



СИДЮК О.Є., ХОМЕНКО О.Ю., ЗАЦАРИННИЙ Р.А.,  
ЧЕЧЕЛЬ М.Ф.

## ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ СЕРЦЕВОГО ВИКИДУ У ГЕМАДИНАМІЧНО НЕСТАБІЛЬНИХ ПАЦІЄНТІВ З СЕПСИСОМ

Національний інститут хірургії та трансплантології імені О.О. Шалімова

**Вступ.** Серцевий викид є важливим показником у лікуванні критичних пацієнтів. Для оцінки СВ існує багато методів як інвазивних, так і неінвазивних.

Усі вони мають свої переваги та недоліки, але ідеального методу так і не було визначено.

**Мета дослідження.** Порівняння серцевого викиду методом PiCCO та непрямим методом Фіка.

**Матеріали та методи.** Пілотне обсерваційне дослідження проводилось на базі НІХТ імені О.О. Шалімова. Було проаналізовано 12 результатів вимірювання СВ методом PiCCO та розрахунки СВ непрямим методом Фіка у трьох пацієнтів. Результати ми проаналізували методом описової статистики Excel, а також в Excel оцінили їх кореляцію.

**Результати.** Коефіцієнт кореляції СВ, оцінений різними методами,  $r = 0,96$ , що свідчить про високий зв'язок результатів. Проте, абсолютні значення відрізнялись в межах від 1,7% до 19,9%, що може бути прийнятною похибкою в умовах обмежених ресурсів. Коефіцієнт кореляції серцевого індексу  $r = 0,98$ , та індексу ударного об'єму  $r = 0,98$ , що також свідчить про високий зв'язок. Коефіцієнт кореляції ударного об'єму  $r = 0,64$ , що має помірний зв'язок. Коливання показників серцевого індексу та ударного об'єму відбувалось в ширших межах (від 0,25% до 27% та від 1% до 33%, відповідно).

**Висновки.** Серцевий викид розрахований методом Фіка у пацієнтів з сепсисом та септичним шоком може бути альтернативою визначеного СВ методом PiCCO за умови обмежених ресурсів.

**Ключові слова:** серцевий викид; непрямий метод Фіка; транспульмональна термодилуція; метод PiCCO; сепсис.

### ВСТУП

Моніторинг серцевого викиду (СВ) необхідний при лікуванні критичних пацієнтів як показник динамічних змін серцевої функції [1].

Ідеальний моніторинг СВ повинен бути мінімально інвазивним або неінвазивним та доступним. Існують різні методи визначення СВ, в тому числі:

1. Метод термодилуції з використанням катетера в легеневій артерії (катетера Сван-Ганца), який розглядається як «золотий стандарт». Він є найбільш інвазивним та може призвести до серйозних ускладнень [2].

2. Моніторинг гемодинаміки методом транспульмональної термодилуції PiCCO (Pulse Contour Cardiac Output). Цей метод є менш інвазивним, проте вимагає як артеріального так і центрального венозного доступу. Окрім серцевого викиду метод PiCCO дозволяє оцінити внутрішньогрудний об'єм крові (ITBV), глобальний кінцевий діастолічний об'єм (GEDV) і позасудинну рідину легень (EVLW) та інше. GEDV і ITBV є показниками переднавантажен-

ня серця, а EVLW є засобом кількісної оцінки набряку легень [3, 4].

3. Метод вимірювання серцевого викиду, що заснований на використанні кількості спожитого кисню і різницю артеріовенозної концентрації кисню (непрямий метод Фіка) [5].

Метод PiCCO широко використовується для проведення рідинної ресусцитації у пацієнтів з сепсисом в різних країнах та в нашій клініці безпосередньо [6]. Дослідження, які б порівнювали точність визначення СВ методами PiCCO та Фіка не було проведено, що визначає актуальність даного дослідження.

### МЕТА

Враховуючи коштовність використання методу PiCCO для визначення СВ, ми вирішили порівняти СВ, розрахований непрямим методом Фіка та визначений методом PiCCO у гемодинамічно нестабільних пацієнтів з сепсисом.

### МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Ми провели пілотне обсерваційне дослідження у 2023 році, куди було включено три пацієнти з сепси-

сом та септичним шоком, яким проводився розширений моніторинг гемодинаміки. Усі пацієнти отримували інфузію норадrenalіну в дозуванні від 150 до 1500 нг/кг/год.

Гемодинамічне спостереження ми проводили моніторами Delta (Dräger, Німеччина) з використанням модуля PiCCO. Центральний венозний доступ — трьохканалний катетер 8 Fr (BBrawn, Німеччина), артеріальний катетер з термодатчиком 4 Fr, довжиною 50 см (Pulsion, Німеччина), заведений в променеву артерію, при цьому наконечник термістора розташований на рівні пахвової артерії.

Вимірювання серцевого викиду було виконано шляхом болюсної ін'єкції холодного фізіологічного розчину 20 мл (температура < 8 °C) через центральний венозний катетер 3-5 разів на кожне вимірювання. Паралельно ми набирали кров та лабораторно визначали гази венозної та артеріальної крові (ABL800 Flex, RADIOMETER, Німеччина).

За даними лабораторних аналізів ми розраховували СВ за формулою Фіка за допомогою додатку «Calculate by QxMD», куди вносили такі показники: вага, SaO<sub>2</sub>, SvO<sub>2</sub>, гемоглобін, зріст, вік, ЧСС та стать [5].

Результати СВ, отримані різними методами ми проаналізували методом описової статистики Excel, а також в Excel оцінили їх кореляцію.

### РЕЗУЛЬТАТИ

Пацієнти, включені в дослідження, мали діагноз сепсис, септичний шок, поліорганна недостатність та отримували інфузійну та вазопресорну терапію. Перший пацієнт - жінка, 32 роки, вагою 38 кг та зростом 167 см (П1). Другий пацієнт - чоловік, 37 років, 90 кг, 182 см (П2) та третій пацієнт - жінка, 49 років, 57 кг, 174 см (П3).

Ми провели 12 аналізів методом Фіка та методом PiCCO. Клініко-лабораторні дані представлені в Таблиці 1. Дані параметрів гемодинаміки, визначені двома методами представлені в Таблиці 2.

Значення серцевого викиду ми представили на Рисунку 1, що демонструє кореляцію між значеннями, визначеними різними методами,  $r = 0,96$ , що свідчить про високий зв'язок результатів. Проте, абсолютні значення відрізнялись в межах від 1,7 % до 19,9 %, що може бути прийнятною похибкою в умовах обмежених ресурсів. Коефіцієнт кореляції серцевого

**Таблиця 1.** Клініко-лабораторні параметри, що використані для розрахунку СВ методом Фіка.

	П11	П12	П13	П14	П21	П22	П23	П24	П31	П32	П33	П34
Hb, г/л	115	105	88	105	112	96	100	85	111	90	81	107
ЧСС, уд/хв	98	140	156	148	103	105	102	106	90	105	117	86
SaO <sub>2</sub> , %	98.9	95.7	96.3	94.7	99.0	99.3	99.2	99.0	99.3	99.0	99.0	100
SvO <sub>2</sub> , %	89.7	87.4	85.9	83.7	73.0	60.1	70.9	67.1	86.0	79.0	73.0	84.0

#### Примітки:

П-пацієнт, перша цифра – номер пацієнта, друга цифра – номер аналізу даного пацієнта

**Таблиця 2.** Параметри розширеного моніторингу гемодинаміки, визначені методами Фіка та PiCCO.

Аналіз	Пацієнт №1			Пацієнт №2			Пацієнт №3			
	PiCCO	Метод Фіка	різниця, %	PiCCO	Метод Фіка	різниця, %	PiCCO	Метод Фіка	різниця, %	
1	СВ (л/хв)	9,45	10,71	11.76%	6,33	7,30	13.29%	7,01	8,75	19.89%
	CI (л/хв/м <sup>2</sup> )	6,45	8,07	20.07%	2,69	3,42	21.35%	3,85	5,27	26.94%
	УО (мл)	86,00	109,30	21.32%	57,00	70,88	19.58%	83,00	97,19	14.6%
	iУО (мл/м <sup>2</sup> )	59,00	82,33	28.34%	27,00	33,23	18.75%	46,00	58,55	21.43%
2	СВ (л/хв)	13,89	14,78	6.02%	4,85	5,68	14.61%	6,65	7,56	11.92%
	CI (л/хв/м <sup>2</sup> )	9,48	11,13	14.82%	2,27	2,66	14.66%	3,65	4,55	19.78%
	УО (мл)	91,00	105,59	13.82%	41,00	54,10	24.21%	80,00	71,98	10.02%
	iУО (мл/м <sup>2</sup> )	62,00	79,53	22.04%	19,00	25,36	25.08%	45,00	43,37	3.62%
3	СВ (л/хв)	15,68	14,72	6.22%	7,35	7,49	1.87%	7,35	6,72	8.57%
	CI (л/хв/м <sup>2</sup> )	10,71	11,09	3.43%	3,44	3,51	1.99%	4,04	4,05	0.25%
	УО (мл)	105,00	94,37	10.12%	72,00	73,44	1.06%	86,00	57,46	33.19%
	iУО (мл/м <sup>2</sup> )	72,00	71,08	1.28%	34,00	34,43	1.25%	47,00	34,62	26.34%
4	СВ (л/хв)	11,61	11,41	1.72%	8,23	7,91	3.89%	7,22	7,43	2.83%
	CI (л/хв/м <sup>2</sup> )	7,92	8,59	7.8%	3,85	3,71	3.64%	3,97	4,48	11.38%
	УО (мл)	80,00	77,09	3.64%	77,00	74,59	3.13%	79,00	86,45	8.62%
	iУО (мл/м <sup>2</sup> )	55,00	58,06	5.27%	36,00	34,97	2.86%	43,00	52,08	17.43%

Примітки: СВ – серцевий викид, CI – серцевий індекс, УО – ударний об'єм, iУО – індекс ударного об'єму.

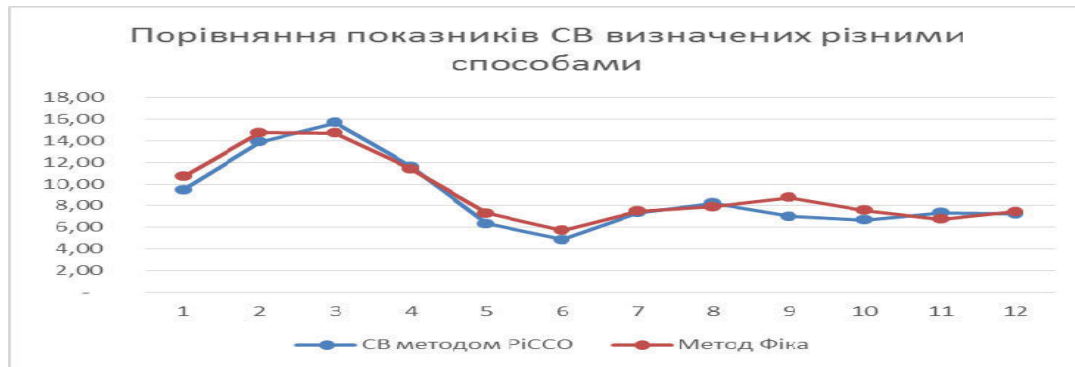


Рисунок 1. Порівняння значень СВ (л/хв), визначених методом PiCCO та Фіка

індексу  $r = 0,98$ , та індексу ударного об'єму  $r = 0,98$ , що також свідчить про високий зв'язок. Коефіцієнт кореляції ударного об'єму  $r = 0,64$ , що має помірний зв'язок. Коливання показників серцевого індексу та ударного об'єму відбувалось в ширших межах (від 0,25 % до 27 % та від 1 % до 33 %, відповідно).

### ВИСНОВКИ

Визначення серцевого викиду методом Фіка у пацієнтів з сепсисом та септичним шоком може бути альтернативою PiCCO за умови обмежених ресурсів. Потрібно пам'ятати про можливу похибку до 20 % за методом Фіка, а також про можливість визначення додаткових важливих параметрів методом PiCCO, таких як позасудинна вода в легенях тощо. Дослідження буде продовжено.

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: 10.07.2023  
Після доопрацювання / Revised: 02.09.2023  
Прийнято до друку / Accepted: 13.09.2023  
Опубліковано онлайн / Published online: 30.09.2023

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Litton E, Morgan M. The PiCCO monitor: a review. *Anaesth Intensive Care*. 2012 May; 40(3): 393-409. doi: 10.1177/0310057X1204000304. PMID: 22577904
2. Pugsley J, Lerner AB. Cardiac output monitoring: is there a gold standard and how do the newer technologies compare? *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2010 Dec; 14(4):274-82. doi: 10.1177/1089253210386386. Epub 2010 Nov 7. PMID: 21059611.
3. Mehta Y, Arora D. Newer methods of cardiac output monitoring. *World J Cardiol*. 2014 Sep 26; 6(9):1022-9. doi: 10.4330/wjc.v6.i9.1022. PMID: 25276302; PMCID: PMC4176793.
4. Martín Vivas A, Saboya Sánchez S, Patiño Rodríguez M, Silva Obregón JA, Gómez Rosado S, Blanco García JJ. Monitorización hemodinámica: sistema PiCCO [Hemodynamic monitoring: PiCCO system]. *Enferm Intensiva*. 2008 Jul-Sep; 19(3):132-40. Spanish. doi: 10.1016/s1130-2399(08)72755-x. PMID: 18840328.
5. Wilkinson JL. Haemodynamic calculations in the catheter laboratory. *Heart*. 2001 Jan; 85(1): 113-20. doi: 10.1136/heart.85.1.113. PMID: 11119478; PMCID: PMC1729580.
6. He J, Wang L, Yin X, Guo L, Zhang M. [The hemodynamic characteristics of septic shock and relationship with syndrome types of traditional Chinese medicine]. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*. 2016 Feb; 28(2):140-6. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.02.011. PMID: 26911946.

SYDYUK O.E., KHOMENKO O.YU., ZATSARYNNI R.A., CHECHEL M.F.

### PILOT STUDY OF ASSESSMENT OF CARDIAC OUTPUT USING THE PiCCO METHOD AND THE INDIRECT FICK METHOD IN HEMADYNAMICALLY UNSTABLE PATIENTS WITH SEPSIS

**Background.** Cardiac output (CO) is an indicator in the treatment of patients in critical condition. There are many methods for assessment CO, both invasive and non-invasive. All methods have their advantages and disadvantages, but the perfect method has not been found.

**Aim.** Comparison of the assessment of CO by the PiCCO method and Fick's indirect method.

**Materials and methods.** A pilot observational study was conducted on the basis of O.O. Shalimov National institute of surgery and transplantology. 12 results of CO measurement by the PiCCO method and CO calculation by the indirect Fick method in three patients were analysed. We analysed the results using the Excel descriptive statistics method, and also evaluated correlation in Excel.

**Results.** The correlation coefficient of CO, estimated by more methods,  $r = 0.96$ , which showed the result of a high correlation of results. However, absolute values varied from 1.7 % to 19.9 %, which can be an acceptable error in conditions of limited resources. Correlation coefficient of cardiac index  $r = 0.98$ , and stroke volume index  $r = 0.98$ , which is also about high connection. Stroke volume correlation coefficient  $r = 0.64$ , which has a moderate connection. Variation in cardiac index and stroke volume were within wide ranges (from 0.25 % to 27 % and from 1 % to 33 %, respectively).

**Conclusion.** Cardiac output calculated by Fick's method in patients with sepsis and septic shock can be an alternative to CO determined by the PiCCO method in the case of limited resources.

**Key words:** cardiac output; Fick's indirect method; transpulmonary thermodilution; the PiCCO method; sepsis.

УЧАСТЬ АВТОРІВ В ПІДГОТОВЦІ СТАТТІ:  
СІДЮК О.Є. – редактування, ХОМЕНКО О.Ю. – методологія, аналіз даних,  
ЗАЦАРИННИЙ Р.А. – лікування пацієнтів, ЧЕЧЕЛЬ М.Ф. – збір матеріалу, аналіз літератури, написання статті