

Особливості газообміну та кислотно-лужної рівноваги між плодовим та материнським кровообігом при передчасному розродженні

С. Ст. Леуш, М. В. Протик, М. І. Антонюк

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ

Використання газів пуповинної крові для прогнозування гіпоксичного стресу під час пологів з високим ризиком відомо з 1958 року. Цей діагностичний тест широко використовується, особливо у спеціалізованих клініках, а показники крові у пуповинній артерії точно відображають стан новонародженого. Проте специфічних діагностичних критеріїв передчасних пологів бракує.

Мета дослідження: вивчення співвідношення показників газообміну та кислотно-лужного стану між новонародженим та матір'ю залежно від терміну вагітності на момент пологів.

Матеріали та методи. Проаналізовано рівні рН, рО₂, рСО₂, показник концентрації карбонат-іона (HCO₃⁻) та показник надлишку основ (BE) як у матерів (венозна кров матері, v. cubitalis), так і у їхніх новонароджених (венозна кров, отримана з артерії пуповини).

Групи дослідження: I група – 16 породіль із новонародженими у терміні 24–27 тиж гестації, II група – 36 породіль із новонародженими у терміні 28–34 тиж, III (контрольна) група – 24 породіллі із новонародженими при термінових фізіологічних пологах (37–41 тиж).

Результати. Дослідження не виявило статистично значущих відмінностей у рівнях рН, рО₂, рСО₂, HCO₃⁻ та рівнях BE у венозній крові матері та артерії пуповини між групою доношеної вагітності та групою пацієнток, пологи яких були передчасними. Проте відзначено, що у надзвичайно недоношених новонароджених спостерігалось помітне підвищення рівня рН і BE у відповідь на гіпервентиляцію під час пологів.

Висновки. 1. Недоношені діти мали більш високі рівні рН венозної крові, отриманої з артерії пуповини, які були більш вираженими у тих, хто народився на більш ранніх термінах вагітності (7,36±0,011 у терміні гестації 24–27 тиж та 7,33±0,022 у терміні гестації 28–34 тиж), порівняно з доношеними дітьми (7,29±0,045; p<0,05).

2. Різниця у рівнях рН венозної крові новонародженого, отриманої з артерії пуповини, і матері, отриманої з v. cubitalis, менша при передчасних пологах (для терміну гестації 24–27 тиж – 7,39±0,018 у материнській крові та 7,36±0,011 – у новонародженого, для терміну 28–34 тиж – 7,40±0,021 та 7,33±0,022 відповідно) порівняно з рівнями у доношених малюків (7,43±0,015 – у материнській крові та 7,29±0,045 – у новонародженого); p<0,05. У першу чергу це пов'язано зі зниженням рН венозної крові матері.

Ключові слова: екстремально передчасні пологи, гази пуповинної крові, кислотно-лужний баланс.

Fetal-maternal gas transport and acid – base balance in preterm labors

S. S. Leush, M. V. Protsyk, M. I. Antoniuk

The use of cord blood gases to predict hypoxic stress during high-risk labor has been known since 1958. This diagnostic test is widely used, especially in specialized clinics, and blood indicators in the umbilical artery accurately reflect the condition of the newborn. However, there is a lack of specific diagnostic criteria for premature births.

The objective: to study the ratio of indicators of gas exchange and acid-base status between the newborn and the mother depending on the gestational age at the time of delivery.

Materials and methods. The levels of pH, pO₂, pCO₂, bicarbonate ion concentration (HCO₃⁻) and base excess (BE) were analyzed both in mothers (maternal venous blood, v. cubitalis) and in their newborns (venous blood obtained from the umbilical artery).

Study groups: I group – 16 postpartum women with newborns at 24–27 weeks of gestation, II group – 36 postpartum women with newborns at 28–34 weeks, III group (control group) – 24 postpartum women with newborns at term physiological delivery (37–41 weeks).

Results. The study found no statistically significant differences in maternal venous and umbilical artery of pH, pO₂, pCO₂, HCO₃⁻ and BE levels between the term pregnancy group and the groups of preterm labor. However, extremely preterm neonates were found to have a marked increase in pH and BE in response to hyperventilation during labor.

Conclusions. 1. Preterm infants had higher venous blood pH levels obtained from the umbilical artery, which were more pronounced in those who were born at earlier gestational ages (7.36±0.011 at 24–27 weeks gestation and 7.33±0.022 at a gestation period of 28–34 weeks), compared to full-term children (7.29±0.045; p<0.05).

2. The difference in the pH levels of the venous blood of the newborn, obtained from the umbilical artery, and the mother's blood, obtained from the v. cubitalis, is smaller in premature births (for a gestation period of 24–27 weeks – 7.39±0.018 in maternal blood and 7.36±0.011 – in newborns; for the period of 28–34 weeks – 7.40±0.021 and 7.33±0.022, respectively) compared to the levels in full-term babies (7.43±0.015 – in maternal blood and 7.29±0.045 – in a newborn); p<0.05. This is primarily due to a decrease in the mother's venous blood pH.

Keywords: extremely premature birth, umbilical cord blood gases, acid-base balance.

Будь-які пологи з високим ризиком інтранатального гіпоксичного ушкодження плода потребують спеціального нагляду за їхнім перебігом та станом плода. Відкриття L. S. James та ін. у 1958 році, що вимірювання газів у пуповинній крові може передбачити розвиток гіпоксичного стресу плода, привело до широкого використання даного дослідження для отримання інформації про минулий, теперішній і майбутній стан новонародженого [3, 22].

Вакушерській літературі часто згадується контроль кислотно-лужного стану (КЛС), зокрема вимірювання рН крові у пуповинних артеріях, як швидкого і простого методу діагностики стану новонародженого. Рік за роком наголошується, що вимірювання газів у пуповинній крові є найнадійнішим показником оксигенації плода та його КЛС під час народження [4, 9, 15–17]. У Великій Британії та США рекомендується вимірювати гази у пуповинній крові у всіх випадках пологів з високим ризиком, а багато центрів роблять це систематично після кожних пологів [3, 9, 12].

На сьогодні це дослідження доступне, особливо у великих спеціалізованих лікарнях. Є загальна згода, що найкраще відображає КЛС тканин плода вимірювання показників крові з пуповинних артерій. Значення рН у пуповинній артерії менше 7,1, а у вені – менше 7,2 пов'язують з більшою потребою в реанімаційних заходах, а також зі зростанням ймовірності респіраторних, серцево-судин-

них та неврологічних ускладнень, які можуть бути спричинені кислотністю крові [4, 10, 12, 17].

Визначення КЛС є обов'язковим для новонароджених з вираженими ознаками депресії (менше 3 балів за шкалою Апгар через 5 хвилин і довше, рН крові у пуповинній артерії менше 7,0). Визначення КЛС у пуповинній крові має особливе значення для екстремально недоношених новонароджених [21,24].

У табл. 1 представлені узагальнені дані щодо показників КЛС та газового транспорту під час пологів, які були отримані різними дослідниками у різних центрах протягом останніх тридцяти років [1, 3, 5, 7, 9, 16, 17].

Загальна інформація, представлена у табл. 1, свідчить про важливість своєчасної діагностики гіпоксії новонародженого, зокрема екстремально недоношеного. Проте більшість дослідників наводять загальні показники новонароджених, які відрізняються за термінами вагітності, масо-ростовими характеристиками, методами пологів та оцінками за шкалою Апгар. Цей несистематичний набір показників ускладнює виділення основних, особливо щодо найчастіше використовуваного показника – рН артеріальної та венозної крові пуповини.

Дані різних дослідників мають незначну варіацію, з дисперсією менше сотих часток, що навіть нижче статистичної похибки. Це зрозуміло, урахувавши широкий діапазон значень рН в організмі, але ускладнює статистичне оброблення. Показники насичення крові киснем (рO₂) та вуглекислим газом (рCO₂) є більш

Таблиця 1

Дані різних досліджень про показники кислотно-лужного стану пуповинної крові

Автор, об'єкт дослідження	n	Артерія пуповини			Вена пуповини		
		рН	рCO ₂ , кПа	рO ₂ , кПа	рН	рCO ₂ , кПа	рO ₂ , кПа
Kotaška K. et al., 2010 Неускладнені вагінальні пологи	303	7,24±0,10	7,02±1,75	2,98±1,14	7,29±0,10	5,70±1,60	3,74±1,39
Kotaška K. et al., 2010 Пологи шляхом кесарева розтину	189	7,28±0,08	7,3±1,20	2,82±1,27	7,28±0,08	7,3±1,29	2,82±1,27
Helwig J.T. et al., 1996 Своєчасні пологи	15073	7,26±0,07	7,05±1,33	2,26±0,80	7,34±0,06	5,45±0,93	3,86±0,93
Thorp J.A. et al., 1989 Пологи, оцінка новонародженого на 1-й хвилині менше 7 балів	1694 (артерія) 1820 (вена)	7,24±0,07	7,49±1,14	2,38±0,92	7,32±0,06	5,83±0,89	3,82±0,97
Johnson J.W., Riley W., 1993 Одноплідні своєчасні самостійні пологи	3522	7,27±0,07	6,60±1,48	2,45±1,09	7,34±0,06	5,41±1,05	3,79±1,02
Dickinson J.E. et al., 1992 Передчасні пологи	1393 (артерія) 1526 (вена)	7,26±0,08	7,05±1,33	2,53±1,05	7,33±0,07	5,77±1,10	3,88±1,29
Yeomans E.R. et al., 1985 Неускладнені вагінальні пологи	146	7,20±,05	6,54±1,11 49,2±8,4*	2,39±0,82 18,0±6,2*	7,35±0,05	5,08±0,74 38,2±5,60*	3,88±0,78 29,2±5,9*
Huch A., Huch R., Rooth G., 1994 Своєчасні пологи	4667	7,15±0,04	6,4±1,3	3,40±1,05	7,30±0,07	5,35±1,08	3,85±1,08
Valenzuela P., Guijarro R., 2006 Неускладнені пологи, через 5, 10 та 15 хв	52	7,27±0,07 7,28±0,06 7,28±0,06	7,21±1,35 5,83±1,14 4,99±1,01	1,66±0,70 1,97±0,60 2,25±0,80	- - -	- - -	- - -
Joźwik M. et al., 2000 Неускладнені вагінальні пологи	492	7,2	62,0	6,7	7,26	51,5	11,0
Ahmadpour-Kacho M. et al., 2015 Вагінальні пологи, оцінка новонародженого менше 7 балів	60	7,135±0,066 7,284±0,037	63,7±13,7 52,1±7,9	11 ± 6 14 ± 6	- -	- -	- -

Примітка. * – В оригінальному дослідженні показник у мм Hg (Торр).

різноманітними, але також залежать від термінів вагітності та методу розродження, так само, як і водневий показник [20, 23].

Мета дослідження: вивчення співвідношення показників газового транспорту та КЛС між новонародженим та матір'ю залежно від терміну вагітності на момент пологів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводили на базі кафедри акушерства та гінекології №1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця у КНП «Перинатальний центр м. Києва» у період з листопада 2022 р. до квітня 2023 р. Виконували ретроспективне когортне дослідження, затверджене протоколом біоетичної комісії №163 від 07.11.2022 р.

У дослідження було включено три групи породіль та їхніх новонароджених залежно від терміну вагітності на момент пологів. До I групи увійшли 16 породіль із новонародженими у терміні 24–27 тиж гестації (екстримально передчасні пологи – ЕПП), до II групи – 36 породіль із новонародженими у терміні 28–34 тиж (передчасні пологи – ПП), до контрольної III групи – 24 породіль із новонародженими при своєчасних фізіологічних пологах (37–41 тиж).

У даному дослідженні вивчали показники газового стану венозної крові жінок у другий період пологів та артеріальної крові їхніх новонароджених. У ньому брали участь породіль віком від 18 до 35 років з одноплідною вагітністю, які вперше народили дитину, без тяжких соматичних захворювань, мали природний перебіг вагітності та пологів.

Пологи відбувались спонтанно, при потилично-му передлежанні плода, зі своєчасним відходженням навколоплідних вод. Крім того, у пацієток не було патологічних змін на кардіотокограмі під час вагітності та пологів.

Учасниці з такими захворюваннями, як прееклампсія, тяжка анемія ($Hb < 80$ г/л), ізоімунний конфлікт, багатоводдя, макросомія, затримка розвитку плода, аномалії розвитку плода або гіпертермія під час пологів були виключені з дослідження. Під час ПП не проводили індукцію та токоліз β_2 -міметиками. Метою цього суворого процесу відбору було усунення будь-яких зовнішніх впливів на зразки крові, щоб результати якомога точніше відображали природні значення.

Для забору зразків крові брали пуповинну кров із судин пуповини між двома затискачами, які накладали одночасно після першого крику новонародженого. Зразок брали на відстані приблизно 10 см від пупкового кільця і якомога ближче до плаценти, щоб уникнути забруднення кров'ю плода та плаценти. Це було важливо, оскільки легенева вентиляція, яка виникає після народження, і метаболічні процеси, які тривають у плаценті до її відділення, можуть впливати на кислотно-лужний баланс пуповинної крові [13]. Відрізок пуповини довжиною близько 20–25 см використовували для отримання достатньої кількості крові для лабораторного дослідження.

Забір венозної крові породіль виконували з *v. cubitalis* під час рутинних діагностичних маніпуляцій одразу після пологів.

Рівень рН пуповинної крові залишався відносно стабільним протягом перших 60 с після народження. Однак через 60 хв або більше рН може знизитися на 0,2 одиниці або більше. Це означає, що рН крові залишається відносно постійним при кімнатній температурі протягом приблизно 1 год [2, 3].

Газовий склад крові досліджували за допомогою біохімічного аналізатора газів та електролітів крові «Easy Stat» (Medica Corp., США) та рН-метра «LAURA Smart» (Erba Lachema, Чехія). Ці інструменти використовувалися для вимірювання та аналізу КЛС та газового стану зразків крові, отриманих від учасників.

Для підтвердження статистичної вірогідності отриманих результатів застосовано такі методи: для порівняння поширеності ознак у групах було використано *t*-критерій Стьюдента, для порівняння кількісних значень показників – *U*-критерій Манна – Уїтні–Вілкоксона.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Під час детального вивчення соматичного анамнезу обстежуваних груп породіль не відрізнялись за частотою серцево-судинних захворювань (I група – 12,5%, II група – 11,1%, III група – 12,5%), порушень обміну речовин (I група – 18,75%, II група – 13,9%, III група – 12,5%), захворювань органів травлення (I група – 25%, II група – 27,8%, III група – 25%).

Репродуктивні втрати, такі, як мимовільний викидень, в анамнезі у групах виявляли з частотою 31%, 19% та 8% відповідно. Середній вік становив $25,8 \pm 3,59$ року, відповідно для груп: $24,8 \pm 3,89$, $26,1 \pm 3,95$ та $26,0 \pm 2,80$ року ($p > 0,05$). Маса тіла жінок до початку вагітності у середньому становила $63,2 \pm 5,73$ кг (по групах: $59,8 \pm 4,25$; $64,6 \pm 5,32$ та $63,6 \pm 5,92$ кг відповідно, $p > 0,05$). Середня тривалість першого періоду пологів у різних групах становила $7,4 \pm 1,55$; $8,6 \pm 1,78$ год та $9,8 \pm 1,49$ год відповідно ($p > 0,05$).

Усі недоношені новонароджені були переведені для спостереження та лікування у відділення реанімації та інтенсивної терапії. Випадків ранніх неонатальних втрат не зафіксовано.

Було відзначено один випадок віддалених ускладнень, таких, як бронхолегенева дисплазія та внутрішньошлункочковий крововилив з негативним прогнозом. Хоча дослідження може здатися неоригінальним, ці результати, на відміну від представлених у табл. 1, були отримані від конкретних клінічних груп передчасних пологів і контрольної групи, що гарантує точність даних висновків. Під час планування дослідження враховували можливий вплив різних обставин на розвиток і перебіг фізіологічних і ПП, особливо ЕПП, які потенційно можуть позначитися на результатах дослідження [6, 11, 14].

Отримані результати дослідження газового стану та КЛС породіль та їхніх новонароджених (НН) представлені у табл. 2.

Результати дослідження продемонстрували, що показники кислотно-лужної рівноваги у крові артерій пуповини та венозної крові породіль були цілком згруповані. Парціальний тиск кисню (pO_2) у

Показники газового стану венозної крові породіль та пуповинних артерій

Показник	I група, n=16		II група, n=36		III група, n=24	
	Породілля	НН	Породілля	НН	породілля	НН
pH, од.	7,39±0,018	7,36±0,011	7,40±0,021	7,33±0,022	7,43±0,015	7,29±0,045
pO ₂ , Торр.	35±3,4	22±2,4	32±4,6	19±3,1	29±2,2	21±2,1
pCO ₂ , Торр.	39,6±4,30	44,9±3,63	40,1±5,47	44,8±2,65	38,1±3,61	44,8±3,47
HCO ₃ ⁻ , ммоль/л	23,4±2,97	25,4±2,39	23,9±2,93	24,1±2,48	25,1±1,59	24,2±1,48
BE, ммоль/л	-(3,0±0,60)	-(8,0±1,68)	-(3,3±0,94)	-(6,7±1,96)	-(3,2±0,74)	-(6,4±1,53)

крові артерії пуповини був закономірно нижче, ніж у венозній крові породіллі та знаходився у діапазоні від 8 до 13 ммоль/л. Проте різниця між цими показниками не виходила за межі похибки (1–3 ммоль/л). Аналогічні зміни спостерігалися із парціальним тиском вуглекислого газу (pCO₂).

Також було відзначено незначну різницю у показниках концентрації карбонат-іона (HCO₃⁻) та надлишку основ (BE), проте ці різниці були статистично незначущими. Показники водневого показника у породіль та новонароджених знаходилися у межах норми. Отримані результати відповідають даним попередніх досліджень, які також демонструють схожі показники (див. табл. 1) [1, 10].

Порівнюючи показники pO₂ та pCO₂ пуповинної крові у передчасних та вчасних пологах з материнськими венозними, було виявлено систематичні відмінності, які можна пояснити гіпервентиляцією під час пологів. Тому нижня межа pCO₂ вважається неінформативною.

Було встановлено лінійну залежність між показниками pCO₂ у материнській та пуповинній крові. Через вплив материнської гіпервентиляції показник pO₂ у пуповині знижується. Зміни pH пуповинної крові відповідно до материнської гіпервентиляції були несуттєвими з незначним підвищенням в екстремально недоношених дітей (7,36±0,011).

Тривале порушення кровообігу у плодовому-плацентарній та матково-плацентарній системах призводить до метаболічних порушень через перехід плода на анаеробний шлях засвоєння глюкози. Хоча pH є найбільш використовуваним параметром, що свідчить про гіпоксію, він не дозволяє оцінити її загальний вплив. Зміна концентрації H⁺ відбувається логарифмічно, а не лінійно, тому зниження pH з 7,0 до 6,9 перевищує концентрацію водню більш ніж у три рази порівняно зі зниженням pH з 7,3 до 7,2 (концентрація H⁺ відповідно 25 та 7 нмоль/л).

Для відображення накопичення кислих метаболітів було б корисно використовувати показник BE з поправкою на зміни pCO₂. Однак BE у період потуг був вищий в екстремально недоношених новонароджених, проте ця різниця не виходила за межі допустимих значень. Тенденція виглядає чітко і пов'язана з короткочасним погіршенням матково-плацентарного кровотоку під час контракцій. Це явище є тимчасовим, оскільки кровотік швидко відновлюється під час паузи. Тому BE все ж таки не має прогностичного значення, навіть з поправкою на значення pH [8].

Респіраторний ацидоз, виявлений окремо, зазвичай пов'язаний з тимчасовим порушенням кровообігу у плодово-плацентарній системі і рідко має негативний вплив [3, 25].

Дослідження нормальної біохімії та кислотно-лужної рівноваги пуповинної крові стають все більш доступними завдяки цифровій глобалізації. Це дозволяє проводити дослідження з будь-якої країни, навіть на віддалені роки. Багато раних та сучасних досліджень зосереджені на змінах у новонароджених, які народилися з гіпоксією або без неї, передбаченні та наслідках інтранатальної асфіксії.

Виявлено, що параметри змінюються залежно від різних факторів, таких, як черговість пологів, передлежання, маса плода, особливості пологової діяльності та застосування засобів знеболювання пологів. Здивувало те, що у дослідженнях ПП та недоношених новонароджених часто розглядають разом з доношеними.

В одній оглядовій роботі L. Armstrong, B. J. Stenson (2007) було зазначено, що найвищі показники pH спостерігаються у фізіологічно недоношених дітей, а найнижчі – у переносених. Вони пояснили це меншою тривалістю пологів у недоношених дітей [3]. Однак це пояснення не відображає реальної ситуації, оскільки ПП не можна розглядати як звичайний пологовий процес, а лише з тією відмінністю, що вони стосуються маленького плода.

У недоношених, які народилися шляхом елективного кесарева розтину до початку пологової діяльності, показники pH були вищими, ніж у доношених після кесарева розтину і навіть вищими, ніж у дорослих. Це також стосується показників BE і HCO₃⁻. Було висловлено припущення, що споживання кисню плацентою збільшується зі зростанням гестаційного терміну. Більшість цих результатів отримані у 80–90-х роках ХХ століття, але сучасні дослідження мають подібні висновки та показники.

Потрібно провести подальший пошук, але здається, що проблему слід розглядати з іншого погляду. Протягом десятиліть проводяться однакові дослідження з однаковими висновками, але питання ефективного застосування діагностики газового складу крові ще не отримало вирішення [18, 19]. Скринінгове визначення рівня кисню, вуглекислого газу та особливо бікарбонату та еквівалента основи у плода не має практичного значення, оскільки до того моменту, коли ці параметри можна виміряти, вже виникають всі негативні наслідки.

ВИСНОВКИ

1. Недоношені діти мали більш високі рівні рН венозної крові, отриманої з артерії пуповини, які були більш вираженими у тих, хто народився на більш ранніх термінах вагітності ($7,36 \pm 0,011$ у терміні гестації 24–27 тиж та $7,33 \pm 0,022$ у терміні 28–34 тиж), порівняно з доношеними дітьми ($7,29 \pm 0,045$), $p < 0,05$.

2. Різниця у рівнях рН венозної крові новонародженого, отриманої з артерії пуповини, і матері,

отриманої з v.cubitalis, менша при передчасних пологах (для терміну гестації 24–27 тиж – $7,39 \pm 0,018$ у материнській крові та $7,36 \pm 0,011$ – у новонародженого, для терміну 28–34 тиж – $7,40 \pm 0,021$ та $7,33 \pm 0,022$ відповідно) порівняно з доношеними малюками ($7,43 \pm 0,015$ у материнській крові та $7,29 \pm 0,045$ у новонародженого); $p < 0,05$. У першу чергу це пов'язано зі зниженням рН венозної крові матері.

Відомості про авторів

Леуш Сергій Станіславович – канд. мед. наук, доц., кафедра акушерства та гінекології № 1, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ

ORCID: 0000-0002-1293-3305

Процик Марія Володимирівна – ст. лаборант, кафедра акушерства та гінекології № 1, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ; тел.: (068) 080-49-67. E-mail: protsyk.mv@gmail.com

ORCID: 0009-0003-2948-0909

Антонюк Мар'яна Іванівна – канд. мед. наук, асистентка, кафедра акушерства та гінекології № 1, Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ

ORCID: 0000-0002-7159-784X

Information about the authors

Leush Serhii S. – MD, PhD, Associate Professor, Department of Obstetrics and Gynecology N 1, Bogomolets National Medical University, Kyiv

ORCID: 0000-0002-1293-3305

Protsyk Mariia V. – Senior Laboratory Assistant, Department of Obstetrics and Gynecology N1, Bogomolets National Medical University, Kyiv; tel.: (068) 080-49-67. E-mail: protsyk.mv@gmail.com

ORCID: 0009-0003-2948-0909

Antoniuk Maryana I. – MD, PhD, Assistant of Professor, Department of Obstetrics and Gynecology N1, Bogomolets National Medical University, Kyiv

ORCID: 0000-0002-7159-784X

ПОСИЛАННЯ

- Ahmadpour-Kacho M, Zahedpasha Y, Hagshenas M, Akbarian Rad Z, Sadat Nasser B, Bijani A. Short Term Outcome of Neonates Born With Abnormal Umbilical Cord Arterial Blood Gases. Iran J Pediatr. 2015;25(3):e174. doi: 10.5812/ijp.25(3)2015.174.
- Ancora G, Meloni C, Soffritti S, Sandri F, Ferretti E. Intrapartum Asphyxiated Newborns Without Fetal Heart Rate and Cord Blood Gases Abnormalities: Two Case Reports of Shoulder Dystocia to Reflect Upon. Front Pediatr. 2020;8:570332. doi: 10.3389/fped.2020.570332.
- Armstrong L, Stenson BJ. Use of umbilical cord blood gas analysis in the assessment of the newborn. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2007;92(6):F430-4. doi: 10.1136/adc.2006.099846.
- Baalbaki SH, Wood SL, Tita AT, Szychowski JM, Andrews WW, Subramanian A. Predicting long-term neurodevelopmental outcomes in very preterm neonates by umbilical cord gas parameters. Am J Obstet Gynecol MFM. 2021;3(1):100248. doi: 10.1016/j.ajogmf.2020.100248.
- Ferreira CS, Melo Â, Fachada AH, Solheiro H, Nogueira Martins N. Umbilical Cord Blood Gas Analysis, Obstetric Performance and Perinatal Outcome. Rev Bras Ginecol Obstet. 2018;40(12):740-8. doi: 10.1055/s-0038-1675187.
- Mosendz OV. Causes and clinic of very early premature birth. Women's Reprod Health. 2021;6(51):44-9. doi: 10.30841/2708-8731.6.2021.244377.
- Jozwik M, Sledziewski A, Klubowicz Z, Zak J, Sajewska G, Pietrzycki B. Use of oxygen therapy during labour and acid-base status in the newborn. Med Wieku Rozwoj. 2000;4(4):403-11.
- Knutzen L, Anderson-Knight H, Svirko E, Impey L. Umbilical cord arterial base deficit and arterial pH as predictors of adverse outcomes among term neonates. Int J Gynaecol Obstet. 2018;142(1):66-70. doi: 10.1002/ijgo.12502.
- Kotaska K, Urinovska R, Klappova E, Prusa R, Rob L, Binder T. Re-evaluation of cord blood arterial and venous reference ranges for pH, pO(2), pCO(2), according to spontaneous or cesarean delivery. J Clin Lab Anal. 2010;24(5):300-4. doi: 10.1002/jcla.20405.
- Prasanna R, Karthikeyan P, Mani M, Paramanatham P, Sekar P. The strength of correlation between umbilical cord pH and early neonatal outcome. Inter J Contemporary Pediatr. 2016;3(1):134-7. doi: 10.18203/2349-3291.ijcp20160145.
- Romero R, Espinoza J, Kusonovic JP, Gotsch F, Hassan S, Erez O, et al. The preterm parturition syndrome. BJOG. 2006;113(3):17-42. doi: 10.1111/j.1471-0528.2006.01120.x.
- Sabol BA, Caughey AB. Acidemia in neonates with a 5-minute Apgar score of 7 or greater – What are the outcomes? Am J Obstet Gynecol. 2016;215(4):486.e1-6. doi: 10.1016/j.ajog.2016.05.035.
- Saneh H, Mendez MD, Srinivasan VN. Cord Blood Gas [Internet]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. 2021. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545290/>.
- Geryak SM, Petrenko NV, Dobryanska VYu. Placental factors in the development of premature birth in pregnant women with comorbid pathology. Women's reproductive health. 2022;8:6-10. doi: 10.30841/2708-8731.8.2022.272543.
- Swanson K, Whelan AR, Grobman WA, Miller ES. Can venous cord gas values predict fetal acidemia? Am J Obstet Gynecol. 2017;217(3):364.e1-364.e5. doi: 10.1016/j.ajog.2017.05.047.
- Thorp JA, Sampson JE, Parisi VM, Creasy RK. Routine umbilical cord blood gas determinations? Am J Obstet Gynecol. 1989;161(3):600-5. doi: 10.1016/0002-9378(89)90362-1.
- Thorp JA, Rushing RS. Umbilical cord blood gas analysis. Obstet Gynecol Clin North Am. 1999;26(4):695-709. doi: 10.1016/s0889-8545(05)70107-8.
- Demianenko AS, Leush SS, Zagorodnia OS. The course of the first half of pregnancy in women with severe forms of preeclampsia (retrospective analysis). Collection Scie Works Assoc Obstet Gynecol Ukr. 2018;2(128):62-4. doi: 10.15574/HW.2018.128.62.
- Leush SS, Demyanenko AS, Zagorodnia AS. Electrolyte changes in pregnant women with early gestosis. Herald Probl Biol Med. 2017;1(135):145-8.
- Leush SS, Zagorodnia OS, Osadchuk SV, Demyanenko AS. The role of the oldest evolutionary mechanism during pregnancy. Health Woman. 2018;3(129):89-91. doi: 10.15574/HW.2018.129.89.
- Walani SR. Global burden of preterm birth. Int J Gynaecol Obstet. 2020;150(1):31-3. doi: 10.1002/ijgo.13195.
- Talati AN, Hackney DN, Mesiano S. Pathophysiology of preterm labor with intact membranes. Semin Perinatol. 2017;41(7):420-6. doi: 10.1053/j.semperi.2017.07.013.
- Jaiman S, Romero R, Bhatti G, Jung E, Gotsch F, Suksai M, et al. The role of the placenta in spontaneous preterm labor and delivery with intact membranes. J Perinat Med. 2022;50(5):553-66. doi: 10.1515/jpm-2021-0681.
- Horbar JD, Edwards EM, Greenberg LT, Morrow KA, Soll RF, Buus-Frank ME, et al. Variation in Performance of Neonatal Intensive Care Units in the United States. JAMA Pediatr. 2017;171(3):e164396. doi: 10.1001/jamapediatrics.2016.4396.
- Glass HC, Costarino AT, Stayer SA, Brett CM, Cladis F, Davis PJ. Outcomes for extremely premature infants. Anesth Analg. 2015;120(6):1337-51. doi: 10.1213/ANE.0000000000000705.

Стаття надійшла до редакції 05.06.2023. – Дата першого рішення 14.06.2023. – Стаття подана до друку 18.07.2023