



EDITORIAL

How we could use critical care echocardiography in the assessment of and management of cardiovascular phenotypes in septic shock: the good, the bad, and the ugly profiles



Antonio Messina^{1,2*} and Antoine Vieillard-Baron^{3,4}

Как мы можем использовать эхокардиографию в критических состояниях для оценки и лечения сердечно-сосудистых фенотипов при септическом шоке: хорошие, плохие и отвратительные профили

Перевод Е.Е. Осиной



Как мы можем использовать эхокардиографию в критических состояниях для оценки и лечения сердечно-сосудистых фенотипов при септическом шоке: хорошие, плохие и отвратительные профили

Antonio Messina, Antoine Vieillard-Baron

Септический шок — это угрожающее жизни неотложное состояние, требующее немедленной медицинской помощи, от которого по-прежнему умирает 30–40% пациентов. Он возникает в результате неконтролируемой реакции организма на инфекцию, приводящей к острой недостаточности кровообращения и дисфункции органов [1, 2].

Клинические проявления септического шока очень разнообразны и зависят от таких факторов, как возраст, исходное состояние здоровья и источник инфекции [3]. В результате традиционные методы лечения, ориентированные на основную массу пациентов, всё чаще уступают место индивидуальным подходам, учитывающим реакцию конкретного пациента [4, 5].

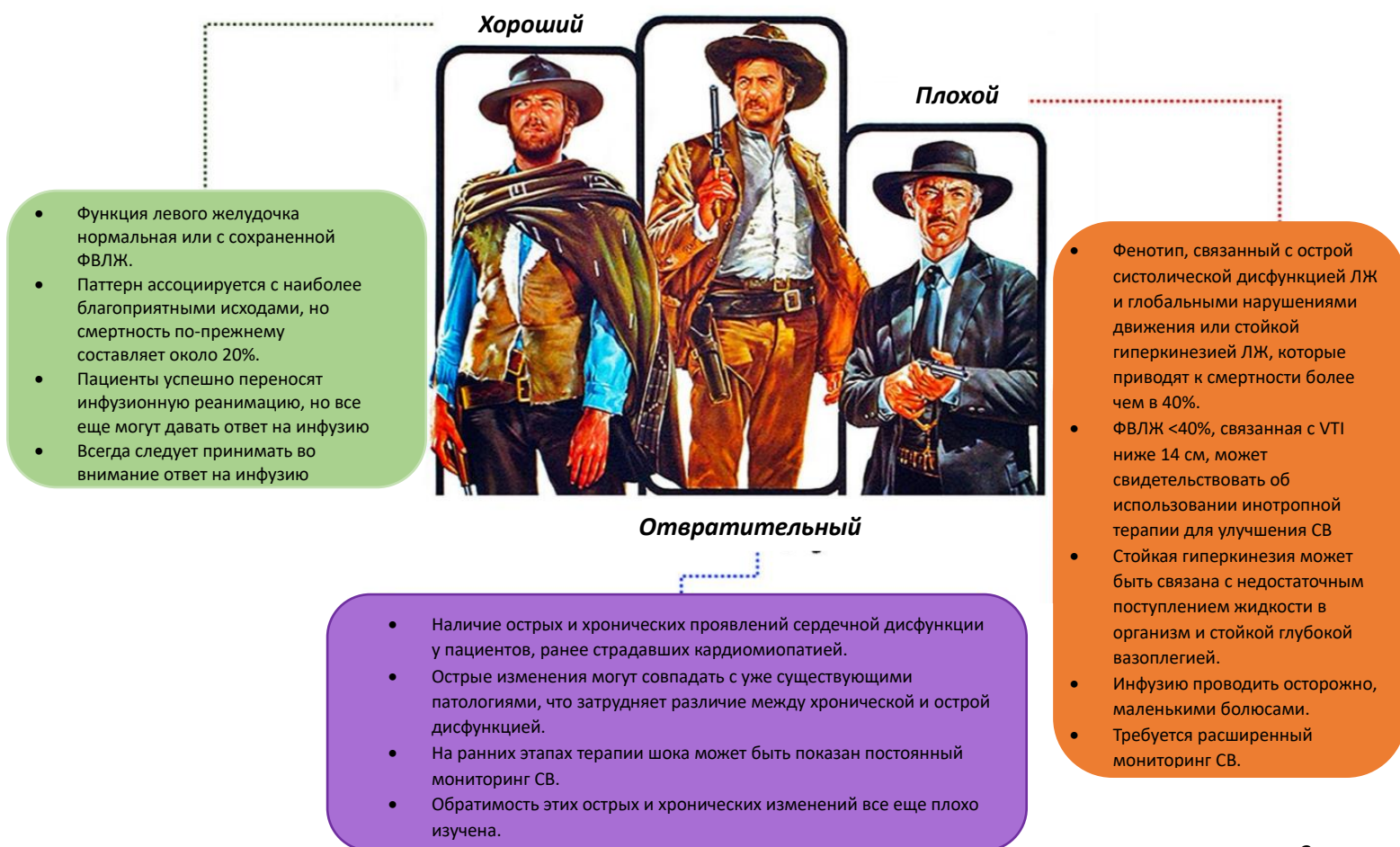
Персонализация направлена на оптимизацию стартовой терапии за счет сочетания научно обоснованных рекомендаций с индивидуальным подходом [6]. Ультразвуковое исследование в условиях критического состояния (CCUS - Critical care ultrasonography), включая эхокардиографию в критических состояниях (CCE - critical care echocardiography) играет ключевую роль в этом контексте, являясь адаптируемым и широкодоступным компонентом оценки и индивидуального клинического ведения пациентов с септическим шоком [7]. Более того, CCE упростила классификацию подтипов шока, основанных на гемодинамических параметрах, оцениваемых неинвазивно [8], и изменила классическую эволюцию гемодинамического состояния при септическом шоке от «статических» фаз к адаптивному взаимодействию сердца и сосудов, а также продемонстрировала, что сердечная недостаточность может возникнуть очень рано [9]. Несмотря на то, что базовые навыки CCE позволяют быстро распознать сердечно-сосудистые фенотипы, в том числе вызванную сепсисом систолическую дисфункцию левого желудочка (ЛЖ), более сложные измерения могут помочь в подборе стартовой терапии. В зависимости от используемого определения и времени проведения оценки CCE



распространённость систолической дисфункции ЛЖ, вызванной сепсисом, может составлять от 10 до 70%, а некоторые ранее существовавшие заболевания могут сочетаться с острой дисфункцией [10].

В этой статье мы предлагаем классификацию различных сердечно-сосудистых фенотипов, которые могут наблюдаться при септическом шоке, на три категории/профиля, которые можно быстро распознать с помощью ССЕ, в соответствии с их потенциальным влиянием на исход и адаптацией лечения (рис. 1). Хотя здесь это не обсуждается, хорошо известно, что на правый желудочек также могут влиять сердечно-легочные и межжелудочковые взаимодействия, а также воспаление, и что его дисфункция связана с неблагоприятным исходом [11].

Клиническая классификация сложна, поскольку сердечно-сосудистые профили динамичны, и пациенты могут переходить от одного профиля к другому в зависимости от инфузионной стратегии, коррекции постнагрузки ЛЖ и развития заболевания. Поэтому ССЕ необходимо повторять, как описано ниже.





1. «Хороший»: этот профиль характеризуется нормальной систолической функцией, сохранённой фракцией выброса левого желудочка (ФВЛЖ), нормальным размером желудочка и отсутствием нарушений движения стенок. Несмотря на то, таких пациентов можно считать успешно реанимированными/стабилизированными, они всё ещё могут находиться в состоянии шока, и в одной статье [8] сообщается, что их смертность составляет около 21%. Иногда они все еще могут давать ответ на инфузионную терапию, в этом случае после стартовой инфузионной реанимации необходимо очень тщательно подбирать дозировку, используя небольшие объёмы жидкости и оценивая их влияние на перфузию тканей [12]. С целью определения дальнейшей тактики инфузионной терапии ССЕ может оказать существенную помощь в оценке потребности в жидкости [13], в том числе в оценке лёгочных и системных признаков отёка и венозного застоя [14], хотя для выяснения его точного значения в оценке баланса между потребностью в жидкости и переносимостью инфузионной нагрузки всё ещё требуются дополнительные данные.
2. “Плохой”: этот профиль характеризуется либо острой и тяжелой систолической дисфункцией ЛЖ, либо гиперкинезией ЛЖ, что связано с более высокой госпитальной смертностью (51 и 41% соответственно) в одной большой ретроспективной когорте пациентов с сепсисом и септическим шоком [15]. ФВЛЖ отражает не истинную сократимость миокарда, а его связь с постнагрузкой левого желудочка. Выраженная гиперкинезия левого желудочка может отражать стойкую и глубокую вазоплегию, несмотря на инфузию норадреналина. В этом случае, даже если наблюдается облитерация конечной систолической полости ЛЖ (т.е. “целующийся” ЛЖ), конечный диастолический объем ЛЖ остается нормальным, и ССЕ рекомендует прекратить введение жидкости. В этой подгруппе пациентов с тахикардией клиническая польза бета-адреноблокаторов все еще остается под вопросом [16], и продолжающиеся исследования, такие как HyperBetaschock (NCT 04748796), предоставят информацию по этой теме.



Однако существует другая ситуация, когда ЛЖ гиперкинетичен, но конечный диастолический размер невелик, и ССЕ предлагает увеличить инфузию, что является необходимым при инфузионной реанимации. Сообщалось, что этот профиль, при наличии сопутствующей динамической обструкции, связан с высоким уровнем смертности, составляющим приблизительно 55% [17].

Тяжелая систолическая дисфункция ЛЖ может быть результатом либо глубокого снижения сократительной способности миокарда, либо чрезмерной коррекции артериального давления. Помимо экстремальной ситуации с ФВЛЖ <25%, что составляет около 4% от когорты, описанной в статье Дугара [15], все еще остается под вопросом, как можно точно определить систолическую дисфункцию ЛЖ, вызванную сепсисом, и ее связь с неблагоприятным исходом. Geri и соавт. предположили, что ФВЛЖ <40%, связанная с VTI в аорте (интеграл линейной скорости кровотока в аорте) ниже 14 см, может быть адекватным определением систолической дисфункции ЛЖ, вызванной сепсисом. Это имеет смысл, поскольку ассоциируется с низким сердечным выбросом, связанным с угнетением систолической функции ЛЖ, у пациентов, реанимированных инфузией и вазопрессорами, но с все еще высоким уровнем лактата [8]. В некоторых исследованиях сообщалось, что в этом случае инфузия добутамина может корректировать сердечную деятельность, восстанавливать сердечный выброс и снижать частоту сердечных сокращений [18].

Однако до сих пор неизвестно, может ли этот подход улучшить исходы. Действительно, было также высказано предположение, что систолическая дисфункция ЛЖ может отражать только гибернацию миокарда, которая является адаптационным, саморегулируемым и обратимым метаболическим и функциональным ответом на инфекцию [19]. Опять же, текущие рандомизированные контролируемые исследования, такие как ADAPT (NCT 04166331), предоставят информацию в ближайшие несколько лет.

3. “Отвратительный”: Этот профиль наблюдается у пациентов с септическим шоком, у которых в анамнезе ранее наблюдалась дисфункция левого желудочка вследствие таких состояний, как ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет, хроническая гипертония или почечная



недостаточность. В таких случаях эхокардиографическая картина может быть особенно сложной для интерпретации. У этих пациентов часто наблюдаются хронические нарушения сердечной деятельности, такие как гипертрофия левого желудочка, связанная или не связанная с динамической обструкцией левого желудочка, дилатацией желудочков или нарушением систолической и диастолической функции. Кроме того, заболевания клапанов, включая митральную регургитацию или аортальный стеноз, могут еще больше осложнить обследование сердца. У пациентов с хроническими заболеваниями сердца эти острые изменения могут накладываться на ранее существовавшие нарушения, что затрудняет определение различий между хронической и острой дисфункцией. В качестве примера можно привести пациента с хронической ишемической болезнью сердца, у которого уже могут быть участки акинеза или дискинезии миокарда, что затрудняет оценку новой дисфункции, вызванной сепсисом. Аналогичным образом, хроническая гипертрофия, вызванная артериальной гипертензией или диабетической кардиомиопатией, может маскировать степень дисфункции левого желудочка, связанной с сепсисом. Более того, обратимость этих острых изменений все еще плохо изучена. Таким образом, ранняя оценка ССЕ при поступлении имеет решающее значение для проведения базового обследования для сравнения потенциальных новых нарушений функции левого желудочка во время лечения.

Таким образом, сердечная дисфункция часто встречается у пациентов с сепсисом и септическим шоком; однако ее проявления могут значительно варьироваться в зависимости от патофизиологических переменных (например, преднагрузки, постнагрузки и частоты сердечных сокращений) и ранее существовавшей сердечной дисфункции [11]. Это приводит к различным сердечно-сосудистым профилям с потенциально разными исходами и тактикой ведения, которые могут быть улучшены с помощью CCUS, а также с учетом клинических и гемодинамических показателей. В частности, проверка чувствительности и переносимости инфузионной терапии, а также системной реакции на вазопрессоры и инотропные препараты являются ключевыми задачами CCUS, которые помогают врачам принимать наиболее подходящие



клинические решения у постели больного. ССЕ необходимо повторять для персонализации терапии из-за возможных изменений между различными фенотипами.

Сведения об авторе

1. Научно-исследовательский госпиталь IRCCS Humanitas, Роззано, Милан, Италия. 2. Отделение биомедицинских наук, Университет Гуманитас, Милан, Италия. 3. Отделение интенсивной терапии Медицинское отделение, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris, Университетская больница Амбруаз Паре, Бийанкур, Булонь, Франция. 4. INSERM UMR-1018, CESP, команда почки и сердце, Версальский университет Сен-Кантен-ан-Ивелин, Вильжюиф., Франция

Конфликты интересов

У авторов нет конфликтов интересов, о которых можно было бы заявить в связи с настоящей статьей.

Примечание издателя

Springer Nature сохраняет нейтралитет в отношении юрисдикционных претензий в опубликованных картах и принадлежности к учреждениям.

Получено: 16 октября 2024 г. Принято: 31 декабря 2024 г.

Опубликовано онлайн: 20 января 2025 г.

Ссылки на литературу

1. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, Bellomo R, Bernard GR, Chiche JD, Coopersmith CM, Hotchkiss RS, Levy MM, Marshall JC, Martin GS, Opal SM, Rubenfeld GD, van der Poll T, Vincent JL, Angus DC (2016) The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (Sepsis-3). JAMA 315:801–810

2. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, Machado FR, McIntyre L, Ostermann M, Prescott HC, Schorr C, Simpson S, Wiersinga WJ, Alshamsi F, Angus DC, Arabi Y, Azevedo L, Beale R, Beilman G, Belley-Cote E, Burry L, Cecconi M, Centofanti J, Coz Yataco A, De Waele J, Dellinger RP, Doi K, Du B, Estenssoro E, Ferrer R, Gomersall C, Hodgson C, Moller MH, Iwashyna T, Jacob S, Kleinpell R, Klompas M, Koh Y, Kumar A, Kwizera A, Lobo S, Masur H, McGloughlin S, Mehta S, Mehta Y, Mer M, Nunnally M,



- Oczkowski S, Osborn T, Papathanassoglou E, Perner A, Puskarich M, Roberts J, Schweickert W, Seckel M, Sevransky J, Sprung CL, Welte T, Zimmerman J, Levy M (2021) Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Intensive Care Med* 47:1181–1247
3. Singer M (2017) Critical illness and fat batteries. *Crit Care* 21:309
 4. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C, Jaeschke R, Mebazaa A, Pinsky MR, Teboul JL, Vincent JL, Rhodes A (2014) Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 40:1795–1815
 5. Ince C (2017) Personalized physiological medicine. *Crit Care* 21:308
 6. Vieillard-Baron A, Millington SJ, Sanflippo F, Chew M, Diaz-Gomez J, McLean A, Pinsky MR, Pulido J, Mayo P, Fletcher N (2019) A decade of progress in critical care echocardiography: a narrative review. *Intensive Care Med* 45:770–788
 7. Robba C, Wong A, Poole D, Al Tayar A, Arntfeld RT, Chew MS, Corradi F, Doufe G, Gof A, Lamperti M, Mayo P, Messina A, Mongodi S, Narasimhan M, Puppò C, Sarwal A, Slama M, Taccone FS, Vignon P, Vieillard-Baron A, European Society of Intensive Care Medicine task force for critical care u (2021) Basic ultrasound head-to-toe skills for intensivists in the general and neuro intensive care unit population: consensus and expert recommendations of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 47:1347–1367
 8. Geri G, Vignon P, Aubry A, Fedou AL, Charron C, Silva S, Repesse X, Vieillard-Baron A (2019) Cardiovascular clusters in septic shock combining clinical and echocardiographic parameters: a post hoc analysis. *Intensive Care Med* 45:657–667
 9. Vieillard-Baron A, Prin S, Chergui K, Dubourg O, Jardin F (2003) Hemodynamic instability in sepsis: bedside assessment by Doppler echocardiography. *Am J Respir Crit Care Med* 168:1270–1276
 10. Daulasim A, Vieillard-Baron A, Geri G (2021) Hemodynamic clinical phenotyping in septic shock. *Curr Opin Crit Care* 27:290–297
 11. Vallabhajosyula S, Kumar M, Pandompatam G, Sakhuja A, Kashyap R, Kashani K, Gajic O, Geske JB, Jentzer JC (2017) Prognostic impact of isolated right ventricular dysfunction in sepsis and septic shock: an 8-year historical cohort study. *Ann Intensive Care* 7:94



12. Messina A, Bakker J, Chew M, De Backer D, Hamzaoui O, Hernandez G, Myatra SN, Monnet X, Ostermann M, Pinsky M, Teboul JL, Cecconi M (2022) Pathophysiology of fluid administration in critically ill patients. *Intensive Care Med* Exp 10:46
13. Vieillard-Baron A, Boissier F, Slama M (2024) Using echocardiography to predict fluid-responsiveness and manage the need for fluids. *Intensive Care Med* 50:1137–1142
14. Beaubien-Souligny W, Rola P, Haycock K, Bouchard J, Lamarche Y, Spiegel R, Denault AY (2020) Quantifying systemic congestion with Point-Of-Care ultrasound: development of the venous excess ultrasound grading system. *Ultrasound J* 12:16
15. Dugar S, Sato R, Chawla S, You JY, Wang X, Grimm R, Collier P, Lanspa M, Duggal A (2023) Is left ventricular systolic dysfunction associated with increased mortality among patients with sepsis and septic shock? *Chest* 163:1437–1447
16. Hollenberg SM (2023) beta-blockers in patients with sepsis: putting the puzzle together, piece by piece. *JAMA* 330:1627–1628
17. Chauvet JL, El-Dash S, Delastre O, Boufandeau B, Jusserand D, Michot JB, Bauer F, Maizel J, Slama M (2015) Early dynamic left intraventricular obstruction is associated with hypovolemia and high mortality in septic shock patients. *Crit Care* 19:262
18. Vieillard-Baron A, Caille V, Charron C, Belliard G, Page B, Jardin F (2008) Actual incidence of global left ventricular hypokinesia in adult septic shock. *Crit Care Med* 36:1701–1706
19. Levy RJ, Piel DA, Acton PD, Zhou R, Ferrari VA, Karp JS, Deutschman CS (2005) Evidence of myocardial hibernation in the septic heart. *Crit Care Med* 33:2752–2756