

РАДИОТЕРМОМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МЕТАБОЛИЗМА В МЫШЦАХ И ТКАНЯХ ПОСЛЕ ИК-ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ КОНСЕРВАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЗВОНОЧНИКА

Сакало С. Н., Булгаков В. И., Азархов А. Ю.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники (ХНУРЭ)
проспект Ленина, д.14, Харьков – 61166, Украина
Тел.: +38(057) 7021478; e-mail: rtf@kture.kharkov.ua

Аннотация – С использованием метода СВЧ радиотермометрии проведен динамический контроль метаболизма в тканях и мышцах пациентов, проходящих консервативное лечение заболеваний позвоночника.

I. Введение

Применение инфракрасного облучения в лечении, профилактике и оздоровлении имеет глубокие исторические корни у всех народов мира. В зависимости от народных традиций у разных народов изменяются только формы, а содержание остается одинаковым. Но для дозированного и контролируемого применения данного лечения трудно выбрать метод, который позволяет объективно контролировать воздействие, быть неинвазивным и быстрым. Такой контроль можно производить с помощью измерения яркостной температуры, которая объективно отражает энергетические процессы в тканях и органах, и оценивать конечный результат энергетического воздействия на организм в целом. Неинвазивным методом быстрого измерения яркостной температуры является СВЧ термометрия.

II. Основная часть

Настоящая работа посвящена динамическому контролю применения сауны, в частности ИК-излучения, в санаторно-курортном лечении заболеваний позвоночника. Контроль производился при помощи радиотермометра РТ-01-«Наталка», технические характеристики которого приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Table 1.

| Параметр | Величина |
|---|------------|
| Диапазон измеряемых температур, °С | 28-60 |
| Точность измерения внутренней температуры, °С | ±0,2 |
| Рабочая длина волны, см | 7,5 |
| Потребляемая мощность от сети 220 В 50 Гц, Вт | 18 |
| Габаритные размеры: | |
| - блока обработки информации, мм | 190x140x50 |
| - радиотермометрического блока, мм | 220x60x55 |
| Масса комплекта, кг | 2 |

Измерялась яркостная температура в мышечных тканях нижних конечностей. Исследования проводились при средней температуре 30° С, что соответствует длине волны $\lambda=8$ мкм.

Как показано в [1], ИК-излучение в биологических тканях не распространяется. Около 98% ИК-излучения поглощается скин-слоем кожи (поверхностным слоем), а далее передается вовнутрь за счет теплопередачи, а само вглубь не проходит. А на гра-

нице «биоткань - окружающая среда» происходит отражение излучения, связанное с излучательной способностью тела.

Инфракрасное излучение, взаимодействуя с поверхностным слоем кожи, воздействует на тепловые рецепторы кожи, количество которых составляет примерно от 3000 до 4000. При повышении внешней температуры система терморегуляции начинает обрабатывать сигналы для охлаждения организма, усиливается процесс потоотделения, поэтому температура кожи изменяется незначительно и не несет информации о процессах изменения метаболизма.

Динамику процессов жизнеобеспечения организма отражает внутренняя, яркостная температура, которая является интегральной оценкой энергетических процессов на клеточном уровне. Яркостная температура равна:

$$T_{я} = \alpha \int_{-\infty}^0 T(z) \cdot e^{\alpha z} dz,$$

где $T(z)$ - функция распределения термодинамической температуры по оси z , нормальной к поверхности кожи; α - показатель затухания (1/см).

Эта функция для здоровых тканей аппроксимируется выражением:

$$T = T_K + (T_{ВН} - T_K) \cdot (1 - e^{-\beta z}),$$

где T_K - температура поверхности кожи; $T_{ВН}$ - температура внутри биообъекта на большой глубине z , где она может считаться установившейся; β - показатель при экспоненте $e^{-\beta z}$ (1/см).

В результате получаем:

$$T_{я} = T_K + (T_{ВН} - T_K) \beta / (\beta + \alpha).$$

Для мышечной ткани при использовании длины волны около 30 см величины β и α составляют 0,8 и 0,7 см⁻¹ соответственно. Тогда $\beta / (\beta + \alpha) \approx 0,5$, то есть при изменении температуры кожи на 1° С яркостная температура изменится на 0,5° С, что в ряде случаев влияет на диагностическое заключение [1].

Измерение яркостной температуры производилось в трех симметричных точках нижних конечностей. Выбор именно этих точек обосновывается следующим образом: первая точка – наружный квадрант ягодицы – система внутренней подвздошной артерии, была принята базовой. Вторая точка – середина бедра, третья – область икроножных мышц (как самый уязвимый участок, где наиболее часто возникает нагрузочная ишемия).

Исследования проводились в положении лежа на животе после измерения артериального давления. Показания радиотермометра заносились в карту ра-

диометрии с анатомическими ориентирами. После выхода из сауны производились повторные замеры.

В исследованиях принимали участие 21 пациент от 37 до 68 лет, из них 11 женщин и 10 мужчин. В зависимости от возраста пациенты были разделены на две возрастные группы: до 40 и после 40 лет.

Для группы до 40 лет у 19 пациентов средняя температура в левой ноге была выше, чем в правой (таблица 2). Причем после нагрева это соотношение оставалось неизменным. У двух пациентов средняя внутренняя температура в обеих ногах была одинаковой. Как видно из таблицы, средняя температура понизилась на $0,085^{\circ}\text{C}$. Для группы пациентов после 40 лет, понижение температуры составило $0,18^{\circ}\text{C}$. Это связано с возрастными особенностями пациентов и, в частности, нестабильностью сердечно-сосудистой системы, которая четко прослеживается в процессе измерения и выражается повышенной флуктуацией показаний радиотермометра, особенно до ИК-облучения. После ИК-облучения показания температуры у всех пациентов становятся более стабильными.

Таблица 2.

Table 2.

| Группа пациентов до 40 лет | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| До прогрева | | После прогрева | | $\Delta, ^{\circ}\text{C}$ |
| Левая нога, $^{\circ}\text{C}$ | Правая нога, $^{\circ}\text{C}$ | Левая нога, $^{\circ}\text{C}$ | Правая нога, $^{\circ}\text{C}$ | |
| 30,175 | 29,83 | 29,37 | 29,05 | 0,085 |
| 0,345 | | 0,25 | | |
| Группа пациентов после 40 лет | | | | |
| Левая нога, $^{\circ}\text{C}$ | Правая нога, $^{\circ}\text{C}$ | Левая нога, $^{\circ}\text{C}$ | Правая нога, $^{\circ}\text{C}$ | 0,18 |
| 29,81 | 29,47 | 29,2 | 29,04 | |
| 0,34 | | 0,16 | | |

III. Заключение

Таким образом, яркостная температура отличается от поверхностной своим постоянством и отражает истинное значение, которое характеризует метаболизм внутренних тканей. Простота, высокая информативность, неинвазивность выгодно отличает радиотермометрический метод измерений от других методов функциональной диагностики. Перечисленные возможности метода радиотермометрии дают основание рекомендовать его как ценный неинвазивный метод для широкого применения. В процессе измерений можно не анализировать сложных процессов, происходящих в системе терморегуляции, т.к. с помощью радиотермометрии появляется возможность проследить процессы метаболизма непосредственно в мышцах и тканях. Причем такая схема измерений остается универсальной при других воздействиях (световых, магнитных, химических и др.). Контроль может производиться непосредственно на уровне обмена в клетках организма, не применяя дорогостоящих методик, - необходимо только иметь практические наработки по анализу полученных результатов. Подробного рода практические наработки имеются в работе [2].

IV. Список литературы

- [1] *Радиотермография как метод диагностики в медицине*/Вайсблат А.В. – М.: Издатель НЦЗД РАМН, 2003. – 80 с.
 [2] *Рахлин В. Л., Алова Г. Е.* Радиотермометрия и ее применение в диагностике облитерирующего атеросклероза аорты нижних конечностей//Препринт. – Горький, НИР-ФИ, 1987. - 50 с.

RADIOTHERMOMETRIC CONTROL OF METABOLISM IN THE MUSCLES AND TISSUES AFTER IR-EXPOSURE IN CONSERVATIVE TREATMENT OF SPINE DISEASES

Sakalo S. N., Bulgakov V. I., Azarkhov A. Yu.
 Kharkov National University of Radioelectronics
 (KhNURE)

14, Lenin Ave. Kharkov, 61166, Ukraine

Ph.: +38(057) 7021478, e-mail: rtf@kture.rkharkov.ua

Abstract – Control of metabolism in tissues and muscles of the patients, taking conservative treatment of spine diseases was carried out using UFH radiothermometry method.

I. Introduction

For the metered and controlled use of infrared irradiation in the treatment, prevention and rehabilitation noninvasive and fast method of control is required. This type of control may be carried out by means of noninvasive UHF thermometer that measures luminance temperature. It is adequately represents energy processes in the tissues and organs and allows estimation of the result of energy influence on human body in general.

II. General

The present work deals with dynamic control of sauna application, particularly IR-radiation in the process of sanatorium-resort treatment of the spine. Control was carried out by means of radiotermometer PT-01-«Natalka». Luminance temperature in muscle tissues of lower limbs was measured. Research was carried out at average temperature of 80°C , that corresponds to the wavelength of $\lambda=8$ micrometers.

Control was carried out in the three symmetrical points of lower limbs. The choice of that very points is determined in the following way: the first point – external clunis quadrant – the system of internal iliac artery, was taken as the basic one. The second point – center of hip, the third one – area of gastrocnemius muscle (as the most vulnerable area where exercise-induced ischemia occurs most frequently). The research was carries out in pronation position after measurement of blood pressure. Radiotermometer readings were logged into radiometry chart with anatomic reference points. After leaving sauna, re-measuring was made.

Twenty one patients aging from 37 to 68 took part in the research (11 females and 10 males). Depending on the age, all patients were divided into two groups: below 40 and above 40. For the group below 40 years old 19 patients had average temperature in the left leg higher than in the right one. Moreover, after warming up this ratio stayed unchanged. With the two patients, average internal temperature in both legs was equal. After IR-exposure average temperature decreased by $0,085^{\circ}\text{C}$. For the group of patients above 40 the temperature decrease made $0,18^{\circ}\text{C}$. This is connected with the age specific features of patients and, in particular, instability of cardiovascular system that is clearly observed in the process of measurements and is expressed by increased fluctuations of radiotermometer readings, especially before IR- exposure. After IR-exposure temperature indications with all the patients are becoming more stable.