

Смолевский Александр Георгиевич
Первый Московский государственный медицинский
университет имени И.М. Сеченова

КОНТРОЛЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В ХОДЕ ХИРУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ НА СЕРДЦЕ У БОЛЬНЫХ COVID-19

Аннотация: Вызов, брошенный миру пандемией COVID-19, заставил многих исследователей заняться вопросами ранней диагностики вирусных заболеваний. Развитие методов раннего неинвазивного скрининга позволяет более эффективно и избирательно использовать точные лабораторные методы и своевременно изолировать больных. Такие подходы могут значительно снизить нагрузку на лаборатории во время эпидемий и пандемий, а также повысить эффективность противоэпидемических мероприятий.

Ключевые слова: контроль сердечного ритма, контроль артериального давления, хирургические операции на сердце, больные COVID-19.

Keywords: heart rate control, blood pressure control, heart surgery, COVID-19 patients.

Перспективным направлением является мониторинг вегетативного контроля кровообращения. В нескольких известных работах показано, что вирус типа SARS-COV-2 влияет на динамику системы кровообращения, секретируя белок ACE2. ACE2 также является клеточной точкой входа для вируса SARS-COV-2, который является компонентом ренин-ангиотензиновой системы и участвует в регуляции сердечно-сосудистой системы.

Изменение объема секреции ACE2 белка существенно влияет на вегетативный контроль кровообращения, модулирует работу контуров симпатического и парасимпатического контроля, вызывает изменения в долгосрочной и краткосрочной регуляции артериального давления, предотвращает или стимулирует развитие гипертонии. [2, с. 30]

Также было показано, что течение заболевания COVID-19 заметно тяжелее у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, что может быть связано у этих пациентов с повышенной секрецией белка ACE2 по сравнению со здоровыми людьми. С другой стороны, у пациентов с COVID-19 без выявленных патологий ССС секреция белка ACE2 также повышена, что также может быть связано с активностью вируса SARS-CoV-2.

Для диагностики состояния вегетативного контроля ССС можно использовать различные методы линейного анализа, основанные на статистическом и спектральном анализе

RR-интервалов, а также методы нелинейного анализа, которые рассматривают компоненты ССС как взаимодействующие осцилляторы, генерирующие сигналы сложной формы.

Несколько исследований показали, что методы анализа состояния ССС являются многообещающими инструментами для диагностики COVID-19. Например, в работе Liu Z., Xiao X., Wei X., исследуются спектральные и временные индексы RR-интервалов, а также стандартное отклонение RR-интервалов (индекс SDNN). В статье было установлено, что снижение активности симпатического контроля и повышение активности парасимпатического контроля коррелируют с худшим прогнозом естественного течения заболевания у пациентов с COVID-19. Свойства сигналов ВСР изменяются на ранних стадиях COVID-19, как было доказано путем подбора нелинейной модели для каждого испытуемого, ВСР контролировалась до и после первого положительного теста на COVID-19. [5, с. 56]

В то же время ни в одном исследовании не сообщалось о подробном анализе фазовой динамики вегетативного контроля ССС во время COVID-19. При этом ранее было показано, что общий процент индекса фазовой синхронизации (индекс S) является чувствительным показателем статуса сердечно-сосудистой системы и является маркером развития некоторых патологий. Для исследования взаимосвязи контуров вегетативного контроля кровообращения при развитии COVID-19 была осуществлена регистрация экспериментальных сигналов ЭКГ и ФПГ в стационаре. Течение заболевания у всех добровольцев проходило в легкой форме, у пациентов наблюдалась субфебрильная температура до 38 °С. Пациенты не нуждались в кислородной поддержке.

В экспериментальных исследованиях приняли участие 33 здоровых добровольца в возрасте от 18 до 21 года (22 женщины, 11 мужчин) и 32 пациента с COVID-19 в возрасте от 25 до 68 лет (14 женщин, 18 мужчин). Состояние всех пациентов относилось к легкой степени течения заболевания, пациентам не требовалась кислородная поддержка. Была произведена одновременная регистрация сигналов ЭКГ и ФПГ. Данные регистрировались стандартным регистратором ЭЭГА-21/26 «ЭНЦЕФАЛАН-131-03».

Полоса пропускания составляла 0.05–100 Гц, а частота дискретизации – 250 Гц, сигнал был оцифрован с точностью до 14 бит. ЭКГ регистрировали в 1 стандартном отведении по Эйнтховену (дифференциальный сигнал от запястий двух рук), а датчик ФПГ был наложен на дистальную фалангу безымянного пальца. Сигнал ФПГ регистрировался датчиком отраженного света в ИК-диапазоне (950 нм). [3, с. 41]

Испытуемые во время регистрации сигналов находились в покое в горизонтальном положении. Продолжительность каждой записи составила 20 минут.

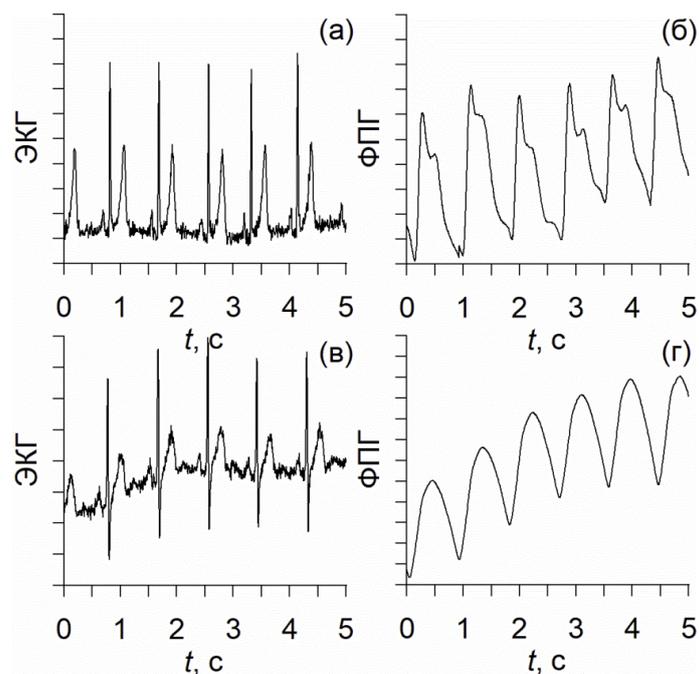


Рис. 1. Типичные примеры экспериментальных данных: (а) ЭКГ и (б) ФПГ от здоровых людей. (в) – ЭКГ для пациентов с COVID-19. (г) – ФПГ для этих пациентов.

Далее была количественно оценена фазовая синхронизация контуров вегетативного контроля ЧСС и АД у пациентов с COVID-19. Индексы S рассчитывались для каждого здорового испытуемого и пациента с COVID-19.

Максимальное значение индекса S в выборке здоровых испытуемых составило 67.0%, в выборке пациентов с COVID-19 – 56.0%; минимальные значения индекса S составили 9.0% и 19.0% соответственно.

Результаты статистического анализа показали уменьшение величины суммарного процента фазовой синхронизации контуров вегетативного контроля кровообращения в группе пациентов, страдающих COVID-19, относительно группы здоровых испытуемых: $34.9\% \pm 8.8\%$ против $46.8\% \pm 13.6\%$ (среднее \pm стандартное отклонение). U -критерий Манна-Уитни позволил выявить достоверную разницу значений индекса S в группах здоровых людей и пациентов: $U_{\text{emp.}} = 227$, $U_{0,05} = 415$. U -критерий Манна-Уитни подтвердил, что разница усредненных по выборке индексов S статистически значима при $p \leq 0.05$. [1, с. 69]

Таким образом, в ходе исследования фазовой синхронизации контуров вегетативного контроля кровообращения здоровых испытуемых и пациентов с COVID-19 было обнаружено снижение величины индекса S у пациентов, несмотря на известные результаты других исследователей, которые предполагают активацию контуров симпатической регуляции за счет повышения уровня экспрессии белка ACE2. Это может указывать на то, что вирусные инфекции оказывают на вегетативный контроль кровообращения более сложное воздействие,

чем предполагалось ранее: присутствие вируса увеличило активность симпатических контуров регуляции ССС и, в то же время, уменьшило силу их взаимодействия. Этот результат требует дополнительных исследований.

Актуален вопрос о специфичности полученных результатов. Заражение различными типами вирусов может увеличивать концентрацию белка ACE2. Кроме того, подобные эффекты могут быть вызваны некоторыми патологиями, влияющими на ренин-ангиотензиновую систему (диабет, заболевания почек и т.д.), некоторыми патологиями кардиологического и гинекологического профиля, а также изменениями физического состояния, что было показано в наших предыдущих исследованиях и коллег.

Усредненные по выборке значения индекса S значительно различаются между группами здоровых испытуемых и пациентов с COVID-19. Однако чувствительность и специфичность индивидуальной классификации невысока (см. рис. 4.5б). Влияние возраста и пола на индивидуальные значения индекса S требует дальнейшего тщательного изучения. Эти наблюдения и соображения подчеркивают ограничения диагностики, основанной на индексе S.79 [4, с. 12]

Однако, несмотря на указанные ограничения, индекс S в сочетании с другими известными методами, основанными на спектральном анализе RR-интервалов и нелинейных методах анализа данных, является многообещающей основой для системы скрининга вирусных заболеваний. Используемая количественная оценка степени фазовой синхронизации контуров вегетативного контроля кровообращения дает возможности проанализировать степень взаимодействия между исследуемыми контурами, а не только их индивидуальную динамику.

Таким образом, индекс S статистически независим от других хорошо известных оценок и, при использовании в сочетании с ними, дает дополнительную информацию, повышая чувствительность и достоверность анализа.

Литература:

1. Аллахвердян А.С., Анипченко А.Н., Анипченко Н.Н. Особенности периоперационного ведения пациентов при хирургическом лечении злокачественных опухолей в период пандемии COVID-19 // Альманах клинической медицины. 2020. №S1. – С. 69.
2. Белокриницкая Т.Е., Артымук Н.В., Течение и исходы новой коронавирусной инфекции COVID-19 у беременных: эпидемиологическое исследование в Сибири и на Дальнем Востоке // Гинекология. 2021. №1. – С. 30.
3. Гайбов А.Д., COVID-19-ассоциированный артериальный тромбоз // Вестник Авиценны. 2021. №1. – С. 41.
4. Тимербулатов М.В., Аитова Л.Р., Гришина Е.Е., Визгалова А.Е., Зиганшин Т.М., Гарифуллин А.А., Казаков Н.М. Обеспечение населения хирургической помощью в условиях пандемии COVID-19 // Медицинский вестник Башкортостана. 2020. №3 (87). – С. 12.
5. Тимербулатов М.В., Забелин М.В., Тимербулатов Ш.В., Гафарова А.Р., Низамутдинов Т.Р., Тимербулатов В.М. Послеоперационные осложнения у инфицированных COVID-19 пациентов (обзор литературы) // Вестн. хир.. 2021. №1. – С. 56.