

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТЕРМОГРАФИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ В МЕДИЦИНЕ

© 2005 г. А. Г. Куклицкая; Г. И. Олефир, канд. физ.-мат. наук

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Рассмотрены возможности повышения качества термографической диагностики в медицине за счет повышения объективности процессов регистрации, визуализации и интерпретации ИК изображений (термограмм) пациентов. Предложена тест-программа для диагностики онкопатологии молочных желез, предусматривающая стандартные условия регистрации термограммы, визуализацию ИК изображения в нескольких вариантах цветной палитры и градациях серого цвета, интерпретацию его в соответствии с жестко заданным алгоритмом, учитывающим температурный режим в зоне Захарьина–Геда сердца, и выход на заключение, выработанное на основании статистического анализа литературных данных и результатов обследования более 3000 пациенток Минского городского клинического онкологического диспансера.

Коды OCIS: 170.4580, 3000.33080.

Поступила в редакцию 29.03.2005.

Термографический метод медицинской диагностики, использующий в качестве параметра контроля интенсивность собственного инфракрасного (ИК) излучения поверхности тела человека, позволяет выявлять патологию, связанную с нарушением поверхностного теплового баланса [1]. Постановка диагноза при этом базируется на оценке степени тепловой асимметрии изображения (термограммы), полученного с помощью ИК сканирующей оптической аппаратуры – тепловизоров. В качестве термографических критериев наличия патологии используются: а) величина температурного градиента, которая определяется как разность температур в симметричных относительно срединной линии тела человека точках; б) характеристики очага разогрева: однородность (или неоднородность), правильность (или неправильность) контура, степень его распространения за видимые и пальпируемые границы исследуемого очага патологии; в) асимметрия сосудистого рисунка [1–4].

Качество инструментального метода диагностики той или иной патологии организма человека определяется следующими характеристиками: объективностью, надежностью, достоверностью, а также чувствительностью и специфичностью. Повышение качества диагностики при использовании данного метода в целом может быть достигнуто за счет улучшения каждой из перечисленных характеристик. Рассмотрим возможности повышения объективности, под которой, в соответствии с документами Всемирной организации здравоохранения, в медицине понимают независимость результатов диагностики от исследователя [5].

Постановку диагноза условно можно разделить на два этапа: 1) формирование возможно полной картины патологии; 2) интерпретация этой картины. Получить возможно полное представление о патологии (картину патологии) можно, используя анам-

нестический (жалобы пациента), физикальный (визуальный осмотр, аускультация, пальпация и пр.) клиничко-биологический (анализы) и, наконец, инструментальный (использующий рентгеновскую, термографическую, ультразвуковую и прочую аппаратуру) методы исследования.

На первом этапе постановки диагноза объективность любого инструментального метода, основанного на различных принципах визуализации очага патологии [6], безусловно, выше объективности остальных методов. Если аппаратура исправна, поверена и правильно эксплуатируется, то результат исследования, представляющий собой изображение того или иного органа или части тела человека при стандартных укладках, не будет зависеть от квалификации и опыта исследователя. Квалификация и опыт исследователя приобретают решающее значение при выборе зон интереса и методики подготовки пациента к обследованию, а также, главным образом, при обработке и интерпретации полученного изображения.

Повысить объективность термографического метода диагностики предлагается путем использования тест-программ на этапах получения, обработки и интерпретации изображения предполагаемого очага патологии. Тест-программа обеспечивает представление оцифрованного ИК изображения в оптимальном для анализа виде, поэтапную интерпретацию термограммы и выход на соответствующий вариант заключения.

В качестве примера рассмотрим тест-программу, предназначенную для повышения объективности термографической диагностики онкопатологии молочных желез. Тест-программа, реализованная в среде Windows, предусматривает визуализацию термограммы в трех вариантах цветной палитры и в градациях серого, жесткий алгоритм поэтапного анализа ИК изображения, выход на заключение, а

также последующую печать термограммы, ее описания и стандартного заключения, которое при необходимости можно исправлять и дополнять.

Программа задает жесткие условия регистрации термограммы: диапазон температур окружающей среды и специальную подготовку пациентки к проведению термографических исследований [3]. Для оценки используется фронтальная проекция молочных желез (пациентка при исследовании находится в положении сидя, руки за головой или на поясе). Анализ дополнительных, прицельных, проекций (боковых, три четверти, специальных) с помощью тест-программы не предусмотрен.

Термограмма представляет собой отображение распределения интенсивности ИК излучения от сканируемой поверхности объекта в условных цветах. Полученное непосредственно с выхода тепловизора или из специально организованной базы данных оцифрованное изображение отображается компьютером в трех вариантах цветной, а также серой (или монохроматической) палитры. Отображение поверхностных тепловых полей в градациях серого цвета позволяет проследивать ход кровеносных сосудов, анализировать особенности сосудистого рисунка и его контрастность, тогда как на цветном изображении это удастся далеко не всегда. Следует отметить, что использование разноцветной палитры, позволяющей представлять ИК изображение в соответствии с предпочтениями пользователя, существенно улучшает качественную диагностику, но иногда затрудняет диагностику дифференциальную: т. е. облегчается обнаружение очагов гипо- или гипертермии, но затрудняется их сопоставление с конкретной патологией. С этим связан тот факт, что диагностическая значимость тепловизоров черно-белого изображения, не предусматривавших компьютерную обработку термограмм, оценивалась достаточно высоко, тогда как использование цветной тепловизионной техники последних поколений в практической медицине (особенно в онкологии) вызывает известный скепсис из-за гипердиагностики.

Тест-программа задает восемь основных этапов оценки термограмм молочных желез. На каждом этапе на экране компьютера высвечивается вопрос и несколько вариантов ответов. После выбора соответствующего термограмме ответа осуществляется переход к следующему этапу.

1 этап предусматривает определение наличия или отсутствия на термограмме симптома тотального разогрева одной из молочных желез. При симптоме тотального разогрева температура любого участка пораженной молочной железы превышает температуру симметричного ему участка здоровой железы на 2–3 °С и более. Этот этап предшествует всем остальным, поскольку при его наличии веро-

ятность злокачественного процесса чрезвычайно велика, оценка термограммы такой пациентки требует особого внимания. Заданы два варианта ответов: “На термограмме отмечается симптом тотального разогрева левой (правой) молочной железы” и “Симптома тотального разогрева одной из молочных желез нет”.

На этом этапе следует учитывать возможность гипо- или гипертермичного состояния зоны Захарьина–Геда сердца, приходящейся на верхние квадранты левой молочной железы. Наши исследования показали, что патология функции сердца может сопровождаться как выраженной гипертермией (при перенесенном инфаркте миокарда до +2...–3 °С), так и глубокой гипотермией (при перетренированности спортсменки, например, до –2...–2,5 °С) [7]. Поскольку функциональная патология сердечно-сосудистой системы весьма широко распространена, в том числе и у пациенток молодого возраста, учитывать ее термографические проявления следует обязательно как основной фактор, определяющий гипердиагностику онкопатологии молочных желез.

2 этап. Оценка особенностей телосложения пациентки. Термограммы подразделяются на три типа в зависимости от величины молочных желез и расположения предполагаемой опухоли: астенический тип сложения с молочными железами небольших размеров; нормостенический и гиперстенический тип сложения с молочными железами средних размеров и гиперстеники с молочными железами значительных размеров, если предполагаемая опухоль расположена в верхних квадрантах; гиперстенический тип сложения с молочными железами значительных размеров и расположением опухоли в нижних квадрантах.

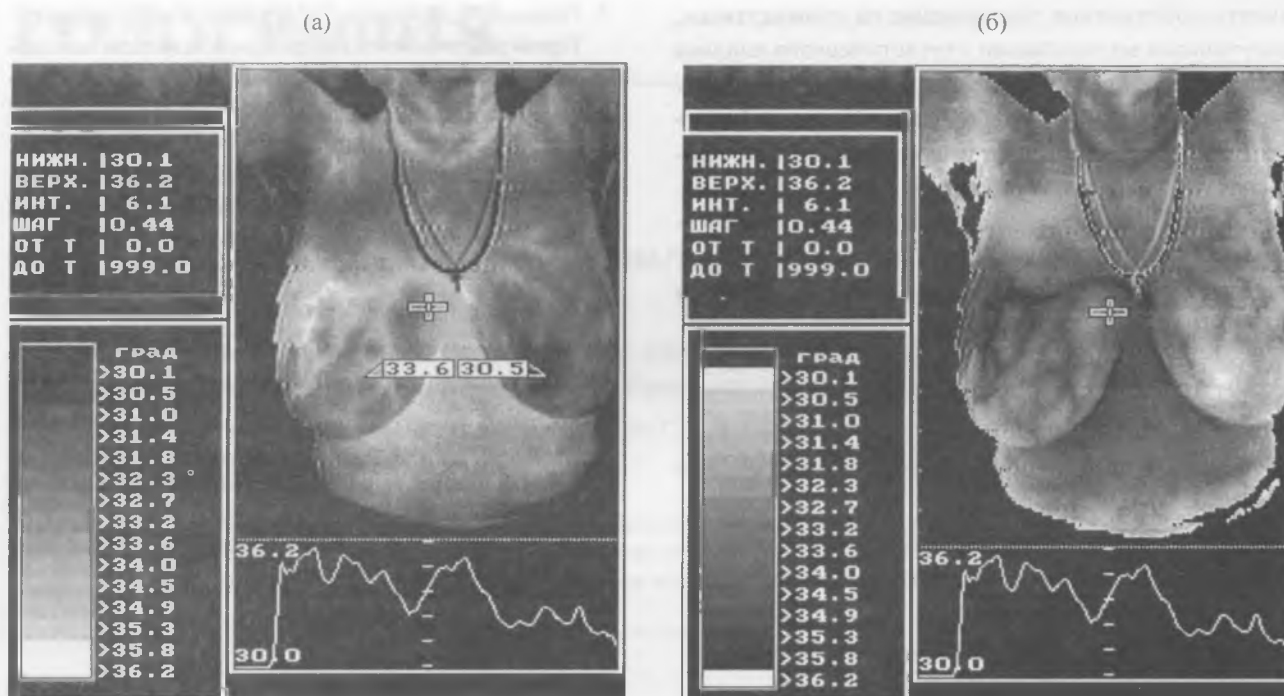
3 этап. Отнесение термограммы к определенному тепловому нормотипу: аваскулярному, пятнистому или васкулярному.

4 этап. Оценка особенностей сосудистого рисунка. Имеет место при отнесении термограммы к васкулярному типу и включает оценку: а) калибра сосудов и контрастности сосудистого рисунка, б) симметрии сосудистого рисунка, в) наличия сосудистых признаков рака (сосудистого анархизма).

5 этап. Определение наличия или отсутствия очагов гипо- или гипертермии.

6 этап. Определение наличия или отсутствия пальпируемых очаговых уплотнений. Важно отметить соответствие локализации очагового уплотнения молочной железы и локализации очага гипо- или гипертермии, отмеченного в п. 5.

7 этап. Оценка величины температурного градиента и характера очага разогрева. Выделяются варианты гипотермии (градиент температуры отрицательный), незначительной гипертермии (градиент



Диффузный рак правой молочной железы. Прямое (а) и инвертированное (б) изображения.

до $+1^{\circ}\text{C}$), умеренной гипертермии (градиент до $+1,5...-2^{\circ}\text{C}$) и высокой гипертермии (температурный градиент выше $+1,5...-2^{\circ}\text{C}$).

8 этап. Выход на заключение.

После поэтапной оценки термограмм в соответствии с заданным алгоритмом (всего 736 вариантов) пользователь тест-программы выходит на заключение. Стандартные заключения сформулированы с учетом литературных данных и статистического анализа результатов обследования более 3000 пациенток Минского городского клинического онкологического диспансера [3, 4]. Обследования проводились в течение 1993–2002 гг. с помощью автоматизированного термографического комплекса на базе тепловизора Радуга-5. Термографические критерии наличия патологии молочных желез (как злокачественной, так и доброкачественной) верифицировались параллельным проведением ультразвукового исследования, а также при патологии очагового характера учитывались результаты гистологических и цитологических исследований биоптатов и тканей, иссеченных при оперативном лечении.

На рисунке в качестве примера приведена термограмма пациентки с диагнозом “Диффузный рак правой молочной железы”, причем на рисунке а для визуализации использована прямая шкала в градусах Цельсия, а на рисунке б – инвертированная. На рисунке а отмечены значения температуры в градусах Цельсия в симметричных относительно срединной линии тела точках молочных желез. Согласно тест-программе на термограмме имеет место симптом тотального разогрева правой молочной железы

с градиентами температуры $+2...-3^{\circ}\text{C}$; пациентка относится к нормостеническому типу телосложения; молочные железы васкулярного теплового типа; сосудистый рисунок правой молочной железы выраженный, резко-контрастный, с признаками сосудистого анархизма; очаговые уплотнения не пальпируются; очагового разогрева нет. Заключение: отмечается наличие ряда термографических признаков злокачественного процесса диффузного характера в правой молочной железе.

Использование приведенной тест-программы в практической деятельности рентгенодиагностического отделения Минского городского онкологического диспансера и при проведении массовых обследований сотрудниц Белорусского национального технического университета показало, что она не только позволяет начинающему врачу – специалисту по лучевой диагностике – избежать ряда стандартных ошибок и сверить собственное заключение с заключением, предлагаемым программой, но и существенно (согласно проведенному в МГКОД хронометрированию в два раза) экономит время, затрачиваемое на анализ и описание результатов проведенного исследования.

Таким образом, предлагаемая авторами тест-программа, учитывающая температурный режим в зоне Захарьина–Геда, позволяет повысить объективность, а следовательно, и качество термографической диагностики в целом за счет повышения объективности процессов регистрации, визуализации и интерпретации изображения очага патологии. Тест-программа дает возможность начинающему исследователю срав-

нивать собственное заключение со стандартным, полученным на основании статистического анализа известных результатов, т. е. может использоваться как учебная программа. Применение компьютерной тест-программы при проведении массовых термографических обследований населения с целью формирования групп риска по онкопатологии молочных желез может существенно сократить время обследования отдельной пациентки и увеличить пропускную способность аппаратуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мазурин В.Я. Медицинская термография. Кишинев: Штиинца, 1984. 148 с.
2. ТеМП-88. Тезисы докладов Всесоюзной конференции. Л.: ГОИ, 1988. Ч. 2. 233 с.
3. Ребеко В.Я., Римденюк Г.И., Русак А.А., Куклицкая А.Г. Термографический и ультразвуковой методы исследования в диагностике патологии щитовидной и молочных желез // Здоровоохранение Беларуси. 1993. № 8. С. 33–37.
4. Ребеко В.Я., Пранович И.М., Олефир Г.И., Куклицкая А.Г. Термография в онкологической практике // Здоровоохранение Беларуси. 1996. № 6. С. 33–35.
5. Физиология человека. Т. 3. / Под ред. Шмидта Р. и Тевса Г. М.: Мир, 1996. Т. 3. 880 с.
6. Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов. Л.: Машиностроение, 1983. 696 с.
7. Олефир Г.И., Куклицкая А.Г. Термографические исследования процесса возникновения коллатерального кровоснабжения // Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем. Мн.: БГУ, 2004. Ч. 2. С. 187–189.