

УДК: УДК 616-053.32: 617.735-073.5

¹Соболева И. А., ²Борисенко Ю. Ю.**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПУЛЬСОКСИМЕТРИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
У ДЕТЕЙ С РЕТИНОПАТИЕЙ НЕДОНОШЕННЫХ**¹Харьковская медицинская академия последипломного образования (г. Харьков)²Харьковская городская клиническая больница № 14

им. проф. Л. Л. Гиршмана (г. Харьков)

yboro@ukr.net

Данная работа является фрагментом НИР «Функциональные, клинические, и морфологические изменения при воспалительной и сосудистой патологии органа зрения, методы их лечения» № государственной регистрации 0114U000522.

Вступление. Ретинопатия недоношенных (РН) представляет собой одно из наиболее социально значимых заболеваний, приводящих к инвалидизации по зрению у детей. Своевременное выявление пороговых стадий данной патологии путем скрининга недоношенных детей является одним из основных методов борьбы с данной патологией. Среди всех направлений рациональной организации скрининга довольно большое внимание уделяется выявлению маркеров, указывающих на наличие факторов риска у обследуемых детей. К описанным неонатальным факторам высокого риска развития ретинопатии недоношенных относятся асфиксия, синдром дыхательных расстройств, гипоксически-ишемическое и гипоксически-травматическое повреждение мозга, внутриутробная инфекция, пневмония и др. [1,4,6,7,8,9,10] Giannantonio C., Paracci P., Cota F., et al. анализируя факторы риска требующей лечения ретинопатии недоношенных указывают на значимость кислородотерапии, инфекций, гемотрансфузий [2]. К одним из наиболее распространённых методов оценки степени SO_2 (насыщение кислородом гемоглобина – сатурация артериальной крови) относится пульсоксиметрия. Это оптический метод определения процентного насыщения гемоглобина кислородом (SpO_2), который предоставляет возможность наблюдать за одним из звеньев цепи процессов газообмена – качеством оксигенации артериальной крови в легких.

Предложенная в 70-х годах методика пульсовой оксиметрии основана на использовании принципов фотоплетизмографии, позволяющих выделить артериальную составляющую абсорбции света для определения оксигенации артериальной крови. Измерение этой составляющей дает возможность использовать спектрофотометрию для неинвазивного чрескожного мониторинга сатурации артериальной крови кислородом. В соответствии с методикой фотоплетизмографии участок тканей, в котором исследуется кровоток, располагается на пути луча света между источником излучения и фотоприемником датчика. Согласно закону Бугера-Ламберта-Бера, величина абсорбции света пропорциональна

толщине слоя поглощающего вещества, т.е. при исследовании кровотока определяется размером сосуда или объемом крови, проходящим через исследуемый участок тканей. Сужение и расширение сосуда под действием артериальной пульсации кровотока вызывают соответствующее изменение амплитуды сигнала, получаемого с выхода фотоприемника. Фотоплетизмограмма (ФПГ), получаемая после усиления и обработки сигнала фотоприемника характеризует состояние кровотока в месте расположения датчика. В частности, когда давление крови повышается или возникает вазодилатация сосудов, амплитуда ФПГ возрастает, при снижении давления или вазоконстрикции сосудов амплитуда падает. Изменения в форме ФПГ могут указывать на развитие гемодинамических нарушений на исследуемом участке сосудистого русла, поэтому ФПГ отображается на графическом дисплее монитора для использования в клинической диагностике. Для неинвазивного определения оксигенации крови в “поле зрения” фотоплетизмографического датчика помещается участок тканей, содержащий артериальные сосуды. В этом случае сигнал с выхода датчика, пропорциональный абсорбции света, проходящего через ткани, включает две составляющие: пульсирующую компоненту, обусловленную изменением объема артериальной крови при каждом сердечном сокращении, и постоянную “базовую” составляющую, определяемую оптическими свойствами кожи, венозной и капиллярной крови и других тканей исследуемого участка. Путем анализа формы сигнала ФПГ можно выделить его фрагменты, соответствующие моментам систолического выброса. Именно в эти короткие промежутки времени на вершине систолы удается наиболее точно определить сатурацию артериальной крови кислородом. Для определения сатурации используется методика двухлучевой спектрофотометрии. Измерение абсорбции света производится в моменты систолического выброса, то есть в моменты максимума амплитуды сигнала датчика для двух длин волн излучения. Для этой цели в датчике используются два источника излучения с различными спектральными характеристиками. Для получения наибольшей чувствительности определения сатурации кислорода, длины волн излучения источников необходимо выбирать в участках спектра с наибольшей разницей в поглощении света оксигемоглобином и

гемоглобином. Этому условию удовлетворяют красная и ближняя инфракрасная области спектра излучения. При длине волны излучения 660 нм (красная область) гемоглобин поглощает примерно в 10 раз больше света, чем оксигемоглобин, а на волне 940 нм (инфракрасная область) – поглощение оксигемоглобина больше, чем гемоглобина. Фотоплетизмографический датчик пульсоксиметра содержит два светоизлучающих диода, работающих один в “красной”, другой – в “инфракрасной” области спектра, а также широкополосный фотоприемник. Конструктивно датчик выполняется таким образом, что при его расположении на поверхности тела человека на фотоприемник поступает свет излучателей, ослабленный участком тканей, содержащим артериальный сосуд. На практике используются два типа датчиков, первый, анализирующий излучение светодиодов, проходящих через ткани, и второй – излучение, отраженное от исследуемых тканей. Датчики проходящего излучения укрепляются на кончике пальца руки или ноги, мочке уха пациентов, у детей датчик часто закрепляется на стопе в области большого пальца или на ладони. Датчики, регистрирующие рассеянное тканями излучение, размещаются на поверхности тела в проекции сонной или височной артерии. Расположение отражательного датчика на головке плода позволяет осуществлять фетальный мониторинг сатурации и ЧСС в родах.

Для датчиков пульсоксиметров используются специально разработанные бескорпусные светодиоды красного и инфракрасного диапазонов, размещенные на одной подложке для совмещения оптических осей излучения. Высокая крутизна спектральной характеристики абсорбции Hb и HbO_2 в области красного и инфракрасного излучения требует малого разброса центральной длины волны излучения светодиодов, используемых в датчике. Для красного диапазона длина волны излучения должна находиться в пределах 660 ± 5 нм, для инфракрасного – 940 ± 10 нм. В качестве фотоприемников в датчиках пульсоксиметров используются кремниевые фотодиоды, обладающие высокой чувствительностью в области “красного” и “инфракрасного” диапазонов излучения, быстродействием и низким уровнем шума. Фотоприемник преобразует интенсивность ослабленного тканями “красного” и “инфракрасного” излучения в электрический сигнал, поступающий в тракт усиления. Излучатели датчика включаются поочередно, т.е. коммутируются с частотой порядка 1000 Гц, что позволяет использовать для регистрации излучения один коммутируемый фотоприемник [5].

Несмотря на очевидную важность оксиметрического контроля, он получил распространение лишь на протяжении последних двух десятилетий. Такая задержка связана в основном с достаточно серьезными техническими проблемами, которые удалось решить относительно недавно. Мониторинг внешнего дыхания при помощи абсорбционной оксиметрии проводится в артериях и артериолах (пульсоксиметрия) и в головном мозге (церебральная). Пульсоксиметры просты и удобны в эксплуатации,

портативны, безопасны для больного и врача, не требуют калибровки, обеспечивают измерение сразу после подключения, а информация, которая получается при их помощи, достаточна для оценки оксигенации (вентиляции) и гемодинамики [3].

Цель исследования. Определить факторы риска прогрессирования РН путем оценки качества оксигенации артериальной крови у недоношенных детей.

Объект и методы исследования. Для оценки качества оксигенации артериальной крови был выбран метод транскутанной пульсоксиметрии, позволяющий оценить сатурацию кислорода артериальной крови и частоту пульса. Данный метод является неинвазивным, что имеет существенное значение при проведении неоднократных и массовых исследований у недоношенных детей грудного возраста.

Нами было осмотрено 172 недоношенных ребенка, которым наряду с рутинным скрининговым осмотром было проведено исследование сатурации кислорода и частоты пульса с помощью пульсоксиметра Неасо G1B (Великобритания), оборудованного неонатологическим датчиком. Офтальмологический осмотр включал в себя осмотр придаточного аппарата глаза, переднего отрезка, бинокулярную непрямую офтальмоскопию. Все дети на момент проведения осмотров находились на самостоятельном дыхании, по соматическому статусу не нуждались в искусственной вентиляции легких и кислородотерапии, не имели внешних признаков декомпенсации витальных функций.

Для проведения сравнительного анализа полученных результатов пульсоксиметрии обследованные нами дети были разделены на 3 группы. В качестве критерия распределения по группам были использованы результаты не прямой бинокулярной офтальмоскопии. В первую группу (126 из 172 детей; 73,2 %) были включены дети, у которых завершение васкуляризации сетчатки протекало без развития активных стадий РН. Во вторую группу (31 из 172 детей; 18,0%) – дети, у которых диагностировались допороговые стадии РН, с последующим развитием самопроизвольного регресса заболевания. В третью группу (15 из 172 детей; 8,7%) – дети, у которых развилась пороговая стадия РН, потребовавшая лазеркоагуляции аваскулярных зон сетчатки.

Обработка данных выполнялась с применением программного пакета анализа данных. Для проведения исследования использовались результаты офтальмоскопии и показатели сатурации кислорода артериальной крови, частоты пульса.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате проведенного исследования нами было установлено, что у детей первой группы средний показатель сатурации кислорода артериальной крови составил $98,6 \pm 0,06\%$, и частота пульса в среднем составила $148,6 \pm 1,0$ ударов в минуту;

У детей второй группы средний показатель сатурации артериальной крови составил $96,9 \pm 0,25\%$, средний показатель частоты пульса составил $157,7 \pm 2,2$ ударов в минуту.

У детей, которые составили третью группу, средний показатель сатурации кислорода артериальной крови составил $94,0 \pm 0,5\%$. Частота пульса у этих детей в среднем составила $166,7 \pm 3$ ударов в минуту.

Распределение показателей сатурации кислорода по группам детей представлены в **диаграмме 1**.

Представленные данные в **диаграмме 1** демонстрируют соотношение количества исследованных

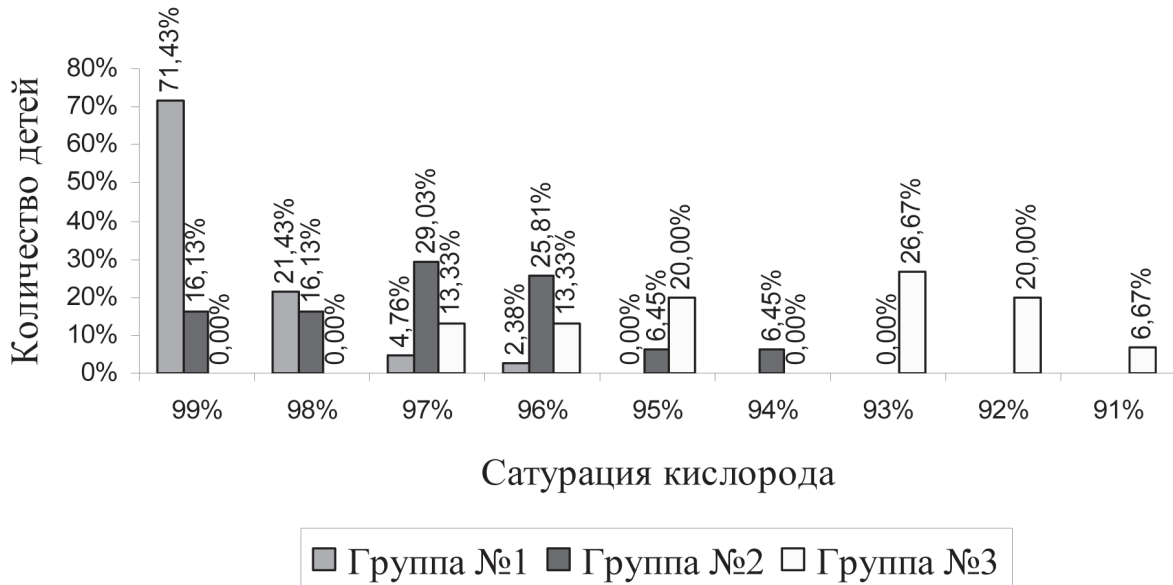
более тяжелыми проявлениями сосудистых изменений сетчатки.

Распределение показателей частоты пульса по группам детей представлены в **диаграмме 2**.

Данные **диаграммы 2** показывают соотношение количества исследованных нами детей в зависимости от показателей частоты пульса и тяжести офтальмоскопических проявлений на сетчатке. Анализ

Диаграмма 1.

Распределение показателей сатурации кислорода по группам детей

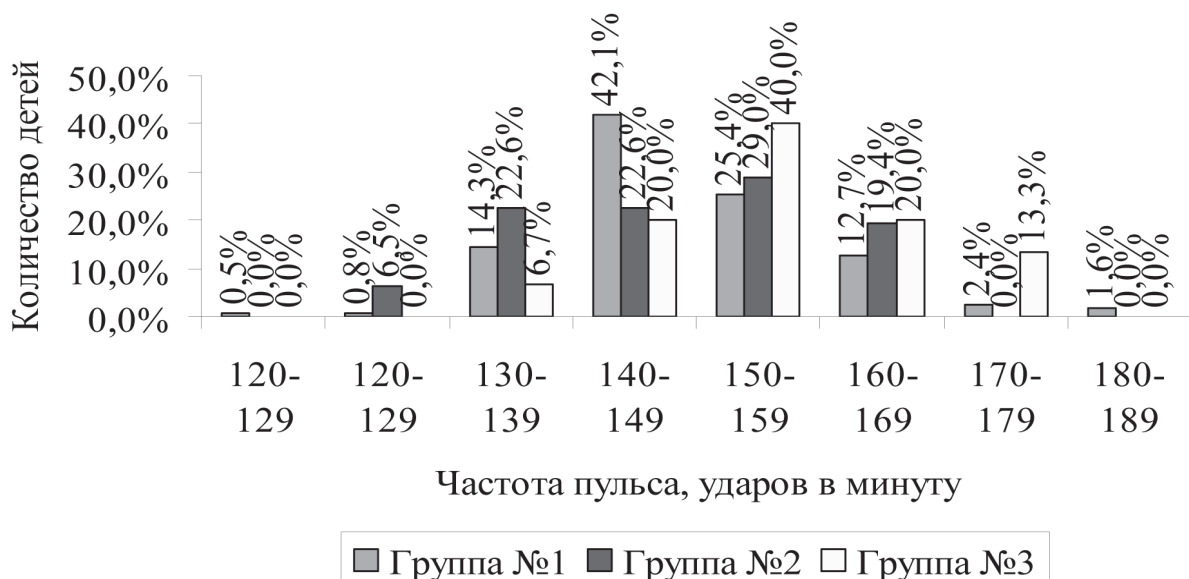


нами детей в зависимости от показателей сатурации кислорода и тяжести ретиноваскулярных изменений. При анализе диаграммы нами установлено что с уменьшением показателя сатурации кислорода увеличивается процентное соотношение детей с

диаграммы говорит, что с увеличением показателя частоты пульса увеличивается соотношение детей с более тяжелыми проявлениями сосудистых изменений сетчатки наряду с увеличением показателя частоты пульса.

Диаграмма 2.

Распределение показателей частоты пульса по группам детей



При сравнении показателей сатурации кислорода и частоты пульса в исследуемых группах детей нами было выявлено, что показатель сатурации кислорода у детей, у которых диагностировались допороговые стадии РН, с последующим развитием самопроизвольного регресса заболевания, статистически значимо меньше ($p=0,0000000000000001$; $t=6,6$), а показатель частоты пульса статистически значимо больше ($p=0,00015$; $t=3,75$) по сравнению с аналогичными показателями у детей, у которых завершение васкуляризации сетчаток протекало без развития активных форм РН;

Нами установлено, что показатель сатурации кислорода у детей, у которых развилась пороговая стадия РН, потребовавшая лазеркоагуляции аваскулярных зон сетчатки статистически значимо меньше ($p=0,000001$; $t=5,1$), а показатель частоты пульса статистически значимо больше ($p=0,020214$; $t=2,5$) по сравнению с аналогичными показателями у детей, у которых диагностировались допороговые стадии РН, с последующим развитием самопроизвольного регресса заболевания.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о качестве оксигенации артериальной крови у исследованных недоношенных детей.

Выводы

1. Выявлены статистически значимые различия результатов пульсоксиметрии, свидетельствующие о худшем качестве оксигенации артериальной крови у детей, у которых диагностировались допороговые стадии РН, с последующим развитием самопроиз-

вольного регресса заболевания, по сравнению с детьми, у которых завершение васкуляризации сетчаток протекало без развития активных форм РН.

2. Выявлены статистически значимые различия результатов пульсоксиметрии, свидетельствующие о худшем качестве оксигенации артериальной крови у детей, у которых развилась пороговая стадия РН, потребовавшая лазеркоагуляции аваскулярных зон сетчатки по сравнению с детьми, у которых диагностировались допороговые стадии РН, с последующим развитием самопроизвольного регресса заболевания.

3. Отмечается тенденция к уменьшению процентного количества детей, у которых зафиксированы высокие показатели сатурации кислорода, и увеличение процентного количества детей с более низкими показателями сатурации кислорода в группах с более тяжелыми сосудистыми изменениями на сетчатке.

Учет изменений показателей пульсоксиметрии можно расценивать как маркер фактора риска развития активных стадий РН, а также прогрессирования активных стадий до пороговых, при проведении скрининга данного заболевания.

Перспективы дальнейших исследований.

Учет результатов пульсоксиметрии в качестве маркера факторов риска развития активных стадий РН, а также прогрессирования активных стадий до пороговых, при проведении офтальмологического скрининга у недоношенных детей представляет перспективу для дальнейших исследований.

Литература

1. Abramyan R.A. Rol' nekotorykh faktorov rsska v razvitii i techenii retynopatii nedonoshennykh po dannym skrininzhovoy prohrammy v Armenii / R.A. Abramyan, S.N. Meliksetyan, R.H. Arutyunyan, T.A. Ohanesyan // Neonatolohiia, khirurgiia i perynatal'naya medytina. – 2011. – № 1. – S. 45-49.
2. Barinov Yu.V. Protokol likuvannia ditei z retynopatieiu nedonoshennykh / Yu.V. Barinov, S.O. Rykov, N.V. Pasichnikova [ta in.] // Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy vid 21.09.2009 № 683. – 2009. – S. 8-9.
3. Bilinskyi Y.Y. Klasyfikatsiya metodiv monitorynhu zovnishnoho dykhanntia liudyny / Y.Y. Bilinskyi, B.P. Knysh // Visnyk khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. – 2012. – № 5. – S. 170.
4. Karlyichuk M.A. Retynopatyia nedonoshennykh: problemy rannei dyagnostiki i lecheniia / M.A. Karlyichuk // Bukovynskyi medytsynskyi vestnik. – 2008. – № 1. – S. 131-136.
5. Fedotov A.A. Yzmyretelnye preobrazovateli biomeditsynskikh signalov sistem klinicheskoho monitorynha / A.A. Fedotov // Radio i sviaz. – 2013. – S. 250.
6. Fomina N.V. Opyt vnedreniia protokola kontroliia saturatsii kislorodom hemoglobina krovi u detei s ekstremalno nizkosh massoi tela pri rozhdenni / N.V. Fomina, A.M. Pulin, E.H. Horavskaia, N.A. Filatova // Retynopatyia nedonoshennykh 2013. Sbornik trudov nauchno-praktycheskoi konferentsii s mezhduнародnym uchastiem. – 2013. – S. 71-72.
7. Binenbaum G. The CHOP Postnatal Weight Gain, Birth Weight, and Gestational Age Retinopathy of Prematurity Risk Model / G. Binenbaum, G. Ying, G. Quinn // Arch. Ophthalmol. – 2012. – № 12. – P. 1560-1565.
8. Giannantonio C. Analysis of risk factors for progression to treatmentrequiring ROP in a single neonatal intensive care unit: is the exposure time relevant / C. Giannantonio, P. Papacci, F. Cota // Matern Fetal Neonatal Med. – 2012. – № 5. – P. 471-477.
9. Ilham M Omer The prevalence and risk factors of retinopathy of prematurity among preterm babies admitted to Soba Neonatal Intensive Care Unit / Ilham M Omer, Hafsa A Hassan // Sudanese journal of paediatrics. – 2014. – № 2. – P. 17-21.
10. Seiberth V. Risk factors in retinopathy of prematurity. A multivariate statistical analysis / V. Seiberth, O. Linderkamp // Ophthalmologica. – 2010. – P. 131-132.

УДК 616-053.32: 617.735-073.5

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПУЛЬСОКСИМЕТРІЇ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ОФТАЛЬМОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ У ДІТЕЙ З РЕТИНОПАТІЄЮ НЕДОНОШЕНИХ

Соболева І. А., Борисенко Ю. Ю.

Резюме. В даній роботі наведені результати дослідження пульсоксиметрії при проведенні офтальмологічного моніторингу у дітей з ретинопатією недоношених. Всі діти на момент проведення оглядів знаходились на самостійному диханні, за соматичним статусом не потребували штучної вентиляції легенів

та кисневої терапії, не мали зовнішніх ознак декомпенсації вітальних функцій. Обстежені діти були розділені на 3 групи. В першу були включені діти, у яких завершення васкуляризації сітківки перебігало без розвитку активних стадій РН. В другу групу – діти, у яких діагностувались допорогові стадії РН, з наступним розвитком самовільного регресу захворювання. В третю – діти, у яких діагностувались порогові стадії РН, що потребували лазеркоагуляції аваскулярних ділянок сітківки. Виявлені статистично значущі відмінності результатів пульсоксиметрії, що свідчать про гіршу якість оксигенації артеріальної крові у дітей з більш важкими судинними проявами на сітківці.

Ключові слова: ретинопатія недоношених, скринінг, пульсоксиметрія.

УДК 616-053.32: 617.735-073.5

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПУЛЬСОКСИМЕТРИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА У ДЕТЕЙ С РЕТИНОПАТИЕЙ НЕДОНОШЕННЫХ

Соболева И. А., Борисенко Ю. Ю.

Резюме. В данной работе представлены результаты исследования пульсоксиметрии при проведении офтальмологического мониторинга у детей с ретинопатией недоношенных. Все дети на момент проведения осмотров находились на самостоятельном дыхании, по соматическому статусу не нуждались в искусственной вентиляции легких и кислородотерапии, не имели внешних признаков декомпенсации витальных функций. Обследованные дети были разделены на 3 группы. В первую были включены дети, у которых завершение васкуляризации сетчатки протекало без развития активных стадий РН. Во вторую группу – дети, у которых диагностировались допороговые стадии РН, с последующим развитием самопроизвольного регресса заболевания. В третью – дети, у которых развилась пороговая стадия РН, потребовавшая лазеркоагуляции аваскулярных зон сетчатки. Виявлены статистически значимые различия результатов пульсоксиметрии, свидетельствующие о худшем качестве оксигенации артериальной крови у детей с более тяжелыми сосудистыми изменениями на сетчатке.

Ключевые слова: ретинопатия недоношенных, скрининг, пульсоксиметрия.

UDC 616-053.32: 617.735-073.5

RESULTS OF PULSOXIMETRY STUDY IN OPHTHALMOLOGICAL MONITORING IN CHILDREN WITH RETINOPATHY OF PREMATURITY

Soboleva I. A., Borysenko Y. Y.

Abstract. Timely detection of threshold stages of retinopathy of prematurity (ROP) through screening of premature infants is one of the main methods of combating this pathology. Among all directions of rational organization of screening, much attention is paid to identifying markers that indicate the presence of risk factors in the children being examined. To the described neonatal factors of high risk of ROP include asphyxia, respiratory distress syndrome, hypoxic-ischemic and hypoxic-traumatic brain damage, intrauterine infection, pneumonia, etc.

Objective. To determine risk factors for ROP progression by assessing the quality of arterial blood oxygenation in premature infants. We examined 172 premature babies, who, along with routine screening, conducted a study of oxygen saturation and pulse rate using a Heaco G1B pulse oximeter (UK) equipped with a neonatal sensor. All children at the time of the examinations were on independent breathing, they did not need artificial ventilation of lungs and oxygen therapy, did not have external signs of decompensation of vital functions. To conduct a comparative analysis of the results of pulse oximetry, the children examined by us were divided into 3 groups. The first group included children, whose completion of vascularization of the retina occurred without the development of active stages of ROP. The second group includes children diagnosed with prethreshold ROP stages, followed by the development of spontaneous regression of the disease. In the third group – children who developed the threshold stage of ROP. When comparing the oxygen saturation and heart rate in the study groups of children, we showed that the oxygen saturation index in children who were diagnosed with prethreshold ROP stages, followed by the development of spontaneous regression of the disease, is statistically significantly smaller, and the pulse rate statistically significantly greater in comparison with similar indices in children, in whom the completion of vascularization of retinas proceeded without the development of active forms of ROP; the oxygen saturation index in children who developed the threshold stage of PH, statistically significantly lower, and the pulse rate statistically significantly greater in comparison with similar parameters in children who were diagnosed with prethreshold ROP stages, followed by the development of spontaneous regression of the disease.

Findings

1. The statistically significant differences in the results of pulsoximetry, sweetening about the worst quality of oxygenation of arterial blood in children, who were diagnosed with prethreshold ROP stages, followed by the development of spontaneous regression of the disease, compared with children in whom the completion of the vascularization of the retinas proceeded without the development of active forms of ROP.

2. The statistically significant differences in the results of pulsoximetry, which testify to the worst quality of arterial blood oxygenation in children who developed the threshold stage of ROP in comparison with children who were diagnosed with subthreshold ROP stages, followed by the development of spontaneous regression of the disease.

3. There is a tendency towards a decrease in the percentage of children who have high oxygen saturation rates and an increase in the percentage of children with lower oxygen saturation in groups with more severe vascular changes on the retina.

Keywords: retinopathy of prematurity, screening, pulsoximetry.

Рецензент – проф. Безкоровайна І. М.

Стаття надійшла 29.07.2017 року