

Н.А. Уракова, А.Л. Ураков

Инфракрасная термография головы плода — новая методика диагностики в акушерстве

Ижевская государственная медицинская академия, Ижевск

Резюме. Для оценки степени достаточности поступления кислорода и артериальной крови в головной мозг плода в заключительном периоде родов предлагается контролировать динамику температуры кожи его головы с помощью инфракрасной термографии, используя тепловизор. Последний позволяет бесконтактно и с высокой точностью осуществлять мониторинг «лучевых» свойств в области промежности роженицы с расстояния в несколько метров от нее, не мешая действиям акушеров, потугам роженицы и рождению новорожденного. Кроме этого, тепловизор позволяет получать практически моментально информацию о температуре всей видимой поверхности головы плода. Показано, что в заключительном периоде родов уменьшение температуры кожи головы плода в области проекции щели между теменными костями черепа является симптомом гипоксии и/или ишемии головного мозга плода. Повышение температуры кожи в этой области свидетельствует об успешном увеличении доставки кислорода и артериальной крови к коре головного мозга плода и о повышении вероятности рождения здорового ребенка. Так, у младенцев, показавших до родов (в сроки 30–32 недели беременности) высокую устойчивость к внутриутробной гипоксии и не имевших в финальной стадии родов периоды локальной гипотермии кожи головы в области щели между теменными костями черепа, церебральная ишемия I степени была диагностирована у 2 из 60 детей (то есть у 3,3% новорожденных). У младенцев, показавших до родов (в сроки 30–32 недели беременности) низкую устойчивость к внутриутробной гипоксии и имевших в финальной стадии родов периоды локальной гипотермии в коже головы в области проекции щели между теменными костями черепа, церебральная ишемия I или II степени была диагностирована у 10 из 10 детей (то есть у 100% новорожденных).

Ключевые слова: инфракрасная термография, рождение ребенка, внутриутробная гипоксия, ишемия головного мозга, диагностика, беременность, роды, локальная гипотермия.

Введение. Гипоксия продолжает угрожать здоровью и жизни плода в родах, но, несмотря на возможность ее устранения посредством внутриматочного вентилирования легких плода дыхательным газом [5, 16, 19], акушерское пособие сегодня не вооружено этой методикой и не включает мониторинг обеспеченности головного мозга кислородом [1]. Парадокс заключается в том, что угроза гипоксии и гипоксического повреждения коры головного мозга плода сохраняется даже после того, как его голова выйдет из родовых путей наружу. Более того, в финальной стадии родов вероятность гипоксии нередко повышается из-за таких возможных осложнений, как сдавливание пуповины, ишемия и отслойка плаценты [4]. Печальным является то, что степень повреждения клеток коры головного мозга усиливается с каждой секундой гипоксии, поэтому для сохранения здоровья и жизни плода в финальной стадии родов в настоящее время очень важна экстренная диагностика гипоксии коры его головного мозга [15, 21].

Одной из самых безопасных методик медицинской экспресс-диагностики на сегодняшний день является инфракрасная термография (ИКТ) [9–11], чувствительность которой в отношении гипоксии была подтверждена нами ранее при геморрагическом шоке и клинической смерти у взрослых людей [8, 20]. На этом основании сделано предположение о возможности выявления гипоксии у плода, используя инфракрас-

ную термографию его головы [7, 17, 18]. Проведенные ранее нами [7] исследования подтвердили такую возможность. Нам удалось разработать способ акушерского пособия при потугах и способ защиты плода от гипоксического повреждения в родах за счет получения экстренной информации с помощью ИКТ [2, 3]. Однако прогностическая ценность предложенных способов остается недостаточно изученной [7, 14].

Цель исследования. Изучение взаимосвязи между динамикой локальной температуры головы плода в финальной стадии родов и показателями здоровья новорожденных детей.

Материалы и методы. Инфракрасная термография кожи головы плодов проведена в потужном периоде физиологических родов в 37–41 неделю беременности у 90 рожениц, поступивших на срочные роды в родильный дом № 6 г. Ижевска в 2012–2013 гг. Инфракрасная термография поверхности головы и тела плода осуществлялась с использованием тепловизора марки «ТН91ХХ» фирмы «NEC» (Соединенные Штаты Америки) в диапазоне температур +26.....+36°C по ранее опубликованной методике [13].

Задолго до родов в скрининговые сроки беременности проведено ультразвуковое исследование (УЗИ) всех беременных женщин и их плодов согласно существующим стандартам оказания медицинской помощи

[1]. Дополнительно после получения добровольного информированного согласия проведена оценка устойчивости плода к гипоксии с помощью пробы Гаускнехт [6]. УЗИ проведено с использованием приборов экспертного класса «ALOKA SSD – ALPHA 10», «Medison SonoAce-600-C» и стандартных датчиков конвексного типа с частотой 3–7 МГц по опубликованной ранее методике [12].

Все новорожденные были осмотрены профильными специалистами и получили необходимые лабораторные и клинические диагностические исследования.

Первую группу исследуемых составили 60 повторно рождающих, у которых беременность протекала без признаков фетоплацентарной недостаточности (ФПН) и внутриутробной гипоксии плода. Более того, их плоды в 30–32 недели беременности демонстрировали высокую устойчивость к внутриутробной гипоксии (значения пробы Гаускнехт составляли более 30 с). Вторую группу исследуемых составили 30 рожениц с предстоящими повторными родами, у которых беременность протекала с признаками ФПН 1Б степени, а плоды имели низкую устойчивость к гипоксии (значения пробы Гаускнехт были менее 10 с).

Статистическую обработку результатов проводили методами вариационной статистики с помощью персонального компьютера с использованием пакета прикладных программ Statistika 6,0. Статистическую достоверность различий оценивали путём применения t-критерия Стьюдента для непарных выборок.

Результаты и их обсуждение. Показано, что проводимая с помощью тепловизора инфракрасная термография позволяет определять температуру теменной части головы плода на всем протяжении потужного периода родов и температуру поверхности тела новорожденного после его рождения вплоть до закутывания младенца в пеленку. Выяснено, что локальная температура кожи видимой части головы плода в потужном периоде родов и тела новорожденного имеет существенное диагностическое и прогностическое значение, поскольку отражает состояние здоровья младенца, а также качество акушерского и анестезиолого-реанимационного пособия.

У 60 женщин первой группы (с нормально протекающей беременностью, нормально протекающими физиологическими родами и с высокой устойчивостью плодов к гипоксии) голова плодов сразу после выхода наружу из родовых путей имеет температуру $+36,15 \pm 0,06^\circ\text{C}$ ($p \leq 0,05$). Однако затем температура кожи головы начинает уменьшаться, вероятнее всего, из-за охлаждения вследствие испарения воды, поскольку голова плода рождается мокрой. Обнаружено, что с момента выхода первого участка поверхности головы наружу до рождения плода целиком и вплоть до пережатия у него пуповины температура поверхности головы в этой группе исследуемых снижается в среднем до $+34,1 \pm 0,25^\circ\text{C}$ ($p \leq 0,05$). При этом темпе-

ратура остается относительно равномерной на всей видимой поверхности головы.

Показано, что при ИКТ в диапазоне $+26...+36^\circ\text{C}$ голова живого плода в норме изображается на экране тепловизора преимущественно в желто-оранжево-красных цветах, а на поверхности теменной части головы может выявляться участок с локальной гипертермией. Причем, температура в этом участке может быть на $0,5-4^\circ\text{C}$ выше температуры окружающей поверхности головы. Этот участок имеет продолговатую форму и располагается над щелью между теменными костями черепа (рис. 1).

Затем было проведено исследование динамики температуры поверхности голов у плодов женщин второй группы с признаками ФПН 1Б степени. В связи с тем, что была поставлена задача регистрации лучевых свойств коры головного мозга с помощью ИКТ, решено было регистрировать температуру поверхности головы в области проекции щели между теменными костями черепа. При этом мы исходили из того, что только в этих областях кожи ее температура отражает температуру коры головного мозга с наибольшей точностью, причем, особую информативность может иметь степень отличия температуры кожи над щелью и теменной костью. Дело в том, что нормальный уровень температуры в коре головного мозга обеспечивается доставкой к ней теплой артериальной крови и кислорода, интенсивность продукции тепла в голове прямо зависит от достаточности артериальной крови и кислорода. Теменные кости имеют менее интенсивное снабжение кровью и кислородом, а также менее интенсивный аэробный метаболизм, поэтому производят меньше тепла, чем кора головного мозга. Более того, теменные кости могут играть роль экрана для инфракрасных лучей, идущих от коры головного мозга. Поэтому предполагалось, что температура кожи в области проекции костей и щелей черепа может быть различной, особенно при существенном изменении интенсивности кислородного обмена в клетках коры головного мозга.

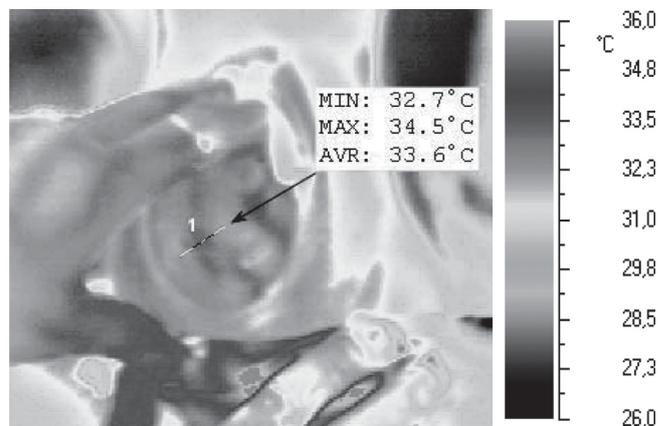


Рис. 1. Изображение на экране тепловизора поверхности головы плода после ее прорезывания у роженицы в инфракрасном спектре излучения тканей с указанием температуры кожи в области центральной щели и рядом с ней

Выявлено, что у плодов с низкой устойчивостью к гипоксии температура кожи головы в момент выхода первого ее участка из родовых путей наружу составляет $+35,05 \pm 0,04^\circ\text{C}$ ($p \leq 0,05$), а в последующем периоде вплоть до начала искусственного вентилирования легких дыхательным газом температура кожи уменьшается на $1-7,5^\circ\text{C}$. Причем, самые низкие значения температуры были выявлены у 10 плодов, которые перенесли гипоксию в родах и родились в мекониальных околоплодных водах. Плоды, которые родились в прозрачных и «чистых» околоплодных водах, имели более высокую температуру кожи головы, а динамика температуры видимой части ее поверхности на протяжении потужного периода родов не имела принципиальных отличий от динамики температуры кожи головы у 60 плодов первой группы (с высокой устойчивостью к гипоксии).

В частности у 10 плодов, родившихся в мекониальных околоплодных водах, отсутствовала зона локальной гипертермии в коже над щелями между

теменными костями. Кроме этого, динамика температуры поверхности головы над щелью и костями черепа во время потужного периода родов была разнонаправленной. В частности, выявлялись кратковременные периоды с развитием зоны локальной гипотермии в области проекции центральной щели. Продолжительность этих периодов составляла от 30 до 120 с (рис. 2 и 3).

Показано, что локальная гипотермия формируется во всех случаях во время потуг. Кроме этого, установлено, что неподвижное нахождение плодов в родовых путях в периодах между потугами способствует сохранению и углублению локальной гипотермии над не заросшей костной щелью. Достигаемое путем инициирования внеочередных потуг существенное смещение (перемещение) плодов в родовых путях, приводит через 2-3 с к устранению зоны локальной гипотермии в коже головы и к повышению температуры в этой зоне до исходного значения и/или выше него с формированием зоны локальной гипертермии у всех 10 плодов.

В группе, состоящей из 20 плодов с высокой устойчивостью к гипоксии, выяснено, что после выхода наружу температура кожи над незаросшим родничком и незаросшим центральным швом черепа была на $2,8 \pm 0,21^\circ\text{C}$ ($p \leq 0,05$) выше температуры кожи над лобными и/или теменными костями черепа. Показано также, что в норме температура кожи головы в области одного из больших родничков сразу после ее рождения составляет $+34,7 \pm 0,08^\circ\text{C}$ ($p \leq 0,05$), а у младенцев с признаками перенесенной гипоксии в родах $+33,1 \pm 0,07^\circ\text{C}$ ($p \leq 0,05$), таблица. Иными словами, сразу после выхода головы плода из родовых путей наружу температура кожи в области большого родничка у плодов с высокой устойчивостью к гипоксии в среднем на $1,6^\circ\text{C}$ выше, чем у плодов с низкой устойчивостью к гипоксии.

Показано, что у 10 новорожденных, имевших признаки перенесенной гипоксии в родах, средняя температура кожи их тела составляла $+32,2 \pm 0,08^\circ\text{C}$ ($p \leq 0,05$). Однако через 5 мин после рождения в результате

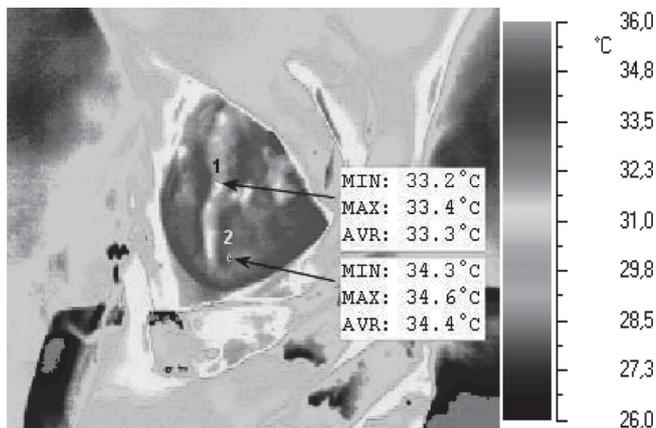


Рис. 2. Изображение на экране тепловизора поверхности головы плода при выходе ее из родовых путей через 30 с после завершения очередной потуги и остановки плода в родовых путях с указанием температуры кожи над щелью (1) и теменной костью (2)

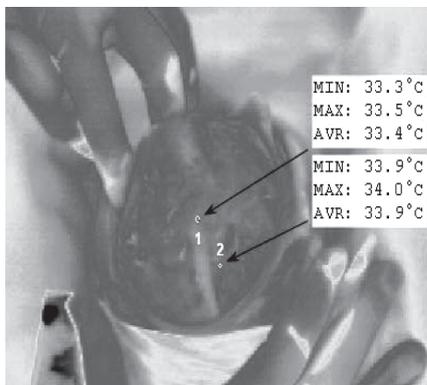


Рис. 3. Изображение на экране тепловизора поверхности головы плода при выходе ее из родовых путей через 30 с после завершения потуги и остановки плода в родовых путях в инфракрасном (а) и в видимом (б) диапазонах спектра излучения с указанием значений локальной температуры кожи над центральным швом (1) и над костями черепа (2)

Значения локальной температуры кожи головы в области проекции лобной кости и большого родничка в момент прорезывания головы и через 5 мин после рождения у новорожденных в норме и при наличии признаков перенесенной гипоксии в родах, °С

В момент прорезывания головы		Перед отрезанием пуповины у новорожденного		Через 5 мин после обрезания пуповины у новорожденного	
в области лобной кости	в области родничка	в области лобной кости	в области родничка	в области лобной кости	в области родничка
В группе 20 здоровых новорожденных					
34,4±0,07	34,7±0,08*	33,9±0,07*	34,0±0,08*	34,2±0,09*	34,2±0,08*
В группе 30 новорожденных с признаками перенесенной в родах гипоксии					
34,4±0,05	33,1±0,07*	33,7±0,05*	34,1±0,06*	34,3±0,08	34,4±0,08

Примечание: * – различия по сравнению с температурой в области проекции лобной кости в норме, $p < 0,05$.

реанимационных мероприятий, включающих искусственное вентилирование легких дыхательным газом, температура их тел повысилась до $+34,15 \pm 0,09^\circ\text{C}$ ($p \leq 0,05$) и стала соответствовать температуре тел новорожденных, не имевших признаки гипоксии в рода. Однако у новорожденных, имевших признаки перенесенной гипоксии, оставались холодными кончики пальцев рук и кончик носа. В частности, температура поверхности кончика носа оставалась на уровне $+30,85 \pm 0,15^\circ\text{C}$ ($p \leq 0,05$). Следовательно, через 5 мин после рождения температура большей части кожи тела у новорожденных обеих групп выравнивалась и не имела достоверных отличий. Только кончики пальцев рук и носа сохраняли диагностическую ценность более длительное время после рождения.

Кроме этого, у одного из новорожденных с признаками перенесенной в родах гипоксии был выявлен еще один «холодный» участок кожи лица. Он располагался в области носогубного треугольника. Температура кожи в нем имела средние значения в пределах $+32,7 \pm 0,3^\circ\text{C}$ ($p \leq 0,05$) и сохранялась без существенных изменений на протяжении 30 мин (рис. 4).

Показано, что у младенцев, показавших до родов (в сроки 30–32 недели беременности) высокую

устойчивость к внутриутробной гипоксии и не имевших в финальной стадии родов периоды локальной гипотермии кожи головы в области щели между теменными костями черепа, церебральная ишемия I степени была диагностирована у 2 из 60 детей (то есть у 3,3% новорожденных). У младенцев, показавших до родов (в сроки 30–32 недели беременности) низкую устойчивость к внутриутробной гипоксии и имевших в финальной стадии родов периоды локальной гипотермии в коже головы в области проекции щели между теменными костями черепа, была диагностирована церебральная ишемия I или II степени у 10 из 10 детей (то есть у 100% новорожденных). К тому же все 10 младенцев родились в мекониальных водах и с признаками акроцианоза.

Заключение. Непрерывный мониторинг в потужном периоде родов температуры кожи головы плода над костями и щелями черепа с помощью инфракрасной термографии представляет собой методику диагностики гипоксии коры головного мозга плода. В норме температура кожи головы над щелями не снижается ниже температуры кожи над костями черепа. Появление периодов локальной гипотермии в коже головы плода в области щели черепа является диагностическим симптомом усугубления гипоксии плода и гипоксического повреждения коры его головного мозга.

Литература

1. Айламазян, Э.К. Акушерство. Национальное руководство / Э.К. Айламазян, В.И. Кулаков, В.Е. Радзинский // – М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2009. – 904 с.
2. Пат. № 2502485 Российская Федерация: МПК7 А61В 17/42. Способ акушерского пособия при потугах / В.Е. Радзинский, А.Л. Ураков, Н.А. Уракова; опубл. 27.12.2013. – Би, № 36.
3. Пат. № 2503414 Российская Федерация: МПК7 А61В 8/00. Способ защиты плода от гипоксического повреждения в родах / В.Е. Радзинский, А.Л. Ураков, Н.А. Уракова; опубл. 10.01.2014. – Би, № 1.
4. Ураков, А.Л. Инфракрасная термометрия предлежащей части головы плода в потужном периоде родов как метод диагностики гипоксически-ишемических повреждений головного



Рис. 4. Изображение на экране тепловизора в ИК-диапазоне спектра излучения лица новорожденного с признаками перенесенной в родах гипоксии через 30 мин после родов

- мозга / А.Л. Ураков, Н.А. Уракова // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6, – С. 168
5. Ураков, А.Л. Дыхательная маска для внутриутробного плода (внутриматочный акваланг) и способ обеспечения газообмена в организме плода за счет искусственного дыхания (вентиляции его легких дыхательным газом) внутри матки // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 10. – С. 58–62.
 6. Ураков, А.Л. Устойчивость плода к гипоксии и родам / А.Л. Ураков, Н.А. Уракова // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2012. – № 4 (40). – С. 221–223.
 7. Ураков, А.Л. Инфракрасная диагностика гипоксического повреждения коры головного мозга плода в родах / А.Л. Ураков, Н.А. Уракова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. – № 11 (18). – Ч. 3. – С. 48–53.
 8. Ураков, А.Л. Инфракрасная термография пальцев и ладоней при шоке как метод оценки устойчивости пациентов к гипоксии и отзывчивости их к оживлению / А.Л. Ураков, А.А. Касаткин, Н.А. Уракова // Вестн. Росс. воен.-мед. акад. – 2013. № 4 (44). – С. 169–171.
 9. Ураков, А.Л. Инфракрасное тепловидение и термиология как основа безопасной лучевой диагностики в медицине // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 9. – Ч. 4. – С. 747–751.
 10. Ураков, А.Л. Способы инфракрасной диагностики околоушных желез и жевательных мышц / А.Л. Ураков, А.П. Решетников // Междунар. научн.-исслед. журн. – 2013. – № 12 (19). – Ч. 3. – С. 65–68.
 11. Ураков, А.Л. Инфракрасная термография и тепловая томография в медицинской диагностике: преимущества и ограничения // Электронный научно-образовательный вестник. Здоровье и образование в XXI веке. – 2013. – Т. 15. – № 11. – С. 45–51.
 12. Уракова, Н.А. Инновационные возможности оценки устойчивости плода к гипоксии / Н.А. Уракова, А.Л. Ураков, М.Ю. Гаускнехт // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 1. – С. 15–18.
 13. Уракова, Н.А. Теплоизлучение поверхности головы плода как показатель обеспеченности коры головного мозга кислородом в родах / Н.А. Уракова, А.Л. Ураков // Проблемы экспертизы в медицине. – 2012. – № 3–4. – С. 32–36.
 14. Уракова, Н.А. Инфракрасная термография головы плода повышает безопасность потужного периода родов // Здоровье и образование в XXI веке. – 2013. – Т. 15, № 9. – С. 12–18.
 15. Уракова, Н.А. Комплексная ультразвуковая и инфракрасная диагностика гипоксии плода при беременности и родах // Проблемы экспертизы в медицине. – 2013. – № 3. – С. 26–29.
 16. Urakov, A.L. Trouble intrauterine hypoxia by his lung ventilation respiratory gas through intrauterine aqualung / A.L. Urakov, N.A. Urakova, A.A. Kasatkin, M.Y. Gausnekt // Abstracts 31 st Congress Scandinavian Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine «Patient safety through audit and simulation» (15–17 June 2011, Bergen, Norway). – Bergen. – 2011. – P. 9.
 17. Urakov, A. Temperature of newborns as a sign of life in Russia – time to change in World? / A. Urakov, N. Urakova, A. Kasatkin // J. perinat. med. – 2013. – Vol. 41. – P. 473.
 18. Urakov, A. Infrared thermography as a means to quantify the effects of intrauterine fetal hypoxia / A. Urakov, N. Urakova, V. Dementyev // Resuscitation. – 2013. – Vol. – P. 73–74.
 19. Urakov, A. Intrauterine lungs ventilation of human fetus as saving his life during hypoxia myth or reality? // J. perinat. med. – 2013. – Vol. 41. – P. 476.
 20. Urakov, A.L. Infrared thermographic investigation of fingers and palms during and after application of cuff occlusion test in patients with hemorrhagic shock / A.L. Urakov [et al.] // Thermology International. – 2014. – Vol. 24. – № 1. – P. 5–10.
 21. Urakova, N.A. Decrease of the temperature of the head of the fetus during birth as a symptom of hypoxia // Thermology International. – 2013. – Vol. 23. – № 2. – P. 74–75.

N.A. Urakova, A.L. Urakov

Infrared thermography of fetal head as new methodic of diagnostics in obstetrics

Abstract. To assess the degree of adequacy of the supply of oxygen and arterial blood to the brain of the fetus in the final period births are encouraged to monitor the temperature dynamics of his skin head using infrared thermography, using a thermal imager. The latter allows contactless and accurate monitoring of the «radial» properties of mother perineal a few meters away from her without disturbing actions obstetrician's vain attempts of the mother and the birth of the newborn. In addition, the imager produces almost instantly information about the temperature of the visible surface of the fetal head. It is shown that in final period child births reduction of temperature of skin of the head of the fetus in the field of projection gap between parietal bones of the skull is a symptom of hypoxia and/or ischemia of cortex, increased skin temperature in this area represents a success of increasing oxygen delivery and arterial blood to the cortex of the fetus and the increasing probability of giving birth to a healthy child. Thus, infants showed before birth (in terms of 30-32 weeks gestation) high resistance to intrauterine hypoxia and did not have in the final stage of delivery periods local hypothermia scalp in the gap region between the parietal bones of the skull, cerebral ischemia extent I was diagnosed in 2 of 60 children (ie 3,3% of newborns). Infants showed before birth (in terms of 30-32 weeks gestation) had low resistance to intrauterine hypoxia and had a final stage of labor in periods of local hypothermia scalp in the projection of the gap between the parietal bones of the skull, cerebral ischemia grade I or II was diagnosed in 10 of 10 children (ie 100% of newborns).

Key words: infrared thermography, child birth, intrauterine fetal hypoxia, cerebral ischemia, diagnostics, pregnancy, childbirth, local hypothermia.

Контактный телефон: +7-912-76-00-939; e-mail: urakoval@live.ru