

ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ОКСИГЕНАЦІЇ У ДІТЕЙ ІЗ ДИХАЛЬНОЮ НЕДОСТАТНІСТЮ

О. В. ФЛИК

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Україна

Розглянуто особливості змін рівня оксигенації у дітей із дихальною недостатністю при відлученні їх від апарата штучної вентиляції легень. Зазначено доцільність застосування співвідношень SpO_2/FiO_2 та paO_2/FiO_2 для встановлення часу готовності пацієнта до відлучення від респіраторної терапії.

Ключові слова: діти, оксигенація, штучна вентиляція легень.

Гостра дихальна недостатність (ГДН) є одним із компонентів синдрому поліорганної дисфункції, а також частою причиною смерті серед дітей, що лікуються у відділеннях інтенсивної терапії (ВІТ) [1, 2]. Найбільш значущими клінічними проблемами є гіпоксемія або її комбінація з гіперкапнією, які призводять до маніфестації клінічних проявів у пацієнта: задишки, ціанозу, тахікардії, порушення функції центральної нервової системи. Для вивчення вираженості гіпоксемії прийнято використовувати показники неінвазивних (сатурація киснем пульсуючої крові артеріол визначається за допомогою пульсоксиметрії – SpO_2) та інвазивних досліджень (парціальний тиск кисню в артеріальній крові – paO_2 й сатурація артеріальної крові киснем – SaO_2 , визначені за допомогою аналізу артеріальної крові на кислотно-лужному рівновагу) [3]. Неінвазивні методи поступаються інвазивним за точністю встановлення рівня гіпоксемії та швидкістю її змін за короткий проміжок часу, проте є й менш вартісними та можуть використовуватися як безперервний моніторинг пацієнта [4, 5]. Відомо також, що рівні paO_2 входять до багатьох шкал із визначення тяжкості стану пацієнта [1], а співвідношення paO_2/FiO_2 та SpO_2/FiO_2 (де FiO_2 – це фракція вдихуваного пацієнтом кисню) є вагомими інструментами для встановлення вираженості гіпоксемії, вони включені до міжнародних рекомендацій щодо проведення штучної вентиляції легень (ШВЛ) у дітей [6] та щодо діагностики й лікування гострого респіраторного дистрес-синдрому (РДС) у дітей [7].

Незалежно від етіології дихальної недостатності 30–64% таких пацієнтів потребують ШВЛ, а частота невдалого відлучення від ШВЛ становить від 6,2% (M. Dres, E. C. Goligher, 2019) до 36% (M. Abdo, 2014). Готовність до відлучення пацієнта від ШВЛ визначають за комплексом різноманітних показників, у тому числі й за даними про рівень гіпоксемії та її здатність регресувати під впливом оксигенотерапії. Для визначення рівня тяжкості гіпоксемії на сьогодні валідними є такі показники, як співвідношення paO_2/FiO_2 , а також менш вартісне та більш розповсюджене

співвідношення SpO_2/FiO_2 . Проте існує обмежена кількість наукових публікацій щодо доцільності застосування цих показників ще на етапі планування відлучення пацієнта від апарата ШВЛ.

Метою нашого дослідження було вивчити динаміку змін показників SpO_2/FiO_2 , paO_2/FiO_2 , індексу оксигенації (ІО) та індексу частого поверхневого дихання у дітей із ГДН та обґрунтувати критерії готовності пацієнтів до відлучення від апарата ШВЛ.

У період 2016–2020 рр. нами було проведено проспективне, обсерваційне когортне дослідження у відділенні анестезіології з ліжками інтенсивної терапії Кошарного некомерційного підприємства Львівської обласної ради «Львівська обласна клінічна лікарня «ОХМАТДИТ»», що є клінічною базою кафедри анестезіології та інтенсивної терапії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького.

Критерії включення пацієнтів у дослідження: ГДН; вік від 1 міс до 18 років; проведення інвазивної ШВЛ упродовж понад трьох діб. Критерії виключення: відмова законних представників пацієнта від участі у дослідженні як перед початком, так і на будь-якому з його етапів; хронічна дихальна недостатність; наявність вродженої вади серця; агональний стан.

Пацієнтів сліпим методом було рандомізовано на дві групи: у I групі ($n = 81$) діти отримували стандартну для ВІТ легенево-протективну стратегію ШВЛ, у II ($n = 71$) – до лікування додали діафрагм-протективну стратегію ШВЛ. Етапи дослідження: 1-ша доба (d1), 3-тя доба (d3), 5-та доба (d5), 7-ма доба (d7), 9-та доба (d9), 14-та доба (d14), 28-ма доба (d28).

Функціональні можливості газообміну оцінювали на основі показників пульсоксиметрії (SpO_2) приліжковим монітором пацієнта Bedside Monitor Nihon Kohden (MODEL PVM-2701K, VER-03-55, Японія), даних кислотно-лужної рівноваги в артеріальній крові (paO_2), які вимірювали за допомогою аналізатора показників кислотно-лужної рівноваги, лактату та електролітів плазми крові OPTI CCA-TS Blood Gas and Electrolyte Analyser

(США) в ургентній клінічній біохімічній лабораторії лікарні «ОХМАТДИТ». Розрахунковим способом отримали показники співвідношень SpO_2/FiO_2 та PaO_2/FiO_2 , також розраховували індекс оксигенації (oxygenation index – OI) та індекс частого поверхневого дихання (rapid shallow breathing index – RSBI). Зазначені показники ШВЛ не залежали від віку пацієнтів, тому ми не проводили їх розподіл на вікові підгрупи.

Первинною кінцевою точкою оцінювання була тривалість відлучення від ШВЛ, вторинними – показники: SpO_2/FiO_2 , PaO_2/FiO_2 , IO та індекс частого поверхневого дихання.

Респіраторна терапія проводилася апаратами ШВЛ Hamilton C1, Hamilton C3 (Швейцарія), VELA (США) у режимах із контролем за тиском відповідно до Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC), 2016 [6], враховуючи легенево-протективну стратегію проведення ШВЛ, що полягала в обмеженні Tidal Volume (об'єму видиху) ≤ 6 мл/кг маси тіла, Pplate (тиску плато) ≤ 28 мм вод. ст. та delta pressure ≤ 10 см вод. ст. і вибір такого показника Tin (часу вдиху), щоб на видих залишалося не менше двох значень RСexp (константи видиху). Метою було підтримання сатурації крові 88–95%, парціального тиску кисню в артеріальній крові не нижче 55–80 мм рт. ст., парціального тиску вуглекислого газу не вище 55–60 мм рт. ст. Використовували інтервальний метод моніторингу тиску в манжетці ендотрахеальної трубки кожні 6–8 год із досягненням цільових показників тиску 20–30 мм рт. ст.

Діафрагм-протективна стратегія ШВЛ [8, 9] полягала у підтримуванні спонтанної діафрагмальної активності у пацієнтів (відсутність міорелаксації при стабільній достатній оксигенації та добрій синхронізації дихання пацієнта з роботою апарата ШВЛ), фракції стоншення діафрагми за даними ультразвукового дослідження у межах 15–30% та амплітуди її рухів у межах 8–10 мм. Ми оцінювали зміни товщини діафрагми впродовж дослідження та розглядали відносне зниження цього показника як маркер її атрофії; контрактильні властивості діафрагми за допомогою визначення фракції її стоншення та динаміку впродовж дослідження; встановлювали зниження цього показника менше 15% як маркер діафрагмальної слабкості; підвищення його понад 35% – як маркер високої роботи дихання та потенційно ушкоджуючий чинник для діафрагми.

Усім пацієнтам, включеним у дослідження, проводили інтегральну оцінку рівня тяжкості стану за шкалою PRISM III та передбачуваної летальності, рівня поліорганної дисфункції за шкалою P-MODS.

Відлучення від апарата ШВЛ у пацієнтів із гіпоксемічною та гіпоксемічно-гіперкапічною ГДН розпочинали за наявності регресування основного захворювання, з приводу якого розпо-

чали ШВЛ у пацієнта, досягнення PaO_2/FiO_2 понад 200, PaO_2 понад 60 при FiO_2 менше 40% та відсутності респіраторного чи змішаного ацидозу з рН менше 7,2 [10].

Статистичний аналіз результатів досліджень виконувався за допомогою комп'ютерних програм Microsoft Office XP (пакет аналізу Excel Version 15.37), Statistica 6 (StatSoft), SPSS Statistics 17.0. Усі отримані кількісні результати досліджень підлягали статистичній обробці загальноприйнятими методами варіаційної і кореляційної статистики з використанням значень середнього арифметичного (\bar{X}), середнього квадратичного відхилення (σ), рівня значущості (p). Для опису первинного масиву даних використовували методи описової статистики. За умови нормального розподілу вибірки дані опрацьовували з допомогою параметричних критеріїв (t -критерій Стьюдента). Різницю параметрів вважали статистично значущою при $p < 0,05$.

Аналіз структури захворювань, що призвели до ГДН у I та II групах, показав, що пневмонію було підтверджено у 63 (77,8%) пацієнтів у I групі та в 61 (85,9%) дитини в II групі ($p < 0,05$). РДС підтверджено лише в I групі у 3 (3,7%) пацієнтів ($p < 0,05$). Бронхолегеневу дисплазію у поєднанні з пневмонією виявлено у 5 (6,2%) пацієнтів I групи та в 4 (5,6%) – II групи ($p > 0,05$). Гострий обструктивний бронхіт / бронхіоліт / бронхіальну астму у поєднанні з пневмонією було підтверджено у 10 (12,3%) пацієнтів I групи та 6 (8,5%) – II групи ($p > 0,05$).

Нами не виявлено достовірних відмінностей тривалості відлучення від ШВЛ серед пацієнтів I та II груп (8,9 \pm 2,1 доби в I групі порівняно з 9,4 \pm 2,2 доби в II групі ($p > 0,05$)). Проте було виявлено достовірні відмінності індексів SpO_2/FiO_2 та PaO_2/FiO_2 . Установлено, що достовірно вищі показники відзначалися в II групі пацієнтів на етапі d5, коли співвідношення SpO_2/FiO_2 становило 213,5 \pm 9,5 в I групі та 242,5 \pm 1,7 – в II групі ($p > 0,05$), а для співвідношення PaO_2/FiO_2 ці значення становили 186,7 \pm 9,3 в I групі та 220 \pm 6,5 – в II групі. Надалі показник співвідношення SpO_2/FiO_2 зростав в обох групах пацієнтів і на етапі дослідження d9 становив 247,5 \pm 14 в I групі та 282,9 \pm 5,2 – в II групі ($p > 0,05$). Співвідношення PaO_2/FiO_2 на етапі дослідження d9 становило 242 \pm 5,6 в I групі та 274 \pm 2,1 – у II групі ($p > 0,05$) (таблиця).

Аналіз IO впродовж усього часу відлучення від ШВЛ показав, що на етапі d1 цей показник становив 5,8 \pm 0,1 у I групі та 5,5 \pm 0,2 – в II групі ($p > 0,05$), знижувався до етапу дослідження d5 та становив 3,5 \pm 0,3 в I групі порівняно з 3,3 \pm 0,2 ($p > 0,05$) та був достовірно нижчим у II групі на етапі дослідження d9, дорівнюючи 2,9 \pm 0,2 в II групі порівняно з 5,8 \pm 0,1 в I групі ($p < 0,05$).

RSBI мав достовірні відмінності між I та II групами на етапах дослідження d5 та d7. Він становив 6,1 \pm 0,3 дих/мл/кг в II групі порівняно

Показники оксигенації пацієнтів I та II груп упродовж відлучення від апарата штучної вентиляції легень

Показник	Етап дослідження	Група пацієнтів		p
		I, n = 81	II, n = 71	
SpO ₂ /FiO ₂	d1	158,3±12,5	160,3±9,5	0,29
	d3	190,0±11,4	192,0±4,0	0,64
	d5	213,5±9,5	242,5±1,7	0,04
	d7	245,0±12,0	267,5±8,4	0,19
	d9	247,5±14,0	282,9±5,2	0,10
paO ₂ /FiO ₂	d1	145,3±10,2	147,5±10,8	0,39
	d3	160,0±8,0	168,0±11,2	0,11
	d5	186,7±9,3	220,0±6,5	0,04
	d7	230,0±12,4	240,0±5,9	0,16
	d9	242,0±5,6	274,0±2,1	0,10
IO	d1	5,8±0,1	5,5±0,2	0,41
	d3	4,6±0,2	4,4±0,1	0,59
	d5	3,5±0,3	3,3±0,2	0,63
	d7	2,6±0,2	2,8±0,1	0,61
	d9	5,8±0,1	2,9±0,2	0,02
Paediatric RSBI, дих/мл/кг	d1	8,1±0,3	7,8±0,3	0,35
	d3	7,5±0,6	6,8±0,4	0,16
	d5	7,8±0,2	6,1±0,3	0,05
	d7	7,1±0,4	5,5±0,4	0,04
	d9	6,2±0,7	5,6±0,3	0,10

з 7,8±0,2 дих/мл/кг в I групі ($p > 0,05$) на етапі дослідження d5 та продовжував знижуватися до етапу d7, дорівнюючи 5,5±0,4 в II групі порівняно з 7,1±0,4 в I групі ($p < 0,05$).

Нами встановлено, що показник RSBI був надійним прогностичним критерієм щодо готовності до відлучення від ШВЛ, точкою щодо успішної екстубації — показник $> 6,2$ дих/хв/мл/кг (AUC = 0,739; 95% CI = 0,618 – 0,861; $p = 0,001$) з чутливістю 70,0% та специфічністю 79,1%. Пацієнти, які були успішно екстубовані, мали суттєво нижчий показник RSBI, що становив 4,5±1,1 дих/хв/мл/кг порівняно з тими, у кого відлучення не було успішним.

Проте необхідні подальші дослідження, аби встановити зв'язок між показниками оксигенації та механіки легеневої паренхіми у дітей різних вікових груп при досягненні мінімальних значень роботи дихання на етапі їх відлучення від ШВЛ.

За результатами дослідження було зроблено такі висновки. Співвідношення SpO₂/FiO₂ понад 265 та paO₂/FiO₂ понад 200 варто використовувати як критерії оцінювання готовності пацієнта до початку відлучення від ШВЛ. Показник RSBI є важливим маркером низької роботи дихання та може виступати надійним прогностичним критерієм готовності пацієнта до відлучення від ШВЛ.

Список літератури

1. PaO₂/FIO₂ Ratio Derived From the SpO₂/FIO₂ Ratio to Improve Mortality Prediction Using the Pediatric Index of Mortality-3 Score in Transported Intensive Care Admissions / S. Ray et al. // *Pediatr. Crit. Care Med.* 2017. Vol. 18 (3). e131–e136. doi: 10.1097/PCC.0000000000001075
2. Weaning and extubation readiness in pediatric patients / C. J. Newth et al. // *Pediatr. Crit. Care Med.* 2009. Vol. 10 (1). P. 1–11. doi: 10.1097/PCC.0b013e318193724d
3. Correlation of oxygen saturation as measured by pulse oximetry / fraction of inspired oxygen ratio with PaO₂ / fraction of inspired oxygen ratio in a heterogeneous sample of critically ill children / C. Lobete et al. // *J. Crit. Care.* 2013. Vol. 28 (4). P. 538.e1–538.e5387. doi: 10.1016/j.jcrc.2012.12.006
4. Nonlinear Imputation of PaO₂/FIO₂ from SpO₂/FIO₂ among Mechanically Ventilated Patients in the ICU: A Prospective, Observational Study / S. M. Brown et al. // *Crit. Care Med.* 2017. Vol. 45 (8). P. 1317–1324. doi: 10.1097/CCM.0000000000002514
5. Nonlinear Imputation of PaO₂/FIO₂ from SpO₂/FIO₂ among Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome / S. M. Brown et al. // *Chest.* 2016. Vol. 150 (2). P. 307–313. doi: 10.1016/j.chest.2016.01.003

6. Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC) / M. C. J. Kneyber et al. // Intensive Care Med. 2017. Vol. 43 (12). P. 1764–1780. doi: 10.1007/s00134-017-4920-z
7. Beltramo F., Khemani R. G. Definition and global epidemiology of pediatric acute respiratory distress syndrome // Ann. Transl. Med. 2019. Vol. 7 (19). P. 502. doi: 10.21037/atm.2019.09.31
8. Schepens T., Dianti J. Diaphragm protection: what should we target? // Curr. Opin. Crit. Care. 2020. Vol. 26 (1). P. 35–40. doi: 10.1097/MCC.0000000000000683
9. Schepens T., Fard S., Goligher E. C. Assessing Diaphragmatic Function // Respir. Care. 2020. Vol. 65 (6). P. 807–819. doi: 10.4187/respcare.07410
10. Weaning and extubation readiness in pediatric patients / C. J. Newth et al. // Pediatr. Crit. Care Med. 2009. Vol. 10 (1). P. 1–11. doi: 10.1097/PCC.0b013e318193724d

ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОКСИГЕНАЦИИ У ДЕТЕЙ С ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ

О. В. ФИЛЫК

Рассмотрены особенности изменений уровня оксигенации у детей с дыхательной недостаточностью при отлучении их от аппарата искусственной вентиляции легких. Отмечена целесообразность использования соотношений SpO_2/FiO_2 и paO_2/FiO_2 для установления времени готовности пациента к отлучению от респираторной терапии.

Ключевые слова: дети, оксигенация, искусственная вентиляция легких.

CHANGES IN OXYGENATION IN CHILDREN WITH RESPIRATORY FAILURE

O. V. FILYK

Peculiarities of changes in the oxygenation level in children with respiratory failure during weaning of their apparatus from mechanical ventilation have been considered. The expediency of using SpO_2/FiO_2 and paO_2/FiO_2 ratios to establish the time of a patient's readiness for weaning from respiratory therapy has been indicated.

Key words: children, oxygenation, mechanical ventilation.

Надійшла 27.07.2020