



Філик О.В.

## ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ГЕМОДИНАМІКИ У ДІТЕЙ З ГОСТРОЮ ДИХАЛЬНОЮ НЕДОСТАТНІСТЮ ПРИ ВІДЛУЧЕННІ ВІД ШВЛ

*Кафедра анестезіології та інтенсивної терапії  
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького*

**Вступ.** Гостра дихальна недостатність супроводжується зростанням навантаження на серцево-судинну систему.

**Метою** роботи було вивчити функціональні показники серцево-судинної системи та доставки кисню у дітей з гострою дихальною недостатністю під час проведення різних стратегій ШВЛ.

**Матеріали та методи дослідження.** Проведене проспективне рандомізоване неінтервенційне контрольоване однокентрове дослідження серед пацієнтів віком від 1 міс до 18 років. Всіх пацієнтів було розділено на контрольну, I і II досліджувану групи. У пацієнтів контрольної групи (n=75) проводилася короткочасна ШВЛ (до 6 год) під час планових операцій; вони були відлучені від ШВЛ одразу після закінчення операції та відновлення фізіологічних функцій організму після анестезії. Пацієнти I досліджуваної групи (n=83) отримували традиційний для даного відділення інтенсивної терапії моніторинг та лікування (легенево-протективну стратегію ШВЛ). У пацієнтів II досліджуваної групи (n=79) у доповнення до традиційного моніторингу та лікування використовувалися діафрагм-протективна стратегія ШВЛ та корекція показників гемодинаміки відповідно до результатів розширеного неінвазивного моніторингу.

Для оцінювання показників, що залежали від віку, пацієнтів було розділено на вікові підгрупи: 1 підгрупа – діти віком 1 міс – 1 рік; 2 підгрупа – діти 1–3 роки; 3 підгрупа – діти 3–6 років; 4 підгрупа – діти 6 – 13 років; 5 підгрупа – діти 13–18 років.

**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).

Як проміжні критерії оцінки визначено нижче перераховані групи показників: ЧСС, неінвазивний АТ (систолический, діастолічний та середній), неінвазивний моніторинг показників центральної гемодинаміки з визначенням ударного об'єму, серцевого викиду, серцевого індексу, ударного індексу, рН,  $paO_2$ ,  $pvO_2$ ,  $paCO_2$ ,  $pvCO_2$ ,  $SaO_2$ ,  $SvO_2$ , BE, розрахунком доставки кисню.

**Результати і обговорення.** Характерними особливостями гемодинаміки в пацієнтів II досліджуваної групи при відлученні від ШВЛ, залежно від віку, були: в 2-й та 3-й вікових підгрупах при гіпоксемічній та гіперкапінічно-гіпоксемічній формах ГДН – зниження ЧСС на етапі d3 на 33% та 40%, порівняно з пацієнтами I групи ( $p=0,05$  та  $p=0,04$ ); зниження СВ на 25% ( $p=0,001$ ) в 2-й віковій підгрупі на етапі d3 та на 31% ( $p=0,02$ ) в 3-й віковій підгрупі на етапі d5. У 1-й та 4-й вікових підгрупах II досліджуваної групи при гіпоксемічній та гіперкапінічно-гіпоксемічній ГДН характерним було зниження УІ, починаючи з етапу d3, що становило 21% ( $p=0,04$ ) та 37% ( $p=0,05$ ) для 1-ї та 4-ї підгруп, відповідно, та супроводжувалося достовірним зниженням СВ на етапі дослідження d5, порівняно з I досліджуваною групою. Для пацієнтів 5-ї вікової підгрупи при гіпоксемічній та гіперкапінічно-гіпоксемічній ГДН характерним було достовірне зниження систолічного та середнього АТ на етапі дослідження d1 на 17% ( $p=0,04$ ) та 24%, відповідно ( $p=0,001$ ), порівняно з I досліджуваною групою; зростання УО та СВ на етапі d3 на 13% та 14% ( $p=0,05$  та  $p=0,04$ ). Показники доставки кисню у пацієнтів 1-ї та 3-ї вікових підгруп достовірно знижувалися з етапу d5 на 22% ( $p=0,05$ ) та 31% ( $p=0,02$ ), в 2-й та 4-й вікових підгрупах – з етапу дослідження d3 на 25% ( $p=0,05$ ) та 29% ( $p=0,01$ ), в пацієнтів 5-ї вікової групи достовірних відмінностей не виявлено.

**Висновки.** На основі ґрунтовного дослідження та глибокого аналізу показників гемодинаміки встановлено, що для пацієнтів з ГДН всіх вікових підгруп, незалежно від її форми, на момент початку відлучення від ШВЛ характерним був гіпердинамічний тип кровообігу зі зростанням CI ( $5,8\pm 1,1$  л/хв/м<sup>2</sup>, порівняно з  $2,9\pm 0,4$  л/хв/м<sup>2</sup> ( $p=0,001$ )) в кон-

Для кореспонденції: Філик Ольга Володимирівна, к. мед. н., доцент кафедри анестезіології та інтенсивної терапії, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів, Україна, e-mail: [filyk\\_olha@meduniv.lviv.ua](mailto:filyk_olha@meduniv.lviv.ua)

трольній групі) та достовірно високими ( $p < 0,05$ ) показниками доставки кисню. Серед пацієнтів II досліджуваної групи достовірно швидше, порівняно з I досліджуваною групою, відбувалася нормалізація показників гемодинаміки: починаючи з етапу дослідження d3 для 1-ї, 2-ї, 3-ї та 4-ї вікових підгруп та з етапу d1 для 5-ї вікової підгрупи ( $p < 0,05$ ).

## ВСТУП

Відомо, що гостра дихальна недостатність супроводжується зростанням навантаження на серцево-судинну систему внаслідок підвищеної потреби у доставці кисню [2, 5]. Генерація позитивного інтраабдомінального та негативного внутрішньоплеврального тисків при скороченні діафрагми, як основного дихального м'язу, погіршує венозне повернення крові до серця та серцевий викид [6], тоді як високий об'єм хвилинної вентиляції легень збільшує потребу дихальних м'язів в кисні та підвищує роботу серця [1]. Разом з тим, навіть на етапі відлучення від ШВЛ, коли доставку та споживання кисню оптимізовано, можливі гемодинамічні порушення через дисбаланс між роботою дихальних м'язів та серцево-судинної системи [2, 6].

Метою роботи було вивчити функціональні показники серцево-судинної системи та доставки кисню у дітей з гострою дихальною недостатністю під час проведення ШВЛ.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведене проспективне рандомізоване неінтервенційне контрольоване одноцентрове дослідження серед пацієнтів віком від 1 міс до 18 років. В основу роботи покладено власний досвід курації та аналіз медичних карт 237 послідовно включених пацієнтів, що впродовж 2016–2020 років перебували на лікуванні у КНП Львівська обласна дитяча клінічна лікарня “ОХМАТДИТ”. Протокол висновку біоетичної комісії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького №1 від 30.01.2018 року. У дослідженні було порівняно ефективність стандартного підходу до респіраторної та інтенсивної терапії та пропонувані нами доповнень до нього у дітей з різними формами дихальної недостатності (табл.1).

Як стандартизовану основу для діагностики та лікування усіх включених у дослідження пацієнтів, нами було використано рекомендовані Міністер-

ством охорони здоров'я України міжнародні настанови щодо найкращої клінічної практики з розділів “Педіатрія”, “Анестезіологія”, “Інфекційні захворювання”, “Легеневі захворювання”.

Критерії включення пацієнтів у дослідження: гостра дихальна недостатність; вік 1 міс – 18 років; проведення інвазивної ШВЛ.

Критерії виключення з дослідження: відмова законних представників пацієнта від участі у дослідженні як перед початком так і на будь-якому з його етапів; хронічна дихальна недостатність; гостра та хронічна дихальна недостатність, що не потребують проведення ШВЛ; наявність вродженої вади серця; агональний стан пацієнта.

Всіх пацієнтів було розділено на контрольну, I і II досліджувану групи, відповідно до схеми (рис.1). Відповідно до отриманих результатів кислотно-лужної рівноваги крові та етіології захворювання, пацієнтів досліджуваних груп було розділено на тих, у кого виявляли I тип ГДН (гіпоксемічну ГДН) та тих пацієнтів, де виявляли поєднання II та I типів ГДН (гіперкапнічно-гіпоксемічну ГДН).

У пацієнтів контрольної групи ( $n=75$ ) проводилася короткочасна ШВЛ (до 6 год) під час планових операцій; вони були відлучені від ШВЛ одразу після закінчення операції та відновлення фізіологічних функцій організму після анестезії. Пацієнти I досліджуваної групи ( $n=83$ ) отримували традиційний для даного відділення інтенсивної терапії моніторинг та лікування. У пацієнтів II досліджуваної групи ( $n=79$ ) у доповнення до традиційного моніторингу та лікування використовувалися запропоновані нами способи моніторингу та алгоритми лікування.

Для оцінювання показників, що залежали від віку, пацієнтів було розділено на вікові підгрупи: 1 підгрупа – діти віком 1 міс – 1 рік; 2 підгрупа – діти 1 – 3 роки; 3 підгрупа – діти 3 – 6 років; 4 підгрупа – діти 6 – 13 років; 5 підгрупа – діти 13 – 18 років.

Таблиця 1. Технології проведення відлучення від ШВЛ та інтенсивної терапії у пацієнтів, включених у дослідження

Група пацієнтів / Стратегія терапії	Гіпоксемічна ГДН		Гіперкапнічно-гіпоксемічна ГДН	
	I досліджувана група	II досліджувана група	I досліджувана група	II досліджувана група
Технологія проведення ШВЛ	ЛПС	ЛПС + ДПС	ЛПС	ЛПС + ДПС
Інтенсивна терапія та ціль-орієнтована корекція	БТ	БТ + Г	БТ	БТ + Г

(БТ – базисна терапія; ЛПС – легенево-протективна стратегія ШВЛ; ДПС – діафрагм-протективна стратегія ШВЛ; Г – гемодинаміка).

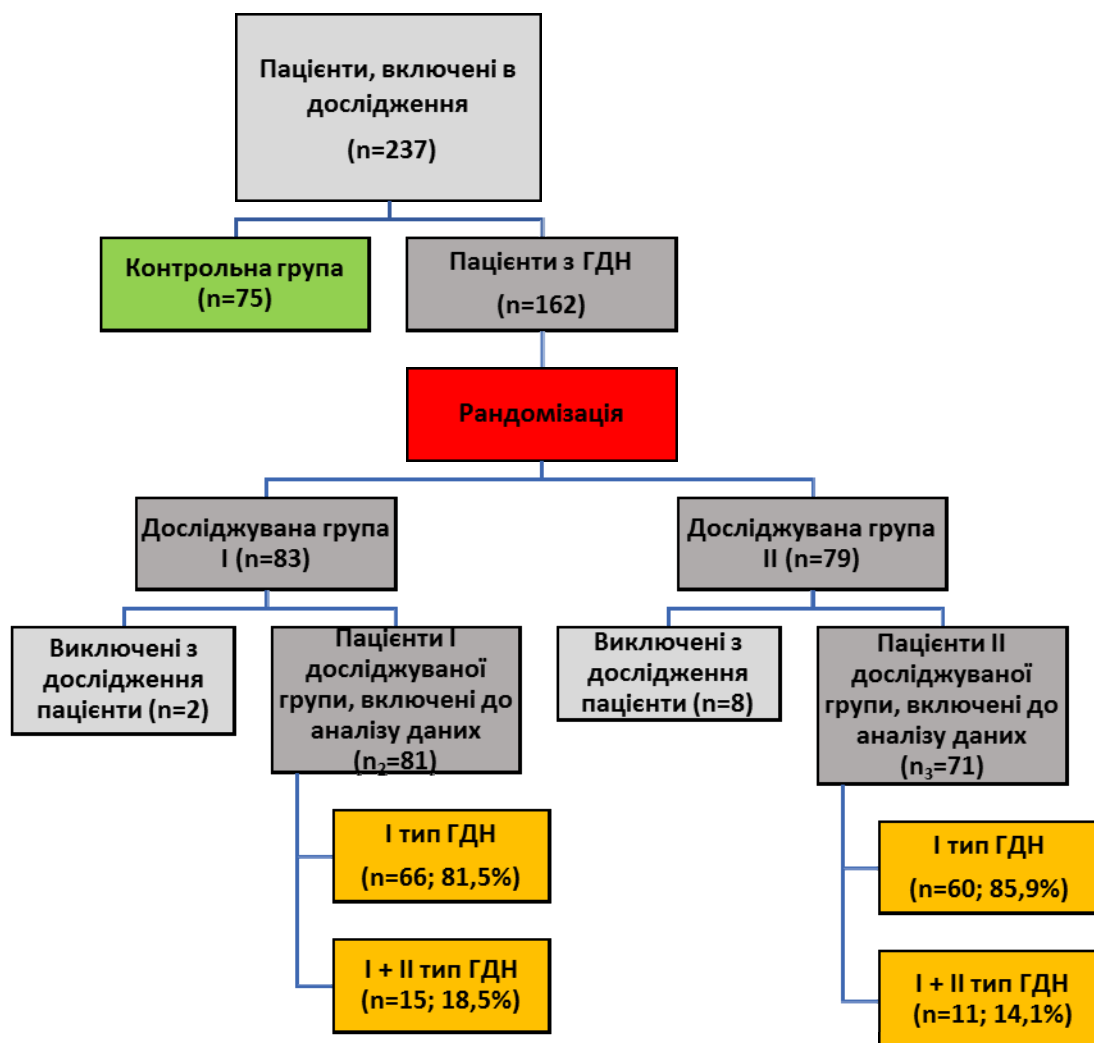


Рис.1. Схема надходження пацієнтів у дослідження.

Таблиця 2. Проміжні критерії оцінки стану пацієнтів.

Показники гемодинаміки та кислотно-лужної рівноваги крові	ЧСС, неінвазивний АТ (систоличний, діастолічний та середній), Неінвазивний моніторинг показників центральної гемодинаміки (УО, ХОК, СІ, УІ), рН, рaO <sub>2</sub> , рvO <sub>2</sub> , рaCO <sub>2</sub> , рvCO <sub>2</sub> , SaO <sub>2</sub> , SvO <sub>2</sub> , ВЕ. Доставка кисню.
---	---

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).

Як проміжні критерії оцінки визначено нижче перераховані групи показників (табл.2).

Функціональні можливості газообміну оцінювали на основі показників пульсоксиметрії приліжковим монітором пацієнта Bedside Monitor NIHON CONDEN (MODEL PVM-2701K, VER-03-55) та показників кислотно-лужної рівноваги в артеріальній та венозній крові, які вимірювали за

допомогою аналізатора показників кислотно-лужної рівноваги, лактату та електролітів плазми крові OPTI CCA-TS Blood Gas and Electrolyte Analyser в ургентній клінічній біохімічній лабораторії КЗ ЛОДКЛ "ОХМАТДИТ".

Доставку кисню розраховували за формулою (1):

$$DO_2 = CO * CaO_2 \quad (1)$$

де DO<sub>2</sub> = доставка кисню (мл/хв); CO = серцевий викид (л/хв); CaO<sub>2</sub> = вміст кисню в артеріальній крові (мл/дл).

Вміст кисню в артеріальній крові розраховували за формулою (2):

$$\text{CaO}_2 = (\text{Hb} * 1,36) (\text{SaO}_2/100) + (\text{paO}_2 * 0,0031) \quad (2),$$

де  $\text{CaO}_2$  = вміст кисню в артеріальній крові (мл/дл);  $\text{Hb}$  = гемоглобін (г/дл);  $\text{SaO}_2$  = сатурація артеріальної крові киснем (%);  $\text{paO}_2$  = парціальний тиск кисню в артеріальній крові; також відомим було те, що 1 г  $\text{Hb}$  зв'язує 1,36 мл кисню.

Функцію діафрагми визначали з допомогою апарату для ультразвукової діагностики *Ultrasound scanner HITACHI EUP 525 Plus, Model P61* приліжково. Фракцію стоншення діафрагми розраховували як частку різниці товщини на вдиху і на видиху та товщини на видиху для правого та лівого куполів діафрагми за формулою (3), у відсотках:

$$\text{DTf} = \frac{\text{DTi} - \text{DTe}}{\text{DTe}} \times 100 \quad (3),$$

де  $\text{DTf}$  – фракція стоншення діафрагми, %;  $\text{DTi}$  – товщина діафрагми на вдиху, мм;  $\text{DTe}$  – товщина діафрагми на видиху, мм.

Респіраторна терапія проводилася апаратами ШВЛ “Hamilton C1”, “Hamilton C3”, “VELA” в режимах з контролем по тиску відповідно до “Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC), 2016”, 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 та вибір такого показника  $\text{Tin}$  (часу вдиху) щоб на видих залишалася не менше двох значень  $\text{RScpr}$  (константи видиху). Метою було підтриманням 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 що 6–8 год з досягненням цільових показників тиску 20–30 мм рт.ст.

Діафрагм-протективна стратегія ШВЛ полягала у підтримуванні спонтанної діафрагмальної активності у пацієнтів (відсутність міорелаксації при стабільній достатній оксигенації та добрій синхронізації дихання пацієнта з роботою апарату ШВЛ), підтримуванні фракції стоншення діафрагми за даними ультразвукового дослідження (УЗД) в межах 15–30% та амплітуди її рухів в межах 8–10 мм [3, 4]. Ми оцінювали зміни товщини діафрагми впродовж дослідження та розглядали відносне зниження цього показника як маркер атрофії діафрагми; оцінювали контрактильні властивості діафрагми за допомогою визначення фракції її стоншення та оцінювали динаміку впродовж

дослідження; розглядали зниження даного показника менше 15% як маркер діафрагмальної слабкості; підвищення даного показника понад 35% як маркер високої роботи дихання та потенційно пошкоджуючий чинник для діафрагми.

Ціль-орієнтований індивідуалізований менеджмент змін гемодинаміки включав: оптимізацію ударного об’єму, варіабельності ударного об’єму та варіабельності пульсового тиску з допомогою рідини в/в, оптимізацію доставки кисню з допомогою рідини в/в та інотропних препаратів.

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 ( $\sigma$ ), медіани ( $\text{Me}$ ), першого та третього квантилів [ $Q1$ ;  $Q3$ ], міжквартильного інтервалу ( $Q3-Q1$ ), 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), при невідповідності вибірки законам нормального розподілу використовували непараметричні методи статистики ( $U$ -критерій Манна-Уїтні, Kruskal-Wallis тест,  $\chi^2$  – тест). Різницю параметрів вважали статистично значущою при  $p < 0,05$

## РЕЗУЛЬТАТИ І ОБГОВОРЕННЯ

Характеристика пацієнтів за віковими підгрупами подана в табл.3.

Відповідно до змін показників кислотно-лужної рівноваги артеріальної крові та етіології захворювання серед пацієнтів 1-ї вікової підгрупи було 58% з гіпоксемічною (I тип ГДН) та 42% пацієнтів з гіпоксемічно-гіперкапічною ГДН (I+II тип ГДН); в 2-й віковій підгрупі – 82% з гіпоксемічною та 18% з гіпоксемічно-гіперкапічною ГДН; в 3-й віковій підгрупі 100% пацієнтів мали гіпоксемічну ГДН; серед дітей з 4-ї вікової підгрупи було 88% з гіпоксемічною та 12% з гіпоксемічно-гіперкапічною ГДН; в 5-й віковій підгрупі 84% пацієнтів з гіпоксемічною та 16% з гіпоксемічно-гіперкапічною ГДН.

Аналіз структури захворювань, що призвели до ГДН в I та II групах, показав, що пневмонію було підтверджено у 63 пацієнтів (77,8%) в I досліджуваній групі та в 61 пацієнта (85,9%) в II досліджуваній групі ( $p=0,03$ ); респіраторний дистрес-синдром (РДС) підтверджено лише в I досліджуваній групі у 3 пацієнтів (3,7%),  $p=0,89$ . Бронхолегене-

**Таблиця 3.** Антропометрична характеристика пацієнтів, розділених за віковими підгрупами та включених у дослідження та в аналіз даних (Me [Q1; Q3]).

Параметри	Вікова підгрупа	Контрольна група (n=75)	Досліджувана група I (n=81)	Досліджувана група II (n=71)	p <sup>a</sup>
Вік хворих	1 (міс)	2 [1,25; 6,25]	2 [1,5; 8,5]	2 [1,3; 6,7]	0,03
	2 (міс)	19 [13,5; 29,25]	21 [14,5; 19]	20 [13; 18,75]	0,04
	3 (міс)	43 [39,5; 55,75]	40 [35,25; 50,75]	41 [36,5; 49,75]	0,05
	4 (роки)	8 [6,5; 11,75]	8 [6,25; 12,5]	9 [7,3; 11,75]	0,04
	5 (роки)	14 [13,3; 16,5]	15 [14,25; 17]	14 [13,5; 16,75]	0,02
Маса тіла, кг	1	4 [3,2; 4,5]	4 [2,9; 4,5]	4 [3,1; 4,4]	0,01
	2	13 [11,5; 13,8]	11 [9,8; 12,1]	11 [10,3; 11,8]	0,23
	3	17 [16,2; 19,8]	14 [13,5; 15,2]	14 [13,9; 15,8]	0,22
	4	28 [26,5; 29,8]	24 [22,4; 26,5]	23 [22,1; 26,5]	0,36
	5	44 [38; 48,7]	39 [33,4; 42,5]	38 [33; 43,5]	0,28
Ріст, см	1	54 [51; 55]	53 [52; 56]	54 [52; 56]	0,04
	2	81 [77; 83]	80 [78; 82]	82 [80; 85]	0,03
	3	95 [92; 97]	93 [91; 95]	93 [91; 96]	0,06
	4	117 [114; 118]	112 [110; 115]	114 [112; 116]	0,08
	5	145 [141; 148]	144 [142; 147]	143 [141; 147]	0,06
ІМТ, кг/м <sup>2</sup>	1	13,7 [12,1; 14,3]	14,23 [11,4; 15,1]	13,7 [11,1; 14,9]	0,04
	2	19,8 [18,4; 20,9]	17,2 [14,1; 18,3]	16,4 [13,9; 17,9]	0,26
	3	18,8 [17,6; 19,5]	16,2 [15,1; 17,9]	16,2 [14,8; 18,1]	0,23
	4	20,5 [18,3; 21,5]	18,1 [17,1; 21,2]	17,7 [16,5; 19,2]	0,18
	5	20,9 [18,5; 22,8]	18,8 [16,1; 20,5]	18,6 [16,5; 21,1]	0,11

Примітка: а - порівняння трьох груп (контрольної, I та II досліджуваної) з допомогою Kruskal-Wallis тесту.

ва дисплазія в поєднанні з пневмонією виявлена в 5 пацієнтів (6,2%) I досліджуваної групи та в 4 пацієнтів (5,6%) II досліджуваної групи,  $p=0,02$ . Гострий обструктивний бронхіт/бронхіоліт/бронхіальна астма в поєднанні з пневмонією були підтверджені в 10 пацієнтів (12,3%) I досліджуваної групи та в 6 (8,5%) пацієнтів II досліджуваної групи,  $p=0,08$ .

Структура супутніх захворювань, проведених операцій та рівень тяжкості стану і поліорганної дисфункції пацієнтів наведено в табл.4.

Спільними ознаками порушень функції респіраторної системи для гіпоксемічної та гіперкапінічно-гіпоксемічної форм ГДН були тахіпноє, висока хвилинна вентиляція легень та гіпоксемія. Зміни роботи серцево-судинної системи були однонаправленими, незалежно від форми ГДН. Тому аналіз та порівняння показників роботи серцево-судинної системи проведено у відповідних вікових підгрупах, не розділяючи отримані результати залежно від форми ГДН.

Проведений аналіз показників роботи серцево-судинної системи показав, що на етапі d1 у пацієнтів обох досліджуваних груп з ГДН, порівняно з пацієнтами контрольної групи, був гіпердинамічний тип кровообігу зі зростанням показників серцевого індексу (CI) в 2 рази вище показників кон-

трольної групи ( $p=0,001$ ), складаючи  $5,8 \pm 1,1$  л/хв/м<sup>2</sup>, порівняно з  $2,9 \pm 0,4$  л/хв/м<sup>2</sup> в контрольній групі. Водночас, в 1-й та 2-й вікових підгрупах пацієнтів з ГДН, показники ударного об'єму (УО) та ударного індексу (УІ) були на 9% та 18% нижчими, порівняно з контрольною групою ( $p=0,04$  та  $p=0,04$ ) та склали в II досліджуваній групі  $20,1 \pm 0,7$  мл та  $20,2 \pm 2,3$  мл/удар/м<sup>2</sup>, порівняно з  $22,8 \pm 0,6$  мл та  $25,6 \pm 2,6$  мл/удар/м<sup>2</sup> в контрольній групі. В пацієнтів 2-ї вікової підгрупи АТсист був достовірно нижчим і становив  $64 \pm 5$  мм рт ст, порівняно з  $79 \pm 4$  мм рт ст в контрольній групі пацієнтів ( $p=0,05$ ). В 3-й та 4-й вікових підгрупах пацієнтів з ГДН показники ЧСС були достовірно вищими в 1,4 раза та в 1,2 раза, складаючи  $138 \pm 15$  уд/хв та  $94 \pm 11$  уд/хв, порівняно з контрольною групою пацієнтів, де вони становили  $98 \pm 18$  уд/хв та  $79 \pm 8$  уд/хв ( $p=0,04$  та  $p=0,05$ ), а СВ в 1,3 раза та в 2,8 раза перевищував показники контрольної групи ( $p=0,02$  та  $p=0,001$ ). В 4-й віковій підгрупі УІ був достовірно вищим у 1,4 раза ( $p=0,05$ ) в пацієнтів з ГДН, складаючи  $41,1 \pm 2,3$  мл/удар/м<sup>2</sup>, порівняно з  $28,5 \pm 2,1$  мл/удар/м<sup>2</sup> в контрольній групі, а АТ середній був достовірно нижчим та становив  $62 \pm 4$  мм рт ст, порівняно з  $81 \pm 9$  мм рт ст в контрольній групі пацієнтів ( $p=0,02$ ). Пацієнти 5-ї вікової підгрупи з ГДН мали в 1,7 раза вищий УО

Таблиця 4. Характеристика супутніх захворювань, операцій та втручань, тяжкості стану пацієнтів, включених у дослідження та в аналіз даних (n, %, X±σ).

Параметри	Контрольна група (n=75)	Досліджувана група I (n=81)	Досліджувана група II (n=71)	p <sup>a</sup>
<b>Супутні захворювання та порушення, кількість, (%)</b>				
Септичний шок	-	24 (29,6%)	21 (29,6%)	0,92
Катехоламін-резистентний септичний шок	-	10 (12,3%)	8 (11,3%)	0,74
Гостра серцево-судинна недостатність	-	2 (2,5%)	1 (1,4%)	0,23
Нутритивний дефіцит	-	49 (60,5%)	45 (63,4%)	0,32
Енцефалопатія	-	26 (32,1%)	22 (31%)	0,11
Порушення нейром'язової провідності	-	0	1 (1,4%)	0,09
<b>Проведені операції та маніпуляції, кількість, (%)</b>				
Аденотомія	29 (38,7%)	-	-	
Ринопластика	12 (16%)	-	-	
Лапароскопія, PIRS	34 (45,3%)	-	-	
Лапаротомія, дренивання черевної порожнини	-	18 (22,2%)	13 (18,3%)	0,64
Дренивання плевральної порожнини	-	12 (14,8%)	14 (19,7%)	0,33
Санациjno-діагностична трахеобронхоскопія	-	36 (44,4%)	29 (40,8%)	0,03
<b>Тяжкість стану та рівень поліорганної дисфункції, рівень летальності</b>				
Тяжкість стану за PRISM III (бали)	0	18,4±0,7	16,4±0,9	0,27
Передбачувана летальність, %	0	10,1±2,6	12,6±3,8	0,12
Тяжкість СПОД за P-MODS, бали	0	5,2±0,3	4,1±0,4	0,18
Всього хворих		227		

Примітка: a - порівняння трьох груп (контрольної, I та II досліджуваної) з допомогою Kruskal-Wallis тесту.

(p=0,005) який складав в них 75,2±2,7 мл, порівняно з 44,8±1,2 мл в контрольній групі та 1,4 раза вищий СВ, що становив 6,79±0,5 л/хв, порівняно з 4,88±0,4 л/хв (p=0,01) в контрольній групі. Отже, для дітей різних вікових підгруп з ГДН характерною ознакою є висока продуктивність серця внаслідок різноманітних патофізіологічних змін, що потрібно враховувати при проведенні індивідуалізованої ціль-орієнтованої корекції гемодинаміки у них.

Надалі, проводячи порівняльний аналіз показників гемодинаміки серед пацієнтів I та II досліджуваних груп під час відлучення від ШВЛ, було встановлено, що в II досліджуваній групі серед пацієнтів 1-ї вікової підгрупи характерним було достовірне, порівняно з I досліджуваною групою, зниження УО та УІ на етапах дослідження d3, d5, d7 та d9 на 21% (p=0,04); 52%; 34% та 37%, відповідно. Це супроводжувалося достовірним зниженням у них СВ на 14% на етапі дослідження d3 (p=0,04); на 40% на етапі d5 (p=0,05) та на 30% на етапі d9 (p=0,03), порівняно з I досліджуваною групою. СІ в II досліджуваній групі (рис.2) знижувався вже на етапі d1 на 23% (p=0,03), складаючи 5,87 [5,43; 6,82] л/хв/м<sup>2</sup>, порівняно з 7,55 [6,87; 7,78] л/хв/м<sup>2</sup> в I досліджуваній групі та на 34% на етапі дослідження d9 (p=0,04) становлячи 4,1 [3,9; 4,57]

л/хв/м<sup>2</sup>, порівняно з 6,2 [4,9; 6,8] л/хв/м<sup>2</sup> в I досліджуваній групі. Доставка кисню серед пацієнтів 1-ї вікової підгрупи II досліджуваної групи (рис.3) достовірно знижувалася на етапах дослідження d5, d7 та d9 на 22%, 33% та 31%, та складала 198 [191; 199] мл/хв; 181,2 [178; 184,6] мл/хв та 136,8 [132; 141,5] мл/хв, відповідно, порівняно з 253,2 [238,5; 259] мл/хв, 234 [123,5; 238] мл/хв та 196,8 [192; 199,6] мл/хв в I досліджуваній групі (p=0,05; p=0,03 та p=0,04).

У пацієнтів 2-ї вікової підгрупи (рис.3) характерним було достовірне зниження ЧСС на етапі d3, що супроводжувалося зниженням на 25% СВ, СІ та DO<sub>2</sub>, які склали 2,4 [2,1; 2,55] л/хв, порівняно з 3,2 [2,6; 3,3] л/хв для СВ (p=0,001); 3,2 [3,1; 3,87] л/хв/м<sup>2</sup> порівняно з 4,27 [4,1; 5,25] л/хв/м<sup>2</sup> (p=0,04) для СІ та 326 [315; 354,5] мл/хв, порівняно з 435 [417; 452] мл/хв (p=0,05) для DO<sub>2</sub>.

Для пацієнтів 3-ї вікової підгрупи (рис.4) достовірні відмінності в показниках гемодинаміки реєструвалися на етапі d3, коли знижувалися показники ЧСС на 40% порівняно з показниками в I групі, що супроводжувалося достовірним зниженням систолічного, діастолічного та середнього АТ на 19%, 30% та 23%, відповідно, порівняно з I досліджуваною групою. Всі вищезазначені зміни на етапі d5 вплинули на зниження СВ та DO<sub>2</sub> в II

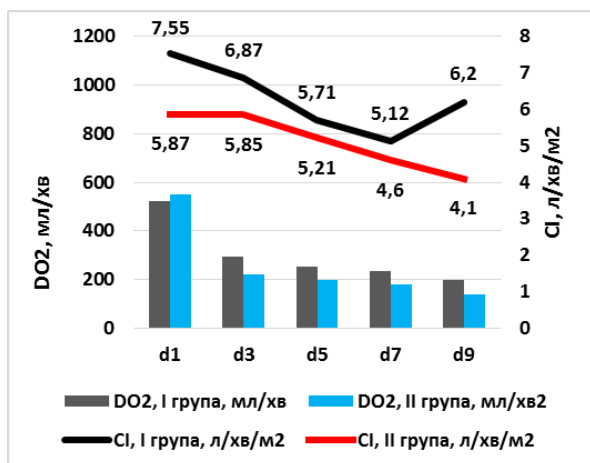


Рис. 2. Динаміка змін CI та DO<sub>2</sub> у пацієнтів 1-ї вікової підгрупи.

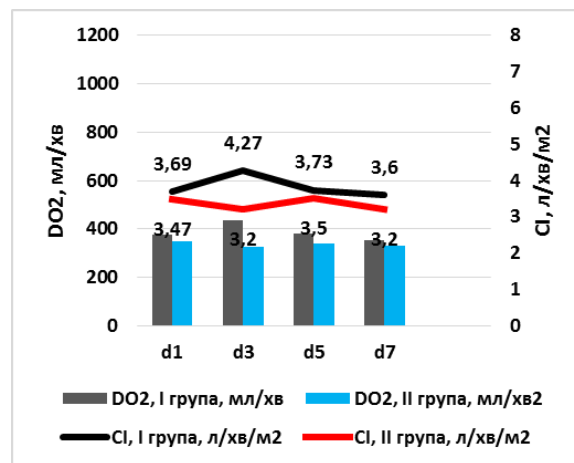


Рис. 3. Динаміка змін CI та DO<sub>2</sub> у пацієнтів 2-ї вікової підгрупи.

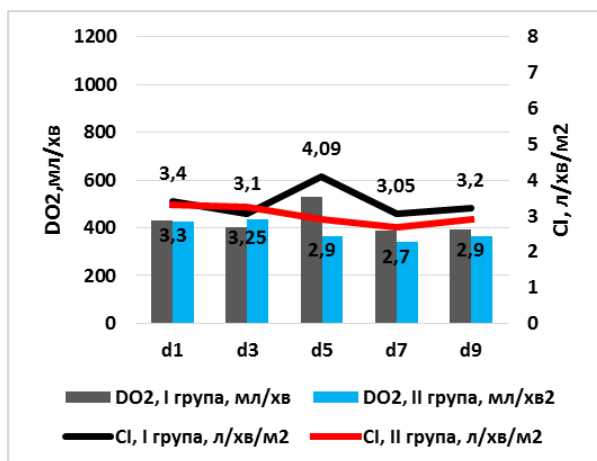


Рис. 4. Динаміка змін CI та DO<sub>2</sub> у пацієнтів 3-ї вікової підгрупи.

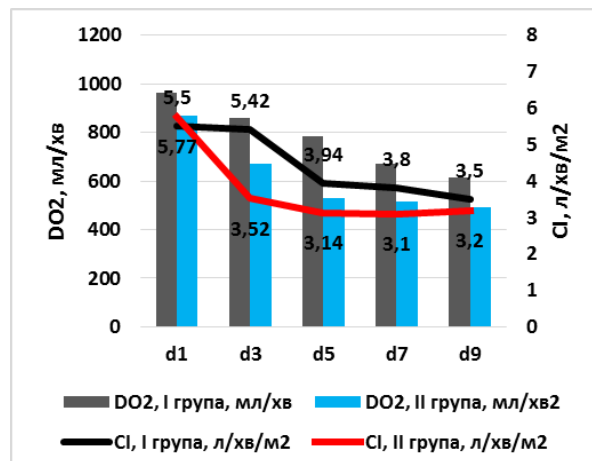


Рис. 5. Динаміка змін CI та DO<sub>2</sub> у пацієнтів 4-ї вікової підгрупи.

групі на третину, порівняно з I групою пацієнтів, складаючи 3,1 [2,9; 3,2] л/хв для СВ та 365,8 [345,2; 368] мл/хв для DO<sub>2</sub> в II групі, порівняно з 4,5 [4,4; 4,6] л/хв ( $p=0,02$ ) та 531 [512,2; 543] мл/хв ( $p=0,02$ ) в I групі, відповідно. УО та УІ мали достовірні відмінності між групами лише на етапі d7.

В 4-й віковій підгрупі (рис.5) достовірні зниження УО та УІ в II досліджуваній групі від етапу дослідження d3 до етапу d9 супроводжувалися зниженнями СВ та DO<sub>2</sub> на аналогічних етапах дослідження. Так, СВ на етапі d3 в II досліджуваній групі становив 4,8 [4,2; 5,13] л/хв, що було на 28% нижче від показника I досліджуваної групи де він складав 6,15 [5,92; 6,4] л/хв ( $p=0,03$ ); на етапі дослідження d5 в II групі СВ становив 3,8 [3,2; 3,97] л/хв, що було на 47% нижче, порівняно з показником 5,6 [4,9; 5,9] л/хв в I групі ( $p=0,001$ ); на етапах d7 та d9 відмінності становили 30% та 26%, відповідно ( $p=0,03$ ;  $p=0,05$ ).

Серед пацієнтів 5-ї вікової підгрупи характерним було достовірне зростання УО та СВ на етапі дослідження d3 серед пацієнтів II досліджуваної групи, коли дані показники становили, відповідно 68 [59; 71] мл для УО та 8,52 [8,1; 8,62] л/хв для СВ в II групі, порівняно з 60 [51; 67] мл ( $p=0,05$ ) та 7,5 [6,9; 7,75] л/хв ( $p=0,04$ ) в I групі пацієнтів. Цьому на етапі d1 передувало достовірне зниження систолічного та середнього АТ в II досліджуваній групі пацієнтів на 17% ( $p=0,04$ ) та на 24% ( $p=0,01$ ), відповідно; та після цього на етапі d5 реєстрували достовірне зниження діастолічного АТ на 17% та середнього АТ на 20% серед пацієнтів II групи, порівняно з I групою ( $p=0,05$ ;  $p=0,03$ ). Достовірних відмінностей показників CI та DO<sub>2</sub> серед пацієнтів I та II груп 5-ї вікової підгрупи не було виявлено, їх динаміка відображена на рис.6., характерною особливістю була короткочасна тенденція до зростання CI серед дітей I досліджуваної групи на етапі

d5, що знайшло відображення і в зростанні  $DO_2$  на цьому етапі у них.

Отже, характерними особливостями гемодинаміки в пацієнтів II досліджуваної групи при відлученні від ШВЛ, залежно від віку, були: в 2-й та 3-й вікових підгрупах при гіпоксемічній та гіперкапінічно-гіпоксемічній формах ГДН – зниження ЧСС на етапі d3 на 33% та 40%, порівняно з пацієнтами I групи ( $p=0,05$  та  $p=0,04$ ); зниження СВ на 25% ( $p=0,001$ ) в 2-й віковій підгрупі на етапі d3 та на 31% ( $p=0,02$ ) в 3-й віковій підгрупі на етапі d5. У 1-й та 4-й вікових підгрупах II досліджуваної групи при гіпоксемічній та гіперкапінічно-гіпоксемічній ГДН характерним було зниження УІ, починаючи з етапу d3, що становило 21% ( $p=0,04$ ) та 37% ( $p=0,05$ ) для 1-ї та 4-ї підгруп, відповідно, та супроводжувалося достовірним зниженням СВ на етапі дослідження d5, порівняно з I досліджуваною групою. Для пацієнтів 5-ї вікової підгрупи при гіпоксемічній та гіперкапінічно-гіпоксемічній ГДН характерним було достовірне зниження систолічного та середнього АТ на етапі дослідження d1 на 17% ( $p=0,04$ ) та 24%, відповідно ( $p=0,001$ ), порівняно з I досліджуваною групою; зростання УО та СВ на етапі d3 на 13% та 14% ( $p=0,05$  та  $p=0,04$ ). Показники доставки кисню у пацієнтів 1-ї та 3-ї вікових підгруп достовірно знижувалися з етапу d5 на 22% ( $p=0,05$ ) та 31% ( $p=0,02$ ), в 2-й та 4-й вікових підгрупах – з етапу дослідження d3 на 25% ( $p=0,05$ ) та 29% ( $p=0,01$ ), в пацієнтів 5-ї вікової групи достовірних відмінностей не виявлено.

Тому для оцінювання функціонування серцево-судинної системи та серцево-легеневої інтеграції у дітей з різними формами дихальної недостатності при проведенні відлучення від ШВЛ слід використовувати наступні показники: частоту серцевих скорочень, ударний індекс, серцевий індекс, Корекцію серцево-судинних порушень варто починати ще до етапу відлучення від ШВЛ, використовуючи комплексний підхід. У пацієнтів вікової групи 1 міс – 1 рік при наявності тахікардії, серцевому індексі понад  $6,5$  л/хв/м<sup>2</sup> додати до інтенсивної терапії рідину в/в за рахунок ізотонічних збалансованих кристалоїдів та переоцінити показники гемодинаміки; при наявності

тахікардії, переважанні об'єму правих камер серця над лівими при ЕхоКГ та серцевому індексі понад  $6,5$  л/хв/м<sup>2</sup> – додати до інтенсивної терапії петлеві діуретики та переоцінити показники гемодинаміки.

## ВИСНОВКИ

На основі ґрунтовного дослідження та глибокого аналізу показників гемодинаміки встановлено, що для пацієнтів з ГДН всіх вікових підгруп, незалежно від її форми, на момент початку відлучення від ШВЛ характерним був гіпердинамічний тип кровообігу зі зростанням СІ ( $5,8 \pm 1,1$  л/хв/м<sup>2</sup>, порівняно з  $2,9 \pm 0,4$  л/хв/м<sup>2</sup> ( $p=0,001$ ) в контрольній групі) та достовірно високими ( $p<0,05$ ) показниками доставки кисню. Серед пацієнтів II досліджуваної групи достовірно швидше, порівняно з I досліджуваною групою, відбувалася нормалізація показників гемодинаміки: починаючи з етапу дослідження d3 для 1-ї, 2-ї, 3-ї та 4-ї вікових підгруп та з етапу d1 для 5-ї вікової підгрупи ( $p<0,05$ ).

Фінансування / Funding  
Немає джерела фінансування / There is no funding source.  
Конфлікт інтересів / Conflicts of interest  
Усі автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів /  
All authors report no conflict of interest  
Етичне схвалення / Ethical approval

Це дослідження було проведено відповідно до Гельсінської декларації та затверджено місцевим комітетом з етики досліджень /  
This study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and was approved by the local research ethics committee.

Надійшла до редакції / Received: 03.07.2020  
Після доопрацювання / Revised: 10.07.2020  
Прийнято до друку / Accepted: 15.07.2020  
Опубліковано онлайн / Published online: 25.09.2020

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Saugel B, Vincent J-L, Julia Y, Wagner JY. Personalized hemodynamic management. *Curr Opin Crit Care*. 2017; 23: 334 – 341. Available from: DOI:10.1097/MCC.0000000000000422.
2. Perel A. The value of dynamic preload variables during spontaneous ventilation. *Curr Opin Crit Care*. 2017; 23: 310 – 317. Available from: DOI:10.1097/MCC.0000000000000430.
3. Schepens T. Diaphragm protection: what should we target? / T. Schepens, J. Dianti // *Curr Opin Crit Care*. – 2019. – Vol. 25. – P. 000 – 000. DOI:10.1097/MCC.0000000000000683
4. Heunks LMA, Doorduyn J, van der Hoeven JG. Monitoring and preventing diaphragm injury. *Curr Opin Crit Care*. 2015; 21:34 – 41. Available from: DOI:10.1097/MCC.0000000000000168
5. Dres M, Teboul J-L, Monnet X. Weaning the cardiac patient from mechanical ventilation. *Curr Opin Crit Care*. 2014; 20:493–498. Available from: DOI:10.1097/MCC.0000000000000131
6. Mahmood SS, Pinsky MR. Heart-lung interactions during mechanical ventilation: the basics. *Ann Transl Med*. 2018;6(18):349. doi:10.21037/atm.2018.04.29

O. FILYK

## HEMODYNAMIC CHANGES IN CHILDREN WITH ACUTE RESPIRATORY FAILURE DURING WEANING FROM MECHANICAL VENTILATION

Department of Anesthesiology and Intensive Care, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine.

### Abstract

**Background.** Acute respiratory failure is accompanied by increasing load on cardiovascular system.

The aim of the study was to investigate functional parameters of cardiovascular system and oxygen delivery in children with acute respiratory failure at different strategies of mechanical ventilation.

**Materials and methods.** We conduct prospective, randomized, non-interventional, single-center controlled trial among patients 1 month – 18 years old. All patients were divided into a control group, which included 75 patients who underwent short-term ventilation during elective



surgery and who were weaned immediately after surgery and restoration of physiological functions after anesthesia, and patients of the study group with acute respiratory failure ( $n = 162$ ), who required invasive mechanical ventilation via endotracheal tube. Patients in the study group were randomized into study group I (83 patients) and received traditional ICU monitoring and treatment and study group II (79 patients), in which we used in addition to traditional monitoring and treatment, proposed by us methods of monitoring and treatment strategy.

To assess age-dependent data, patients were divided into age subgroups: 1 subgroup – children 1 month – 1 year; 2<sup>nd</sup> subgroup – children 1 – 3 years; 3 subgroup – children 3 – 6 years; 4 subgroup – children 6 – 13 years; 5 subgroup – children 13 – 18 years.

Stages of the study: 1st day (d1), 3rd day (d3), 5th day (d5), 7th day (d7), 9th day (d9), 14th day (d14), 28th day (d28).

The evaluation criteria were heart rate, non-invasive blood pressure (systolic, diastolic and mean), stroke volume, stroke volume index, cardiac output, cardiac index, oxygen delivery.

**Results.** The features of hemodynamics in patients of II study group at weaning from mechanical ventilation, depending on age, were: in the 2nd and 3rd age subgroups in hypoxemic and hypercapnic-hypoxemic forms of respiratory failure – decrease in heart rate at stage d3 by 33% and 40%, compared with I group patients ( $p = 0.05$  and  $p = 0.04$ ); reduction of cardiac index by 25% ( $p = 0.001$ ) in 2nd age subgroup at stage d3 and by 31% ( $p = 0.02$ ) in the 3rd age subgroup at stage d5. In the 1st and 4th age subgroups of the II study group in hypoxemic and hypercapnic-hypoxemic respiratory failure were stroke volume index decreasing from stage d3, up to 21% ( $p = 0.04$ ) and up to 37% ( $p = 0.05$ ) for the 1st and 4th subgroups, respectively, together with significant decrease in cardiac output at stage d5, in comparison with I study group. For patients of 5th age subgroup with hypoxemic and hypercapnic-hypoxemic respiratory failure typically were significant decreasing of systolic and mean blood pressure at stage d1 by 17% ( $p = 0.04$ ) and 24%, respectively ( $p = 0.001$ ), in comparison with I study group; growth of cardiac output and cardiac index at stage d3 by 13% and 14% ( $p = 0.05$  and  $p = 0.04$ ). Oxygen delivery rates in patients of the 1st and 3rd age subgroups were significantly decreased from stage d5 by 22% ( $p = 0.05$ ) and by 31% ( $p = 0.02$ ), in 2nd and 4th age subgroups – from stage d3 by 25% ( $p = 0.05$ ) and 29% ( $p = 0.01$ ), no significant differences were found in patients of the 5th age group.

**Conclusion.** Based on the analysis of hemodynamic parameters, it was found that for all age subgroups of patients with acute respiratory failure, regardless of its form, weaning from mechanical ventilation was characterized by hyperdynamic type of hemodynamic with increasing cardiac index level ( $5.8 \pm 1.1$  l/min/m<sup>2</sup> vs  $2.9 \pm 0.4$  l/min/m<sup>2</sup> ( $p = 0.001$ ) in control group) and significantly higher ( $p < 0.05$ ) oxygen delivery rates. Hemodynamic parameters were normalized significantly faster in patients of II study group in comparison with I study group with start from stage d3 for the 1st, 2nd, 3rd and 4th age subgroups and from stage d1 for the 5th age subgroup ( $p < 0.05$ ) in II study group.

**Key words:** hemodynamics, oxygen delivery, acute respiratory failure, mechanical ventilation, children.

ФИЛЫК О.В.

## ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ДЕТЕЙ С ОСТРОЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ ПРИ ОТЛУЧЕНИЕ ОТ ИВЛ

*Кафедра анестезиологии и интенсивной терапии Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого*

**Введение.** Острая дыхательная недостаточность сопровождается увеличением нагрузки на сердечно-сосудистую систему.

**Целью** работы было изучить функциональные показатели сердечно-сосудистой системы и доставки кислорода у детей с острой дыхательной недостаточностью при различных стратегиях проведения ИВЛ.

**Материалы и методы исследования.** Мы провели проспективное рандомизированное неинтервенционное контролируемое одно-центровое исследования среди пациентов в возрасте от 1 мес до 18 лет. Все пациенты были разделены на контрольную, I и II исследуемую группы. У пациентов контрольной группы ( $n = 75$ ) проводилась кратковременная ИВЛ (до 6 ч) во время плановых операций; они были отлучены от ИВЛ сразу после окончания операции и восстановления физиологических функций организма после анестезии. Пациенты I исследуемой группы ( $n = 83$ ) получали традиционный для данного отделения интенсивной терапии мониторинг и лечение. У пациентов II исследуемой группы ( $n = 79$ ) в дополнение к традиционному мониторинга и лечения использовались предложенные нами способы мониторинга и алгоритмы лечения.

Для оценки показателей, зависящих от возраста, пациенты были разделены на возрастные подгруппы: 1 подгруппа – дети 1 мес – 1 год; 2 подгруппа – дети 1 – 3 года; 3 подгруппа – дети 3 – 6 лет; 4 подгруппа – дети 6 – 13 лет; 5 подгруппа – дети 13 – 18 лет.

Этапы исследования: 1-е сутки (d1), 3-е сутки (d3), 5-е сутки (d5), 7-е сутки (d7), 9-е сутки (d9), 14-е сутки (d14), 28-я сутки (d28).

Как промежуточные критерии оценки использовали: ЧСС, неинвазивный АД (систолическое, диастолическое и среднее), неинвазивный мониторинг показателей центральной гемодинамики с определением ударного объема, сердечного выброса, сердечного индекса, ударного индекса; определяли pH,  $paO_2$ ,  $pvO_2$ ,  $paCO_2$ ,  $pvCO_2$ ,  $SaO_2$ ,  $SvO_2$ , BE, рассчитывали доставку кислорода.

**Результаты.** Особенности гемодинамики у пациентов II исследуемой группы при отлучении от ИВЛ, в зависимости от возраста, были: во 2-й и 3-й возрастных подгруппах при гипоксемической и гиперкапнической-гипоксемической формах ОДН – снижение ЧСС на этапе d3 на 33% и 40%, по сравнению с пациентами I группы ( $p = 0.05$  и  $p = 0.04$ ) снижение СИ на 25% ( $p = 0.001$ ) во 2-й возрастной подгруппе на этапе d3 и на 31% ( $p = 0.02$ ) в 3-й возрастной подгруппе на этапе d5. В 1-й и 4-й возрастных подгруппах II исследуемой группы при гипоксемической и гиперкапнической-гипоксемической ОДН характерно снижение УИ, начиная с этапа d3, что составляло 21% ( $p = 0.04$ ) и 37% ( $p = 0.05$ ) для 1-й и 4-й подгрупп, соответственно, и сопровождалось достоверным снижением СВ на этапе исследования d5, по сравнению с I исследуемой группой. Для пациентов 5-й возрастной подгруппы при гипоксемической и гиперкапнической-гипоксемической ОДН характерно достоверное снижение систолического и среднего АД на этапе исследования d1 на 17% ( $p = 0.04$ ) и 24%, соответственно ( $p = 0.001$ ), по сравнению с I исследуемой группой; рост УО и СВ на этапе d3 на 13% и 14% ( $p = 0.05$  и  $p = 0.04$ ). Показатели доставки кислорода у пациентов 1-й и 3-й возрастных подгрупп достоверно снижались с этапа d5 на 22% ( $p = 0.05$ ) и 31% ( $p = 0.02$ ), во 2-й и 4-й возрастных подгруппах – с этапа исследования d3 на 25% ( $p = 0.05$ ) и 29% ( $p = 0.01$ ), у пациентов 5-й возрастной группы достоверных различий не обнаружено.

**Выводы.** На основании анализа параметров гемодинамики было установлено, что для всех возрастных подгрупп пациентов с острой дыхательной недостаточностью, независимо от ее формы, отлучение от ИВЛ характеризовалось гипердинамическим типом кровообращения с повышением уровня сердечного индекса ( $5.8 \pm 1.1$  л/мин/м<sup>2</sup> в сравнении с  $2.9 \pm 0.4$  л/мин/м<sup>2</sup> ( $p = 0.001$ ) в контрольной группе) и высокими ( $p < 0.05$ ) показателями доставки кислорода. Гемодинамические показатели нормализовались быстрее у пациентов II исследуемой группы по сравнению с I группой: начиная с этапа d3 для 1-й, 2-й, 3-й и 4-й возрастных подгрупп и с этапа d1 для 5-й возрастной подгруппы ( $p < 0.05$ ).

**Ключевые слова:** гемодинамика, доставка кислорода, острая дыхательная недостаточность, искусственная вентиляция легких, дети.