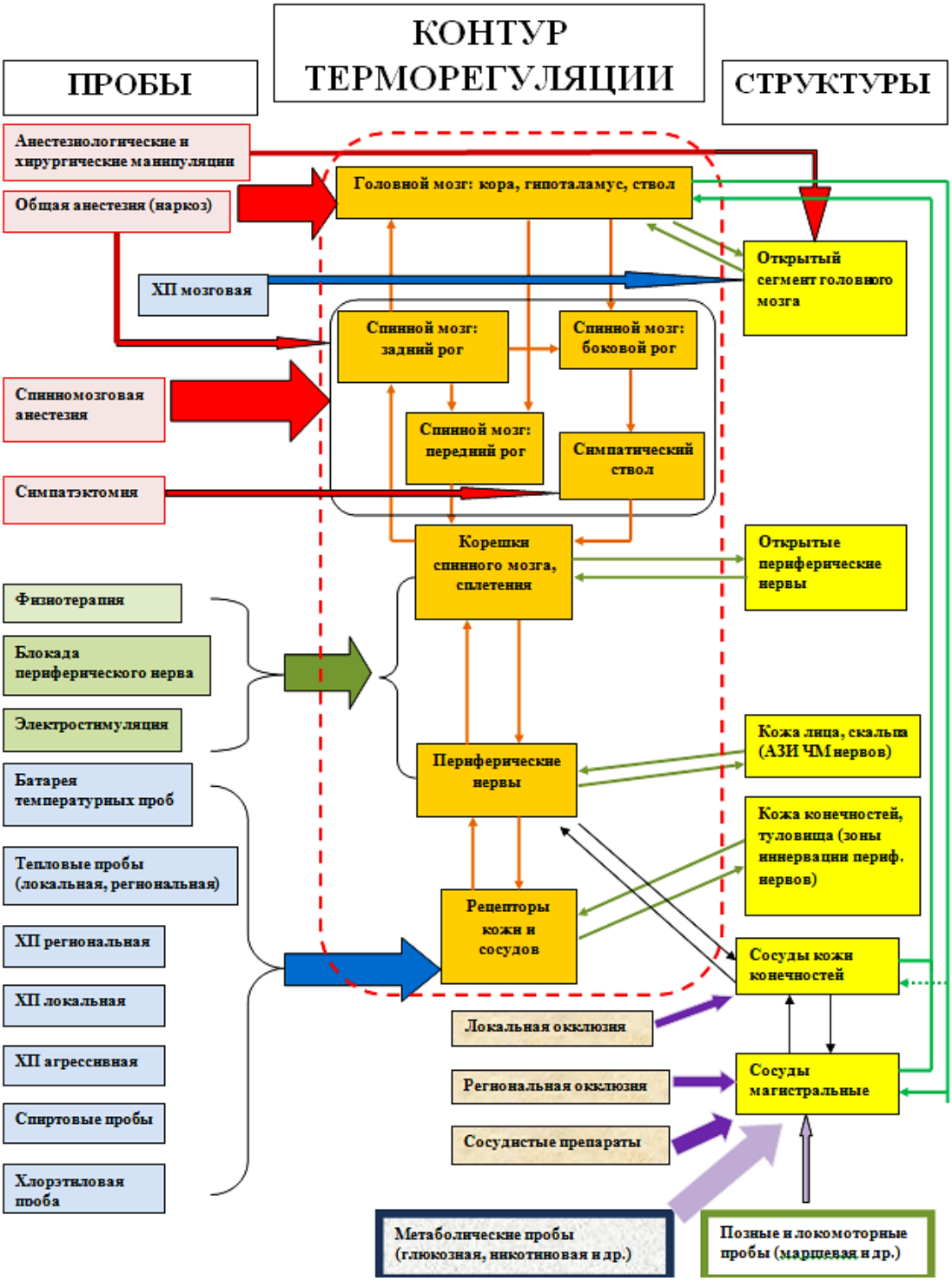
ХП на открытом головном мозге [25]

Осуществляют интраоперационное ТВИ коры головного мозга после вскрытия твердой мозговой оболочки.

Моделирование шва периферического нерва под ТПВ контролем

ХП для оценки компенсаторных возможностей компримированного нерва [13].

Приложение 1. Атлас функциональных проб [5]



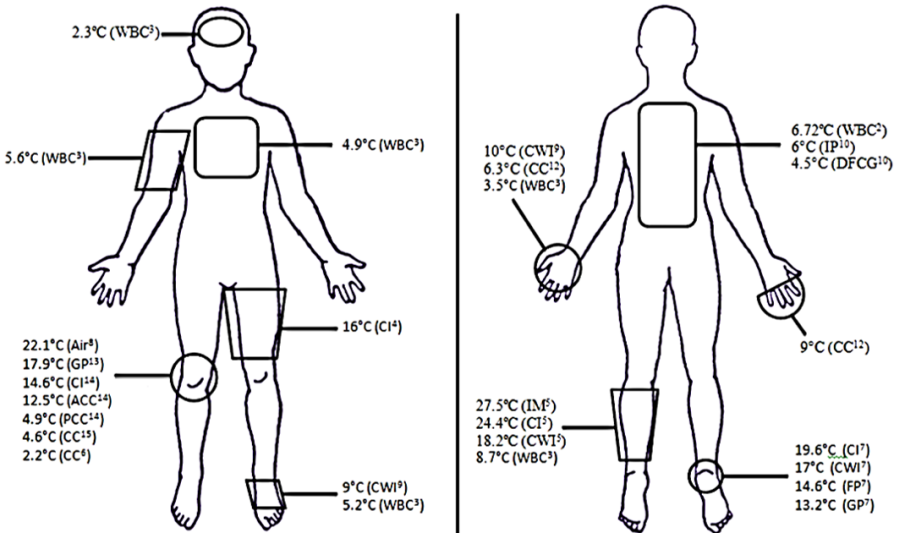
Атлас функциональных проб [5].

На схеме слева – основные группы проб, в центре внутри красного пунктира – контур терморегуляции, справа – структуры, на которые производятся воздействия.

Предлагаемый атлас позволяет для каждого уровня в контурах терморегуляции подбирать адекватные специфические функциональные пробы, направленные на сдвиг стационарного состояния и, тем самым, запуск процессов терморегуляции в управляемых эффекторных структурах. Для уровня термочувствительных рецепторов кожи это температурные пробы, а также локальная окклюзия, для периферических нервов – варианты симпатических блокад, для спинального уровня – спинномозговая анестезия и симпатэктомия, для надсегментарного – общий наркоз. Другие пробы разработаны для решения клинических задач (например, электростимуляция нервных стволов, глюкозная нагрузка, тромболизис и другие сосудистые, равно как и физиотерапевтические воздействия и т.п.). Также клинически оправданные воздействия (например, наркоз и хирургические манипуляции) мы рассматриваем в качестве аналогов функциональных проб, поскольку они также запускают терморегуляторные процессы.

При тестировании здоровых систем пробы должны учитывать пределы их адаптационных возможностей, а в случае нарушений рассматриваются как стрессорные и предназначаются для безопасного временного и обратимого срыва компенсации.

Приложение 2. Схема областей приложения температурных проб [55]



Области максимального снижения температуры кожи после различных ХП, вид спереди и сзади. Air (Воздух) = обдувание холодным воздухом, (A)(P)CC = программируемая криоманжета/помпа, IM = массаж льдом, CI = компресс из дробленого льда, CWI (ХП) = погружение в холодную воду, DFCG = охлаждающий гель глубокой заморозки, FP = охлаждаемая деталь одежды, GP = пакет с холодным гелем, WBC = криотерапия всего тела (низкая температура среды). Цифры в верхнем индексе после аббревиатуры модальности указывают на соответствующее исследование, согласно данному обзору [55], из которого была извлечена информация.

Выбранный способ охлаждения тканей и область аппликации стимула напрямую влияет на получаемый эффект [70]. Подчеркивается способность нескольких различных методов холодовых воздействий, включая общую криостимуляцию, обдувание холодным воздухом, компрессы пакетами со льдом, криоманжету, пакеты со льдом и замороженные детали одежды, а также классические варианты ХП, – снижать температуру кожи в соответствии с последними рекомендациями PRICE (Protection, Rest, Ice, Compression and Elevation).

Предлагаемая схема обобщенная и не представляется нам универсальной, особенно с учетом наличия множества исследуемых патологий на фоне высокой вариабельности индивидуальных особенностей, связанных с анамнезом жизни каждого пациента, его индексом массы тела, возрастом, полом и т.д. Однако как первичный «путеводитель», позволяющий выбирать области интереса для аппликации того или иного вида температурных проб, эта схема полезна.

Приложение 3. Тематический указатель тома

Функциональная проба, ее характеристики и параметры ТПВ регистрации	**Сегмент тела (область интереса)**	**Клинический контекст**	**Нозологии, область клинического использования**
Температурные пробы			
ХП стандартная: 20±1°С, 1 мин.	Кисти рук, 2-сторонняя, АЗИ периферических нервов на руках	Радикулопатии ШОП на уровнях С5-С8 Полинейропатия при вибрационной болезни Контроль лечения синдрома Рейно Оценка остеоартрита суставов пальцев Выявление синдрома запястного канала Оценка нарушения проводимости нервов	Остеохондроз у взрослых [M.42] Вибрационная болезнь [T75.2] Синдром Рейно [I73.0] Деформирующий артроз (остеоартрит, остеоартроз [M15–M19]) Синдром запястного к анала [G56.0] Болезни и травмы периферических нервов
ХП: 18-20°С, 3 мин.	Стопы, 2-сторонняя АЗИ периферических нервов на ногах	Патология артерий нижних конечностей Диабетические микро- и макроангиопатии Оценка нарушения проводимости нервов	Сосудистая патология Периферическая ангиопатия при болезнях, классифицированных в других рубриках [I79.2] Болезни и травмы периферических нервов
ХП: 18-20°С, 3 мин. Тепловая проба, 37-40°С, 3 мин. (при неэффективности ХП)	Кисти рук, 2-сторонняя	Патология артерий верхних конечностей	Сосудистая патология
ХП: 18-20°С, 1 мин. ХП: 18-20°С, 3 мин.	Кисти рук, 1-сторонняя Стопы, 1-сторонняя	Комплексный регионарный болевой синдром (КРБС) Диабетические нейропатические синдромы	Комплексный регионарный болевой синдром (КРБС) [G90.5] Диабетическая полинейропатия [G63.2]
ХП: наложение салфетки, смоченной в воде	АЗИ периферических нервов конечностей	Оценка нарушения проводимости нервов: локализация, характер, степень	Болезни и травмы периферических нервов

температурой 18-20ºС, 1 мин.			
СХП стандартная: нанесение спирта на кожные покровы, 30 сек, регистрация 3 мин.	АЗИ кожных нервов в составе вторичного пучка плечевого сплетения	Поражения вторичных пучков плечевого сплетения, в том числе как дополнительная проба к ХП на кистях	Поражения нервных корешков и сплетений [G54]
ХП: наложение салфетки, смоченной физраствором 20ºС, 1 мин. Регистрация 3 мин.	Ожоговая рана Рана донорской зоны	Оценка глубины ожога в ранние сроки (до 3 дней) Картирование ожоговой поверхности по состоянию, в том числе при использовании клеточных технологий Оценка состояния раневой поверхности после забора донорской ткани	Термические и химические ожоги [T20-T32]
ХП: температура воды на 10ºС ниже, чем температура в помещении, 1 мин.	Кисти рук, 2-сторонняя	Патология молочных желез	Болезни молочной железы [N60-N64]
ХП: орошение ледяной водой (2-4ºС)	Кисти рук, ладони, 2-сторонняя	Дифференциальная диагностика форм лепры	Лепра (болезнь Гансена) [A30]
ХП контактная: прикладывание стакана с водой температурой 0-2ºС, 5 мин. Регистрация до 30 мин.	Волосистая часть предплечья 1-сторонняя, область интереса – кисть руки	Выявление холодовой крапивницы, первичной контактной крапивницы	Крапивница, вызванная воздействием низкой или высокой температуры [L50.2]
ХП: направленный поток холодного воздуха (10ºС), 15 сек ХП контактная: аппликация металлической пластины, 1 мин.	Область интереса, с захватом окружающей здоровой кожи	Дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных новообразований кожи	Дерматологическая и дерматоонкологическая патология
ХП: наложение салфетки, смоченной в воде температурой 18-20ºС, 1 мин. СХП стандартная	Область интереса, с захватом окружающей здоровой кожи	Дифференциальная диагностика активных и латентных очагов поражения кожи	Дерматологическая патология
СХП стандартная, регистрация до 7 мин.	Филатовский стебель	Оценка готовности к следующему этапу транспозиции	Реконструктивно-пластическая хирургия
ХП стандартная, при невозможности – ХП наложением салфетки на 1-3	Дистальные сегменты конечностей	Оценка уровня критического нарушения кровоснабжения перед ампутацией	Сосудистая патология. Травматическая патология из раздела

мин., при невозможности – СХП стандартная			МКБ-10 Класс XIX [S00-T98]
СХП стандартная	Кожный трансплантат на культе конечности	Оценка состояния трансплантата на культе, определение границ нежизнеспособных тканей	Осложнения, характерные для реплантации и ампутации (T87)
СХП стандартная	Кожные покровы над эспандером	Контроль адекватности скорости дермотензии адаптационным возможностям тканей	Реконструктивно-пластическая хирургия
Механические пробы (двигательные, позные)			
Поднятие обеих рук вверх и удержание их в этом положении 1 мин. Сгибание шеи вперед или разгибание назад	Шейно-грудная область сзади; надплечья Задняя поверхность шеи	Плечелопаточный периартрит; Мышечно-тонический синдром на шейном уровне	Шейно-плечевой синдром [M53.1]; Поражения плеча [M75] Остеохондроз у взрослых [M.42]
Проба на растяжение лестничных мышц Проба на спазм лестничных мышц Проба на расслабление лестничных мышц	Боковая поверхность шеи, надключичная область	Синдром передней лестничной мышцы (thoracic outlet syndrome, TOS)	Поражения нервных корешков и сплетений [G54]
Смена положения лежа на положение стоя Смена положения лежа на боку на стороне болевого синдрома на другой бок	Пояснично-крестцовая область	Уточнение уровня и характера поражения Уточнение степени страдания корешка	Поясничный остеохондроз [M42.16]
Надавливание на точку локальной болезненности	Область интереса	Миофасциальные синдромы с триггерными точками, фибромиалгия	Миалгия [M79.1] Фибромиалгия [M79. 7]
Поднятие обеих рук вверх с удержанием 1 мин. Отведение рук в стороны с удержанием 1 мин.	Плечевые суставы	Травмы и заболевания плечевого сустава	Поражения плеча [M75] Остеоартрит, артроз и др. [M15-M19]
10 сгибательно-разгибательных движений в локтевых суставах. Для молодых	Локтевые суставы	Травмы и заболевания локтевого сустава	Вывих, растяжение и перенапряжение капсульно-связочного аппарата локтевого сустава [S53]

спортсменов – можно с отягощением			Остеоартрит, артроз и др. [M15-M19]
Ходьба на месте, 3 мин. 3-5 сгибательно-разгибательных движений в коленном суставе	Коленные суставы	Травмы и заболевания коленного сустава	Гонартроз [артроз коленного сустава] [M17]
Ходьба на месте 3 мин. Перемещение веса тела с носков на пятки 3 мин.	Голеностопные суставы	Травмы и заболевания голеностопного сустава	Поверхностная травма области голеностопного сустава и стопы [S90]
Маршевая проба (ходьба на месте, 3 мин.) Перемещение веса тела с носков на пятки 3 мин. В положении лежа на спине сгибание и разгибание голеностопных суставов 3 мин. Ортопроба: перевод в вертикальное положение после 15 мин. в положении лежа на спине с приподнятыми ногами	Голени, бедра, стопы – все проекции, доступные обследованию	Заболевания вен нижних конечностей	Варикозное расширение вен нижних конечностей [I83], флебит и тромбофлебит [I80]
Маршевая проба (ходьба на месте, 3 мин.) Перемещение веса тела с носков на пятки 3 мин.	Голени, стопы	Заболевания артерий нижних конечностей	Сосудистая патология
Окклюзионная проба	Проксимальный сегмент конечностей (плечо, предплечье)	Атеросклероз, сахарный диабет, артериальная гипертензия	Сердечно-сосудистые заболевания
Окклюзионная проба периодическое наложение жгута (манжеты) по индивидуальному протоколу.	Любой сегмент конечностей	Ишемическое прекондиционирование	Кардиохирургия, сосудистая хирургия

Регистрация до, в ходе и после пробы			
Фармакологические пробы			
Перорально 16 г глюкозы (в пересчете на сухую глюкозу) в 150-200 мл воды	Молочные железы	Патология молочных желез	Болезни молочной железы [N60-N64]
Перорально 16 г глюкозы (в пересчете на сухую глюкозу) в 150-200 мл воды	Проекция патологического очага и сосудистая сеть, связанная с ним	Опухоли мягких тканей – выявление и дифференциальная диагностика с доброкачественными новообразованиями	Другие доброкачественные новообразования соединительной и других мягких тканей [D21]
Нитроглицериновая проба	Передняя поверхность грудной клетки, верхние конечности	Дифференциальный диагноз кардиомиопатии нейровисцерального генеза и ишемической болезни сердца	Кардиомиопатия при болезнях, классифицированных в других рубриках [I43]
Местная обработка в течение 1 месяца дважды в день 1% такролимусом зоны поражения	Область интереса	Дифференциальная диагностика активных и латентных очагов поражения кожи при псориазе	Псориаз [L40]
Кислородно-озоновая терапия, 20 мин., с концентрацией озона 1500 мг/л, регистрация до сеанса, сразу после и через 30 мин.	Лоскут на питающей ножке (филатовский стебель)	Оценка эффективности озонотерапии в коррекции ишемических нарушений	Реконструктивно-пластическая хирургия
Другие функциональные пробы и контексты			
Пережатие филатовского стебля в ходе его тренировки	Филатовский стебель	Оценка готовности к следующему этапу транспозиции	Реконструктивно-пластическая хирургия
Механическая проба: раздражение торца культи тупым предметом	Невромы торцовых поверхностей культей пальцев	Оценка болевого синдрома до и после денервации болевых невром	Мононевропатии верхней конечности [G56.9] Межпальцевая невро ма верхней конечности [G56.8]
ХП на открытом головном мозге	Кора мозга, твердая мозговая оболочка	Оценка состояния пиально-капиллярного русла перитуморальной зоны опухоли, перифокальной зоны мозговой раны	Внутричерепная нейрохирургическая патология

ХП на компримированном нервном стволе	Компримированный участок нервного ствола	Оценка компенсаторных возможностей компримированного участка нерва после эндоневролиза	Мононевропатии верхней конечности [G56]
Дистракция концов нерва при моделировании его шва	Раздельные концы нерва	Оценка предельного натяжения концов нерва при его шве	Анатомический перерыв периферического нерва
Сеанс синусоидально модулированных токов на область пораженных корешков	Пояснично-крестцовая область	Выбор тактики физиолечения при остеохондрозе поясничного отдела позвоночника	Поясничный остеохондроз [M42.16]
Лазерное облучение (КРТ лазер и подобные) и фототерапия светом IPL	Область интереса	Оценка эффектов лазерного облучения и фототерапии в дерматологии (например, при розацеа)	Розацеа [L71]
Косметологические процедуры	Область интереса (кисти рук, лицо и др.)	Мониторинг желательных и нежелательных эффектов	Косметология и пластическая хирургия

Приложение 4. Технологические карты некоторых функциональных проб

ТПВ диагностика состояния костно-мышечной структуры туловища, если не указано конкретно, с функциональными пробами

Описание исследования:

Непосредственно перед проведением исследования пациент в течение 10 мин находится в помещении температурой 21-23°С с открытыми кожными покровами в предполагаемой области исследования, с отведенными на 15° в плечевых суставах руками.

Тепловизор устанавливают на такой дистанции, чтобы площадь изображения занимала не менее 70% общей площади термограммы. Поверхность объектива должна быть параллельна поверхности исследуемой области.

Сегмент съемки – торс.

Съемка проводится в передней и задней проекциях.

Передняя проекция: верхняя граница – на уровне щитовидного хряща, нижняя граница – на уровне линии, соединяющей передние верхние подвздошные ости.

Задняя проекция: верхняя граница – линия роста волос, нижняя граница – на уровне пояснично-крестцового перехода.

Функциональная проба для региона шеи: пациент выполняет различные движения, вид и амплитуду которых выбирает врач, производящий исследование (наклоны в стороны, вперед, ротационные движения).

Функциональная проба для региона плечевого пояса: пациент в течение 10 сек через сгибание в плечевом суставе поднимает руки вертикально, повторяя движение 3-4 раза.

Функциональная проба для пояснично-крестцового региона: пациент выполняет различные движения, вид и амплитуду которых выбирает врач, производящий исследование (наклоны в стороны, вперед, ротационные движения).

Съемка в передней и задней проекциях проводится непосредственно перед и сразу после выполнения пробы.

Полученные термограммы обрабатывают с использованием специализированного программного обеспечения.

Предполагаемая длительность исследования – 60 мин.

Персонал: врач, медицинская сестра.

ТПВ диагностика состояния периферической нервной системы, неуточненное, верхние конечности с ХП.

Описание исследования:

Непосредственно перед проведением исследования пациент в течение 10 мин. находится в помещении температурой 21-23°С с открытыми кожными покровами в предполагаемой области исследования. Тепловизор устанавливают на такой дистанции, чтобы площадь изображения занимала не менее 70% общей площади термограммы. поверхность объектива должна быть параллельна поверхности исследуемой области.

Сегмент съемки: верхние конечности – от уровня границы средней и нижней третей предплечья до кончиков пальцев, пальцы кисти слегка разведены, без напряжения мышц; тыльная и ладонная поверхности.

Производят съемку ладонной и тыльной поверхностей непосредственно перед началом пробы.

Затем погружают обе руки в емкость с холодной водой (с температурой около 20°С) до уровня границы средней и нижней трети предплечья и выдерживают в течение 1 минуты.

Руки извлекают из воды и, с минимальным касанием кожи, слегка осушают бумажными полотенцами.

Производят съемку ладонной и тыльной поверхностей непосредственно после извлечения рук из воды, далее в течение 7-10 минут с интервалом в одну минуту.

Полученные термограммы обрабатывают с использованием специализированного программного обеспечения.

Предполагаемая длительность исследования – 60 мин.

Персонал: врач, медицинская сестра.

ТПВ диагностика состояния периферической нервной системы, неуточненное, нижние конечности с ХП

Описание исследования:

Непосредственно перед проведением ТВИ пациент в течение 10 мин. находится в помещении температурой 21-23°С с открытыми кожными покровами в предполагаемой области исследования. Тепловизор устанавливают на такой дистанции, чтобы площадь изображения занимала не менее 70% общей площади термограммы, поверхность объектива должна быть параллельна поверхности исследуемой области.

Сегмент съемки: тыльная и подошвенная поверхность стопы.

Производят съемку тыльной и подошвенной поверхностей обеих стоп непосредственно перед началом пробы.

Затем погружают обе ноги в емкость с холодной водой температурой около 20°С до уровня верхнего края лодыжек и выдерживают в течение 1 минуты.

Ноги извлекают из воды и, с минимальным касанием кожи, слегка осушают бумажными полотенцами.

Съемку тыльной и подошвенной поверхностей обеих стоп выполняют непосредственно после извлечения ног из воды, далее в течение 7 -10 минут с интервалом в одну минуту.

Полученные термограммы обрабатывают с использованием специализированного программного обеспечения.

Предполагаемая длительность исследования – 60 мин.

Персонал: врач, медицинская сестра.

ТПВ диагностика состояния кровеносных сосудов нижних конечностей, если не указано конкретно, с пробой с физической нагрузкой

Описание исследования:

Непосредственно перед проведением исследования пациент в течение 10 мин. находится в помещении температурой 21-23°С с открытыми кожными покровами в предполагаемой области исследования. Тепловизор устанавливают на такой дистанции, чтобы площадь изображения занимала не менее 70% общей площади термограммы. Поверхность объектива должна быть параллельна поверхности исследуемой области.

Сегмент съемки – нижние конечности.

Передняя проекция (с захватом обеих ног): верхняя граница – уровень передней верхней подвздошной ости, нижняя граница - до уровня кончиков пальцев ног.

Задняя проекция (с захватом обеих ног): верхняя граница – уровень задней верхней подвздошной ости, нижняя граница – нижний край пятки.

При съемке боковых проекций «ближняя» к камере нога разгибается в тазобедренном суставе на 20°, «дальняя» нога сгибается в тазобедренном суставе на 20°.

Боковая проекция (левая, правая): верхняя граница – уровень проекции тазобедренного сустава, нижняя граница – кончики пальцев ног.

Проба с физической нагрузкой: в положении больного стоя на верхнюю треть бедра накладывают жгут или манжету манометра (50-60 мм рт. ст.), сдавливающие только поверхностные вены. Затем, просят больного быстро походить или помаршировать на месте в течение 5-10 минут. Съемку проводят перед началом пробы, затем трижды с интервалом в 2 минуты во время движения.

Полученные термограммы обрабатывают с использованием специализированного программного обеспечения.

Предполагаемая длительность исследования – 60 мин.

Персонал: врач, медицинская сестра.

ТПВ диагностика любого места любой системы с глюкозной нагрузкой

Описание исследования:

Непосредственно перед проведением исследования пациент в течение 10 мин. находится в помещении с температурой 21-23°С с открытыми кожными покровами в предполагаемой области исследования. Тепловизор устанавливают на такой дистанции, чтобы площадь изображения занимала не менее 70% общей площади термограммы. Поверхность объектива должна быть параллельна поверхности исследуемой области.

Сегмент и алгоритм съемки зависят от локализации и размера области предполагаемой патологии.

Глюкозная нагрузка: пациент перорально принимает раствор в объеме 200 мл, содержащий 16 грамм глюкозы в пересчете на сухую массу.

Съемка производится перед приемом раствора глюкозы, через 15 минут, 30 минут, 45 минут после приема.

Полученные термограммы обрабатывают с использованием специализированного программного обеспечения.

Предполагаемая длительность исследования – 60 мин.

Персонал: врач, медицинская сестра.

ЛИТЕРАТУРА

1. (Александров Н.М., Киселев Д.В., Воловик М.Г., Полевая С.А.). Способ тренировки к ишемии донорского пальца кисти. Патент РФ № 2566190 от 20.10.2015.

2. Березина В.В., Кравец Л.Я., Воловик М.Г., Шелудяков А.Ю. Использование холодовой пробы для интраоперационной оценки реактивности микрососудов перитуморальной зоны супратенториальных опухолей // Вестник Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского. 2008, Вып. 4. С. 76-81.

3. Бобров М.И., Живцов О.П., Самойлов Д.В., Шаталин А.Е., Орлинская Н.Ю., Воловик М.Г., Королев Р.С., Подателева Т.А. Высокие ампутации нижних конечностей // Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б.М.Костюченка. 2019;6(3):6-23. DOI: 10.25199/2408-9613-2019-6-3-6-23

4. Великолуг А.Н. Термографическая семиотика заболеваний молочных желез // Мед. радиология. 1975. № 20(6). С. 69-70.

5. Воловик М.Г. Динамическое инфракрасное картирование терморегуляторных процессов в биологических тканях. Автореф. дис….доктора биологических наук. Пущино, 2016. 45 с.

6. Воловик М.Г., Докукина Л.Н., Перетягин П.В. Аппаратурный контроль при использовании свежезаготовленных аутологичных клеток в лечении дермальных ожогов у детей // Гены и клетки. Материалы III Нац. Конгр. по регенеративной медицине. Москва, 15-18 ноября 2017 г. Том XII, № 3. С. 65-66.

7. Воловик М.Г., Долгов И.М. Современные возможности и перспективы развития медицинского тепловидения // Медицинский алфавит. Современная функциональная диагностика. 2018;25(3):45-51.

8. Воловик М.Г., Долгов И.М. Термосемиотика кистей рук. Нейропатические нарушения в термотопографии кистей // Медицинский алфавит. 2021;14:36-44. https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-14-36-44

9. Воловик М.Г., Долгов И.М., Муравина Н.Л. Тепловизионная скрининг-диагностика. Болезни и травмы периферических нервов. Атлас термограмм. М.: Дигносис, 2021. 140 с. www.dx.doi.org/10.12737/textbook_61b1ab7de6b1f9.69203696

10. Воловик М.Г., Киселев Д.В., Полевая С.А., Александров Н.М., Перетягин П.В., Хомякова М.И., Ковальчук А.В. Влияние многократной локальной ишемии на температурный режим и микроциркуляцию кожи кисти у человека // Физиология человека. 2015;41(4):100-109. https://doi.org/10.1134/S0362119715030184

11. Воловик М.Г., Колесов С.Н. Обоснование выбора функциональных проб в медицинском тепловидении (на примере спиртовой пробы) // Оптический журнал. 2015;82(7):62-74. DOI 10.1364/JOT.82.000445

12. Воловик М.Г., Макаренко А.В. Параметры термопаттернов открытой коры по результатам ИК термокартирования при удалении опухолей головного мозга человека // Оптический журнал. 2015;82(7):90-102. DOI 10.1364/JOT.82.000467

13. Воловик М.Г., Носов О.Б., Колесов С.Н. Первый опыт применения функциональной пробы в ходе оперативных вмешательств у больных с компрессионными ишемическими нейропатиями // Труды IX Междунар. конф. «Прикладная оптика-2010». Санкт-Петербург, 18-22 октября 2010. Т. 3. С. 43-46.

14. Воловик М.Г., Полевая С.А., Хомякова М.И. Влияние положения тела испытуемого на динамику ИК-излучения от кистей рук при односторонней холодовой пробе // Труды X Междунар. конф. «Прикладная оптика-2012». СПб, 15-20 октября 2012. Т. 3. С. 131-135.

15. Воловик М.Г., Полевая С.А., Хомякова М.И. Холодовая проба для тепловизионных исследований симметричных реакций в физиологии и медицинской диагностике // Оптический журнал. 2013;80(6):88-95. DOI 10.1364/JOT.80.000393

16. Долгов И.М., Воловик М.Г., Муравина Н.Л. Тепловизионная скрининг-диагностика. Болезни молочной железы: атлас термограмм. М.: ИНФРА-М, 2020. 150 с., илл. Серия «Профессиональное образование». DOI: 10.12737/1159605

17. Камкин А.Г., Каменский А.А. Фундаментальная и клиническая физиология. М.: Академия, 2010. 1073 с.

18. Колесов С.Н. Остеохондроз позвоночника: неврологические и тепловизионные синдромы. Нижний Новгород: ООО Типография «Приволжье», 2006. 220 с., илл.

19. Колесов С.Н. Термосемиотика различных этиопатогенетических форм синдрома Рейно // Медицинский алфавит; 2018. Т. 4, № 36 (373). С. 49-57.

20. Колесов С.Н., Воловик М.Г., Прилучный М.А. Медицинское теплорадиовидение: современный методологический подход. Н.Новгород: ФГУ «ННИИТО Росмедтехнологий», 2008. 184 с., илл.

21. (Колесов С.Н., Воловик М.Г., Прилучный М.А., Каюмов Ю.Х., Легурова С.В.). Способ тепловизионной диагностики патологии вторичных пучков плечевого сплетения. Патент РФ №2440784 от 27.01.2012.

22. (Колесов С.Н., Муравина Н.Л., Новиков А.В., Щедрина М.А.) Способ определения повреждений вегетативных волокон периферических нервов верхних конечностей. Патент РФ № 2555383 от 10.07.2016.

23. Короткова Н.Л., Воловик М.Г. Тепловизионная оценка возможности использования рубцовых тканей при планировании пластических операций на лице // Современные технологии в медицине. 2015;7(2):120-126. DOI 10.17691/stm2015.7.2.16

24. (Короткова Н.Л., Воловик М.Г.). Способ оценки пригодности рубцовых тканей лица для местной кожной пластики. Патент РФ № 2560908 от 24.07.2015.

25. (Кравец Л.Я., Воловик М.Г., Колесов С.Н., Березина В.В., Шелудяков А.Ю.). Способ оценки реактивности сосудов коры перитуморальной зоны супратенториальных опухолей. Патент РФ № 2269287 от 10.02.2006.

26. (Кушнер Т.С., Колесов С.Н., Трошин В.М., Модзгвришвили Р.А.). Способ дифференциальной диагностики радикулопатий при пояснично-крестцовых остеохондрозах (Авт. свид-во № 1641267 от 15.12.1990).

27. Мартусевич А.К., Короткова Н.Л., Перетягин П.В., Загреков В.И. Влияние гипербарической оксигенации на состояние микроциркуляции у больных с последствиями ожогов // Трудный пациент. 2020;11-12:40-43.

28. (Митрофанов В.Н., Колесов С.Н., Комаров Р.Н.) Способ оценки снижения активности воспалительного процесса после установки спейсера коленного сустава. Патент РФ № 2695620 от 24.07.2019.

29. (Носов О.Б., Петров С.В., Колесов С.Н., Воловик М.Г.). Способ интраоперационного контроля состояния кровоснабжения нервного ствола при микрохирургическом эпиневральном шве. Патент РФ № 2220406 от 27.12.2003.

30. Орлов Г.А. Хроническое поражение холодом. М.: Медицина, 1978. 176 с.

31. Пантелеев И.А., Плехов О.Г., Наймарк О.Б. Механобиологическое исследование структурного гомеостаза в опухолях по данным инфракрасной термографии // Физическая мезомеханика. 2012;15(3):105-113.

32. (Перетягин С.П., Колесов С.Н., Дмитриев Г.И. и др.) Способ оценки эффективности озонотерапии в коррекции ишемических нарушений в лоскутах на питающей ножке. Патент РФ № 2267290 от 10.01.2006.

33. (Прилучный М.А., Аминев А.В., Колесов С.Н., Аминев В.А.) Способ диагностики ожогов III А степени. Патент РФ № 2144308 от 20.01.2000.

34. (Прилучный М.А., Арефьев И.Ю., Колесов С.Н.) Способ определения готовности питающей ножки филатовского стебля к миграции. Патент РФ № 230819 от 20.10.2007).

35. (Прилучный М.А., Богосьян Р.А., Колесов С.Н., Дмитриев Г.И.) Способ контроля адекватности дерматензии адаптационным возможностям тканей при использовании экспандеров у больных с последствиями ожоговой травмы. Патент РФ № 2306847 от 27.09.2007.

36. Сагайдачный А.А., Скрипаль А.В., Усанов Д.А. Тепловизионная биомедицинская диагностика. Уч. пос. для студентов. 2-е изд. Саратов: Саратовский источник, 2019. 156 с., илл. ISBN: 978-5-6043985-8-6

37. Смирнова Е., Подтаев С.Ю., Мизева И.А., Жукова Е.А. Нарушение механизмов вазодилатации у больных сахарным диабетом 2 типа при проведении контралатеральной холодовой пробы // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2012. Т. 11 № 1 (41). С. 30-

38. Тихонова И.В., Танканаг А.В., Чемерис Н.К. Возрастные особенности динамики амплитуд колебаний кровотока кожи в процессе постокклюзионной реактивной гиперемии // Физиология человека. 2010;36(2):114.

39. (Угодчикова Е.В., Колесов С.Н., Кошечкин С.В.) Способ определения границ нежизнеспособных тканей при травме дистального отдела конечности. Авт. свидет. СССР № 1377024 от 28.02.1988 (SU 1377024 A1).

40. Шмальгаузен И.И. Кибернетические вопросы биологии. Под общей ред. Р.Л.Берг и А.А.Ляпунова. Новосибирск: Изд-во «Наука», Сибирское отделение, 1968. Сер. «Кибернетика в монографиях», 4.

41. Шноль С.Э. Физико-химические факторы биологической эволюции. М.: Наука, 1979. 263 с.

42. Шушарин А.Г., Морозов В.В., Половинка М.П. Медицинское тепловидение современные возможности метода // Современные проблемы науки и образования. 2011;4:2-18.

43. Alexandrov N.M., Volovik M.G., Kiselev D.V., Petrov S.V. A technique of hand digit reconstruction using scarred and deformed donor segments // Ann Transl Med. 2018;6(8):150-158. DOI:10.21037/atm.2018.03.33

44. Amalu W. et al. (eds). International Academy of Clinical Thermology Quality Assurance Guidelines. Standards and Protocols in Clinical Thermographic Imaging, Current Revision July 2015. Internationally Peer Reviewed, Annual review January 2018. 35 pp. DOI: 10.13140/RG.2.2.28341.78562

45. Ammer K. The Glamorgan Protocol for recording and evaluation of thermal images of the human body // Thermology International. 2008; 18(4), 125-129.

46. Ammer K., Ring E.F.G. The Thermal Human Body. A Practical Guide to Thermal Imaging. New York: Jenny Stanford Publishing, 2019. 272 p. ISBN 9789814745826. https://doi.org/10.1201/9780429019982

47. Asano H., Muto T., Ide H. Stress evaluation while prolonged driving operation using the facial skin temperature // Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers. 2011.V. 47, Is. 1.P. 2-7 (in Japan).

48. Berner J.E., Pereira N., Troisi L. et al. Accuracy of infrared thermography for perforator mapping: A systematic review and meta-analysis of diagnostic studies // Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery. June 2021;74(6):1173-1179. https://doi.org/10.1016/j.bjps.2020/12.093

49. Cavalheiro A.L., da Costa D.T., de Menezes A.L.F. et al. Thermographic analysis and autonomic response in the hands of patients with leprosy // Anais Brasileiros de Dermatologia 2016; 91 (3) 274-283.

50. Childs C., Nwaizu H., Bullivant E. et al. Cutaneous Perfusion Dynamics of the Lower Abdomen in Healthy Normal Weight, Overweight and Obese Women: Methods Development Using Infrared Thermography with Applications for Future Wound Management after Caesarean Section // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2023, 20, 5100. https://doi.org/10.3390/ijerph20065100

51. Chijiwa T., Arai K., Miyazaki N. et al. Making of a Facial Perforator Map by Thermography // Annals of Plastic Surgery July 2000. 44(6):596-600. DOI: 10.1097/00000637-200044060-00003

52. Chiricuta I., et al. The correlative value of temperature recording and the induced hyperglycemia test in cancer of the breast // Oncol Radiol 1970; 9:453.

53. Chubb D.P., Taylor G.I., Ashton M.W. True and «choke» anastomoses between perforator angiosomes: part II. Dynamic thermographic identification // Plast Reconstr Surg. 2013; 132:1457-1464. https://doi.org/10.1097/01.prs.0000434407.73390.82

54. Clark E.R., Clark E.L. Observation on living arteriovenous anastomoses as seen in transparent chamber in the rabbits ear // Amer. J. Anat. 1934. V. 54. № 2. P. 229.

55. Costello J.T., Culligan K., Selfe J., Donnelly A.E. Muscle, skin and core temperature after −110ºC cold air and 8ºC water treatment // PloS One 2012. 7, e48190.

56. da Silva T.A.E., Faria da Silva L., Muchaluat-Saade D.C., Conci A. A Computational Method to Assist the Diagnosis of Breast Disease Using Dynamic Thermography // Sensors. 2020, 20, 3866 (21 pp.). doi:10.3390/s20143866

57. de Weerd L., Weum S., Mercer J.B. Locating perforator vessels by dynamic infrared imaging and flow doppler with no thermal cold challenge // Annals of Plastic Surgery 2014; 72 (2): 261. doi: 10.1097/SAP.0b013e31823f3e24

58. Frick P., Mizeva I., Podtaev S. Skin temperature variations as a tracer of microvessel tone // Biomedical Signal Processing and Control. 2015. 21: 1-7.

59. Gatt A., Formosa C., Cassar K. et al. Thermographic patterns of the upper and lower limbs: baseline data // Int. J. Vasc. Med. 2015;2015:831369.

60. George J., Bensafi A., Schmitt A.M. et al. Validation of a noncontact technique for local skin temperature measurements // Skin Res Technol. 2008, 14 (4): 381-384.

61. Gerasimova E., Plekhov O., Bayandin Yu. et al. Identification of breast cancer using analysis of thermal signals by nonlinear dynamics methods / 11th Int. Conf. on Quantitative InfraRed Thermography. June 2012. Naples, Italy. N 190.

62. Godoy S.E., Hayat M.M., Ramirez DA. et al. Detection theory for accurate and non-invasive skin cancer diagnosis using dynamic thermal imaging // Biomedical Optics Express 2017, 8(4) 2301-2323.

63. Hallock J.J. Dynamic infrared thermography and smartphone thermal imaging as an adjunct for preoperative, intraoperative, and postoperative perforator free flap monitoring // Plastic and Aesthetic Research, December 2019;6:29. 12 pp. DOI: 10.20517/2347-9264.2019.029

64. Itoh Y., Arai K. Use of recovery-enhanced thermography to localize cutaneous perforators // Ann Plast Surg. 1995;34:507-511

65. Just M., Chalopin C., Unger M. et al. Monitoring of microvascular free flaps following oropharyngeal reconstruction using infrared thermography: first clinical experiences // Eur Arch Otorhinolaryngol Sep 2015. DOI 10.1007/s00405-015-3780-9

66. Laino L., Di Carlo A. Palmoplantar Pustular Psoriasis Clinical and Video Thermographic Evaluation Before and After Topical Tacrolimus Treatment // Arch Dermatol JUNE 2011. VOL 147 (NO. 6): 760.

67. Magalhaes C., Vardasca R., Rebelo M. et al. Distinguishing melanocytic nevi from melanomas using static and dynamic infrared thermal imaging // J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol. 2019, 33, 1700-1705. DOI: 10.1111/jdv.15611

68. Mercer J.B., de Weerd L., Miland A.O., Weum S. Pre-, Intra-, and Postoperative Use of Dynamic Infrared Thermography (DIRT) Provides Valuable Information on Skin Perfusion in Perforator Flaps Used in Reconstructive Surgery // InfraMation 2010 Proceedings. 184, 8 pp.

69. Meyer J., Gorbach A.M., Liu W.-M. et al. Mast Cell Dependent Vascular Changes Associated with an Acute Response to Cold Immersion in Primary Contact Urticaria // PLoS ONE 2013. 8(2): e56773. doi:10.1371/journal.pone.0056773

70. Ring E.F.J., Ammer K. The technique of infrared imaging in medicine. In: Infrared Imaging. A casebook in clinical medicine. Editors: Ring F, Jung A., Żuber J. IOP Publishing Ltd, September 2015. ISBN: 978-007503-1144-1 (print) 978-007503-1143-4 (ebook). Chapter 1. Pp. 1-10.

71. Ring E.F., Porto L.O., Bacon P.A. Quantitative thermal imaging to assess inositol nicotinate treatment for Raynaud's syndrome // J Int Med Res. 1981, 9393-9400. doi: 10.1177/030006058100900601

72. Riquet D., Houel N., Bodnar J.-L. Stimulated infrared thermography applied to differentiate scar tissue from peri-scar tissue: a preliminary study // Journal of Medical Engineering & Technology June 2016. 8 pp. DOI: 10.1080/03091902.2016.1193239

73. Romanovsky A.A. Thermoregulation: some concepts have changed. Functional architecture of the thermoregulatory system //Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. 2007. V. 292. P37-46.

74. Sagaidachnyi A., Fomin A., Usanov D., Skripal A. Real-time technique for conversion of skin temperature into skin blood flow: human skin as a low-pass filter for thermal waves // Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering. May 2019. 11 pp. DOI: 10.1080/10255842.2019.1615058

75. Sagaidachnyi A.A., Fomin A.V., Mayskov D.I. et al. Features of the temperature response to a double cuff-occlusion of the upper limbs: remote ischemic preconditioning aspect // Proc. SPIE 10716, Saratov Fall Meeting 2017: Optical Technologies in Biophysics and Medicine XIX, 107160R (26 April 2018). doi: 10.1117/12.2312533

76. Schwartz R., Brioschi M., Bernton T. et al. Cold stress testing in medical Thermal Imaging // Pan American Journal of Medical Thermology. 2016;3(1):25-31. DOI: 10.18073/2358-4696/PAJMT.V3N1P25-31

77. Sillero-Quintana M.S., Cuevas I.F., Lastras J.A., Marins J.C.B. TERMOINEF group protocol for thermographic assessment in humans // Faculty of Physical Activity and Sport Sciences (INEF-Madrid). 2 Sept. 2015. Ed. For the Pre-Congr. XIII EAT Congr. 57 p.

78. Snekhalatha U., Thanaraj P.K., Ammer K. Artificial Intelligence-Based Infrared Thermal Image Processing and Its Applications. CRC Press, July 2022. 246 pp. ISBN: 9781003245780. DOI: 10.1201/9781003245780

79. Strakowska M., Strakowski R., Strzelecki M. Thermal-time constant imaging in cold-stress screening // Signal Processing: Algorithms, Architectures, arrangements and applications (SPA). 23-25 Sept. 2015. P. 62-65. DOI: 10.1109/SPA.2015.7365134

80. Tang Y., Xu F., Li G. et al. Correlation analysis of the temporal dynamics of subcutaneous blood perfusion and skin temperature in post-occlusion reactive hyperaemia test // Biomedical Signal Processing and Control. February 2023;80(9):104390. DOI: 10.1016/j.bspc.2022.104390

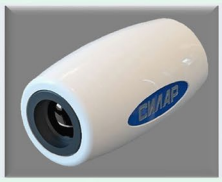
81. Thijssen D.H., Black M.A., Pyke K.E. et al. Assessment of flow-mediated dilation in humans: a methodological and physiological guideline. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 2011; 300(1). H2-H12. doi: 10.1152/ajpheart.00471.2010

82. Vainer B.G., Markel A.L. Systemic vascular response to brachial arteries crossclamping may prognosticate the outcome of remote ischemic preconditioning // Medical Hypotheses. 2015. V. 84. P. 298-300.

83. Vergilio M.M., Gomes G., Aiello L.M. et al. Evaluation of skin using infrared thermal imaging for dermatology and aesthetic applications // Journal of Cosmetic Dermatology. January 2022;2022(00):1-10. DOI: 10.1111/jocd.14748

84. Zaproudina N., Lipponen J.A., Eskelinen P. et al. Measurements of skin temperature responses to cold exposure of foot and face in healthy individuals: variability and influencing factors // Clin Physiol Funct Imaging 2011;31:307-314.

Комплектация тепловизионного аппаратно-программного комплекса «Дигносис» для диагностики и мониторинга лечения заболеваний



1. Тепловизор цифровой ТВС300-мед

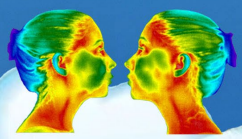
2. Электроподъемная стойка «Дигносис» с дистанционным управлением для крепления тепловизора и монитора

3. Комплекс МПО «TVision»

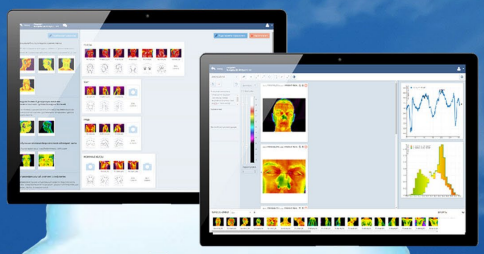
Все комплектующие являются медицинскими изделиями и имеют Регистрационные удостоверения Росздравнадзора

Медицинский комплекс программной обработки и анализа термограмм «TVision» (Комплекс МПО «TVision»)

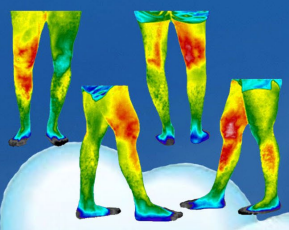
РУ № РЗН 2021/15932



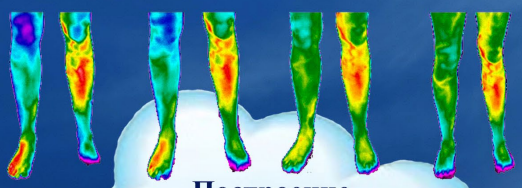
ПО «облачной» архитектуры удаленного доступа для передачи, обработки, анализа и хранения термограмм



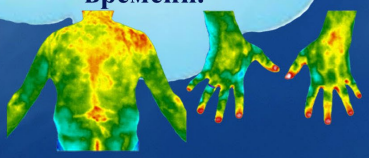
Доступ к комплексу программ «TVision» обеспечивается по модели SaaS (Software as a Service)



Выявление на термограммах признаков заболеваний в ручном и автоматическом режимах работы в реальном времени.



Построение динамических рядов термоизображений для оценки течения заболевания и эффективности проводимого лечения



Дигносис®

Производитель и правообладатель - ООО «Дигносис». Москва, 119526, Ленинский пр-т, д.146, этаж 3, оф. 344. Тел. +7 (495) 508-0646 +7 (916) 124-7499
www.dignosys.com E-mail: info@dignosys.com

Воловик Михаил Григорьевич
Долгов Игорь Маратович
Хрипковский Дмитрий Николаевич

Функциональные пробы в медицинском тепловидении

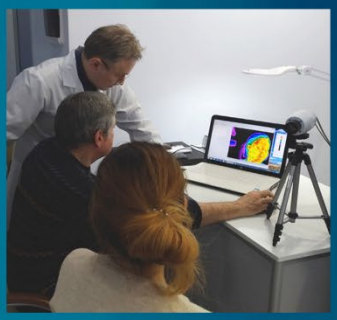
ФЗ № 436-ФЗ	Издание не подлежит маркировке в соответствии с п. 1 ч. 2 ст. 1

Научное издание

Общество с ограниченной ответственностью «ДИГНОСИС»
www.dignosys.com E-mail: info@dignosys.com
По вопросам медицинского научно-методического характера:
Тел: +7 910 390 8643 +7 916 124 7499
По технике и программным продуктам:
Тел. +7 495 508 0646

Подписано в печать
Формат l0xl00/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times.
Печать цифровая. Усл. печ. л.16
Тираж 500 экз. Заказ № 22489

Отпечатано в типографии ООО «Паблит»
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел.: +7 (495) 859-48-62



ООО «ДИГНОСИС»
Россия, 119526, г.Москва,
Ленинский проспект, д.146, 3 этаж, офис 344
Email: info@dignosys.com
Сайт: www.dignosys.com
Телефоны:
+7 (910)390 8643 +7(916)1247499

ISBN: 978-5-16-018784-6
9 785160 187846

Дигносис®