Взаимосвязь между уровнем билирубина, определенным неинвазивным портативным автоматическим анализатором «Билитест АГФ-02», и концентрацией общего билирубина в сыворотке крови, определенной стандартным биохимическим методом, у доношенных новорожденных и поздних недоношенных детей

Скурихина А.В.¹,
Дегтярева А.В.^{2, 3}

¹ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения г. Москвы «Городская клиническая больница им. М.П. Кончаловского» Департамента здравоохранения г. Москвы, Перинатальный центр, 124617, г. Москва, Зеленоград, Российская Федерация

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 117997, г. Москва, Российская Федерация

³ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), 119991, г. Москва, Российская Федерация

В последнее десятилетие в связи с ранней выпиской новорожденных из родильного дома транскутанный метод определения билирубина широко используется для прогнозирования риска развития тяжелой гипербилирубинемии. Клинические рекомендации опираются на использование приборов зарубежного производства, принцип измерения билирубина которых защищен международными патентами, в то время как многие родильные дома Российской Федерации оснащены приборами отечественного производства, имеющими оригинальную конструкцию, что определило необходимость данного исследования. В статье описано проспективное исследование 810 новорожденных, проведенное с помощью прибора отечественного производства «Билитест АГФ-02» («Техномедика», Россия). Выявлена умеренная корреляция показателей транскутанного билирубинового индекса на приборе «Билитест АГФ-02» с концентрацией билирубина в сыворотке крови (при исследовании на груди $r=0,62$ и на лбу $r=0,51$) при значениях транскутанного билирубинового индекса <260 , что ставит под сомнение прогностическую ценность транскутанного измерения содержания билирубина в коже данным прибором.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Скурихина А.В., Дегтярева А.В. Взаимосвязь между уровнем билирубина, определенным неинвазивным портативным автоматическим анализатором «Билитест АГФ-02», и концентрацией общего билирубина в сыворотке крови, определенной стандартным биохимическим методом, у доношенных новорожденных и поздних недоношенных детей // Неонатология: новости, мнения, обучение. 2020. Т. 8, № 3. С. 26–31. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-2402-2020-8-3-26-31>
Статья поступила в редакцию 13.05.2020. Принята в печать 26.08.2020.

Ключевые слова:

гипербилирубинемия, желтуха новорожденных, транскутанное измерение билирубина, Билитест

The relationship of the level of bilirubin determined by the non-invasive portable automatic analyzer "Bilitest AGF-02" and the total bilirubin concentration in blood serum determined by the standard biochemical method in full-term newborns and late premature infants

Skurikhina A. V.¹,
Degtyareva A. V.^{2,3}

¹ City Clinical Hospital named after M.P. Konchalovsky, Perinatal Center, 124617, Moscow, Zelenograd, Russian Federation

² Kulakov Obstetrics, Gynecology and Perinatology National Medical Research Center of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 117997, Moscow, Russian Federation

³ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Sechenov University), 119991, Moscow, Russian Federation

Due to early discharge of newborns from maternity homes, it is necessary to settle the issue of improving the quality of predicting threatening hyperbilirubinemia. The use of devices for bedside non-invasive measurement of bilirubin concentration in the skin can help to solve the problem and determine the tactics of management of newborns with threatening hyperbilirubinemia.

The article describes a prospective examination of 810 newborns, conducted by the use of a device of domestic production "Bilitest". The results report that a moderate correlation of transcutaneous bilirubin index indicators of the "Bilitest" device with the concentration of bilirubin in the blood serum for transcutaneous bilirubin index below 260 was found. It calls into a question the predictive value of measuring transcutaneous bilirubin index done by this device.

Funding. The study had no sponsor support.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

For citation: Skurikhina A.V., Degtyareva A.V. The relationship of the level of bilirubin determined by the non-invasive portable automatic analyzer "Bilitest AGF-02" and the total bilirubin concentration in blood serum determined by the standard biochemical method in full-term newborns and late premature infants. *Neonatologiya: novosti, mneniya, obuchenie* [Neonatology: News, Opinions, Training]. 2020; 8 (3): 26–31. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-2402-2020-8-3-26-31> (in Russian)

Received 13.05.2020. **Accepted** 26.08.2020.

Keywords:
hyperbilirubinemia,
newborn jaundice,
transcutaneous
measurement
of bilirubin, Bilitest

Желтуха – одно из наиболее частых клинических проявлений нарушения обмена веществ в раннем неонатальном периоде. В большинстве случаев нарушение билирубинового обмена в первые дни после рождения ребенка носит транзиторный характер. В то же время не только гемолитическая болезнь новорожденных, но и врожденный дефицит глюкуронилтрансферазы, перинатальные инфекции, другие патологические состояния могут приводить к неонатальной гипербилирубинемии [1–3]. Одним из наиболее опасных осложнений гипербилирубинемии является билирубиновая энцефалопатия [1, 2]. Согласно данным литературы, к концу 1980-х – началу 1990-х гг. частота развития билирубиновой энцефалопатии существенно снизилась [3, 4]. Это произошло благодаря совершенствованию перинатальных технологий и широкому использованию фототерапии с профилактической и лечебной целью. Однако к началу 2000-х гг. в отдельных развитых странах, и в том числе в США, была выявлена тенденция к повторному увеличению частоты билирубиновой энцефалопатии [4], что было связано с переходом акушерских стационаров на раннюю выписку новорожденных и недостаточно тщательной организацией медицинского наблюдения за детьми на дому в первые дни после выписки из стационара [1, 4].

В последние годы в Российской Федерации также стала широко практиковаться ранняя выписка новорожденных

из родильных домов. Это поставило вопрос о повышении качества прогнозирования угрожающей гипербилирубинемии, особенно при негемолитическом характере желтух [1].

Определение концентрации билирубина в сыворотке крови на основании химической реакции с диазотированной сульфаниловой кислотой является наиболее точным способом выявления неонатальной гипербилирубинемии, однако отмечаются такие недостатки, как необходимость наличия в учреждении, где наблюдается ребенок, биохимического анализатора, расходных материалов, инвазивность забора крови и в ряде случаев необходимость повторного забора крови в объеме более 1,0 мл. Прямые спектрофотометрические методы определения концентрации билирубина венозной или капиллярной крови менее точны, и по этой причине не должны использоваться для решения вопроса о тактике ведения ребенка [5, 6].

Альтернативным способом определения билирубина является прикроватное неинвазивное измерение концентрации билирубина в коже (так называемый чрескожный, или транскутанный метод). В последнее десятилетие он получил широкое распространение в неонатологической практике во всем мире [1, 7]. К преимуществам этого метода перед традиционными лабораторными методами определения сывороточного билирубина относятся неинвазивность метода, доступность, безопасность, возможность многократного использования в процессе клинического наблюдения

за ребенком, независимо от времени суток. Важное значение имеет также экономическое преимущество чрескожного определения билирубина перед лабораторным исследованием сывороточного билирубина [7].

Вместе с тем данный метод имеет ряд ограничений и не может полностью заменить лабораторное исследование сывороточного билирубина. Точность чрескожного измерения билирубина зависит от целого ряда факторов, в том числе от технических характеристик приборов разных производителей [1, 3]. В технической документации к приборам гарантирована сильная положительная корреляция (для различных приборов коэффициент корреляции r находится в диапазоне от 0,88 до 0,94) между транскутанным измерением билирубина (ТкБ) и концентрацией сывороточного билирубина (СБ) при показателях ТкБ <260 мкМ/л. Установлено, что при более высоких показателях ТкБ коэффициент корреляции с концентрацией СБ заметно снижается [3]. Поэтому выявление ТкБ >260 мкМ/л требует обязательной перепроверки концентрации билирубина путем измерения СБ стандартным лабораторным методом. Тем не менее точности транскутанного измерения билирубина в большинстве случаев достаточно для динамического наблюдения за новорожденными с негемолитической желтухой с целью своевременного выявления детей из группы высокого риска по развитию угрожающей гипербилирубинемии. На основании анализа изменений содержания билирубина в коже у большого числа новорожденных с физиологическим и патологическим течением желтухи разработаны таблицы для доношенных и поздних недоношенных детей, по которым можно определить дальнейшую тактику их ведения, включая объективную оценку возможности ранней выписки ребенка из акушерского стационара [1, 4, 5].

Вместе с тем предложенный более 20 лет назад подход к прогнозированию у новорожденных первых дней жизни развития угрожающей гипербилирубинемии на основании оценки ТкБ в процессе динамического наблюдения опирался на использование приборов зарубежного производства, принцип измерения билирубина которых защищен международными патентами. В то же время многие родильные дома РФ оснащены приборами отечественного производства, имеющими оригинальную конструкцию и определяющими так называемый транскутанный билирубиновый индекс (ТБИ).

Цель работы – определить точность исследования ТБИ фотометрическим анализатором «Билитест АГФ-02» («Техномедика», Россия) на основании корреляции с СБ, измеренным стандартным лабораторным методом, у доношенных и поздних недоношенных новорожденных.

Материал и методы

Проведено проспективное исследование 810 младенцев, рожденных в ГБУЗ «ГКБ им. М. П. Кончаловского ДЗМ». В группу включения входили условно здоровые доношенные и поздние недоношенные дети, рожденные на 36-й неделе гестации. Средняя масса тела детей при рождении составила 3400 г (от 2210 до 5000 г), средний гестационный возраст – 39 нед (ГВ 36–41 нед). Группу исключения составили недоношенные дети, родившиеся ранее 36 нед гестации, дети с задержкой внутриутробного развития (ЗВУР), с перинатальной патологией, пороками развития, а также пациенты с гемолитической болезнью новорожденных (ГБН) по системе АВ0 или резус-фактору. В период пребывания в родильном доме состояние всех детей оставалось удовлетворительным. Выписка новорожденных осуществлялась в большинстве случаев на 3–4-е сутки жизни. Основными причинами задержки ранней выписки этой группы новорожденных служила патология со стороны матери или начало фототерапии у детей.

Исследование проводили неинвазивным портативным автоматическим транскутанным анализатором «Билитест АГФ-02» (ООО НПП «Техномедика», Россия), предназначенным для определения ТБИ. Транскутанная билирубинометрия основывается на явлении диффузии билирубина из крови в окружающую ткань (дерму). Увеличение концентрации билирубина в крови приводит к повышению концентрации билирубина в дерме и, наоборот, уменьшение концентрации билирубина в крови (например, при переливании крови) приводит к обратному движению билирубина из дермы в кровь, пока между этими двумя системами не наступит равновесие.

Прибор измеряет силу света, отраженного подкожными тканями, в двух диапазонах длин волн. С помощью микроконтроллера в приборе по измеренным значениям вычисляется ТБИ. Расчет выполняют по формуле, полученной производителем экспериментальным путем и дающей максимальную корреляцию между сывороточным билирубином и показателем ТБИ. Результат измерения характеризует условную концентрацию билирубина в тканях.

Измерения проводили в соответствии с инструкцией к прибору, в 2 точках (на лбу над переносицей и на верхней части грудины). Замеры выполняли всем детям, у которых появилась желтуха, ежедневно в 12:00 до выписки или до начала фототерапии. По показаниям исследование проводили чаще. В каждой точке для повышения точности данных замеры осуществляли 3 раза. В индивидуальную карту наблюдения за новорожденным ежедневно вносили

Таблица 1. Транскутанный билирубиновый индекс (ТБИ) у детей в возрасте от 2 до 8 сут жизни, Ме [Q_1 ; Q_3]

Показатель	Сутки жизни						
	2-е	3-и	4-е	5-е	6-е	7-е	8-е
	количество детей						
	340	615	403	114	25	15	3
ТБИ (грудь)	115 [86; 134]	142 [101; 180]	140 [100; 180]	140 [95; 170]	115 [52; 137]	115 [102; 142]	70 [55; 135]
ТБИ (лоб)	120 [100; 139]	141 [102; 182]	140 [100; 180]	139 [95; 181]	120 [47; 140]	110 [102; 140]	70 [60; 140]

Таблица 2. Концентрация билирубина в сыворотке венозной крови и транскутанный билирубиновый индекс (ТБИ) у новорожденных в возрасте 2–6 сут жизни, Ме [Q_1 ; Q_3]

Показатель	Сутки жизни				
	2-е	3-и	4-е	5-е	6-е
	количество детей				
	19	26	20	8	1
Доля детей, %*	5,5	4,2	4,0	7,0	4,0
Сывороточный уровень билирубина, мкмоль/л	222 [189; 262]	275 [250; 291]	262 [233; 289]	260 [244; 260]	253
ТБИ (грудь)	180 [230; 285]	260 [230; 280]	260 [245; 280]	260 [240; 290]	180
ТБИ (лоб)	200 [170; 220]	240 [215; 260]	250 [240; 280]	240 [240; 250]	310

* – процент детей, у которых брали кровь для определения сывороточного билирубина, от общего количества детей с желтушностью кожи в данные сутки.

среднее значение 3-кратного измерения. Результаты соотносили с графиком показаний к фототерапии [3] и рисунком вероятности отсроченного развития гипербилирубинемии по Бхутани [3]. У детей, у которых, согласно ТБИ, были показания к лечению желтухи, брали венозную кровь для определения сывороточного билирубина. Для расчета корреляции использовали показатели ТБИ детей, которые фиксировались одновременно с забором крови для определения сывороточного билирубина.

Сывороточный билирубин определяли биохимическим анализатором SAPHIRE фирмы «Хиросэ Электроник Систем Ко., Лтд» (Япония) с использованием стандартных реактивов Randox (RX series).

Статистическая обработка данных выполнена на индивидуальном компьютере с помощью электронных таблиц Microsoft Excel и пакетов прикладных программ Statistica для Windows версии 10 (StatSoft Inc., США). Для каждого количественного параметра были определены медиана (Ме), 25-й и 75-й квартили (Q_1 – Q_3 /LQ; UQ), 95% доверительный интервал (ДИ). Связь между изучаемыми количественными показателями оценивали по результатам корреляционного анализа с вычислением коэффициента корреляции (r) Спирмена и последующим установлением их значимости по t -критерию. Показатель корреляции оценивали по шкале Чеддока. Показатель корреляции (r) $<0,3$ считали незначимым, если коэффициент корреляции находился в диапазоне от 0,3 до 0,5 – корреляционная связь умеренной силы, 0,5–0,7 – заметная, $>0,7$ – сильная корреляционная зависимость.

Результаты и обсуждение

Показатели уровня билирубина, определенного транскутанным прибором у новорожденных в период пребывания в родильном доме, представлены в табл. 1. Во всех случаях

визуально желтуха впервые была выявлена на 2–4-е сутки жизни. На 1-е сутки жизни среди детей нашей выборки желтуха визуально не зафиксирована. На 2-е сутки жизни желтушность кожных покровов появилась у 340 (42%) новорожденных, на 3-и сутки жизни – у 615 (76%). В возрасте 4 сут жизни желтуха отмечалась у 403 (80%) из 504 детей (306 детей выписаны на 3-и сутки домой). В дальнейшем желтушность кожных покровов или ее отсутствие фиксировалось у детей, оставшихся в отделении. Тогда как большая часть детей к 5-м суткам была выписана домой под наблюдение участкового педиатра.

У большинства детей уровень билирубина в возрасте 3–4 сут жизни составил <256 мкм/л, что свидетельствовало о физиологическом характере желтухи. У 9,1% детей в возрасте 2–6 сут (на 2-е сутки у 19 новорожденных, на 3-е сутки жизни у 26 детей, на 4-е сутки жизни у 20 детей, на 5-е сутки жизни у 8 детей и у 1 в 6 дней) уровень транскутанного билирубина достигал значений, являющихся показанием к проведению фототерапии, в связи с чем исследовался сывороточный билирубин (табл. 2).

Всего у 74 новорожденных (9,1% общего количества обследованных детей) были определены показания к исследованию сывороточного билирубина (см. табл. 2).

При расчете коэффициента корреляции между ТБИ и сывороточным билирубином использованы данные 61 из 74 детей, ТБИ которых оказался <260 мкм/л (табл. 3).

Как следует из табл. 3, в нашем исследовании выявлена заметная корреляция между ТБИ и сывороточным билирубином, определенным на груди ($r=0,62$) (рис. 1) и на лбу ($r=0,51$) (рис. 2). При нарастании ТБИ >260 мкм/л корреляция показателей прибора с концентрацией билирубина в сыворотке крови закономерно снижалась ($r=0,31$).

Полученные нами результаты отличаются от представленных в литературе данных, что, вероятно, обусловлено

Таблица 3. Корреляция между транскутанным билирубиновым индексом (ТБИ), определенным при помощи «Билитест АГФ-02», и билирубином венозной крови у новорожденных

Область определения ТБИ	Коэффициент корреляции
Сопоставление ТБИ, измеренного на груди, с концентрацией общего билирубина	0,62
Сопоставление ТБИ, измеренного на лбу, с концентрацией общего билирубина	0,51
Сопоставление ТБИ (усредненный показатель двух точек измерения) с концентрацией общего билирубина	0,623
Сопоставление ТБИ, измеренного в двух точках (на груди на лбу), между собой	0,93 (у всех обследованных детей)

Рис. 1. Корреляция между ТБИ, определенным на груди, и сывороточным билирубином ($r=0,62$)

Здесь и на рис. 2: расшифровка аббревиатур дана в тексте.

относительно малым числом парных наблюдений. Большинство авторов свидетельствуют о высокой корреляции между транскутанным и сывороточным билирубином, степень выраженности которой зависит от технических характеристик прибора и уровня билирубина. В исследовании Д.В. Аксенова и соавт. обнаружена очень тесная корреляционная связь при измерении билирубина аппаратом «Билимет К» («Техномедика», Россия) ($r=0,87$) и прибором «Dräger JM-105» (Германия) ($r=0,97$) в диапазоне концентраций билирубина от 100 до 255 мкм/л. Коэффициент корреляции между результатами определения общего билирубина в крови и транскутанным измерением прибором «Били-тест 2000» («Техномедика», Россия) оказался менее высоким ($p<0,05$) по сравнению с результатом, полученным при использовании прибора «Dräger JM-105», однако выше, чем в нашем исследовании [8].

В недавно опубликованном исследовании также показан высокий коэффициент корреляции [$r=0,98$ (ошибка только 2%)] при использовании другого прибора: BiliCare™ system (Natus Medical, США)]. Исследование проводили у доношенных и поздних недоношенных детей, не получающих фототерапию [9].

Кроме того, при оценке точности приборов Dräger JM-105 показан высокий коэффициент корреляции не только у доношенных, но и у недоношенных детей, в том числе

Рис. 2. Корреляция между ТБИ, определенным на лбу, и сывороточным билирубином ($r=0,51$)

у глубоко недоношенных [10]. При сравнении точности разных приборов у одного и того же пациента в исследовании К. Ямапа и соавт. показана достоверно более высокая точность прибора «Dräger JM-105» (Германия) по сравнению с BiliCare™ system (Natus Medical, США) при уровне общего билирубина <7 мг/дл (119 мкм/л) или ≥ 15 мг/дл (256 мкм/л) [11].

Заключение

В нашем исследовании не получено сильной корреляционной связи между значениями ТБИ, измеренными прибором «Билитест АГФ-02» фирмы «Техномедика», и показателями венозного билирубина, что ставит под сомнение прогностическую ценность измерения билирубина данным прибором и вносит ограничения по использованию рекомендованного Общероссийской общественной организацией содействия развитию неонатологии «Российское общество неонатологов» метода оценки риска гипербилирубинемии у новорожденных при ранней выписке из стационара.

Ограничением нашего исследования было относительно малое число парных наблюдений, что обусловлено этическими соображениями: инвазивные методы исследования клинически здоровым детям должны назначаться только при наличии абсолютных показаний.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Скурихина Анна Викторовна (Anna V. Skurikhina) – врач-неонатолог перинатального центра ГБУЗ «ГКБ им. М.П. Кончаловского ДЗМ», Москва, Зеленоград, Российская Федерация

E-mail: Anna-skurikhina@yandex.ru

Дегтярева Анна Владимировна (Anna V. Degtyareva) – доктор медицинских наук, профессор, заведующая отделом педиатрии Института неонатологии и педиатрии ФГБУ «НМИЦ АГП им. В.И. Кулакова» Минздрава России, профессор кафедры неонатологии Клинического института детского здоровья им. Н.Ф. Филатова ФГАУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

E-mail: annadim@yahoo.com

<https://orcid.org/0000-0003-0822-751X>

ЛИТЕРАТУРА

1. Дегтярева А.В., Дегтярев Д.Н. Современные принципы диагностики и лечения негемолитической гипербилирубинемии у доношенных и поздних недоношенных детей в раннем неонатальном периоде // Неонатология: новости, мнения, обучение. 2014. № 4. С. 67–76.
2. Володин Н.Н., Антонов А.Г., Аронскинд Е.В., Байбарина Е.Н., Дегтярев Д.Н., Дегтярева А.В. и др. Протокол диагностики и лечения гипербилирубинемии у новорожденных детей // Вопросы практической педиатрии. 2006. Т. 1, № 6. С. 9–18.
3. Володин Н.Н., Дегтярев Д.Н., Дегтярева А.В., Нароган М.В. Желтухи новорожденных. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. 192 с.
4. Maisels J.M. Historical perspectives: transcutaneous bilirubinometry // NeoReviews. 2006. Vol. 7, N 5. P. e217–e225.
5. Володин Н.Н., Дегтярев Д.Н., Дегтярева А.В., Карпова А.Л., Мебелова И.И., Пруткин М.Е. и др. Тактика ведения доношенных и недоношенных новорожденных с непрямой гипербилирубинемией. В кн.: Клинические рекомендации. Неонатология. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. С. 58–94.
6. Клинические рекомендации по тактике ведения детей с гемолитической болезнью плода и новорожденного. Утверждены Российским обществом неонатологов и Российской ассоциацией специалистов перинатальной медицины.
7. Chokemungmeepisarn P., Tantiprabha W., Kosarat S., Manopunya S. Accuracy of the Bilicare™ transcutaneous bilirubinometer as the predischarge screening tool for significant hyperbilirubinemia in healthy term and late preterm neonates // J. Matern. Fetal Neonatal Med. 2020. Vol. 33, N 1. P. 57–61. DOI: <https://doi.org/10.1080/14767058.2018.1484098>
8. Аксенов Д.В., Тимофеева Л.А., Дегтярев Д.Н. Сравнение результатов инвазивного и неинвазивного способов диагностики гипербилирубинемии у новорожденных // Неонатология: новости, мнения, обучение. 2015. № 2. С. 63–67.
9. Oldak D., García G., Gonzalez E.E., Aillon E., Falcon J.C., Ayala E. et al. Reproducibility of BiliCare™ transcutaneous bilirubin meter in Mexican newborns. Int. J. Pediatrics. 2019. Vol. 2019. Article ID 3812152. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/3812152>
10. Cheung K.H.S., Tan M.G., Fook-Chong S.M.C., Yeo C.L. Agreement between transcutaneous bilirubin and serum bilirubin measurements before, during and after phototherapy in term and preterm neonates a prospective cohort study in an Asian multi-ethnic population // Ann. Pediatr. Res. 2019. Vol. 3, N 1. P. 1018.
11. Yamana K., Morioka I., Kurokawa D., Fukushima S., Nishida K., Ohyama S. et al. Evaluation of BiliCare™ transcutaneous bilirubin device in Japanese newborns // Pediatr. Int. 2017. Vol. 59, N 10. P. 1058–1063. DOI: <https://doi.org/10.1111/ped.13364>

REFERENCES

1. Degtyareva A.V., Degtyarev D.N. Modern principles of diagnosis and treatment of non-hemolytic hyperbilirubinemia in late-term and full-term infants in the early neonatal period. Neonatologiya: novosti, mneniya, obuchenie [Neonatology: News, Opinions, Training]. 2014; (4): 67–76. (in Russian)
2. Volodin N.N., Antonov A.G., Aronskind E.V., Baibarina E.N., Degtyarev D.N., Degtyareva A.V., et al. Protocol for diagnosis and treatment of hyperbilirubinemia in newborns. Voprosy prakticheskoy pediatrii [Questions of Practical Pediatrics]. 2006; 1 (6): 9–18. (in Russian)
3. Volodin N.N., Degtyarev D.N., Degtyareva A.V., Narogan M.V. Jaundice of newborns. Moscow: GEOTAR-Media; 2019: 192 p. (in Russian)
4. Maisels M.J. Historical perspectives: transcutaneous bilirubinometry. NeoReviews. 2006; 7 (5): e217–25.
5. Volodin N.N., Degtyarev D.N., Degtyareva A.V., Karpova A.L., Mebelova I.I., Prutkin M.E., et al. Management of full-term and premature newborns with indirect hyperbilirubinemia. In: Clinical Practice Guidelines. Neonatology. Moscow: GEOTAR-Media; 2019: 58–94. (in Russian)
6. Clinical recommendations for the management of children with hemolytic disease of the fetus and newborn. Approved: the Russian Society of Neonatologists and the Russian Association of Perinatal Medicine Specialists. (in Russian)
7. Chokemungmeepisarn P., Tantiprabha W., Kosarat S., Manopunya S. Accuracy of the Bilicare™ transcutaneous bilirubinometer as the predischarge screening tool for significant hyperbilirubinemia in healthy term and late preterm neonates. J Matern Fetal Neonatal Med. 2020; 33 (1): 57–61. DOI: <https://doi.org/10.1080/14767058.2018.1484098>
8. Aksenov D.V., Timofeeva L.A., Degtyarev D.N. Comparison of results of invasive and non-invasive methods of diagnosing hyperbilirubinemia in newborns. Neonatologiya: novosti, mneniya, obuchenie [Neonatology: News, Opinions, Training]. 2015; (2): 63–7. (in Russian)
9. Oldak D., García G., Gonzalez E.E., Aillon E., Falcon J.C., Ayala E., et al. Reproducibility of BiliCare™ transcutaneous bilirubin meter in Mexican newborns. Int J Pediatrics. 2019; 2019: ID 3812152. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/3812152>
10. Cheung K.H.S., Tan M.G., Fook-Chong S.M.C., Yeo C.L. Agreement between transcutaneous bilirubin and serum bilirubin measurements before, during and after phototherapy in term and preterm neonates a prospective cohort study in an Asian multi-ethnic population. Ann Pediatr Res. 2019; 3 (1): 1018.
11. Yamana K., Morioka I., Kurokawa D., Fukushima S., Nishida K., Ohyama S., et al. Evaluation of BiliCare™ transcutaneous bilirubin device in Japanese newborns. Pediatr Int. 2017; 59 (10): 1058–1063. DOI: <https://doi.org/10.1111/ped.13364>