

Таким образом нами показано, что промышленно важная конденсация 13 и 14 в целевой ацетоксиэтилтиазол 15 (полупродукт витамина В1) сопровождается побочной реакцией образования соединения 18. На основе использования данные ядерного магнитного резонанса, предложена схема процесса, объясняющая образование этих соединений через одно и то же промежуточное соединение 16 по механизму внутри- и межмолекулярной конденсации.

Приведённый краткий обзор ряда физико-химических методов исследования, подкреплённый примерами из практики собственного научного поиска, показывает, какими огромными возможностями располагает современная наука в исследовании вещества. Важно передать основы этих знаний студентам, школьникам, активизировать их учёбу, удовлетворить любознательность и, что более важно, создать предпосылки для активного использования полученных знаний в их научной работе в области химии, биохимии или медицины.

Литература

1. Программа по биоорганической химии для студентов медицинских вузов. – М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2000, 18 с.
2. Потапов В.М. Стереохимия. – М.: Химия, 1976.
3. Литвак М.М., Бетанели В.И., Бакиновский Л.В., Кочетков Н.К. Биоорганическая химия, 1982. – Т. 8. – № 8. – С.ИЗ3-И42.
4. Бетанели В.И., Овчинников М.В., Бакиновский Л.В., Кочетков Н.К. Известия АН СССР, сер. Хим., 1979. – № 12. – С. 2751-2758.
5. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. – М.: Высшая школа, 1971.
6. Литвак М.М., Черкасова Р.Х., Яновская Л.А., Каденцев В.И., Чижов О.С. Известия АН СССР, сер. Хим., 1979. – № 9. – С. 2144-2146.
7. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия: Учебник. – М.: Высш. шк., 1987. – 366 с.
8. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы. – М.: Высш. шк., 1989. – 288 с.
8. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала органической химии. Книга I. – М.: Химия, 1974.
9. Сергеев Н.М. Спектроскопия ЯМР: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1981, 279 с.
10. Литвак М.М. Хим. фарм. Журнал. – 1999. – №2. – С. 43-45.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛООВОГО ПОЛЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА: СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А.Г. Логвиненко, Э.А. Щербань, С.И. Логвиненко, И.А. Морозова

Белгородский государственный университет
Московская городская клиническая больница №60
Белгородская областная клиническая больница

Известно, что вокруг любого тела, в том числе тела человека, существуют различные физические поля, определяемые внутренними процессами. Физические поля, генерируемые организмом человека в процессе функционирования, называют его собственными физическими полями.

Считают, что вокруг человека существуют, в основном, электромагнитные и

акустические поля. Выделяют основные 4 диапазона электромагнитного и 3 диапазона акустического излучений.

Диапазон собственного электромагнитного излучения ограничен со стороны коротких волн оптическим излучением. Со стороны длинных волн диапазон можно ограничить радиоволнами длиной около 60 см. В порядке возрастания частоты четыре диапазона электромагнитного поля включают в себя:

низкочастотное электрическое и магнитное поля (частоты ниже 103 Гц);

радиоволны сверхвысоких частот (СВЧ) (частоты 109 -1010 Гц и длина волны вне тела 3-60 см);

– инфракрасное (ИК) излучение, диапазон которого разделяют на: ближнее инфракрасное излучение ($\lambda=0,76-1,5$ мкм), коротковолновое ($\lambda=1,5-5,5$ мкм), длинноволновое ($\lambda=5,6-25$ мкм) и дальнее ИК излучение ($\lambda=25-100$ мкм);

– видимое (оптическое) излучение ($\nu=10^{15}$ Гц и $\lambda=0,5$ мкм)

ИК излучение и излучение СВЧ составляют тепловое излучение тела человека, которое часто называют его тепловым полем.

Задачей настоящей работы явилось проведение краткого обзора по вопросам использования современных биофизических методов исследования теплового поля тела человека с целью диагностики заболеваний.

Главным условием поддержания постоянной температуры тела человека является достижение устойчивого баланса теплопродукции и теплоотдачи. Теплопродукция же обусловлена интенсивностью метаболических процессов, которые при развитии тех или иных патологических процессов может как увеличиваться, так и уменьшаться, что служит основой для термодиагностики многих заболеваний.

Различают следующие механизмы отдачи тепла организмом в окружающую среду: теплопроводение, конвекция, испарение и излучение.

Излучение (тепловое) – это способ отдачи тепла в окружающую среду поверхностью тела человека прежде всего в виде электромагнитных волн ИК и СВЧ диапазонов. Количество тепла, рассеиваемого организмом в окружающую среду излучением, пропорционально площади поверхности излучения и разности средних значений температур кожи и окружающей среды. При температуре окружающей среды 20°C и относительной влажности воздуха 40-60% организм взрослого человека рассеивает путем излучения около 40-50% всего отдаваемого тепла. Теплоотдача путем излучения увеличивается при понижении температуры окружающей среды и уменьшается при ее повышении.

Тепловое излучение возникает при любых температурах выше 0 К, поэтому испускается всеми телами. При этом всегда каждое тело одновременно и излучает, и поглощает падающее на него излучение как от окружающих тел, так и от атомов, находящихся в глубине самого тела. В зависимости от температуры тела изменяются интенсивность излучения и его спектральный состав.

Поток излучения электромагнитных волн, испускаемый 1 м² поверхности любого тела (по всевозможным направлениям) в единицу времени называют энергетической светимостью R_e (интенсивностью излучения или излучательной способностью).

Под поглощательной способностью тела понимают его способность поглощать энергию излучения и ее характеризуют коэффициентом поглощения, равным отношению потока излучения, поглощенного данным телом, к потоку излучения, упавшего на него.

Из опытов установлено, что излучательная и поглощательная способности реального тела зависят от:

– природы и состояния поверхности;

– термодинамической температуры (T) и длины волны (λ) излучения.

В этой связи введены понятия спектральной излучательной ($r_{\lambda, T}$) и спектральной поглощательной ($\alpha_{\lambda, T}$) способностей. Это величины, отнесенные к определенной

температуре (T) тела и длине волны (λ) его излучения.

Таким образом, процессы излучения и поглощения электромагнитных волн различными телами характеризуется соответственно энергетической светимостью и спектральной излучательной способностью (спектральной плотностью энергетической светимости), а также коэффициентом поглощения и монохроматическим коэффициентом поглощения (спектральной поглощательной способностью).

Спектральная излучательная способность – это безразмерная величина, принимающая значение между 0 и 1. Совершенный излучатель (абсолютно черное тело) должен иметь $r_{\lambda,T} = 1$. Реальные черные предметы обычно обладают спектральной излучательной способностью около 0,9 или более, в то время как цветные или блестящие предметы имеют величину $r_{\lambda,T} = 0,2$ или меньше.

Установлена количественная связь между излучением и поглощением: при одинаковой температуре отношение спектральной плотности энергетической светимости $[r(\lambda, T)]$ к монохроматическому коэффициенту поглощения $[\alpha(\lambda, T)]$ одинаково для любых тел, в том числе и для абсолютно черных, у которых $\alpha(\lambda, T) = 1$ (закон Кирхгофа):

$$\left(\frac{r_{\lambda,T}}{\alpha_{\lambda,T}}\right)_1 = \left(\frac{r_{\lambda,T}}{\alpha_{\lambda,T}}\right)_2 = \dots = \left(\frac{r_{\lambda,T}}{\alpha_{\lambda,T}}\right)_n = \left(\frac{\epsilon_{\lambda,T}}{1}\right)_{\text{черн}} = \epsilon_{\lambda,T},$$

где $\epsilon(\lambda, T)$ – спектральная плотность энергетической светимости абсолютно черного тела (индексы у скобок означают тела 1, 2 и т.д.). $\epsilon_{\lambda,T}$ – зависит только от температуры (абсолютно черное тело поглощает все λ).

Для реальных (не черных) тел спектральная излучательная способность $r_{\lambda,T}$ может быть определена, если известны для той же длины волны и температуры спектральная излучательная способность абсолютно черного тела $\epsilon_{\lambda,T}$ и спектральная поглощательная способность $\alpha_{\lambda,T}$ данного тела. Это справедливо и для тела человека.

Эксперименты показывают, что энергия, испущенная в 1 с реальным телом (т.е. мощность излучения), пропорциональна четвертой степени термодинамической температуры:

$$R_{\text{сер}} = (\sigma \cdot S \cdot r_{\lambda,T} \cdot T^4) / S = \sigma \cdot r_{\lambda,T} \cdot T^4,$$

где: $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ – постоянная Стефана – Больцмана, а закон излучения, представленный такой формулой, называется законом Стефана – Больцмана для серых тел (в том числе и для тела человека).

Кроме этого установлено, что длина волны, которой соответствует максимальная энергия излучения, зависит от температуры тела. Эту зависимость устанавливает закон Вина (закон смещения): длина волны, на которую приходится максимум энергии излучения λ_{max} абсолютно черного тела, обратно пропорциональна его термодинамической температуре T :

$$\lambda_{\text{max}} = b/T,$$

где: λ_{max} – длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости черного тела; $b = 0,2897810 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot \text{К}$ – постоянная Вина. Иначе закон Вина читается так: с повышением температуры максимум энергии излучения абсолютно черного тела смещается в сторону более коротких волн. Этот закон выполняется и для серых тел.

Законы Стефана-Больцмана и Вина позволяют, измеряя излучение тел, определять их температуры. Это учтено в современных технических средствах тепловидения и радиотермокартирования.

Известно, что организм человека является саморегулирующей системой. Его нормальное состояние [4] поддерживается непрерывной работой, функционированием внутренних органов и распределенных общеорганизменных систем: кровотока, биоэнергетики тканей, электрического возбуждения нервов, мышц и др. Физические поля и излучения организма человека – это фактически производные систем жизнеобеспече-

ния, исследование которых дает возможность наблюдать организм в собственном свете, причем, различные виды полей и излучений позволяют наблюдать функционирующий организм как бы через разные «окна». В одном – инфракрасном – видно функционирование капиллярного кровотока в коже. В другом, радиотепловом, – биоэнергетика (уровень метаболизма, теплопродукция) и кровотока в глубине организма, в частности, в коре головного мозга. В третьем, акустотепловом, – теплопродукция мышц и внутренних органов. В четвертом, магнитном, организм (и одежда) наиболее прозрачны и «видны» состояние биоэлектрического возбуждения мозга, сердца, мышц и др.

Уже в настоящее время [9] создано новое поколение медицинской аппаратуры и методов функциональной диагностики, основанные на динамическом картировании физических полей и излучений организма человека: электрических, магнитных, инфракрасных, радиотепловых, акустических и оптических. Эти методы, получившие название «функциональной визуализации», дают возможность обнаружить ранние функциональные предвестники заболеваний. При этом врачу предоставляется [7] возможность наблюдать на экране персонального компьютера в виде цифрового фильма функционирование вышеуказанных основных систем жизнеобеспечения как в естественной изменчивости, так и в ответ на различные физиологические тесты.

Функциональное картирование организма по его собственным сигналам является абсолютно чистым, невоздействующим, что открывает большие перспективы [3] в наше экологически напряженное время. Разработанная аппаратура и программное обеспечение позволяют наблюдать изображения интересующих областей организма в «собственном свете» в различных диапазонах длин волн, строить по ним функциональные карты, характеризующие функциональное состояние микроциркуляции и метаболизма в биологических тканях, биоэлектрическую активность сердца, мозга, мышц и др.

В современной медицине преобладают методы морфологической структурной диагностики, вершина которых – современный томограф, позволяющий наглядно выявить место «поломки» в организме. Однако, задолго до «поломки» в саморегулирующейся системе должно нарушаться функционирование. Выявить где и что функционально «барахлит» – задача методов функционального картирования [2,4]. Это ранняя функциональная диагностика («до томографа»). Кроме того, такая аппаратура позволяет контролировать и тем самым «подгонять под пациента» ход лечебных процедур с целью восстановления устойчивого функционирования организма.

Тепловидение – это получение видимого изображения объекта на основании его собственного инфракрасного излучения.

ИК излучение для глаза человека невидимо, поэтому для его изучения созданы специальные приборы – тепловизоры (термографы), позволяющие воспринимать это излучение, измерять его и превращать в видимую для глаза картину.

Общий принцип устройства всех тепловизоров следующий [5]: инфракрасное излучение концентрируется системой специальных линз и попадает на фотоприемник, который избирательно чувствителен к определенной длине волны инфракрасного спектра. Попадаемое на него излучение приводит к изменению электрических свойств фотоприемника, что регистрируется и усиливается электронной схемой. Полученный сигнал подвергается цифровой обработке и это значение передается на блок отображения информации, который имеет цветовую палитру, где каждому значению сигнала присваивается определенный цвет. После этого на экране монитора появляется точка, цвет которой соответствует численному значению инфракрасного излучения, которое попало на фотоприемник. Сканирующая система (зеркала или полупроводниковая матрица) проводит последовательный обход всех точек в пределах поля видимости прибора и в результате получают видимую картину инфракрасного излучения объекта.

Таким образом, на экране тепловизора наблюдают термограмму – значения мощности инфракрасного излучения в каждой точке поля зрения тепловизора, отображенные согласно заданной цветовой палитре (черно-белой или цветной). Из этого сле-

дует, что термограмма отражает собственное инфракрасное излучение объекта, и характер излучения отражает состояние собственных физиологических процессов этого объекта. Термограмма представляет собой визуализированную картину распределения инфракрасного излучения от поверхности кожных покровов.

Установлено, что основная часть собственного теплового излучения тела человека находится в диапазоне длин волн от 4 до 50 мкм с максимумом спектральной плотности, расположенным в области примерно 9,6 мкм.

Изучение оптических свойств кожного покрова тела человека в инфракрасном диапазоне волн показало [5], что они близки к характеристикам абсолютно черного тела. Так, при увеличении температуры абсолютно черного тела от 27 до 37°C происходит смещение $\lambda_{\text{Етах}}$ на 0,3 мкм в сторону более коротких волн, а энергетическая светимость излучателя увеличивается примерно на 13 %. Этого вполне достаточно для того, чтобы с помощью современных приборов регистрировать изменения радиационной температуры поверхности тела человека с точностью до 0,05°C.

Температура кожи является интегральным показателем и ее формировании обусловлено [7]:

- эндогенной регуляцией температуры кожи, осуществляемой путем изменения просвета периферических сосудов (сосудистой сети кожи);
- уровнем обменных процессов в коже;
- теплопроводностью кожи, зависящая от величины подкожно-жировой клетчатки;
- изменение температуры кожи вследствие теплопередачи, например в местах расположения крупных внутренних органов и сосудов.

При анализе термограмм должны учитываться все эти факторы. Главным из них, по нашему мнению, является последний, который и определяет основные тепловизионные симптомы в клинической медицине.

Одним из наиболее распространенных приборов, позволяющих визуализировать температурные поля человека, является инфракрасный тепловизор (типа АГА, Радуга, ТВ-03, ИRTIS-200 и др.). Эти приборы позволяющие регистрировать, наблюдать и анализировать на экране монитора распределение температурных полей по поверхности кожи, основаны на приеме собственного теплового излучения тела человека в инфракрасном диапазоне длин волн.

Инфракрасная термография применяется при диагностике различных видов онкологических, неврологических, сосудистых и других заболеваний уже на протяжении более 25 лет и здесь накоплен значительный опыт в ОНЦ РАМН, ИНХ РАМН и других ведущих медицинских учреждениях [1,6].

В литературе имеются данные термокартирования многих десятков [5,8] и даже сотен нозологических форм. Поскольку тепловидение является неинвазивным, абсолютно безопасным, визуальным и объективным методом, оно успешно применяется для первичной диагностики различных заболеваний как у взрослых, так, что очень важно, и у детей. Кроме того, термокартирование служит способом динамического наблюдения за течением патологических процессов [7,9]. В качестве примера приводим [5,7] некоторые из них.

Так, при воспалительном процессе в суставах – артрите – пораженный сустав обладает повышенной излучательной способностью и выглядит горячим. Величина температуры коррелирует с тяжестью заболевания и является хорошим индикатором оценки стадии воспаления в процессе лечения.

При дегенеративных заболеваниях суставов – артрозах – область пораженного сустава характеризуется пониженной температурой.

Специфическим тепловизионным признаком бронхиальной астмы является обнаружение небольших областей гипотермии в проекции 1 и 2 точек акупунктурного канала «Легких» на грудной клетке. Изменение температуры в этих зонах коррелирует с активностью патологического процесса и служит непрямым критерием эффективно-

сти проводимой терапии.

При остром бронхите на термограммах передней поверхности грудной клетки обнаруживается специфическая полосовидная или пятнистая гипертермия. Степень выраженности гипертермии коррелирует со степенью выраженности воспалительного процесса, однако увеличенная подкожная жировая клетчатка грудной клетки может ослабить выраженность этого симптома.

В отличие от острого бронхита, при хроническом бронхите чаще всего наблюдаются негетерогенные гипотермические области на поверхности грудной клетки. Однако, термографические симптомы на спине при хроническом бронхите неспецифичны и имеют малую информативность. В некоторых случаях наблюдается негетерогенная гипертермия межлопаточной области.

При бронхите очень важно обследовать [5] ладони. Интерес представляет область прохождения лучевой артерии на запястье, где расположена биологически активная точка Тай-Юань:

- в случае неосложненного течения бронхита эта область изотермична или может быть немного теплее;

- обнаружение отчетливой гипертермии этой области указывает на присоединение воспалительной реакции паренхимы легких – пневмонии.

При варикозной болезни вен нижних конечностей на термограммах имеются очень отчетливые горячие линии вдоль пораженных сосудов.

Тепловизионная диагностика вторичного Т – клеточного иммунодефицита основывается [5] на двух основных симптомах:

- первым симптомом является наличие зон гипотермии на груди, в проекции вилочковой железы. Как правило эта область имеет округлую форму и температурный градиент с симметричными зонами края грудины составляет величину более $0,4^{\circ}\text{C}$;

- вторым важным симптомом является присутствие области гипотермии на внутренней поверхности стопы – в области локализации 3-й и 4-й точек акупунктурного канала «Селезенки».

Тепловизионная диагностика с большим успехом используется для диагностики воспалительных заболеваний слизистой оболочки желудка и двенадцатиперстной кишки – гастрита и гастродуоденита, и в ряде случаев дает информацию о состоянии кислотности.

Обычно гастрит с повышенной секрецией на термограммах выявляется как гипертермия в проекции желудка, которая может быть гетерогенной или негетерогенной и иметь температурный градиент (ΔT) от $0,6$ до $1,2^{\circ}\text{C}$.

Часто, особенно у детей, на термограммах при хроническом гастродуодените видна линия гипертермии на животе от эпигастральной области к пупку.

При гастрите с пониженной секрецией на термограммах видна область пониженного излучения в проекции желудка. Чаще эта область гетерогенная, но может быть и негетерогенной, особенно у тучных пациентов.

Характерным тепловизионным симптомом гипертонической болезни является обнаружение области снижения кожной температуры на тыльной поверхности нижней трети предплечья – в области расположения акупунктурной точки Вай-Гуань. Такой симптом обнаруживается у 85 % пациентов с гипертонической болезнью и никогда не появляется при случайных, стрессовых подъемах артериального давления (АД). В этой связи данный симптом может быть использован для дифференциальной диагностики гипертонической болезни от других случаев подъема АД.

Кроме этого, при гипертонической болезни на термограммах лица имеются зоны периорбитальной гипертермии, что указывает [5] на венозный застой вследствие повышения внутричерепного давления (так называемый термографический «симптом очков»). Внутричерепная гипертензия приводит к гипоксии головного мозга, что термографически определяется как снижение температуры подбородка и лобной области.

Дисбактериоз кишечника на термограммах проявляется в виде холодной области возле пупка. В классических случаях эта область имеет форму полумесяца и располагается ниже пупка. Ценность термодиагностики в данном случае заключается в том, что она позволяет проводить качественный контроль за эффективностью проводимой терапии и если лечение назначено адекватно, то холодные области возле пупка уменьшаются или исчезают через 1-2 недели после начала лечения.

Дискинезия желчевыводящих путей (ДЖВП) является распространенным заболеванием, особенно у детей. Это заболевание может протекать в двух вариантах: дискинезия по спастическому типу и по гипотоническому типу.

Визуальным термографическим проявлением ДЖВП по спастическому типу является гипертермия пупка.

ДЖВП по гипотоническому типу является сравнительно редким заболеванием и ее тепловизионным проявлением является наличие негетерогенной гипотермии в левом подреберье, в то время как температура пупка остается нормальной.

По понятным причинам рентгеновское исследование может реально выявить признаки дисплазии тазобедренных суставов только у детей старше 3 лет. Однако это заболевание может быть успешно вылечено, если лечение назначено намного раньше, еще до того, как ребенок начнет ходить.

На термограммах это заболевание регистрируется в виде гомогенной гипотермии в проекции пораженных суставов. Этот симптом становится отчетливым уже на 2-ом месяце жизни ребенка. В случае недостаточной выраженности симптоматики дополнительно проводят радиотермометрическое исследование. Клинические данные подтверждают, что комбинированное тепловизионно-радиотермометрическое обследование детей позволяет выявить у них это заболевание в возрасте до 1-го года с точностью 98 %.

Доброкачественные опухоли молочной железы (фиброаденомы и кистозные новообразования) на термограммах наблюдаются как холодные (рис.1), обычно округлой формы очаги. ΔT между эпицентром опухоли и здоровыми тканями относительно велик и может достигать 3°C , но обычно составляет величину около $1,2^{\circ}\text{C}$. На поздних стадиях заболевания на термограмме часто имеется холодный тяж, который тянется от центра опухоли по краю молочной железы.

Из клинической практики хорошо известно, что часто опухоли молочной железы развиваются в области, которая раньше была поражена маститом. В этих случаях термографическая симптоматика опухоли очень показательна наличием треугольной области гипотермии с вершиной в проекции соска [5].

Другим тепловизионным проявлением доброкачественных опухолей молочной железы является наличие зон гипотермии на спине, вблизи внутренних краев лопаток. Эти области имеют округлую форму и характеризуются относительно небольшим температурным градиентом – до 1°C . Обычно они имеются с обеих сторон, но даже обнаружение такой зоны с одной стороны является клинически значимым признаком. Однако следует помнить, что сторона расположения такой зоны не всегда совпадает со стороной анатомического расположения новообразования.

Как правило размеры зоны гипотермии и анатомические размеры опухоли совпадают. Однако, при некоторых формах опухолей эти размеры отличаются, и на термограммах опухоль выглядит [5] большего размера, чем это есть на самом деле. Поэтому по термограмме трудно указать точный размер опухоли. Тем не менее, изучение изменения термографических размеров опухоли в процессе консервативной терапии дает необходимую и исчерпывающую информацию об эффективности назначенного лечения и при положительной динамике термографические размеры опухоли уменьшаются в 2-3 раза через 2 месяца терапии.

При мастите на термограммах молочной железы видна область очень высокого разогрева в проекции очага воспаления. ΔT может достигать 3°C . Обычно, согласно характеру заболевания, наблюдают гипертермию в проекции подмышечных лимфоузлов, что является отражением реакции лимфатической системы на воспаление.

Классическим тепловизионным признаком колита является гипотермичное кольцо вокруг пупка. Это кольцо может быть широким с температурным градиентом до 2°C . В ряде случаев удается обнаружить холодные очаги по ходу толстого кишечника. Известно, что колит является собирательным термином, и эта группа заболеваний включает в себя также и недостаточность баугиниевой заслонки (мышечный сфинктер у места впадения тощей кишки в слепую кишку). На термограммах это заболевание проявляется в виде зоны пониженного излучения в правой подвздошной области.

При мочекаменной болезни в проекции пораженной почки появляется зона гипотермии. При термографическом исследовании удается установить только сам факт наличия камней, но нельзя указать размеры и формы конкрементов. Однако термография, в противоположность УЗИ, может установить факт обструкции мочевыводящих путей и выявить наличие застоя мочи, что очень важно для решения вопроса об оперативном лечении и помогает выбрать наиболее оптимальную и щадящую тактику лечения заболевания.

Бесспорным тепловизионным симптомом острого аппендицита является выраженная гипертермия в проекции червеобразного отростка. Диагностическая ценность этого симптома составляет величину около 98 %. Однако, не следует забывать и о возможности атипичного расположения аппендикса.

Установлено, что термографическим признаком панкреатита является неомогенная пятнистая гипертермия в проекции поджелудочной железы. Эта область пересекает живот и в некоторых случаях повторяет форму железы.

Острый пиелонефрит проявляется на термограммах в виде гипертермии над пораженной почкой. В большинстве случаев эта гипертермия сливается со средней линией позвоночника.

Обострение хронического пиелонефрита на термограммах выглядит так же, как и острый пиелонефрит. В стадии ремиссии имеется мягкая неомогенная гипотермия в проекции почек.

В ряде случаев, особенно при ожирении и остеохондрозе позвоночника, прямое тепловизионное исследование почек бывает малоинформативно. В этих случаях необходимо обратить внимание на внутренние поверхности стоп. В этой области располагаются некоторые акупунктурные точки, относящиеся к каналу «Почек», и они становятся горячими при наличии воспаления в мочевыводящей системе.

При пневмонии появляется очаг (или очаги) относительно гомогенной гипертермии в проекции пораженного участка легочной ткани.

Термодиагностика пояснично-крестцового остеохондроза основывается на двух группах симптомов.

Локальным симптомом является образование в проекции пораженных позвонков зон гипертермии, которая может быть пятнистой или диффузной и обычно имеет ΔT с непораженными областями от $0,6$ до $1,5^{\circ}\text{C}$.

Считают, что причиной формирования очагов гипертермии является патологическая сосудодвигательная реакция вследствие раздражения компримированных корешков. Однако методом неинвазивной радиотермометрии установлено, что в глубоких слоях тканей, в позвонках, температура снижена. Причиной этого снижения, вероятно, является нарушения микроциркуляции в области пораженного позвонка.

Локальная симптоматика пояснично-крестцового остеохондроза часто включает в себя также и разогрев по ходу пораженных нервов. Такие термограммы очень выразительны и по ним можно указать непосредственно компримированный корешок.

Второй группой симптомов является гипотермия по ходу зон иннервации пораженных нервов, похожая на рефлекторную гипотермию при шейном и грудном остеохондрозе.

Пупочная грыжа является распространенным заболеванием у детей и возникает

вследствие растяжения и слабости пупочного кольца. Термографическим признаком расширения пупочного кольца является широкое гипертермичное кольцо в области пупка с четкими границами. Известно, что если на момент обследования грыжа уже сформировалась, то на термограмме имеется небольшое изо- или гипотермичное пятно в центре пупка.

Ведущим тепловизионным симптомом для ранней диагностики рака молочной железы является феномен термоасимметрии молочных желез.

На термограммах рак молочной железы обнаруживается по наличию как области неомогенной гипертермии с ΔT от 1,5 до 2,5°C. Этот симптом появляется при 86 % опухолей.

Часто имеются признаки метастазов в подмышечные, над- и подключичные лимфоузлы. Эти метастазы (рис.2) на термограммах проявляются в виде гипертермичных точек (или областей) в проекции пораженных лимфоузлов с интенсивными по излучению «дорожками» (или тяжами) по ходу лимфатических сосудов, идущих от первичного очага к лимфатическим узлам.

Известно, что родовая травма шейного отдела позвоночника не является очень редким заболеванием. Однако рентгеновское исследование способно четко выявить признаки смещения шейных позвонков только со 2-го года жизни ребенка, когда лечение этого заболевания сопряжено с определенными трудностями. Более того, вопрос о необходимости проведения рентгенографии шеи у маленького ребенка не всегда решается быстро и просто ввиду радиационной нагрузки. Термографическое исследование позволяет распознать признаки смещения шейных позвонков у детей с возраста 1 месяц, что проявляется неомогенной гипертермией над пораженными позвонками.

Метод термокартирования широко используются [4,5] при диагностике токсического зоба и опухолей щитовидной железы.

Гиперплазия щитовидной железы с повышением ее функциональной активности на термограммах проявляется как гипертермия в проекции органа. При диффузном токсическом зобе гипертермия гомогенная и часто повторяет форму органа.

При узловой гиперплазии щитовидной железы гипертермия над областью расположения органа становится неомогенной.

При токсической аденоме и раке щитовидной железы на термограммах в проекции патологического очага регистрируется область с очень высоким повышением температуры.

Прямым термографическим признаком холецистита является гипертермия (рис.3) в проекции желчного пузыря. Область гипертермии располагается в правом подреберье немного выше или возле пупка.

Известно, что в клинической практике редко встречается холецистит в «чистом виде». Обычно это заболевания осложняется панкреатитом или холангитом, а это приводит к формированию дополнительных термографических симптомов, которые следует учитывать при диагностике.)

Широко распространенная обычная ИК-термография позволяет получить набор статических или динамических изображений участков поверхности тела либо непосредственно пораженных, либо являющихся зонами тепловой или рефлекторной проекции внутренних патологически измененных органов, что связано с очень сильным затуханием электромагнитных волн инфракрасного диапазона в теле человека. Однако все глубинные метаболические и другие процессы, сопровождающиеся локальным повышением температуры внутри тела человека часто находят свое отражение в температурных полях кожи в результате действия тех или иных механизмов теплопередачи.

Для непосредственного исследования температурных распределений в глубине тела человека [3,6-9] используют радиотермограф, который основан на приеме собственного теплового (планковского) излучения тела человека в дециметровом диапазоне длин волн (СВЧ-диапазон).

При этом, многоканальный радиотермограф позволяет снимать температурную информацию одновременно с нескольких точек на теле пациента (в соответствии с числом каналов), как с поверхности тела, так и с его глубинных структур, и строить «радиотепловые карты» – динамические распределения интенсивности радиотеплового излучения [6,9].

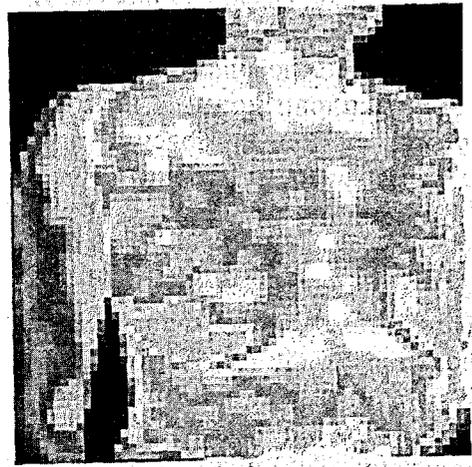
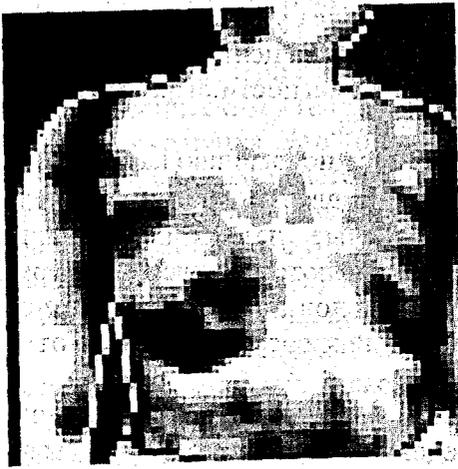


Рис.1. Фиброзная мастопатия правой молочной железы. Термограмма слева получена с использованием палитры BW_UP_DN.VGA, справа – PER_TRUE.VGA.

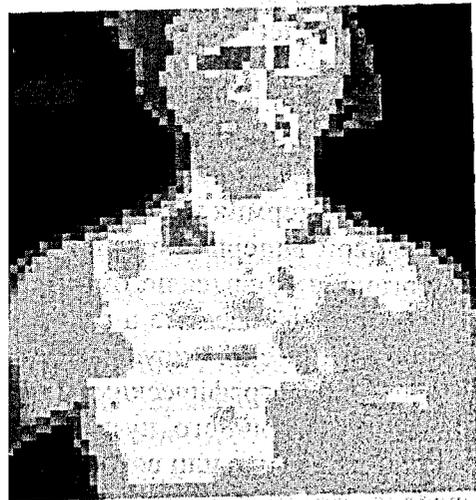


Рис.2. Метастазы в надключичные лимфоузлы через два года после операции по поводу рака правой молочной железы. Термограмма слева получена с использованием палитры DEFAULT.VGA, справа – 256.VGA.

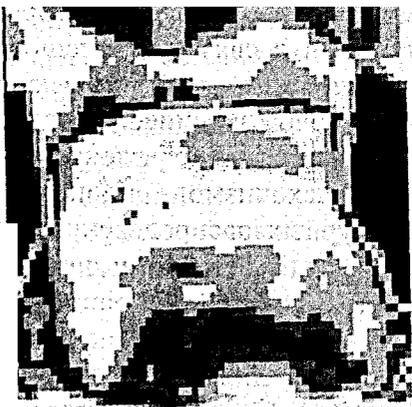


Рис.3. Гипертермия в правом подреберье при холецистите. Термограмме слева получена с использованием палитры DEFAULT.VGA, справа – 256.VGA. Применен корректор цветовой гаммы.

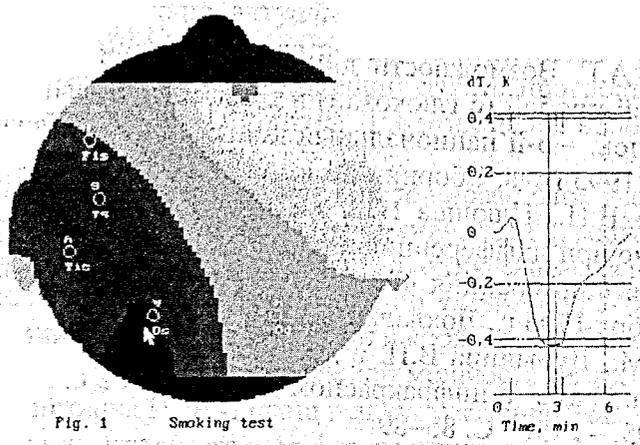


Fig. 1 Smoking test

Рис.4. Радиотепловая карта головы человека [7] при курении сигареты.

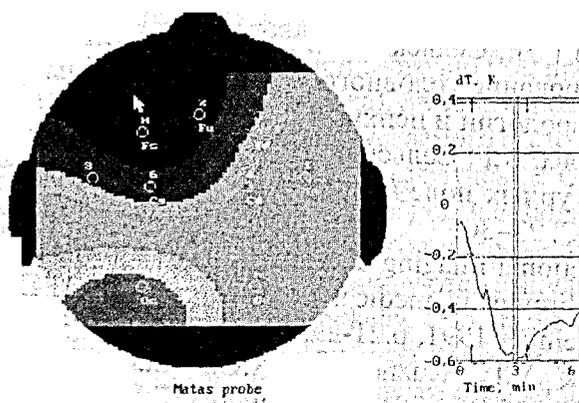


Рис.5. Распределение тепловых полей в коре головного мозга [6] испытуемого при решении арифметической задачи.

Исследования с помощью многоканальной дециметровой радиометрии обеспечивают регистрацию радиотеплового излучения биологических тканей с глубины до 2 – 4 см при работе по телу человека и до 1,5 – 2,5 см при исследованиях головного мозга [8,9].

Так, на рис.4 показана радиотепловая карта головы человека при курении сигареты. Наблюдается [7] снижение температуры в левой затылочной области (синие тона цветовой шкалы на рисунках соответствуют более низким температурам, красные, желтые и белые – более высоким температурам). В правой части рисунка представлен график изменения во времени температуры в точке, отмеченной стрелкой на температурной карте.

При этом, скорость «восстановления» температурной кривой после окончания курения отражает состояние кровеносных сосудов головы (чем быстрее происходит восстановление, тем лучше «работает» сосудистая система).

На рис.5 приведено распределение тепловых полей в коре головного мозга испытуемого [6] при решении арифметической задачи вычитания. Подобного рода исследования могут быть весьма полезными при оценке состояния головного мозга у людей, страдающих различными психоневрологическими расстройствами после перенесенных заболеваний, травм, стрессов и др.

Метод радиотермографии, в отличие от таких известных видов исследований как компьютерная томография, УЗИ, ЯМР-томография, является абсолютно безвредным и поэтому может повторяться сколько угодно часто, например, при изучении [6-9] функционального состояния головного мозга.

Таким образом, исследования физических полей организма человека, и прежде всего его теплового поля, являются перспективными и открывают принципиально новые возможности выявления патологии на самых ранних стадиях, позволяют создавать специализированные банки функциональных изображений – «предвестников» патологии. Области применения функционального картирования – от пренатальной до геронтологии.

Литература

1. Диагностические возможности метода тепловидения в кардиологии (острый инфаркт миокарда). – Методическое пособие (под ред. академика РАН М.М. Мирошникова и др.). – СПб., 1996. – 21 с.
2. Дубынина В.П., Сельский А.Г. Возможности динамической радиотермографии дополненной фармакологической пробой (с глюкозой) в дифференциальной диагностике рака легкого и других органов. – 5-й национальный конгресс по болезням органов дыхания, Москва, 14-17 марта 1995 года, Сборник-резюме.
3. Сельский А.Г., Дубынина В.П., Плющев В.А. Применение динамического термокартирования в радиодиапазоне при дифференциальной диагностике онкологических заболеваний // Международная конференция «Радиоэлектроника в медицинской диагностике». – Москва, 17–19 октября 1995 г., Доклады.
4. Сельский А.Г., Фишер А.М., Дубынина В.П. и др. Возможности применения динамического термокартирования в радио- и инфракрасном диапазонах в онкологической клинике // Радиотехника. – 1995. – №9. – С. 85–89.
5. Ткаченко Ю.А., Голованова М.В., Овечкин А.М. Клиническая термография (обзор основных возможностей). – СПб., 1999. – 28 с.
6. Холодова Н.Б., Кузнецова Г.Д., Сельский А.Г., Пасечник В.И., Трушин В.И., Янович А.В. Радиотепловое картирование головного мозга в отдаленные сроки после лучевого воздействия // Журнал неврологии и психиатрии. – №4. – 1999. – С. 56 – 57.
7. Е.В. Петрова, Н.Б. Холодова, А.Г. Сельский, В.И. Пасечник, А.В. Янович. Динамическое исследование температурных полей головного мозга человека. - Физиология человека, 2001. – Т.27. – №1. – С. 23–30.
8. Godik E., Guljaev Yu. Functional Imaging of Human Body. – Dynamic mapping of physical E-M fields signals a breakthrough in medical diagnostics. – IEEE Engineering in Medicine and Biology, v.10, N4, December 1991, p.21-29.
9. Selsky A.G., Passechnik V.I., Kuznetsova A.G., Gabova A.V. Dynamic Radiothermometry for Examination of Brain Neurocirculatory Diseases. – 11th Nordic Meeting on Cerebrovascular Diseases and 2nd Biennial Kuopio Symposium on Ischaemic Stroke. Kuopio, Finland, August 11–14, 2001, Abstracts.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АВТОРЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСХОДОВ МЕРЦАТЕЛЬНОЙ АРИТМИИ

Ю.А. Мандрикова

Кафедра пропедевтики внутренних болезней
и клинических информационных технологий БелГУ

Сердечно-сосудистые заболевания занимают ведущее место по распространенности, темпу прироста смертности и инвалидизации населения среди других заболеваний. Наиболее тяжелым осложнением сердечных заболеваний является, легко диагностируемый клинически, синдром мерцательной аритмии. Однако прогноз полезности восстановления синусового ритма относительно возможных осложнений от этого восстановления, основанный на общеклинических подходах, относится к весьма трудным врачебным диагностическим задачам.

Это подтверждает и большой поток литературы по проблемам фибрилляции предсердий во всемирную компьютерную сеть INTERNET. Более 1,5 тысяч источников обнаружено поисковой системой Яндекс.

Решение проблемы полезности восстановления синусового ритма основанное на общеклинических критериях исследования относится к трудоемкими и малонадежным