

УДК 616-617.52-001.-053.2

Шейко Е.А., Шихлярова А.И., Козель Ю.Ю., Шашкина Л.Ю., Триандафилиди Е.И., Бородин З.И.

Значение инфракрасной термографии в повышении эффективности фотохромотерапии у детей с гемангиомами

Sheiko E.A., Shikhliarova A.I., Kozel Y.Y., Shashkina L.Y., Triandafilidi E.I., Borodina Z.I.

The role of infrared thermography in improving the efficiency of photochromotherapy in the children with hemangiomas

ФГБУ «Ростовский научно-исследовательский онкологический институт» Минздрава России, Ростов-на-Дону

Целью исследования было изучение возможности диагностической инфракрасной термографии (ДИТ) в лечении гемангиом на этапах фотохромотерапии (ФХТ). В основу клинического исследования положены наблюдения за 200 детьми в возрасте от рождения до года, которым в период 2010–2011 гг. была проведена фотохромотерапия гемангиом. В патогенезе гемангиом у детей до года можно выявить изменения кровоснабжения в патологическом очаге, в той или иной степени выраженности, и уже основываясь на показаниях ДИТ, подбирать адекватное воздействие ФХТ. Перед началом лечения и в процессе контроля эффективности оценивали показатели термографии сосудистых опухолей. Был произведен выбор энергетической дозы ФХТ с использованием излучения красного диапазона спектра ($\lambda = 0,67$) мкм в зависимости от показаний ДИТ: при ДИТ $+2,0$ – $+0,8^\circ$ – в дозе $W = 2,25$ Дж/см², при ДИТ $+0,7$ – $+0,5^\circ$ использовали $W = 1,25$ Дж/см², при ДИТ $+0,4$ – $+0,1^\circ$ использовали $W = 0,25$ Дж/см². Это способствовало повышению результативности ФХТ гемангиом у детей грудного возраста. *Ключевые слова:* инфракрасная термография, гемангиомы, фотохромотерапия.

The aim of the present work was to study possibilities of infrared thermography (ITG) in diagnostics of hemangiomas for their further treating with photochromotherapy (PCT). The researchers analyzed their observational findings which were obtained in 200 young patients from their birth till one year of life who had photochromotherapy during 2010–2011. All patients had hemangiomas which were treated with photochromotherapy. While studying hemangiomas' pathogenesis in patients till one year of age one can see changed blood circulation in their lesions. These changes were of various intensity, so PCT parameters were selected depending on ITG findings. ITG findings for vascular tumours were analyzed before treatment and during it, so as to monitor therapeutic effectiveness. PCT energy dosage of red spectrum light ($\lambda = 0.67$) was chosen depending on ITG findings: if ITG was $+2.0^\circ\text{C}$ – $+0.8^\circ\text{C}$, the dosage was $W = 2.25$ J/cm²; if ITG was $+0.7^\circ\text{C}$ – $+0.5^\circ\text{C}$, the dosage was $W = 1.25$ J/cm²; if ITG was $+0.4^\circ\text{C}$ – $+0.1^\circ\text{C}$, the dosage was $W = 0.25$ J/cm². Such an approach promoted better effectiveness in treating hemangiomas in babies. *Key words:* infrared thermography, hemangiomas, photochromotherapy.

Введение

Среди существующих диагностических методов исследований термография занимает особое место, учитывая возможность корреляции между выраженностью клинических проявлений заболевания и температурой кожных покровов. В основе термографии лежит измерение теплового излучения, так как известно, что все физические тела, имеющие температуру выше абсолютного нуля (-273°C), согласно закону М. Планка (1900), излучают электромагнитные волны, это излучение является тепловым. Процесс происходит за счет заряженных частиц (электроны, ионы), которые находятся в хаотическом движении и обладают свойствами электрической или магнитной полярности. Электромагнитные волны распространяются по всему объему тела, достигают поверхности и, пройдя через кожу, частично излучаются в окружающую среду. Интенсивность этих процессов пропорциональна температуре тела и его излучательной способности [5]. Распределение и интенсивность теплового излучения в норме определяются особенностью физиологических процессов, происходящих в организме, в частности, как в поверхностных, так и в глубоких органах. Различные патологические состояния характеризуются термоасимметрией и наличием температурного градиента между зоной повышенного или пониженного излучения и симметричным участком тела, что отражается на термографической картине. Этот факт имеет немаловажное диагностическое и прогностическое значение, о чем свидетельствуют многочисленные

клинические исследования [1–3]. Физиологической основой термографии является увеличение интенсивности инфракрасного излучения над патологическими очагами (в связи с усилением в них кровоснабжения и метаболических процессов) или уменьшение его интенсивности в областях с уменьшенным региональным кровотоком и сопутствующими изменениями в тканях и органах. Наличие патологического процесса характеризуется одним из трех качественных термографических признаков: появлением аномальных зон гипер- или гипотермии, изменением нормальной термотопографии сосудистого рисунка, а также изменением градиента температуры в исследуемой зоне [4, 8]. Преобладание в клетках опухоли процесса анаэробного гликолиза, сопровождающегося большим выделением тепловой энергии, чем при аэробном пути расщепления глюкозы, также ведет к повышению температуры в опухоли [1, 6]. Качественная оценка термотопографии исследуемой области позволяет определить распределение «горячих» и «холодных» участков в сопоставлении их локализации с расположением опухоли, характера контуров очага, его структуры и области распространения. Количественную оценку проводят для определения показателей разности температур (градиентов) исследуемого участка по сравнению с симметричной зоной. Заканчивают анализ термограмм математической обработкой изображения. Ориентирами при анализе изображения служат естественные анатомические образования: бровь, ресничный край век, контур носа, роговица. Применение инфракрасной термографии

при опухолевом росте как у нас в стране, так и за рубежом пока носит ограниченный характер [4, 5, 9]. Целью настоящего исследования было изучение возможности использования термографии для оценки эффективности проводимой фотохромотерапии (ФХТ) у детей раннего возраста с врожденными гемангиомами.

Материал и методы

В основу клинического исследования положены наблюдения за 200 пациентами от рождения до года, которым в период 2010–2011 гг. была проведена фотохромотерапия кавернозных гемангиом, из них у 50 детей (контрольная группа) ФХТ осуществляли без предварительного учета показателей ДИТ. Напротив, в основной группе (150 детей) подбирали энергетическую дозу воздействия с учетом показателей ДИТ. Перед началом лечения и в процессе контроля эффективности ФХТ оценивали показатели термографии сосудистых опухолей. При этом выделяли следующие критерии эффективности проводимой терапии: уменьшение размеров новообразования, формирование четких границ опухоли, уменьшение интенсивности кровотока, изменения градиента температуры опухоли и окружающих тканей, поскольку такой динамический контроль состояния гемангиомы в процессе лечебных мероприятий позволяет объективизировать результаты терапии и способствует индивидуализации тактики ведения пациентов [6, 7]. Опухолевая ткань благодаря интенсивному метаболизму чаще имеет более высокую температуру, и поэтому в ее проекции регистрируется усиление ИК-излучения, что лежит в основе использования диагностической инфракрасной термографии (ДИТ) в клинической онкологии. В патогенезе гемангиом у детей до года можно выявить изменения кровоснабжения в патологическом очаге, в той или иной степени выраженности, и уже основываясь на показаниях ДИТ, подбирать адекватное воздействие ФХТ. Для регистрации показателей ДИТ был использован метод ИК-термографии с использованием тепловизора «Радуга-6», АОМЗ.

Результаты и их обсуждение

Проведенная термометрия гемангиом у детей до проведения ФХТ позволила выявить достоверное повышение температуры в изучаемой области. Локальное повышение температуры в гемангиомах контурировалось как гипертермический фокус с градиентом температур от +2 до +0,4 °С. Распределение температуры между симметричными зонами (без наличия гемангиомы) не отличалось от нормальных, не превышало 0,1 °С и составляло от 32,0 до 36,0 °С. Нарушение симметрии служит одним из основных критериев тепловизионной диагностики заболеваний. Количественным выражением термоасимметрии и служит величина разницы температур исследуемых областей.

Выбор энергетической дозы при лечении ФХТ, с использованием излучения красного диапазона спектра ($\lambda = 0,67$) мкм, был определен в зависимости от показаний ДИТ. При ДИТ от +2,0 до +0,8 °С ФХТ была применена в дозе $W = 2,25$ Дж/см², при ДИТ от +0,7 до +0,5 °С использовали $W = 1,25$ Дж/см², при ДИТ от +0,4

до +0,1 °С – в дозе $W = 0,25$ Дж/см². Таким образом, поскольку термография является практически единственным способом эффективной оценки продукции тепла в тканях, в том числе и сосудистых опухолях, анализ распределения тепла в опухоли и окружающих тканях позволяет определить ее состояние и оценить динамику в ходе лечения ФХТ. Использование таких параметров света, выбранных на основе показаний ДИТ, позволило повысить эффективность ФХТ, сократить сроки лечения и избежать проведения процедур ФХТ, в которых отпала необходимость.

Для иллюстрации всего вышесказанного приводим выписки из историй болезни.

Контрольная группа

Ребенок А., 6 мес., и/б № 3261/х. Диагноз: врожденная быстрорастущая кавернозная гемангиома в верхней трети левого предплечья. Ребенок родился от первой беременности, масса тела 3,3 кг, рост 50 см. На первой неделе жизни ребенка в области верхней трети левого предплечья было обнаружено точечное светло-красное новообразование, которое быстро увеличивалось в размерах, и на 4-м мес. изъязвилось. При первичном осмотре в РНИОИ: в верхней трети левого предплечья определяется ярко-красное образование – гемангиома с максимальным длинником – 150 мм, высота опухоли 3 мм, с изъязвлением ее поверхности на 3/4 площади новообразования. Консервативное лечение в течение 1 мес. в виде наложения локально бальзамических повязок не было успешным. На фоне консервативного лечения появились беспокойство, нарушения сна, отказ от еды, потеря массы тела, периодически подъем температуры до $T = +38$. По данным УЗИ определяется гиперинтенсивный интранодулярный кровоток смешанного типа. Показания ДИТ на момент обращения +0,7 °С. Принято решение рекомендовать фотохромотерапию (рис. 1, 2). Воздействие выполняли с помощью светодиодной матрицы, выполненной из диэлектрического материала со встроенными матрицами светодиодов для красного света с $\lambda = 0,67$ мкм. Максимальная мощность излучения 48 мВт, максимальная плотность потока мощности (ППМ) 7,5 мВт/см², излучение подавали в непрерывном режиме, длительностью 5 мин. Всего было проведено 10 процедур. Ребенок выписан с положительной динамикой, рана эпителизировалась. Через месяц показания ДИТ +0,6 °С, курс ФХТ был повторен по той же схеме, явных признаков регресса образования не отмечено. По данным УЗИ кровоток в образовании сохраняется. Перед третьим курсом ФХТ показания ДИТ +0,4 °С. Был проведен курс ФХТ по известной схеме. На момент выписки: образование стало мягким, по всей поверхности гемангиомы четко определялись белые пятна – симптом «мухомора», эти признаки свидетельствовали о начале процессов регресса новообразования. Перед четвертым курсом ДИТ +0,2 °С. Лечение было повторено. Выписан с положительной динамикой. Перед пятым курсом ДИТ +0,2 °С. Лечение было проведено по общей схеме. По данным УЗИ регистрируется изоинтенсивный кровоток смешанного типа. Отмечена стабилизация процесса. Регресс образования произошел спустя три

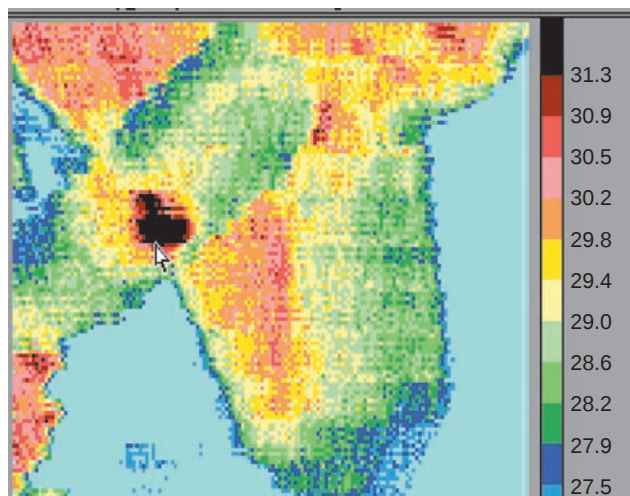


Рис. 1. Ребенок А., 6 мес., и/б № 3261/х, с врожденной кавернозной гемангиомой верхней трети левого предплечья, показания ДИТ +0,7° (до лечения)

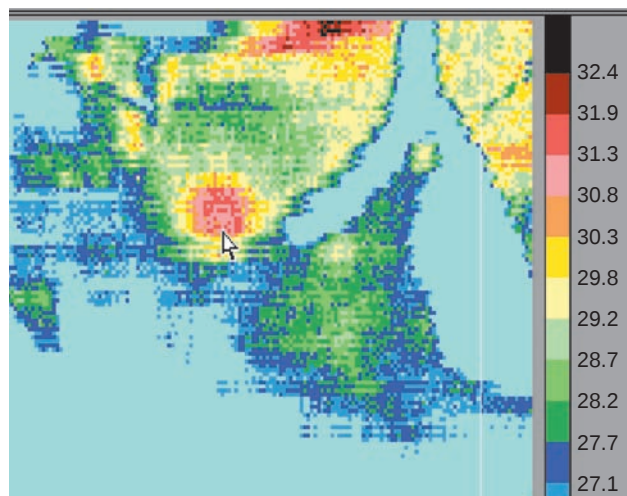


Рис. 2. Ребенок А., и/б № 3261/х, с врожденной кавернозной гемангиомой верхней трети левого предплечья, показания ДИТ +0,2° (перед пятым курсом ФХТ)

месяца после шестого курса, по данным УЗИ кровотоков не регистрируется, на месте гемангиомы определялся мягкий рубец белого цвета.

Ребенок У., 7 мес., и/б № 11928/х. Диагноз: обширная кавернозная гемангиома правой половины лица с изъязвлением. Состояние после криодеструкции. Ребенок родился от первой беременности, масса тела 3,3 кг, рост 52 см. На первой неделе жизни ребенка в правой половине лица обнаружено точечное светло-красное новообразование, которое быстро увеличивалось в размерах и распространилось на весь объем правой половины лица. Учитывая быстрый рост образования, была предпринята попытка криодеструкции питающего сосуда пролиферирующей гемангиомы. В результате рост образования увеличился, на месте криодеструкции образовалась долго не заживающая мокнущая рана. При первичном осмотре в РНИОИ: в правой половине лица определяется ярко-красное образование – гемангиома, с изъязвлением ее поверхности на $\frac{3}{4}$ площади новообразования, на месте криодеструкции рана без признаков грануляции и эпителизации. Консервативное лечение в течение 1 мес. в виде наложения локально бальзамических повязок не было успешным. По данным УЗИ определяется гиперинтенсивный интранодулярный кровоток смешанного типа. Показания ДИТ +0,9 °С. Принято решение рекомендовать фотохромотерапию с помощью красного спектра. Воздействие выполняли с помощью светодиодной матрицы, выполненной из диэлектрического материала со встроенными матрицами светодиодов для красного света с $\lambda = 0,67$ мкм. Максимальная мощность излучения 48 мВт, максимальная плотность потока мощности (ППМ) 7,5 мВт/см², излучение подавали в непрерывном режиме, длительностью 5 мин. Всего было проведено 10 процедур. Ребенок выписан с положительной динамикой, рана на месте криодеструкции эпителизировалась. Через месяц после первой ФХТ показатели ДИТ были +0,7 °С. Отмечена стабилизация процесса роста гемангиомы, был проведен второй курс ФХТ по той же схеме. Отмечена положительная динамика. Всего ребенок получил шестнадцать курсов ФХТ,

с интервалом один месяц, после чего получен результат ДИТ – термонегативна. По данным УЗИ кровотоков на месте новообразования перестал определяться. Отмечен регресс гемангиомы на 96%. Ребенок был отпущен под наблюдение педиатра по месту жительства.

Основная группа

Ребенок О., 6 мес., и/б № 5833/ц. Диагноз: врожденная быстрорастущая кавернозная гемангиома правого предплечья. Ребенок родился от первой беременности, масса тела 3,3 кг, рост 52 см. На первой неделе жизни ребенка в области правого предплечья было обнаружено точечное светло-красное новообразование, которое быстро увеличивалось в размерах, и на 4-м мес. изъязвилось. При первичном осмотре в РНИОИ: в области правого предплечья определяется ярко-красное образование – гемангиома с максимальным длинником – 350 мм, высота опухоли 8 мм, с изъязвлением ее поверхности на $\frac{3}{4}$ площади новообразования. Консервативное лечение в течение 1 мес. в виде наложения локально бальзамических повязок не было успешным. По данным УЗИ определяется гиперинтенсивный интранодулярный кровоток смешанного типа. Принято решение рекомендовать фотохромотерапию с помощью красного спектра (рис. 3, 4). Воздействие выполняли с помощью светодиодной матрицы, выполненной из диэлектрического материала со встроенными матрицами светодиодов для красного света с $\lambda = 0,67$ мкм. До начала лечения определяли ДИТ – +0,8°, после чего выбирали дозу ФХТ $W = 2,25$ Дж/см². Результаты лечения: после первого сеанса первого курса ФХТ количество раневого отделяемого значительно уменьшилось, раневая поверхность подсохла, после второго сеанса раневая поверхность покрылась корочкой, которая после пятого сеанса самостоятельно отстала, отмечена полная эпителизация. Ребенок был отпущен под наблюдение педиатра по месту жительства на месяц. Через месяц перед вторым курсом ФХТ определяли ДИТ +0,4°. По данным УЗИ регистрируется изоинтенсивный кровоток смешанного типа. Решено выбрать дозу ФХТ $W = 0,25$ Дж/см². Уже

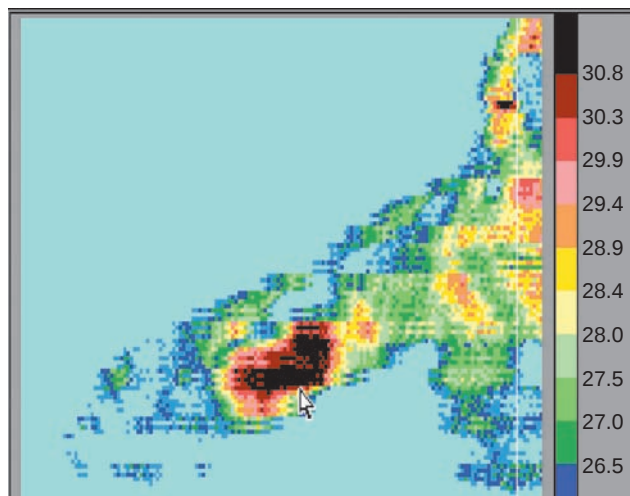


Рис. 3. Ребенок О., 6 мес., и/б № 5833/ц, с врожденной кавернозной гемангиомой правого предплечья, показания ДИТ +0,6° (до лечения)

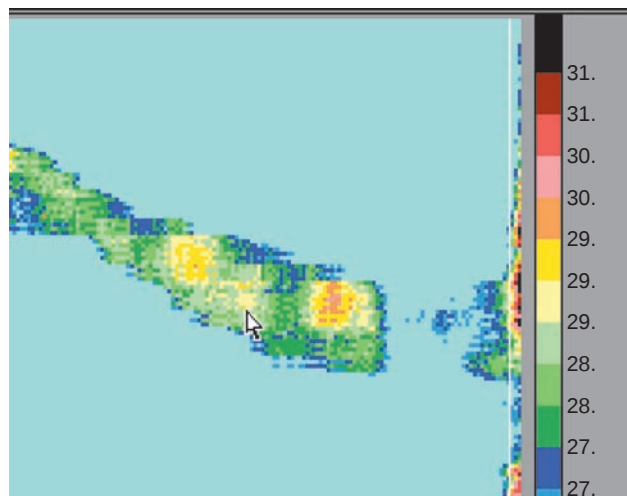


Рис. 4. Ребенок О., 6 мес., и/б № 5833/ц, с врожденной кавернозной гемангиомой правого предплечья, показания ДИТ – образование термонегативно (после лечения)

после третьего сеанса второго курса на поверхности гемангиомы появились множественные белесовато точечные включения (симптом «мухомора»). Все эти признаки свидетельствовали о развивающемся склерозировании в гемангиоме. Ребенок был отпущен под наблюдение педиатра сроком на три месяца. Через три месяца по данным УЗИ кровотоков не регистрировался, на месте гемангиомы определялся мягкий рубец. Показания ДИТ – термонегативна.

Ребенок У., 7 мес., и/б № 11208/ф. Диагноз: обширная кавернозная гемангиома левой половины лица с изъязвлением. Состояние после криодеструкции. Ребенок родился от первой беременности, масса тела 3,5 кг, рост 54 см. На первой неделе жизни ребенка в левой половине лица обнаружено точечное светло-красное новообразование, которое быстро увеличивалось в размерах и распространилось на весь объем левой половины лица. Учитывая быстрый рост образования, была предпринята попытка криодеструкции питающего сосуда пролиферирующей гемангиомы. В результате рост образования увеличился, на месте криодеструкции образовалась долго не заживающая мокнущая рана, рост образования продолжился. Показания ДИТ +1,1 °С. Принято решение рекомендовать фотохромотерапию с помощью красного спектра, с $\lambda = 0,67$ мкм. Максимальная мощность излучения 48 мВт, максимальная плотность потока мощности (ППМ) 7,5 мВт/см², излучение подавали в непрерывном режиме, длительностью 5 мин. Всего было проведено 10 процедур с $W = 2,25$ Дж/см². Через месяц показания ДИТ были +0,5 °С. Проведено 10 процедур с $W = 1,25$ Дж/см². Перед третьим курсом ФХТ – ДИТ +0,3 °С, перед четвертым – +0,1 °С, было проведено по десять процедур с $W = 0,25$ Дж/см². Всего ребенок получил четыре курса ФХТ с интервалом один месяц, после чего достигнут результат ДИТ – термонегативна. По данным УЗИ кровотоков на месте новообразования перестал определяться. Отмечен регресс гемангиомы на 98%. Ребенок был отпущен под наблюдение педиатра по месту жительства.

Заключение

По полученным нами данным информативность и достоверность ДИТ при лечении ФХТ гемангиом у детей раннего возраста приближается к 100. Учитывая неинвазивность, безопасность, простоту выполнения и возможность многократного исполнения ДИТ у одного и того же ребенка, этот подход может быть рекомендован для индивидуального подбора энергетической дозы воздействия ФХТ, в указанных параметрах, в зависимости от полученных значений ДИТ. Таким образом можно добиться повышения эффективности ФХТ и значительно сократить сроки лечебного воздействия.

Литература

1. Боровкина Л.Ф., Борисова З.Л. Возможности термографии в диагностике некоторых мягкотканых опухолей орбиты // Росс. педиатр. офтальмол. 2008. № 3. С. 11–13.
2. Голованова Н.В., Потехина Ю.П. Возможности термодиагностики в медицине. Нижний Новгород, 2011. 164 с.
3. Заяц Г.А., Коваль В.Т. Медицинское тепловидение – современный метод функциональной диагностики // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2010. № 3. С. 27–33.
4. Иваницкий Г.Р. Тепловидение в медицине // Вестник РАН. 2006. № 1. С. 48–58.
5. Перцов О.Л., Самков В.М. Медико-технические аспекты развития современных тепловизионных методов в теоретической и практической медицине. Мат. IX Межд. конф. «Прикладная оптика», 2010. С. 18–21.
6. Шейко Е.А. Методы квантовой медицины в лечении сосудистых новообразований у детей раннего возраста // Модниковские чтения: Тез. науч.-практ. конф. Ульяновск: Из. УГУ, 2011. С. 121–126.
7. Шейко Е.А., Триандафиллиди Е.А., Бородин З.Н. Повышение эффективности фотохромотерапии у детей раннего возраста // Лазерная медицина. 2011. № 2. С. 45–47.
8. Biakides N.A., Bronzino J.D. Medical infrared imaging. London: CRC Press Taylor Group LLC, 2006. 451 p.
9. Park J.V., Kim S.H., Lim D.J. et al. The role of thermography in clinical practice: review of the literature // Therapy international. 2003. № 13. P. 77–78.

Поступила в редакцию 05.03.2015 г.

Для контактов: Шейко Елена Александровна
E-mail: rniol@list.ru