

КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОЙ БАЛАНС И ГАЗОВЫЙ СОСТАВ ПУПОВИННОЙ КРОВИ ПРИ НИЗКОЙ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ДОНОШЕННОГО НОВОРОЖДЕННОГО ПО ШКАЛЕ АПГАР

Татьяна Николаевна Углева^{1✉}, Валентина Геннадьевна Тарабрина²,
Лилия Александровна Алексеенко³

¹Ханты-Мансийская государственная медицинская академия, Ханты-Мансийск, Россия

^{2,3}Окружная клиническая больница, Ханты-Мансийск, Россия

¹tatjana.ugleva@yandex.ru [✉], <http://orcid.org/0000-0003-3653-3696>

²valy19894@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3101-6991>

³allexa33@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6739-7215>

Аннотация. Цель – определить взаимосвязь показателей кислотно-щелочного баланса и газов пуповинной крови и низкой оценки по шкале Апгар у доношенных новорожденных. **Материалы и методы.** Проведено ретроспективное когортное исследование 273 новорожденных детей в Перинатальном центре Окружной клинической больницы (г. Ханты-Мансийск) в период 2015–2018 гг. методом случайного отбора: 63 доношенных новорожденных с низкой оценкой по шкале Апгар < 7 на 1-й мин жизни (основная группа) и 210 доношенных детей с оценкой по шкале Апгар > 7 через 1 мин (группа сравнения). Все новорожденные родились в срок 38–42 недели, были от одноплодных беременностей, без обнаруживаемых пороков развития. Образцы крови были взяты сразу после рождения из пупочной вены после пережатия и пересечения пуповины, а затем отправлены немедленно для анализа с помощью автоматизированного анализатора EASYSSTAT (Medica, США). **Результаты.** Низкая оценка по шкале Апгар на 1-й мин отражает состояние ацидоза при рождении в 62 %, на 5-й мин – в 81 % случаев. Выраженный ацидоз пуповинной крови ($pH \leq 7,1$) в 2 раза чаще наблюдался у новорожденных с низкой оценкой по шкале Апгар на 5-й мин, чем на 1-й мин жизни (33,3 и 68,8 %, $p = 0,010$). Частота неонатального ацидоза даже при нормальном 5-минутном показателе по шкале Апгар была в 4,3 % ($pH \leq 7,1$), в том числе тяжелый ацидоз ($pH \leq 7,0$) – в 0,8 % случаев. Наиболее тесно балльная оценка по Апгар коррелировала с pH крови, чем с другими показателями кислотно-щелочного баланса и газов пуповинной крови. Рекомендуется определение pH пуповинной крови, поскольку оно отражает состояние новорожденного более точно, чем все другие измерения.

Ключевые слова: кислотно-щелочной баланс, пуповинная кровь, доношенные новорожденные

Шифр специальности: 3.1.21. Педиатрия.

Для цитирования: Углева Т. Н., Тарабрина В. Г., Алексеенко Л. А. Кислотно-щелочной баланс и газовый состав пуповинной крови при низкой оценке состояния доношенного новорожденного по шкале Апгар // Вестник СурГУ. Медицина. 2022. № 3 (53). С. 32–39. DOI 10.34822/2304-9448-2022-3-32-39.

ВВЕДЕНИЕ

Оценка по шкале Апгар была предложена в 1952 г. как средство быстрой оценки клинического статуса новорожденного и в настоящее время остается общепринятым методом оценки состояния детей после рождения [1]. Первоначально шкала Апгар была разработана с целью оценки необходимости вмешательства через 1 мин при нарушениях дыхания у только что родившегося ребенка, однако в современной неонатальной реанимации предусмотрено начало реанимации еще до определения таких нарушений [2, 3]. Оценка по шкале Апгар включает окраску кожных покровов, частоту сердечных сокращений, рефлексы, мышечный тонус, дыхание и регистрируется через 1 и 5 мин у всех новорожденных. Если через 5 мин ребенок имеет оценку менее 7 баллов, рекомендуется продолжать оценку с 5-минутными интервалами до 20 мин в качестве мониторинга реакции на проведение реанимационных мероприятий [4].

Оценка по шкале Апгар может варьироваться в зависимости от гестационного возраста, веса при рождении, инфицирования, родового травматизма, назначением матери седативных препаратов и анестезии, а также врожденных аномалий [4, 5].

Низкий балл по шкале Апгар от 0 до 1 на 1-й мин не предсказывает неблагоприятных клинических исходов, поскольку большинство новорожденных даже с очень низкими 1-минутными баллами могут иметь нормальные баллы к 5 мин. Низкие оценки по шкале Апгар (< 5 баллов) через 5 и 10 мин коррелируют со смертностью и могут указывать на повышенный риск неблагоприятных неврологических исходов [5].

Таким образом, оценка по шкале Апгар ограничена тем, что она дает несколько субъективную информацию о состоянии ребенка в данный момент време-

ни. Исходя из этого, знание кислотно-основного статуса (КОС) и обнаружение ацидоза в пуповинной крови могут служить чувствительным и полезным компонентом в оценке риска заболеваемости и смертности новорожденного. Анализ газов пуповинной крови является точным и проверенным инструментом для оценки ацидоза и степени гипоксемии новорожденных во время родов [6].

Анализ пуповинной крови отражает картину кислотно-щелочного баланса ребенка в момент рождения после пережатия пуповины. Если $pH < 7,0$ при рождении, то это доказывает, что у ребенка была внутриутробная гипоксия, и такие новорожденные подвергаются высокому риску неблагоприятного исхода. Наоборот, нормальные результаты газов пуповинной крови как артериальной, так и венозной в сочетании с удовлетворительным клиническим состоянием ребенка обычно позволяют предполагать отсутствие внутриутробной гипоксии [6].

Компонентами КОС пуповинной крови, которые чаще всего используются исследователями в качестве средства оценки состояния новорожденных, являются pH и избыток оснований (base excess, BE). Эпидемиологические данные продемонстрировали повышенный риск тяжелой неврологической заболеваемости и смертности при $pH \leq 7,0$ пуповинной крови, поро-

говый $pH 7,10$ – неблагоприятные неврологические исходы, а «идеальный» pH артериальной крови пуповины составляет $7,26-7,30$ [7].

В результате анализа газов пуповинной крови были определены нормальные референтные значения у 160 новорожденных с оценкой по шкале Апгар не менее 7 через одну и пять минут после родов. Расчетный референтный диапазон pH пуповинной артерии составлял $7,18-7,42$; $pO_2 - 6,43-29,43$ мм рт. ст., $pCO_2 - 33,44-66,56$ мм рт. ст. и $HCO_3 - 15,60-30,70$ мэкв/л. Референтный диапазон, полученный для пуповинного венозного pH , составлял $7,28-7,44$; $pO_2 - 13,97-37,13$ мм рт. ст., $pCO_2 - 30,70-57,0$ мм рт. ст. и для $HCO_3 - 18,50-29,90$ мэкв/л [8].

Анализ газового состава и кислотно-щелочного баланса уже при рождении позволяет выявлять новорожденных с риском развития энцефалопатии, и тестирование газов пуповинной крови используется у младенцев с $pH \leq 7,10$ крови пуповины как критерий скрининга неонатальной и своевременного выявления умеренной или тяжелой энцефалопатии [9]. Новорожденные с легкой ацидемией (pH пупочной артерии $7,11-7,19$) демонстрировали повышенный риск комбинированной заболеваемости по сравнению с новорожденными с нормальным pH пупочной артерии ($\geq 7,20$) [10]. В некоторых исследованиях было выявлено

Original article

ACID-BASE BALANCE AND GAS COMPOSITION OF THE UMBILICAL CORD BLOOD IN THE FULL-TERM NEWBORNS WITH A LOW APGAR SCORE

Tatyana N. Ugleva¹✉, Valentina G. Tarabrina², Liliya A. Alekseenko³

¹Khanty-Mansiysk State Medical Academy, Khanty-Mansiysk, Russia

^{2,3}District Clinical Hospital, Khanty-Mansiysk, Russia

¹tatjana.ugleva@yandex.ru ✉, <http://orcid.org/0000-0003-3653-3696>

²valy19894@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3101-6991>

³allexa33@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6739-7215>

Abstract. The study aims to determine the relation between the indicators of acid-base balance and umbilical cord blood gases in full-term newborns with a low Apgar score. **Materials and methods.** A retrospective cohort study of 273 newborns in the Perinatal Center of the Khanty-Mansiysk was conducted by random selection for the period of 2015–2018. The main group consisted of 63 full-term newborns with a low Apgar score of < 7 at the 1st minute of life. The comparison group consisted of 210 full-term newborns with an Apgar score of > 7 at the 1st minute after birth. Born at 38–42 weeks from single pregnancies, all newborns showed no malformations. As soon as the umbilical cord was clamped and cut, the blood samples were taken from the umbilical vein to be analyzed with an automated EASYSSTAT analyzer (Medica, USA). **Results.** A low Apgar score at the 1st minute reflects the state of acidosis at birth in 62 % of cases, at the 5th minute – in 81 %. Significant cord blood acidosis ($pH \leq 7.1$) was observed 2 times more often in newborns with a low Apgar score at the 5th minute of life than at the 1st minute (33.3 and 68.8 %, $p = 0.010$). The frequency of neonatal acidosis, even with a normal Apgar score at the 5th minute, was detected in 4.3 % of cases ($pH \leq 7.1$), and severe case of acidosis ($pH \leq 7.0$) in 0.8 %. An Apgar score correlated more closely with pH of blood than with acid-base balance and umbilical cord blood gases. It is recommended to determine the pH of umbilical cord blood as it reflects the condition of the newborn more accurately than other indicators.

Keywords: acid-base balance, umbilical cord blood, full-term newborns

Code: 3.1.21. Pediatrics.

For citation: Ugleva T. N., Tarabrina V. G., Alekseenko L. A. Acid-Base Balance and Gas Composition of the Umbilical Cord Blood in the Full-Term Newborns with a Low Apgar Score // Vestnik SurGU. Medicina. 2022. No. 3 (53). P. 32–39. DOI 10.34822/2304-9448-2022-3-32-39.

но значимо низкое содержание кислорода (pO_2) в пуповинной крови, однако этот показатель, по мнению авторов, является плохим предиктором неонатальной заболеваемости у доношенных новорожденных [11].

Проведенный систематический обзор и метаанализ показал, что низкий pH крови пуповины $< 7,0$ был достоверно связан с неонатальной смертностью, гипоксической ишемической энцефалопатией, внутрижелудочковым кровоизлиянием, перивентрикулярной лейкомаляцией и церебральным параличом [12].

Новорожденные с pH крови пуповины $< 7,00$ с большей вероятностью имели более низкие баллы по шкале Апгар (через 1, 5, 10 мин), дольше получали вентиляцию под положительным давлением менее пяти минут, наблюдалась умеренная или тяжелая энцефалопатия, электрографические судороги и более высокий уровень смертности [9].

Таким образом, с целью оценки уровня гипоксии плода в родах и дифференцировки ее с другой патологией применяется определение показателей КОС крови пуповины. Несмотря на достаточно интенсивные исследования в этом направлении, наличие взаимосвязи изменений КОС пуповинной крови с оценкой по шкале Апгар, а также критерии нормы и патологии до сих пор остаются спорными.

Цель – определить взаимосвязь показателей кислотно-основного статуса и газов пуповинной крови с низкой оценкой по шкале Апгар у доношенных новорожденных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено ретроспективное когортное исследование 273 новорожденных детей в Перинатальном центре Окружной клинической больницы (ОКБ) г. Ханты-Мансийска в период 2015–2018 гг. методом случайного отбора по таблице случайных цифр. Для исследования были отобраны две группы новорожденных. Группа I (основная) состояла из 63 доношенных новорожденных с низкой оценкой по шкале Апгар < 7 на 1-й мин жизни. Этим пациентам был установлен диагноз «асфиксия при рождении» (P21). Группа II (сравнения) состояла из 210 доношенных детей с оценкой по шкале Апгар > 7 через 1 мин без установленного диагноза «асфиксия при рождении» (P21). Все новорожденные родились в сроке 38–42 недели, были от одноплодных беременностей, без обнаруживаемых пороков развития. Критериями исключения были видимые врожденные аномалии при рождении, тяжелые формы гемолитической болезни плода и новорожденного, многоплодная беременность. Материалом для исследования послужила пуповинная кровь. Образцы

крови были взяты сразу после рождения из пуповинной вены в родовом зале или операционной после пережатия и пересечения пуповины, а затем отправлены немедленно на анализ КОС и газов крови. С помощью автоматизированного анализатора EASYSTAT (Medica, США) определяли pH, парциальное давление CO_2 (pCO_2), парциальное давление O_2 (pO_2), бикарбонатный буфер (HCO_3), базовый остаток экстраклеточной жидкости BE-ECF (base excess – extracellular fluid) и базовый остаток крови – BE-B (base excess) в гепаринизированной цельной пуповинной крови. Когорта была стратифицирована по pH крови пуповины на нормальное состояние КОС ($pH \geq 7,20$), легкий ацидоз ($pH 7,11–7,19$), выраженный ацидоз ($pH 7,00–7,10$) и тяжелый ацидоз ($pH \leq 7,00$). Исследовали материнские факторы: возраст матери, паритет, положение плода, характер родоразрешения. Характеристики пациента включали гестационный возраст, пол, массу, длину тела и окружность головы при рождении, оценку по шкале Апгар (через одну и пять минут). Значение исследуемых величин представляли в виде непараметрических данных Me (Q25; Q75), медианы в зависимости от вида распределения и 95 %-го доверительного интервала (95 % ДИ). Сравнения проводились с использованием U-критерия Манна – Уитни для непрерывных переменных и критерия χ^2 Пирсона для категориальных переменных. Значение вероятности $p < 0,05$ считалось статистически значимым.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В Перинатальном центре ОКБ г. Ханты-Мансийска за период 2018–2021 гг. родилось всего 8 742 ребенка, из них доношенных – 8 106 (92,7 %). Частота перинатальной асфиксии, включая внутриутробную гипоксию (P20) и асфиксию при родах (P21), за последние четыре года составила от 4,2 до 7,7 % (в среднем 5,8 %) от общего числа всех родившихся детей (форма № 32) (табл. 1). Среди доношенных новорожденных внутриутробная гипоксия (P20) и асфиксия при родах (P21) наблюдались у 349 детей из 8 106 родившихся в срок, частота перинатальной асфиксии у них составила 4,3 % согласно отчетной форме № 32. Значительно выше частота гипоксии плода и асфиксии новорожденного установлена среди недоношенных новорожденных – у 159 из 636 родившихся преждевременно (25,0 %), в отличие от доношенных детей (4,3 %, $p < 0,05$). Особенно высокая встречаемость перинатальной асфиксии характерна для детей с очень низкой массой тела (ОНМТ) при рождении и экстремально низкой массой тела при рождении (ЭНМТ) при рождении – у 52 из 67 родившихся, что составило 77,6 % (табл. 1).

Таблица 1

Частота перинатальной асфиксии у новорожденных в Перинатальном центре Окружной клинической больницы г. Ханты-Мансийска за период 2018–2021 гг.

Показатель	Годы			
	2018	2019	2020	2021
Количество родившихся детей, n	2 112	2 206	2 185	2 239
- из них доношенных, n (%)	1 963 (92,9)	2 050 (92,9)	2 022 (92,5)	2 071 (92,4)

- из них недоношенных, n (%)	149 (7,0)	156 (7,0)	163 (7,45)	168 (7,5)
- из них с ОНМТ и ЭНМТ, n (%)	17 (0,8)	17 (0,7)	16 (0,73)	17 (0,75)
Количество новорожденных с асфиксией при рождении, n (%), в том числе:	89 (4,2)	170 (7,7)	120 (5,5)	129 (5,7)
- доношенных, n (%)	59 (3,0)	123 (6)	74 (3,65)	93 (4,4)
- недоношенных, n (%)	30 (20,1)	47 (30,1)	46 (28,2)	36 (21,4)
в том числе:				
- дети с ОНМТ и ЭНМТ, n (%)	11 (64,7)	10 (58,8)	15 (93,7)	16 (94,1)

Примечание: ОНМТ – очень низкая масса тела, ЭНМТ – экстремально низкая масса тела.

По результатам исследования, в основной группе у всех новорожденных, согласно критериям включения, была низкая оценка по шкале Апгар на 1-й мин (< 7). 12 из 63 (19,0 %) имели оценку по шкале Апгар 0–3 балла через 1 мин жизни, и им был установлен диагноз «тяжелая асфиксия при рождении». У 51 (81 %) ребенка оценка по шкале Апгар на 1-й мин жизни составила 4–6 баллов и установлен диагноз «умеренной

асфиксии при рождении». У 16 из 63 (25,4 %) новорожденных с низкой оценкой по шкале Апгар на 1-й мин сохранялась низкая оценка по шкале Апгар (< 7) и на 5-й минуте жизни.

Как следует из табл. 2, средняя оценка по шкале Апгар достоверно ниже в основной группе новорожденных на 1-й и 5-й мин жизни по сравнению с контролем.

Акушерский анамнез и антропометрические данные доношенных новорожденных с низкой оценкой по шкале Апгар

Таблица 2

Показатели	Дети с оценкой по шкале Апгар на 1-й мин < 7 n = 63	Дети с оценкой по шкале Апгар на 1-й мин ≥ 7 n = 210	U-критерий Манна – Уитни, Хи-квадрат, p
Возраст матери, год, Me [Q1; Q3]	30,0 [25; 33]	29,0 [25; 32]	7 170,5* 0,311
Срок гестации, нед, Me [Q1; Q3]	40,0 [39; 40]	39,0 [38; 40]	8 262* 0,002
Паритет, Me [Q1; Q3]	1,0 [1; 2]	1,0 [1; 2]	4 991* 0,002
Первородящие, n (%)	36 (57,1)	66 (31,4)	13,692** < 0,001
Патологическое положение плода (ягодичное, поперечное, ножное, тазовое, косое), n (%)	5 (7,9)	8 (3,8)	1,820** 0,178
Кесарево сечение, n (%)	19 (30,2)	68 (32,4)	0,110** 0,740
Мальчики/девочки, n	37/26	105/105	1,480** 0,224
Масса тела, г, Me [Q1; Q3]	3 540,0 [3 210; 3 885]	3 460,0 [3 220; 3 730]	7 335* 0,19
Длина тела, см, Me [Q1; Q3]	53,0 [51,5; 54,5]	52,0 [51; 54]	7 460,5* 0,12

Окружность головы, см, Me [Q1; Q3]	35,0 [35; 36]	35,0 [34; 36]	7 699,5* 0,042
Оценка по шкале Апгар на 1-й мин, Me [Q1; Q3]	5,0 [4; 6]	8,0 [8; 9]	0* < 0,001
Оценка по шкале Апгар на 5-й мин, Me [Q1; Q3]	7,0 [6,5; 7]	9,0 [8; 9]	579* < 0,001

Примечание: p – уровень значимости; $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$ – при сравнении основной группы с группой сравнения; * – U-критерий Манна – Уитни, ** – критерий Хи-квадрат.

Материнские характеристики у новорожденных основной группы и группы сравнения были сходны в отношении среднего возраста матерей, частоты патологического положения плода и частоты оперативного родоразрешения (в группе детей с низкой оценкой по шкале Апгар значимо выше был срок гестации, хотя все беременности были доношенными, значимо меньше был паритет у матери и преобладали первородящие женщины). По антропометрическим характеристикам между группами новорожденных с низкой и с нормальной оценкой по шкале Апгар значимых отличий по массе и длине тела при рождении не выявлено (табл. 2). Однако у новорожденных с низкой оценкой по шкале Апгар на 1-й мин значимо больше был средний размер окружности головы

при рождении в сравнении с группой контроля. Эти факторы как материнские, так и со стороны плода и новорожденного можно рассматривать как связанные с низкой оценкой по шкале Апгар при рождении доношенного ребенка.

Ацидоз при рождении, а также гиперкапния и гипоксемия были характерными для новорожденных с низкой оценкой по шкале Апгар на 1-й мин. Об этом свидетельствует значимо низкое среднее значение pH пуповинной крови, а также достоверно высокие средние значения содержания pCO_2 и значимо ниже парциальное напряжение O_2 (pO_2) у новорожденных с низкой оценкой по шкале Апгар на 1-й минуте, чем в группе новорожденных с нормальной оценкой по шкале Апгар (табл. 3).

Таблица 3

Показатели КОС пуповинной крови доношенных новорожденных с низкой оценкой по шкале Апгар

Показатели КОС пуповинной крови	Дети с оценкой по шкале Апгар на 1-й мин < 7 n = 63	Дети с оценкой по шкале Апгар на 1-й мин ≥ 7 n = 210	U-критерий Манна – Уитни, p
pH, Me [Q1; Q3]	7,18 [7,05; 7,25]	7,34 [7,29; 7,37]	1 634,5 < 0,001
pCO_2 , мм рт. ст, Me [Q1; Q3]	48,65 [36,97; 62,57]	33,9 [29,2; 41,9]	9 955,5 < 0,001
pO_2 , мм рт. ст, Me [Q1; Q3]	22,95 [12,57; 38,27]	41,6 [33,2; 52,75]	3 064 < 0,001
SO_2 %, Me [Q1; Q3]	60,4 [41,4; 85,1]	73,35 [56,62; 86,8]	2 390,5 0,071
HCO_3^- , ммоль/л, Me [Q1; Q3]	16,1 [13,67; 17,55]	18,1 [16,87; 19,9]	2 982 < 0,001
BE-ECF, ммоль/л, Me [Q1; Q3]	-10,0 [-12; -8,5]	-7,8 [-11,1; -6,1]	828,5 < 0,001
BE-B, ммоль/л, Me [Q1; Q3]	-8,7 [-11,1; -7,4]	-5,7 [-7,1; -4,3]	596,5 < 0,001

Примечание: p – уровень значимости; $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$ – при сравнении основной группы с группой сравнения.

Не выявлено различий в среднем значении сатурации кислорода между группами.

Мы предполагаем, что гиперкапния и гипоксемия плода и новорожденного возникает в результате нарушения трансплацентарного газообмена диффузии кислорода и транспорта кислорода от матери к плоду и приводит к развитию респираторного ацидоза при рождении. Гиперкапния и гипоксемия и связанный с ними ацидоз являются ведущими звеньями патогенеза

асфиксии при рождении. Также у новорожденных основной группы получены худшие результаты с выраженным дефицитом оснований (BE-ECF и BE-B) и низким уровнем HCO_3^- , что отражает метаболический компонент в развитии у них ацидоза.

Степень тяжести ацидоза пуповинной крови у новорожденных с низкой и нормальной оценкой по шкале Апгар представлена в табл. 4.

Таблица 4

рН пуповинной крови доношенных новорожденных с низкой оценкой по шкале Апгар на 1-й минуте

Показатели рН	Пуповинная кровь доношенных новорожденных		Критерий Хи-квадрат р
	с оценкой по шкале Апгар на 1-й минуте < 7 n = 63, %	с оценкой по шкале Апгар на 1-й минуте ≥ 7 n = 210, %	
рН ≤ 7,0	8 (12,7)	0 (0)	27,472 < 0,001
рН ≤ 7,1	21 (33,3)	0 (0)	87,083 < 0,001
рН ≤ 7,2	39 (61,9)	17 (8,1)	86,058 < 0,001
рН > 7,2	24 (38,1)	193 (91,9)	86,058 < 0,001

Примечание: р – уровень значимости; $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$ – при сравнении основной группы с группой сравнения.

В целом, ацидоз при рождении (рН ≤ 7,2) у новорожденных с оценкой по шкале Апгар на 1-й мин < 7, которым был установлен диагноз «асфиксия при рождении», наблюдался в 61,9 % случаях, у остальных 38,1 % новорожденных с асфиксией рН пуповинной крови был ≥ 7,2, что относится к нормальному значению КОС. Это свидетельствует о том, что оценка состояния новорожденного по шкале Апгар на 1-й мин отражает состояние ацидоза при рождении только в 62 % наблюдений.

Результаты нашего исследования демонстрируют частоту неонатального ацидоза у 81,2 % новорожденных с низкой оценкой по шкале Апгар на 5-й мин жизни, что статистически значимо не отличалось, чем при низкой оценке по шкале Апгар на 1-й минуте (61,9 %, Хи-квадрат = 2.123, $p > 0,05$). Однако частота выраженного ацидоза пуповинной крови (рН ≤ 7,1) значимо выше у новорожденных при низкой оценке по шкале Апгар на 5-й мин, чем на 1-й мин (Хи-квадрат = 6.641, $p < 0,05$) (табл. 5).

Таблица 5

рН пуповинной крови доношенных новорожденных с низкой оценкой по шкале Апгар на 5-й минуте

Показатели рН	Пуповинная кровь доношенных новорожденных, n = 259		Хи-квадрат, р
	с оценкой по шкале Апгар на 5-й мин < 7, n = 16, %	с оценкой по шкале Апгар на 5-й мин ≥ 7, n = 257, %	
рН ≤ 7,0	6 (37,5)	2 (0,8)	71,405 < 0,001
рН ≤ 7,1	11 (68,8)	11 (4,3)	84,495 < 0,001
рН ≤ 7,2	13 (81,2)	43 (16,7)	38,454 < 0,001
рН > 7,2	3 (18,8)	214 (83,3)	38,454 < 0,001

Примечание: р – уровень значимости; $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$ – при сравнении основной группы с группой сравнения.

Мы выявили, что ацидоз при рождении наблюдается у 16,7 % детей даже при нормальном 5-минутном показателе по шкале Апгар. У новорожденных с оценкой по шкале Апгар на 5-й мин ≥ 7 частота тяжелого ацидоза пуповинной крови ($pH \leq 7,0$) составила 0,8 %, менее тяжелый ацидоз ($pH \leq 7,1$) наблюдался у 4,3 % пациентов. Эти данные практически полностью совпадают с аналогичными данными у 26 669 новорожденных с 5-минутной оценкой по шкале Апгар ≥ 7 (соответственно частота ацидоза 0,5 % при $pH \leq 7,0$ и 3,4 % при $pH \leq 7,1$) в исследовании B. A. Sabol, A. B. Caughey [13].

Результаты нашего исследования показали, что тяжелая степень ацидоза при рождении ($pH \leq 7,0$) наблюдалась у 37,5 % доношенных новорожденных с низкой оценкой по шкале Апгар на 5-й мин.

Эти результаты полностью совпадают с исследованием A. Locatelli [14], где авторы обнаружили, что ацидоз присутствует у 38 % доношенных детей с низким показателем по шкале Апгар. Авторы выявили, что причина ацидоза при рождении в основном связана с преэклампсией, отслойкой плаценты и массой тела при рождении. Низкий уровень pH пуповинной крови связан с неблагоприятным непосредственным исходом с точки зрения неврологических отклонений и плохими конечными исходами с точки зрения смертности.

Для анализа взаимосвязи между оценкой по шкале Апгар и показателями КОС пуповинной крови был использован корреляционный анализ с расчетом коэффициента корреляции Пирсона (табл. 6).

Таблица 6

Корреляция оценки по шкале Апгар с показателями КОС пуповинной крови доношенных новорожденных

Показатели КОС	Оценка по шкале Апгар на 1-й мин. Коэффициент корреляции Пирсона	p	Оценка по шкале Апгар на 5-й мин. Коэффициент корреляции Пирсона	p
pH	0.732	$p < 0,001$	0.688	$p < 0,001$
pCO ₂	-0.439	$p < 0,001$	-0.291	$p < 0,001$
pO ₂	0.372	$p < 0,001$	0.308	$p < 0,001$
SO ₂	0.268	$p < 0,001$	0.228	$p < 0,001$
HCO ₃	0.195	$p < 0,01$	0.164	$p < 0,01$
BE-ECF	0.286	$p < 0,001$	0.278	$p < 0,001$
BE-B	0.321	$p < 0,001$	0.295	$p < 0,001$

Примечание: p – уровень значимости; $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$ – при сравнении основной группы с группой сравнения

Установлена статистически значимая сильная корреляционная связь между уровнем оценки по шкале Апгар как на 1-й мин, так и на 5-й мин жизни и показателем pH пуповинной крови (табл. 6), указывающая, что эти два показателя дополняют друг друга при оценке состояния новорожденных при рождении и прогнозе неонатальной заболеваемости. Подобные значимые зависимости между оценкой по шкале Апгар на 1-й и 5-й мин и pH крови пуповины были обнаружены в исследовании W. Syed, N. Liaqat [15].

Аналогично значимая корреляционная, но уже обратная связь была отмечена между оценкой по шкале Апгар на 1-й и 5-й минутах и pCO₂ пуповинной крови. Исследование показало также корреляцию между другими показателями КОС и оценкой по шкале Апгар новорожденных на 1-й и 5-й мин, но уже менее сильную. Наиболее слабая корреляция выявлена между уровнем HCO₃ пуповинной крови и оценкой по шкале Апгар (табл. 6).

Таким образом, оценка по шкале Апгар для неонатальной оценки при рождении является универсальной практикой, но не отражает состояние кислотно-щелочного баланса новорожденных, а только в сочетании с анализом КОС и газов пуповинной крови дает точную оценку состояния новорожденных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ показал, что pH крови пуповины лучше всего коррелирует с показателями по шкале Апгар по сравнению со всеми другими измерениями КОС и газов пуповинной крови. Рекомендуется определение pH пуповинной крови, поскольку оно отражает состояние новорожденного более точно, чем все другие измерения. Дополнительные измерения повышают вероятность уточнения характера ацидоза. Значение pH пуповинной крови чрезвычайно полезно для подтверждения диагноза асфиксии при рождении при низкой оценке по шкале Апгар у новорожденного.

Выраженный ацидоз пуповинной крови ($pH \leq 7,1$) в 2 раза чаще наблюдался у новорожденных с низкой оценкой по шкале Апгар на 5-й мин, чем на 1-й мин жизни (33,3 и 68,8 %, $p = 0,010$). Результаты нашего исследования демонстрируют частоту неонатального ацидоза даже при нормальном 5-минутном показателе по шкале Апгар: выраженный ацидоз ($pH \leq 7,1$) – в 4,3 %, тяжелый ацидоз ($pH \leq 7,0$) – в 0,8 % случаев.

Исследование газов пуповинной крови в условиях низкой оценки по шкале Апгар чрезвычайно важно. Учитывая риск неонатальной ацидемии, именно оценка по шкале Апгар на 5-й мин жизни является определяющей и связана с более высокими показателями неблагоприятных исходов даже у

новорожденных с нормальными оценками по шкале Апгар, поэтому определение КОС и газов пуповинной крови во время родов является клинически полезной практикой для лучшей стратификации уровней неонатального риска.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Apgar V. A Proposal for a New Method of Evaluation of the Newborn Infant // *Curr Res Anesth Analg*. 1953. Vol. 32, Is. 4. P. 260–267.
2. Антонов А. Г., Буров А. А., Володин Н. Н., Горев В. В., Дегтярев Д. Н. Реанимация и стабилизация состояния новорожденных детей в родильном зале: метод. письмо // *Неонатология: Новости. Мнения. Обучение*. 2020. № 1 (27). С. 34–52.
3. Committee Opinion No. 644: The Apgar Score // *Obstet Gynecol*. 2015. Vol. 126, Is. 4. P. e52–e55.
4. Simon L. V., Hashmi M. F., Bragg B. N. APGAR Score // *StatPearls*. 2022.
5. Gillam-Krakauer M., Gowen Jr C. W. Birth Asphyxia // *StatPearls*. 2021.
6. Armstrong L., Stenson B. J. Use of Umbilical Cord Blood Gas Analysis in the Assessment of the Newborn // *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2007. Vol. 92, Is. 6. P. F430–F434.
7. Yeh P., Emary K., Impey L. The Relationship between Umbilical Cord Arterial pH and Serious Adverse Neonatal Outcome: Analysis of 51,519 Consecutive Validated Samples // *BJOG*. 2012. Vol. 119, Is. 7. P. 824–831.
8. Manomayangkul K., Siriussawakul A., Nimmannit A. et al. Reference Values for Umbilical Cord Blood Gases of Newborns Delivered by Elective Cesarean Section // *J Med Assoc Thai*. 2016. Vol. 99, Is. 5. P. 611–617.
9. Vesoulis Z. A., Liao S. M., Rao R. et al. Re-examining the Arterial Cord Blood Gas pH Screening Criteria in Neonatal Encephalopathy // *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2018. Vol. 103, Is. 4. P. F377–F382.
10. Bailey E. J., Frolova A. I., López J. D. et al. Mild Neonatal Acidemia is Associated with Neonatal Morbidity at Term // *Am J Perinatol*. 2021. Vol. 38, Is. S 01. P. e155–e161.
11. Raghuraman N., Temming L. A., Stout M. J. et al. Umbilical Cord Oxygen Content and Neonatal Morbidity at Term // *Am J Perinatol*. 2018. Vol. 35, Is. 4. P. 331–335.
12. Malin G. L., Morris R. K., Khan K. S. Strength of Association between Umbilical Cord pH and Perinatal and Long Term Outcomes: Systematic Review and Meta-Analysis // *BMJ*. 2010. Vol. 340. P. c1471.
13. Sabol B. A., Caughey A. B. Acidemia in Neonates with a 5-Minute Apgar Score of 7 or Greater – What Are the Outcomes? // *Am J Obstet Gynecol*. 2016. Vol. 215, Is. 4. P. 486.E1–486.E6.
14. Locatelli A., Incerti M., Ghidini A. et al. Factors Associated with Umbilical Artery Acidemia in Term Infants with Low Apgar Scores at 5 Min // *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2008. Vol. 139, Is. 2. P. 146–150.
15. Syed W., Liaqat N., Qazi Q., Yasmeen S. Relationship between Immediate Postpartum Umbilical Cord pH, Fetal Distress and Neonatal Outcome // *Pak J Med Sci*. 2020. Vol. 36, Is. 7. P. 1529–1532.

REFERENCES

1. Apgar V. A Proposal for a New Method of Evaluation of the Newborn Infant // *Curr Res Anesth Analg*. 1953. Vol. 32, Is. 4. P. 260–267.
2. Antonov A. G., Burov A. A., Volodin N. N., Gorev V. V., Degtyarev D. N. Neonatal Resuscitation and Stabilization in Delivery Room. Methodological Letter // *Neonatology: News, Views, Education*. 2020. No. 1 (27). P. 34–52. (In Russian).
3. Committee Opinion No. 644: The Apgar Score // *Obstet Gynecol*. 2015. Vol. 126, Is. 4. P. e52–e55.
4. Simon L. V., Hashmi M. F., Bragg B. N. APGAR Score // *StatPearls*. 2022.
5. Gillam-Krakauer M., Gowen Jr C. W. Birth Asphyxia // *StatPearls*. 2021.
6. Armstrong L., Stenson B. J. Use of Umbilical Cord Blood Gas Analysis in the Assessment of the Newborn // *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2007. Vol. 92, Is. 6. P. F430–F434.
7. Yeh P., Emary K., Impey L. The Relationship between Umbilical Cord Arterial pH and Serious Adverse Neonatal Outcome: Analysis of 51,519 Consecutive Validated Samples // *BJOG*. 2012. Vol. 119, Is. 7. P. 824–831.
8. Manomayangkul K., Siriussawakul A., Nimmannit A. et al. Reference Values for Umbilical Cord Blood Gases of Newborns Delivered by Elective Cesarean Section // *J Med Assoc Thai*. 2016. Vol. 99, Is. 5. P. 611–617.
9. Vesoulis Z. A., Liao S. M., Rao R. et al. Re-examining the Arterial Cord Blood Gas pH Screening Criteria in Neonatal Encephalopathy // *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2018. Vol. 103, Is. 4. P. F377–F382.
10. Bailey E. J., Frolova A. I., López J. D. et al. Mild Neonatal Acidemia is Associated with Neonatal Morbidity at Term // *Am J Perinatol*. 2021. Vol. 38, Is. S 01. P. e155–e161.
11. Raghuraman N., Temming L. A., Stout M. J. et al. Umbilical Cord Oxygen Content and Neonatal Morbidity at Term // *Am J Perinatol*. 2018. Vol. 35, Is. 4. P. 331–335.
12. Malin G. L., Morris R. K., Khan K. S. Strength of Association between Umbilical Cord pH and Perinatal and Long Term Outcomes: Systematic Review and Meta-Analysis // *BMJ*. 2010. Vol. 340. P. c1471.
13. Sabol B. A., Caughey A. B. Acidemia in Neonates with a 5-Minute Apgar Score of 7 or Greater – What Are the Outcomes? // *Am J Obstet Gynecol*. 2016. Vol. 215, Is. 4. P. 486.E1–486.E6.
14. Locatelli A., Incerti M., Ghidini A. et al. Factors Associated with Umbilical Artery Acidemia in Term Infants with Low Apgar Scores at 5 Min // *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2008. Vol. 139, Is. 2. P. 146–150.
15. Syed W., Liaqat N., Qazi Q., Yasmeen S. Relationship between Immediate Postpartum Umbilical Cord pH, Fetal Distress and Neonatal Outcome // *Pak J Med Sci*. 2020. Vol. 36, Is. 7. P. 1529–1532.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Т. Н. Углева – доктор медицинских наук, доцент.
В. Г. Тарабрина – врач неонатолог-реаниматолог.
Л. А. Алексеенко – врач неонатолог-реаниматолог.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

T. N. Ugleva – Doctor of Sciences (Medicine), Associate Professor.
V. G. Tarabrina – Neonatologist-Resuscitator.
L. A. Alekseenko – Neonatologist-Resuscitator.