

Матолінець Н.В.

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів, Україна

Неінвазивний моніторинг серцевого викиду в пацієнтів із політравмою

Резюме. *Актуальність.* Стандартом оцінки параметрів центральної гемодинаміки й відповіді на інфузійну терапію вважають моніторинг серцевого викиду. Інноваційна технологія неінвазивного розрахункового безперервного вимірювання серцевого викиду (Estimated Continuous Cardiac Output — esCCO) дозволяє вимірювати його в online-режимі й може забезпечувати покращений моніторинг гемодинамічного статусу пацієнтів. **Мета:** оцінити ефективність і доцільність неінвазивного безперервного моніторингу серцевого викиду за допомогою технології esCCO у пацієнтів у гострому періоді політравми. **Матеріали та методи.** Наведені дані клінічного обстеження й лікування 40 пацієнтів із політравмою, доставлених у відділення анестезіології й інтенсивної терапії КНП «Клінічна лікарня швидкої медичної допомоги м. Львова». У 20 пацієнтів 1-ї групи, окрім визначення рутинних параметрів, проводили моніторинг показників центральної гемодинаміки за допомогою модуля esCCO, інтегрованого в монітор Life Score (Nihon Kohden, Японія). У 2-ї (контрольної) групі ($n = 20$) для порівняльного аналізу реєстрували тільки традиційні показники — артеріальний тиск (АТ), електрокардіограму, сатурацію крові (SpO_2) — за допомогою багатofункціональних моніторів Philips IntelliVue (MP20), виконували стандартні лабораторні аналізи. **Результати.** З першої по другу добу в обох групах пацієнтів спостерігались статистично значущі зміни лабораторних показників: рівень гематокриту знижувався з $32,0 \pm 1,0$ % до $29,0 \pm 0,8$ % ($p < 0,01$); вміст гемоглобіну знижувався в середньому з $91,5 \pm 2,1$ г/л до $87,0 \pm 1,9$ г/л ($p < 0,05$); рівень лейкоцитів зростає у середньому з $(9,8 \pm 0,4) \cdot 10^6$ до $(12,0 \pm 0,5) \cdot 10^6$ ($p < 0,001$). Ці зміни свідчать про розвиток анемії, системної запальної реакції, що має суттєвий вплив на реологічні властивості крові й гемодинаміку. У пацієнтів 1-ї групи визначалися стабільні показники АТ (систолический АТ — $122,9 \pm 6,2$ мм рт.ст., діастолічний АТ — $69,7 \pm 2,3$ мм рт.ст.) порівняно з контрольною групою (систолический АТ — $112,2 \pm 5,9$ мм рт.ст., діастолічний АТ — $67,5 \pm 2,1$ мм рт.ст.). У хворих 1-ї групи спостерігалось зменшення обсягу інфузійної терапії на 13,5 % і зниження на 11,5 % ранніх ускладнень порівняно з пацієнтами контрольної групи. **Висновки.** Ми встановили, що в умовах гострого періоду політравми на фоні загальної запальної відповіді організму розвиваються реологічні зміни, що потенціюють недостатність кровообігу. Неінвазивний моніторинг показників центральної гемодинаміки за допомогою модуля esCCO є простим та інформативним методом, що дозволяє ефективно прискорити оптимізацію гемодинамічного статусу пацієнтів при політравмі.

Ключові слова: серцевий викид; моніторинг гемодинаміки; політравма

Вступ

Травматизм, ця глобальна проблема сьогодення, залишається актуальним і пріоритетним питанням у галузі сучасної охорони здоров'я. Останні статистичні дослідження свідчать про те, що травма є однією з основних причин смерті й інвалідності у світі, кількість випадків її постійно зростає. За даними

Всесвітньої організації охорони здоров'я, травми становлять 16 % у загальній структурі захворюваності й призводять до 5,8 млн смертей щорічно [1].

В Україні щорічно травми різної тяжкості отримують понад 4,5 млн людей. За абсолютними показниками летальних випадків травматизм посідає друге місце після серцево-судинних захворювань, а

серед осіб працездатного віку — перше. Із числа померлих від дорожньо-транспортних пригод в Україні 18,6 % постраждалих помирає на госпітальному етапі, а 84 % — безпосередньо на місці пригоди. У 80 % постраждалих із травматичними ушкодженнями смерть настає в перші шість годин, головним чином від некомпенсованого шоку [2].

Згідно із сучасним визначенням, шок — це загрозлива для життя генералізована форма гострої недостатності кровообігу, при якій доставки кисню до клітин і тканин недостатньо для підтримки нормального аеробного метаболізму. По суті, це дисбаланс між доставкою субстратів і потребою в них на клітинному рівні. Слід розрізняти такі наслідки шоку, як загальне порушення кровообігу в організмі, що призводить до системної відповіді, і місцева ішемія з реперфузією. Гіперперфузія тканин пов'язана з низкою компенсаторних серцево-судинних і нейроендокринних реакцій. Величина шокowego впливу залежить від вираженості й тривалості шоку. Наслідки шоку можуть коливатися від мінімальних фізіологічних порушень, що закінчуються повним відновленням, до глибоких циркуляторних порушень, рецепторних дисфункцій і смерті [3]. Зростаюча доказова база вказує на те, що швидко діагностика шоку та якісний безперервний моніторинг життєво важливих функцій у гострому періоді травми дозволяють зменшити показники летальності й ускладнень і скоротити термін перебування пацієнтів у відділенні інтенсивної терапії. З 2014 р. діє консенсус Європейського товариства інтенсивної терапії, присвячений циркуляторному шоку, що є найпоширенішим видом, і його гемодинамічному моніторингу [4].

Моніторинг дозволяє клініцистам виявляти характер і ступінь патології й допомагає оцінити реакцію на терапію. Серцево-судинна система — це система органів, що найчастіше потребує контролю в умовах критичного стану. Це допомагає виявити наявність і характер шоку шляхом визначення частоти серцевих скорочень і ритму, оцінки стану системної резистентності судин [5].

Золотим стандартом оцінки параметрів центральної гемодинаміки й відповіді на інфузійну терапію вважають моніторинг серцевого викиду (СВ). Існує низка методів вимірювання серцевого викиду, що відрізняються за ступенем інвазивності й безперервною або переривчастою методикою дослідження [6, 7].

Інноваційна технологія неінвазивного розрахункового безперервного вимірювання серцевого викиду (Estimated Continuous Cardiac Output — esCCO), Nihon Kohden, Японія, дозволяє отримати інформацію про динаміку кровообігу пацієнта на всіх етапах діагностики й лікування. Метод esCCO оцінює СВ за даними пульсоксиметрії й сигналів ЕКГ для кожного циклу ЕКГ і за часом передачі пульсової хвилі (PWTT), він дозволяє надійно, безперервно й неінвазивно вимірювати серцевий викид в online-режимі. Тобто дає змогу відслідковувати зміни

серцевого викиду й забезпечувати покращений моніторинг гемодинамічного статусу пацієнта без інвазивності [8, 9].

Огляд сучасної медичної літератури говорить про те, що використання методу безперервного неінвазивного гемодинамічного моніторингу (esCCO) дозволяє швидко реагувати на виникнення невідповідності об'єму крові й судинного русла в моменти швидкого перерозподілу крові при критичних станах і на різних етапах операції, а також об'єктивно оцінювати реакцію серця на збільшення передвантажання, що постійно змінюється [10, 11].

Методика esCCO використовується як інструмент моніторингу для спостереження за пацієнтами з нестабільним або скомпрометованим станом гемодинаміки, що є корисним і ефективним в оцінці тяжкості стану пацієнта й подальшої тактики лікування й ранньої ресусцитації [12].

У даний час триває вивчення можливостей застосування esCCO при різних критичних станах, у тому числі при політравмі, і недавні дослідження щодо порівняння показників СВ, вимірюваного методом esCCO і методом термодилуції, показали добру кореляцію між цими двома методами, з невеликим відхиленням (від 0,04 до 0,13 л/хв). Порівняння даних esCCO з результатами трансторакальної ехокардіографії також показало добру кореляцію в пацієнтів із коливанням від $-0,60$ до $0,68$ л/хв [13–15].

Неінвазивні технології визначення показників центральної й периферичної гемодинаміки достатньо точно відображають клінічний перебіг травматичної хвороби: вказують на синдром малого серцевого викиду й гіперперфузію в умовах шоку, зростання серцевого викиду й оптимізацію мікроциркуляції під дією протишоккових заходів. Адже сучасна апаратура дозволяє не тільки отримувати уривчасту інформацію, а й проводити безперервний моніторинг стану центральної й периферичної гемодинаміки, що полегшує контроль проведення інтенсивної терапії й сприяє покращенню її якості [16, 17].

Мета дослідження: оцінити ефективність і доцільність вимірювання даних неінвазивного безперервного моніторингу серцевого викиду за допомогою технології esCCO у пацієнтів у гострому періоді політравми.

Матеріали та методи

У роботі наведені дані клінічного обстеження й лікування 40 пацієнтів із політравмою, доставлених у відділення анестезіології та інтенсивної терапії (ВАІТ) Комунального некомерційного підприємства «Клінічна лікарня швидкої медичної допомоги м. Львова». Середній вік постраждалих становив $48,4 \pm 5,2$ року. Механізм травми: дорожньо-транспортна пригода — 78 %, падіння з висоти — 5 %, побутова травма — 17 %. Термін госпіталізації до стаціонару в середньому становив 0,5 години. На догоспітальному етапі хворим проводилась транспортна іммобілізація, введення знеболювальних препаратів, інфузійна терапія.

Усі пацієнти з політравмою були госпіталізовані в протишокову палату ВАІТ, де проводився комплекс клініко-лабораторних та інструментальних досліджень із визначенням характеру й тяжкості травматичних ушкоджень і тяжкості стану пацієнта (стратифікація пацієнтів груп дослідження за шкалою ISS, прогноз для життя за шкалою APACHE II).

У 20 пацієнтів 1-ї групи проводили моніторинг показників центральної гемодинаміки за допомогою модуля esCCO, інтегрованого в монітор Life Score фірми Nihon Kohden (Японія). Для безперервної реєстрації додаткових показників оброблялась інформація від трьох стандартних електродів для запису електрокардіограми (ЕКГ) і пульсоксиметричного датчика.

У 2-й (контрольній) групі ($n = 20$) для порівняльного аналізу реєстрували тільки традиційні показники — артеріальний тиск (АТ), ЕКГ, сатурацію крові — насичення крові киснем (SpO_2) за допомогою багатофункціональних моніторів Philips IntelliVue (MP20).

Нами використовувався метод esCCO для оцінки сприйнятливості до інфузійної терапії й корекції волемічної й вазопресорної підтримки в пацієнтів у гострому періоді політравми, тому що дані esCCO, отримані на основі часу передачі пульсової хвилі, високо корелюють із серцевим викидом, вимірним за допомогою методу термодилуції з використанням катетера Свана — Ганца (тобто інвазивною методикою). Пацієнта вважали сприйнятливим до волемічної терапії й продовжували поповнення об'єму циркулюючої крові, якщо інфузійні болюси в обсязі 500–1000 мл викликали вірогідне підвищення серцевого викиду (норма 4–6 л/хв) і ударного об'єму (норма 60–100 мл). За відсутності позитивної гемодинамічної реакції розглядали необхідність застосування вазопресорних і інотропних препаратів.

Математичний аналіз результатів дослідження здійснено за допомогою ліцензійних пакетів прикладних програм: табличного редактора Microsoft Office Excel, пакета статистичного аналізу даних Statistica. Порівняння статистичних характеристик

у різних групах і в динаміці спостереження проводилось із використанням параметричних і непараметричних критеріїв (з урахуванням закону розподілу). Результати при $p < 0,05$ вважалися статистично вірогідними.

Результати та обговорення

З першої по другу добу в загальній групі пацієнтів спостерігались такі зміни. Рівень гематокриту знижувався статистично значуще з $32,0 \pm 1,0 \%$ на першу добу до $29,0 \pm 0,8 \%$ на другу добу ($p < 0,01$). Рівень гемоглобіну знижувався статистично значуще ($p < 0,05$) в середньому з $91,5 \pm 2,1$ г/л на першу добу до $87,0 \pm 1,9$ г/л на другу добу. Найпереконливіші зміни стосувались рівня лейкоцитів, який зростає статистично значуще ($p < 0,001$) в середньому з $(9,8 \pm 0,4) \cdot 10^6$ на першу добу до $(12,0 \pm 0,5) \cdot 10^6$ на другу добу після травми.

На 1-шу добу після травми рівень лейкоцитів крові постраждалих коливався в межах норми (рис. 1).

На другу добу після травми на фоні зниження гемоглобіну з'являлись пацієнти з ознаками запальної реакції, у яких кількість лейкоцитів перевищувала $12 \cdot 10^9$ (рис. 2).

Відомо, що підвищення в'язкості крові є маркером запальної активності, оскільки збільшення агрегації червоних кров'яних тілець є відображенням запалення. Отже, через його потенційну роль у гемодинаміці, тромбозі й запаленні визначення в'язкості цільної крові може надати корисну інформацію для діагностики й профілактики гнійно-септичних ускладнень [18].

Тяжка систолічна й діастолічна недостатність, гіпокаліємія, вазодилатація, гемодинамічно значущі клапанні проблеми, легенева емболія, перикардний випіт — імовірні причини гемодинамічної неспроможності в гострому періоді політравми [19].

При надходженні у хворих 1-ї і 2-ї груп дослідження вірогідно не відрізнялися середні значення систолічного артеріального тиску (САТ) — $86,5 \pm 2,5$ мм рт.ст. і $85,5 \pm 2,5$ мм рт.ст. відповідно; діастолічного АТ (ДАТ) — $46,0 \pm 1,7$ мм рт.ст. і $48,5 \pm 1,5$ мм рт.ст. відповідно; частоти

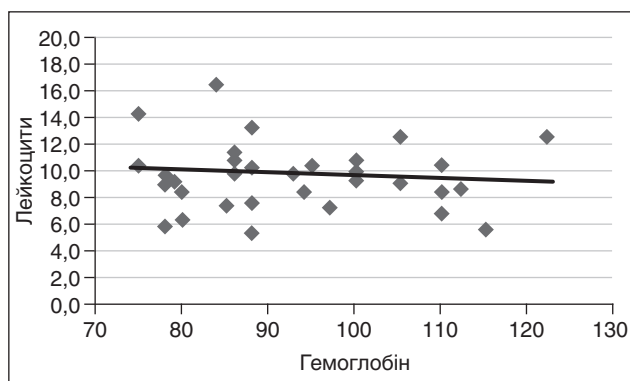


Рисунок 1. Взаємозв'язок рівня гемоглобіну й лейкоцитарної реакції у хворих із політравмою на 1-шу добу

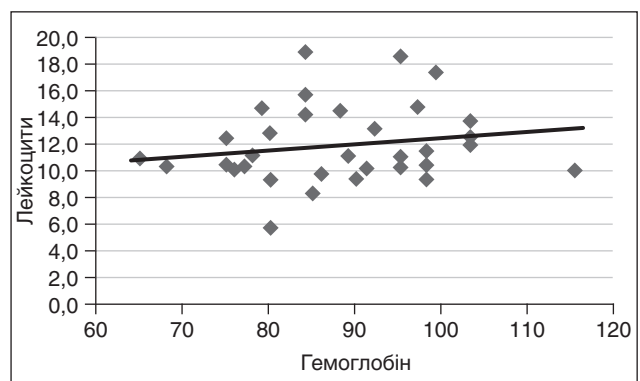


Рисунок 2. Взаємозв'язок рівня гемоглобіну й лейкоцитарної реакції у хворих із політравмою на 2-гу добу

Таблиця 1. Показники системної гемодинаміки в пацієнтів із політравмою

Показник	Група	1 год	3 год	6 год	12 год	24 год
САТ, мм рт.ст.	1	86,5 ± 2,5	97,7 ± 3,0	100,7 ± 5,7	114,8 ± 2,3	122,9 ± 6,2
	2	85,5 ± 2,5	95,6 ± 2,9	102,7 ± 2,7	111,5 ± 2,2	112,2 ± 5,9
ДАТ, мм рт.ст.	1	46,0 ± 1,7	54,0 ± 2,2	58,5 ± 1,9	65,5 ± 1,7	69,7 ± 2,3
	2	48,5 ± 1,5	53,7 ± 2,1	58,5 ± 1,7	62,5 ± 1,6	67,5 ± 2,1
ЧСС, уд/хв	1	119,9 ± 1,5	110,3 ± 1,7	102,6 ± 1,6	102,6 ± 1,6	92,6 ± 1,7
	2	120,2 ± 1,5	113,2 ± 4,7	107,3 ± 1,3	105 ± 1,2	98,5 ± 1,3

серцевих скорочень (ЧСС) — $119,9 \pm 1,5$ уд/хв і $120,2 \pm 1,5$ уд/хв відповідно (табл. 1).

На тлі проведення інтенсивної терапії протягом першої доби після травми у хворих 1-ї групи показники системної гемодинаміки покращилися, середні значення становили: САТ — $122,9 \pm 6,2$ мм рт.ст., ДАТ — $69,7 \pm 2,3$ мм рт.ст., ЧСС — $92,6 \pm 1,7$ уд/хв через 24 год лікування. При цьому у хворих 2-ї групи швидкість відновлення показників була меншою, через 24 год після травми їх середні значення становили: САТ — $112,2 \pm 5,9$ мм рт.ст. і ДАТ — $67,5 \pm 2,1$ мм рт.ст., ЧСС — $98,5 \pm 1,3$ уд/хв.

Отже, у пацієнтів 1-ї групи на фоні безперервного вимірювання СВ (рис. 3) визначалися більш стабільні показники АТ і ЧСС.

У хворих 1-ї групи на фоні безперервного вимірювання СВ спостерігалось зменшення обсягу інфузійної терапії на 13,5 % ($4790,0 \pm 165,0$ мл/добу) порівняно з 2-ю групою ($5540,0 \pm 132,0$ мл/добу). Отже, застосування методики неінвазивного контролю гемодинаміки дозволяє виявити швидкі зміни серцевого викиду в пацієнтів у гострому періоді політравми й дає більш повну й вірогідну інформацію, ніж традиційні показники в контрольній групі, тому що, незважаючи на відмінність в обсягах інфузії, показники АТ не мали статистично значущої різниці.

У результаті проведеного аналізу визначено зниження на 11,5 % ранніх ускладнень, пов'язаних із пізнім відновленням тканинної перфузії, порівняно з пацієнтами контрольної групи.

Наведені нами показники вказують на те, що використання неінвазивного моніторингу серцевого викиду за допомогою технології esCCO у пацієнтів у гострому періоді політравми забезпечує швидкий безперервний моніторинг гемодинамічного профілю починаючи з етапу протишоківих заходів, дозволяє провести цілеспрямовану інфузійно-трансфузійну терапію й оптимізувати вазопресорну й інотропну підтримку, а також у максимально короткі терміни досягнути цільових значень гемодинаміки, впливаючи таким чином на результати лікування пацієнтів із політравмою.

Нормалізація гемодинаміки й перфузії — одна з основних складових цілеспрямованої інтенсивної терапії критичних станів, що забезпечує покращення наслідків захворювань і травм. Основою для вибору адекватних методів відновлення й підтримки необхідної перфузії тканин є моніторинг гемодинаміки, волемії, крововтрати, гемокоагуляції

й метаболізму. Цінність моніторингу полягає у використанні отриманих даних для визначення цілей терапевтичного впливу [20].

Також слід зауважити, що на тлі клінічної картини травматичного шоку й проведення ургентних операцій, коли в більшості випадків організація ультразвукового чи інвазивного визначення серцевого викиду є серйозно обмеженою, для моніторингу оптимально використовувати саме метод неінвазивної esCCO. Візуалізація цих гемодинамічних показників забезпечує більш цілеспрямований підхід до прийняття рішень у контролі системи кровообігу й корекції, дозволяє клініцистам зрозуміти напрямок і тенденцію гемодинамічних змін пацієнта при тяжких травматичних ушкодженнях, об'єктивно визначити оптимальну терапевтичну стратегію [21, 22].

Погіршення плинності крові типове для хворих, які перебувають у відділенні інтенсивної терапії. Підвищена в'язкість крові створює додатковий опір кровотоку й на фоні мікроциркуляторних розладів сприяє прогресуванню тканинної гіпоксії. При гемодинамічній кризі в'язкість крові зростає й через зниження швидкості кровотоку. Виникає хибне коло, що підтримує стаз і шунтування крові в мікроциркуляторному руслі [18, 19].

Розлади в системі гемореології являють собою універсальний механізм патогенезу критичних станів, тому оптимізація реологічних властивостей крові є найважливішим інструментом інтенсивної терапії. У наших пацієнтів бачимо вірогідне підвищення рівня лейкоцитів на другу добу порівняно з першою. Лейкоцитоз у першу добу травми є фактором несприятливого результату захворювання. Чим вищий лейкоцитоз, тим більша кількість лейкоцитів

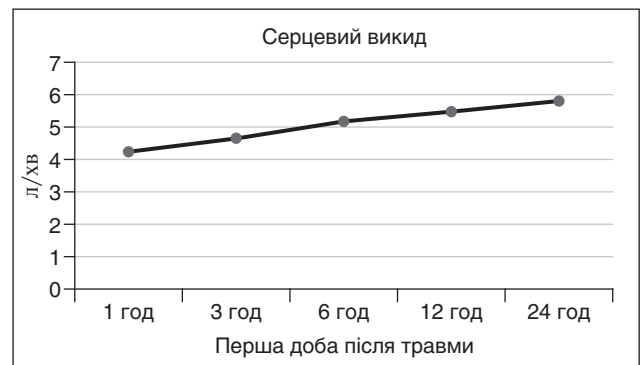


Рисунок 3. Динаміка серцевого викиду у 1-й групі пацієнтів із політравмою

вступає у реакцію утворення лейкоцитарно-еритроцитарних агрегатів [23].

Отже, методика esCCO, як бачимо, відповідає більшості вимог, поставлених до адекватного гемодинамічного моніторингу в режимі реального часу.

Висновки

Ми встановили, що в умовах гострого періоду політравми на фоні загальної запальної відповіді організму розвиваються реологічні зміни, що потенціюють недостатність кровообігу. Неінвазивний моніторинг показників центральної гемодинаміки за допомогою модуля esCCO є простим і інформативним методом, що дозволяє ефективно прискорити оптимізацію гемодинамічного статусу пацієнтів при політравмі.

Конфлікт інтересів. Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів при підготовці даної статті.

Список літератури

1. *Injuries and violence: the facts 2015* / World Health Organization, 2015. — https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/en/; https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/
2. Устїнов О.В. Травматизм — головна причина смерті серед молоді та людей віком до 40 років? [Електронний ресурс]. — 2017. — <https://www.umj.com.ua/article/114805/travmatizm-golovna-prichina-smerti-sered-molodi-ta-lyudej-vikom-do-40-rokiv>
3. Feliciano D.V., Mattox K.L., Moore E.E. *Trauma*. — NY: The McGraw-Hill Companies, Inc., 2009.
4. Cecconi M. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine / Cecconi M., De Backer D., Antonelli M., Beale R. [et al.] // *Intensive Care Med.* — 2014. — 40(12). — P. 1795-815. doi: 10.1007/s00134-014-3525.
5. Pinsky M.R., Payen D. *Functional Hemodynamic Monitoring (Update in Intensive Care Medicine)*. — Springer, 2005.
6. *Hemodynamic Monitoring in practice Intensive Care Unit* / I.A. Iovenko, Yu. Yu. Kobelyatsky, A.V. Tsarev, E.A. Kuz'mova, A.M. Mashin // *Медицина невідкладних станів*. — 2016. — № 5(76). DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0586.5.76.2016.76433>
7. Vincent J.L. Clinical review: Update on hemodynamic monitoring — a consensus of 16 / J.L. Vincent, A. Rhodes, A. Perel, G.S. Martin [et al.] // *Crit. Care.* — 2011. — № 15(4). — P. 229-235.
8. *A Novel Technology to Non-Invasively Measure Continuous Cardiac Output from ECG and SpO₂* [Internet resource]. — Mode of access: http://www.nihonkohden.de/uploads/media/esCCO_Info_Vol.1_10.pdf.
9. *The next generation of non-invasive hemodynamics monitoring* [Internet resource]. — 2012. — Mode of access: http://www.nihonkohden.de/uploads/media/esCCO_Info_Vol.2_09.pdf.
10. *Hemodynamic monitoring: To calibrate or not to calibrate? Part 1 — Calibrated techniques* / Y. Peeters, J. Bernards, M. Mekeirele, B. Homann, M. De Raes, Manu L.N.G. Malbrain // *Anesthesiol. Intensive Ther.* — 2015. — № 47(5). — P. 487-500.
11. *Hemodynamic monitoring: To calibrate or not to calibrate? Part 2 — Non-calibrated techniques* / J. Bernards, M. Mekeirele, B. Hoffmann, Y. Peeters, M. De Raes, Manu L.N.G. Malbrain // *Anesthesiol. Intensive Ther.* — 2015. — № 47(5). — P. 501-516.
12. Demetrios Sirounis Assessment of adequacy of volume resuscitation / J.H. Boyd // *Current Opinion in Critical Care: Post Author Corrections.* — July 29, 2016.
13. *Multicenter study verifying a method of noninvasive continuous cardiac output measurement using pulse wave transit time: a comparison with intermittent bolus thermodilution cardiac output* / Yamada T., Tsutsui M., Sugo Y., Sato T., Akazawa T., Sato N., Yamashita K., Ishihara H., Takeda J. // *Anesthesia and analgesia.* — 2012. — 115(1). — P. 82-7. DOI: 10.1213/ANE.0b013e31824e2b6c.
14. *Comparison of esCCO and transthoracic echocardiography for non-invasive measurement of cardiac output intensive care* / B. Bataille, M. Bertuit, M. Mora [et al.] // *Br. J. Anaesth.* — 2012. — № 109(6). — P. 879-86.
15. Yastrebov S. *A simplified approach for evaluating haemodynamic state in ICU with Echocardiography* [Electron resource]. — <https://intensivecarenetwork.com/echo-for-shock-haemodynamics/assessed/2/12/2018>.
16. Hironori Ishihara. *Impact of changes in systemic vascular resistance on a novel non-invasive continuous cardiac output measurement system based on pulse wave transit time: a report of two cases* / Hironori Ishihara, Masato Tsutsui // *Journal of Clinical Monitoring and Computing.* — 2014. — Vol. 28, Issue 4. — P. 423-427.
17. *Perioperative cardiovascular monitoring of high-risk patients: a consensus of 12* / Vincent J.L., Pelosi P., Pearse R. [et al.] // *Crit. Care.* — 2015. — № 8(19). — P. 224.
18. Harbrecht B.G. *Inflammation and the host response to injury, a large-scale collaborative project: patient-oriented research core-standard operating procedures for clinical care: VI* / Harbrecht B.G., Minei J.P., Shapiro M.B., Nathens A.B., Moore E.E., West M.A., Bankey P.E., Cuschieri J., Johnson J.L., Maier R.V. et al. // *The Journal of trauma.* — 2007. — № 63(3). — P. 703-708.
19. Pop G.A.M. *The clinical significance of whole blood viscosity in (cardio)vascular medicine* / G.A.M. Pop, D.J. Duncker, M. Gardien, P. Vranckx, S. Versluis, D. Hasan, C.J. Slager Neith // *Heart J.* — 2002. — 10(12). — P. 512-516. PMID: PMC2499821
20. Teylor B.S., Harbrecht B.G. *The physiologic response to injury* // Peitzman A.B., Rhodes M., Schwab C.W. et al. *The Trauma Manual.* — 2nd ed. — Philadelphia: Lippincott; Williams and Wilkins, 2002. — P. 17-20.
21. Cherpanath T.G. *Predicting Fluid Responsiveness by Passive Leg Raising: A Systematic Review and Meta-Analysis of 23 Clinical Trials* / Cherpanath T.G., Hirsch A., Geerts A., Bart F. [et al.] // *Critical Care Medicine.* — 2016. — Vol. 44 (Is. 5). — P. 981-991.
22. Van Genderen M.E. *Peripheral perfusion index as an early predictor for central hypovolemia in awake healthy volunteers* / Van Genderen M.E., Bartels S.A., Lima A., Bezemer R., Ince C., Bakker J., van Bommel J. // *Journal Anesthesia & Analgesia.* — 2013. — № 116. — P. 351-356.
23. *Critical care considerations in the management of the trauma patient following initial resuscitation* / R.F. Shere-Wolfe, S.M. Galvagno, T.E. Grissom // *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine.* — 2012. — 20. — P. 68. doi: 10.1186/1757-7241-20-68

Отримано 18.11.2018 ■

Матолинець Н.В.

Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого, г. Львов, Украина

Неинвазивный мониторинг сердечного выброса у пациентов с политравмой

Резюме. Актуальность. Стандартом оценки параметров центральной гемодинамики и ответа на инфузионную терапию принято считать мониторинг сердечного выброса. Инновационная технология неинвазивного расчетного непрерывного измерения сердечного выброса (Estimated Continuous Cardiac Output — esCCO) позволяет измерять его в online-режиме и может обеспечивать улучшенный мониторинг гемодинамического статуса пациентов с политравмой. **Цель:** оценить эффективность и целесообразность неинвазивного непрерывного мониторинга сердечного выброса с помощью технологии esCCO у пациентов в остром периоде политравмы. **Материалы и методы.** Приведены данные клинического обследования и лечения 40 пациентов с политравмой, доставленных в отделение анестезиологии и интенсивной терапии КНП «Клиническая больница скорой медицинской помощи г. Львова». У 20 пациентов 1-й группы, кроме определения рутинных параметров, проводили мониторинг показателей центральной гемодинамики с помощью модуля esCCO, интегрированного в монитор Life Scope (Nihon Kohden, Япония). Во 2-й (контрольной) группе (n = 20) для сравнительного анализа регистрировали только традиционные показатели — артериальное давление (АД), электрокардиограмму, сатурацию крови (SpO₂) — с помощью многофункциональных мониторов Philips IntelliVue (MP20), выполняли стандартные лабораторные анализы. **Результаты.** С первых по вторые сутки в обеих группах пациентов наблюдались статистически значимые измене-

ния лабораторных показателей: уровень гематокрита снижался с $32,0 \pm 1,0 \%$ до $29,0 \pm 0,8 \%$ ($p < 0,01$); содержание гемоглобина крови снижалось в среднем с $91,5 \pm 2,1$ г/л до $87,0 \pm 1,9$ г/л ($p < 0,05$); уровень лейкоцитов возрастал в среднем с $(9,8 \pm 0,4) \cdot 10^6$ до $(12,0 \pm 0,5) \cdot 10^6$ ($p < 0,001$). Эти изменения свидетельствуют о развитии анемии и системной воспалительной реакции в остром периоде после травмы, что оказывает существенное влияние на реологические свойства крови и гемодинамику. У пациентов 1-й группы отмечались стабильные показатели АД (систолическое АД — $122,9 \pm 6,2$ мм рт.ст., диастолическое АД — $69,7 \pm 2,3$ мм рт.ст.) по сравнению с контрольной группой (систолическое АД — $112,2 \pm 5,9$ мм рт.ст., диастолическое АД — $67,5 \pm 2,1$ мм рт.ст.). У больных 1-й группы наблюдалось уменьшение объема инфузионной терапии на 13,5 % и снижение на 11,5 % ранних осложнений по сравнению с пациентами контрольной группы. **Выводы.** Мы установили, что в условиях острого периода политравмы на фоне системного воспалительного ответа организма развиваются реологические изменения, которые потенцируют недостаточность кровообращения. Неинвазивный мониторинг показателей центральной гемодинамики с помощью модуля esCCO является простым и информативным методом, позволяющим эффективно ускорить оптимизацию гемодинамического статуса пациентов при политравме.

Ключевые слова: сердечный выброс; мониторинг гемодинамики; политравма

N.V. Matolinetz

Danylo Halytskyi Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

Non-invasive cardiac output monitoring in patients with polytrauma

Abstract. Background. Cardiac output monitoring is considered to be a standard for evaluation of central hemodynamic parameters and response to fluid therapy. Innovative technology for non-invasive estimated continuous cardiac output (esCCO) allows measure it in on-line mode, which is designed to enhance monitoring of patients' hemodynamic status. The purpose of the study was to evaluate the effectiveness and expediency of non-invasive continuous monitoring of cardiac output using esCCO technology in polytrauma patients during the acute stage. **Materials and methods.** Data from clinical examination and treatment of 40 patients with polytrauma who were admitted to the intensive care unit of Lviv Municipal Clinical Emergency Hospital are presented. In addition to routine measurements, central hemodynamic parameters were monitored in 20 patients from group 1 using the esCCO integrated into the Life Scope monitor (Nihon Kohden, Japan). In the control group (n = 20), only traditional indexes such as non-invasive blood pressure (BP), electrocardiogram, hemoglobin oxygen saturation (SpO₂) were registered using multifunctional Philips IntelliVue (MP20) monitors, and standard laboratory tests were conducted for the comparative analysis. **Results.** From the first to the second day in both groups, statistically significant changes in labora-

tory tests were observed: the level of hematocrit decreased from $32.0 \pm 1.0 \%$ to $29.0 \pm 0.8 \%$ ($p < 0.01$); the hemoglobin content reduced from 91.5 ± 2.1 g/l to 87.0 ± 1.9 g/l ($p < 0.05$) on average; the leukocyte count increased from $(9.8 \pm 0.4) \cdot 10^6$ to $(12.0 \pm 0.5) \cdot 10^6$ ($p < 0.001$) on average. These changes indicate the development of anemia, systemic inflammatory reaction that has a significant effect on the rheological properties of the blood and hemodynamics. Stable blood pressure parameters were registered in patients from group 1 (systolic BP 122.9 ± 6.2 mm Hg, diastolic BP 69.7 ± 2.3 mm Hg) compared to the control group (systolic BP 112.2 ± 5.9 mmHg, diastolic BP 67.5 ± 2.1 mmHg). The decrease in the volume of infusion therapy by 13.5 % and of early complications by 11.5 % was observed in patients from group 1 compared to the controls. **Conclusions.** We have established that in the state of traumatic shock with a following systemic inflammatory reaction, rheological changes that potentiate hemodynamic insufficiency occur. EsCCO is a simple non-invasive monitoring method, which provides an opportunity to accelerate the optimization of patient's hemodynamic status in polytrauma.

Keywords: cardiac output; hemodynamic monitoring; polytrauma