

Особенности применения метода esCCO для диагностики состояния человека

Е.В. Порфирьева
Санкт-Петербургский Политехнический
университет имени Петра Великого
Санкт-Петербург, Россия
porfirieva.ev@edu.spbstu.ru

В.В. Давыдов
Санкт-Петербургский Политехнический
университет имени Петра Великого
Санкт-Петербург, Россия
Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
Санкт-Петербург, Россия
davydov_vadim66@mail.ru

Р.В. Давыдов
Санкт-Петербургский Политехнический
университет имени Петра Великого
Санкт-Петербург, Россия
Санкт-Петербургский
Санкт-Петербург, Россия
romanvproze@gmail.com

Д.Д. Исакова
Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
Санкт-Петербург, Россия
isakova.dd@spbgt.ru

Аннотация—Обоснована необходимость расширения применения метода esCCO для определения состояния здоровья человека, особенно если он находится в критическом и близком к нему состоянию. В этом случае важно получить необходимую информацию за более короткий промежуток времени, чем с использованием других методов. Установлены особенности применения метода esCCO для определения состояния человека в различных ситуациях по изменению сердечного выброса. Представлены примеры регистрации различных параметров для расчета сердечного выброса по технологии esCCO и экспериментальные данные об изменении сердечного выброса во времени.

Ключевые слова— состояние человека, сердечно-сосудистая система, сердечный выброс, параметры жизнедеятельности.

1. ВВЕДЕНИЕ

В наши дни существует большое число факторов, которые влияют на состояние человека. Состояние здоровья человека в процессе жизни, в основном, ухудшается. Поэтому, чтобы замедлить процесс ухудшения состояния люди используют различные средства и лекарства. Чтобы убедиться в эффективности их применения необходим быстрый и действующий контроль состояния своего здоровья. Особенно повышенное внимание уделяется методам экспресс-диагностики [1]. Среди них наиболее востребован метод экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы, так как заболевания таких важных органов наиболее распространены. Кроме того, заболевания и повреждения сердечно-сосудистой системы оказывает существенное влияние на другие органы человека. Среди этих методов наибольшее применение получили экспресс-диагностика на основе анализа электрокардиограммы (ЭКГ), эхокардиограмма, суточный мониторинг и метод esCCO [2]. Сравнивая эти методы, можно отметить, что суточный мониторинг занимает много времени и ограничивает некоторые действия человека в течение дня при проведении данного исследования, но позволяет выявлять нарушения сердечного ритма и оценивать их частоту. С помощью ЭКГ фиксируются электрические потенциалы во всех сердечных отделах, а также особенности прохождения импульсов по проводящей системе сердца.

Эхокардиография с помощью ультразвука врожденные или приобретенные пороки сердца, тромбы и различные повреждения клапанов. Эхокардиография и электрокардиография позволяют получать данные только в состоянии покоя или в коротком временном промежутке. При небольшом перемещении датчиков или появлении каких-то помех исследование может стать некорректным. Метод esCCO (estimated Continuous Cardiac Output — расчетное непрерывное измерение сердечного выброса) обладает рядом особенностей, которые отличают его от рассмотренных методов. Его использование позволяет проще и качественнее узнать нужную информацию. Кроме того, преимуществом метода esCCO является малоинвазивность и доступность в различных аспектах медицины, таких как анестезиология, реаниматология, хирургия и т.д. Данный метод позволяет за меньшее количество различных манипуляций получить более подробные данные. В esCCO одновременно используются электроды ЭКГ и пульсоксиметрический датчик (совмещены несколько разных методов исследования). К тому же, проведение измерений на разных приборах в одно и то же время позволяет более точно заметить изменения в состоянии здоровья человека. Использование технологии esCCO повышает качество мониторинга гемодинамических показателей во время лечения любой интенсивности: не только во время серьезных хирургических операций, но также и при проведении менее рискованных процедур, которые, однако, все же могут привести к осложнениям с точки зрения гемодинамики.

2. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА esCCO

Особенно необходимо отметить, что совсем недавно измерение сердечного выброса требовало катетеризации легочной артерии. Это было доступно только кардиологам. Разработка метода esCCO позволила изменить эту ситуацию. По сути метод esCCO – это расчетный непрерывный сердечный выброс [2, 3], вычисляемый на основе параметров жизнедеятельности. Для получения этого параметра необходимы электроды ЭКГ, пальцевой датчик SpO₂ и манжета НИАД (неинвазивное измерение артериального давления), что исключило прямой контакт с внутренними органами

человека. Существует два типа калибровки esCCO: минимально инвазивная калибровка и неинвазивная калибровка. В нашем случае используется неинвазивный тип калибровки. Для измерений применяется прикроватный монитор Nihon Kohden Vismo PVM-2703 (Рис. 1), в котором реализована данная методика.



Рис. 1. Монитор прикроватный Nihon Kohden Vismo PVM-2703(c esCCO)

В качестве примера измерения для реализации метода esCCO представлена фотоплетизмограмма (ФПГ). В данном методе с помощью пальцевого датчика происходит снятие ФПГ-сигнала. Фотоплетизмограмма, снимаемая с фотоприемника, регистрируется в импульсном режиме.

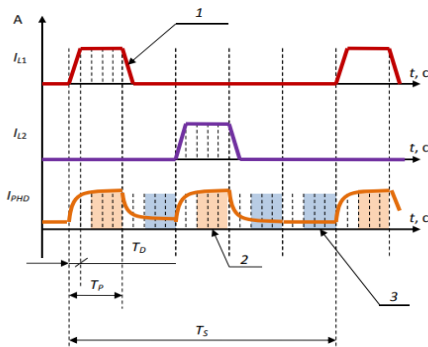


Рис. 2. Эпюры сигналов лазерных диодов (I_1 и I_2) двух длин волн и тока фотоприемника $I_{ФНД}$

Сначала включается первый лазерный диод (ЛД), регистрируется сигнал с фотодиода, затем он выключается и выдерживается пауза, после чего включается второй лазерный диод, опять регистрируется сигнал с фотодиода и ЛД выключается. Процесс повторяется. Из Рис. 2: 1 – фронт сигнала тока через ЛД, 2 – интервал усреднения фоновой засветки, I_{L1} – ток через первый ЛД, I_{L2} – ток через второй ЛД, $I_{ФНД}$ – ток фотодиода, T_s – период дискретизации плетизмограммы, равен 125 мкс, T_p – длительность импульса засветки, равен 25 мкс, T_D – длительность пятой части импульса засветки, равен 5 мкс.

Импульсный сигнал получаемый на фотоприемном устройстве необходимо преобразовать таким образом, чтобы учесть участки, на которых происходят переходные процессы, а затем выделить полезный

сигнал. Величина полезного сигнала будет изменяться прямо пропорционально количеству рассеиваемого излучения, а значит, количеству гемоглобина и оксигемоглобина в крови, изменение которых происходит под воздействием пульсовых волн.

Для примера на Рис. 3 представлено изменение минутного сердечного выброса, который рассчитан по технологии esCCO.

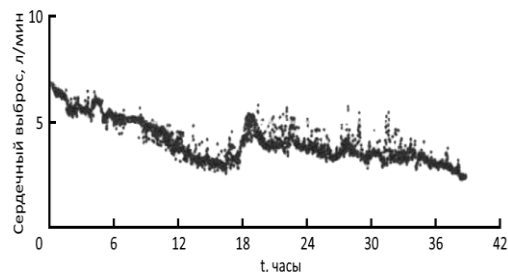


Рис. 3. Зависимость изменения минутного сердечного выброса от времени

Анализ полученных данных по сердечному выбросу показывает, что состояние человека нестабильно. В организме идут процессы, которые изменяются по времени, приводящие к различным сердечно-сосудистым нарушениям. Это приводит к увеличению минутного сердечного выброса (СВ) и к снижению артериального давления и сосудистого сопротивления. Поэтому в различных ситуациях желательно проводить также мониторинг этих параметров у пациентов.

Необходимо отметить, что существенной особенностью методики esCCO является то, что не требуются специальные навыки и дополнительные датчики при проведении измерений. Метод прост в применении и может использоваться специалистами различных профилей.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные нами результаты показывают, что методика esCCO является наиболее эффективной и практичной для применения в различных случаях. С её помощью диагностика состояния здоровья человека может быть проведена во время лечения любой интенсивности (не только во время серьёзных операций), но и при проведении менее рискованных процедур, которые могут привести к осложнениям, например, с точки зрения гемодинамики.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Mazing, M.S. Monitoring of oxygen supply of human tissues using a noninvasive optical system based on a multi-channel integrated spectrum analyzer / M.S. Mazing, A.Y. Zaitceva, Y.Y. Kislyakov, S.A. Avdyushenko, V.V. Davydov // International Journal of Pharmaceutical Research. – 2020. – Vol. 12 – P. 1974–1978.
- [2] Bataille, B. Comparison of esCCO and transthoracic echocardiography for non-invasive measurement of cardiac output intensive care / B. Bataille, M. Bertuit, M. Mora, M. Mazerolles, P. Cocquet, B. Masson, P. Moussot, J. Ginot, S. Silva, J. Larché J. // British Journal of Anaesthesia. – 2012. – Vol. 109(6) – P. 879–888.
- [3] Biais, M. Ability of esCCO to track changes in cardiac output / M. Biais, R. Berthezène, L. Petit, V. Cottenceau, F. Sztark // British Journal of Anaesthesia. – 2015. – Vol. 115(3) – P. 403–410.