

Электроэнцефалография и соматосенсорные вызванные потенциалы у больных коронавирусной инфекцией COVID-19. Опыт регистрации и использования телемедицинских технологий для анализа результатов

М. В. Синкин, Е. Г. Селиверстова, Л. Т. Хамидова, К. А. Попугаев, А. А. Гринь, С. С. Петриков

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н. В. Склифосовского», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) привела к развитию мировой пандемии. Ее характеризует не только высокий риск развития пневмонии и полиорганной недостаточности, но и проявления со стороны центральной нервной системы (ЦНС). Основными методами инструментальной оценки функционального состояния головного мозга являются электроэнцефалография (ЭЭГ) и соматосенсорные вызванные потенциалы (ССВП), которые широко применяют у больных, находящихся в критическом состоянии.

Материалы и методы. Нами проанализирован опыт регистрации ЭЭГ и коротколатентных ССВП у 31 больного с COVID-19, проходивших лечение в НИИ скорой помощи им. Н. В. Склифосовского в 2020 году.

Результаты. Изменения на ЭЭГ мы выявляли у 23 больных (74%). Среди них у 7 (30,4%) пациентов отмечены генерализованные неспецифические изменения биоэлектрической активности мозга в виде диффузного тета-дельта замедления; латерализованное полушарное замедление у 4 (17,4%), паттерн «выскачка-подавление» у 3 (13%), изоэлектрическая ЭЭГ у 3 (13%), ареактивный альфа-ритм, расцененный как электрографическое проявление альфа-комы у 2 (8,7%), эпилептиформная активность у 2 (9%), а паттерны фронтальной интермиттирующей дельта-активности (ФИРДА) и периодические разряды трифазной морфологии по 1 (4,3%).

Заключение. ЭЭГ и коротколатентные ССВП при стимуляции срединных нервов у больных с COVID-19 не выявляют специфических изменений, однако являются информативными инструментальными методами оценки функционального состояния головного мозга для выявления биомаркеров эпилептических приступов и для прогнозирования выживания и восстановления сознания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЭЭГ, электроэнцефалограмма, паттерн, вызванные потенциалы, коронавирус, энцефалопатия.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы статьи сообщают о возможном конфликте интересов.

Electroencephalography and somatosensory evoked potentials in Covid-19 patients. Experience in recording and using telemedicine technologies to analyze results

M. V. Sinkin, E. G. Seliverstova, L. T. Khamidova, K. A. Popugaev, A. A. Grin, S. S. Petrikov

N. V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Care, Moscow

SUMMARY

A new coronavirus COVID-19 has led to the development of a global pandemic. It is characterized by a high risk of developing pneumonia and multiple organ failure along with its capability to influence the central nervous system. The main methods of instrumental assessment of the functional state of the brain are electroencephalography (EEG) and somatosensory evoked potentials (SEPs), which have been routinely used with patients in critical care units.

We recorded the EEGs and short-latency SEPs of 31 COVID-19 patients, all were treated at the N. V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Care in 2020. The combined data was used to analyse the following outcome.

We detected abnormal EEGs in 23 COVID-19 patients (74%). Seven (30,4%) patients showed EEGs consisting of diffuse non-specific slowing, 4 patients had lateralized hemispheric slowing (17,4%) and one patient (4,3%) had frontal intermittent delta activity (FIRDA). Three (13%) patients in comas had "burst-suppression" pattern, three (13%) had isoelectric EEGs and two (8,7%) had areactive alpha rhythm, regarded as an electrographic manifestation of alpha coma. Two patients had evidence of epileptiform discharges (9%), triphasic waves were presented in one patient (4,3%).

EEG and SEPs with the median nerve stimulation in COVID-19 patients do not reveal specific changes, nevertheless they are informative instrumental methods for assessing the functional state of the brain to identify biomarkers of epileptic seizures and to prognosticate survival and recovery in comatose patients.

KEY WORDS: EEG, electroencephalography, pattern, evoked potentials, SSEP, COVID-19, encephalopathy.

CONFLICT OF INTEREST. The authors of the article report a possible conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Электроэнцефалография (ЭЭГ) и соматосенсорные вызванные потенциалы (ССВП) являются основными функциональными методами оценки состояния головного мозга, которые применяют у больных, находящихся в критическом состоянии [1]. Новую коронавирусную инфекцию (COVID-19), приведшую к развитию мировой пандемии в 2020 году, характеризует не только высокий

риск развития пневмонии и полиорганной недостаточности, но и проявления со стороны центральной нервной системы (ЦНС) [11]. COVID-19 может сочетаться с другим острыми заболеваниями ЦНС, осложняя их течение, что может требовать наблюдения заболевших в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) [3].

Особенностью лечения больных с COVID-19 являются эпидемиологические мероприятия по предотвращению

распространения инфекции и заражения медицинского персонала. Проведение нейрофизиологических исследований в этих условиях ограничено из-за невозможности стерилизации усилителей и управляющих компьютеров, транспортировки носителей информации в неинфекционную зону [2, 12]. Мы проанализировали опыт регистрации ЭЭГ и коротколатентных ССВП у больных с COVID-19, проходивших лечение в НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского в 2020 году.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В период с 22 апреля по 13 июля 2020 года мы регистрировали ЭЭГ у 31 больного (20 мужчин, 64,5%) в возрасте от 25 до 87 лет (Me:69), которые были госпитализированы в инфекционный корпус НИИ СП им. Н.В. Склифосовского по поводу COVID-19. ССВП исследовали 3 пациентам. Всем больным при госпитализации проводили тест на COVID-19 методом полимеразной цепной реакции из мазков с носа и ротоглотки, методом ИФА крови с исследованием IgM и IgG к вирусу SARS-CoV-2, а также компьютерную томографию (КТ) органов грудной клетки. Томографическую картину оценивали в зависимости от степени поражения легких: от низкого (КТ-1) до очень высокого (КТ-4) (рис. 1).

Регистрацию ЭЭГ и ССВП проводили в ОРИТ и госпитальных отделениях корпуса. Повторное исследование для оценки динамики биоэлектрической активности было осуществлено у 6 больных (19%). Показаниями для проведения исследований в ОРИТ были: исключение бессудорожного эпилептического статуса (БЭС), оценка эффективности противосудорожной терапии, прогнозирование выживания и восстановления сознания у пациентов с угнетением бодрствования, в том числе для принятия решения о начале экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО), и подтверждение отсутствия биоэлектрической активности при подозрении на необратимое тотальное повреждение головного мозга.

В представленной выборке летальный исход развивался у 20 пациентов (64,5%). Мы сравнили изменения ЭЭГ в группах скончавшихся и выживших пациентов и описали наиболее часто встречающиеся паттерны у больных с COVID-19. Поскольку ССВП проводили для увеличения достоверности прогноза при подозрении на неблагоприятное течение заболевания, основанных на данных ЭЭГ, смертность в этой группе составила 100%.

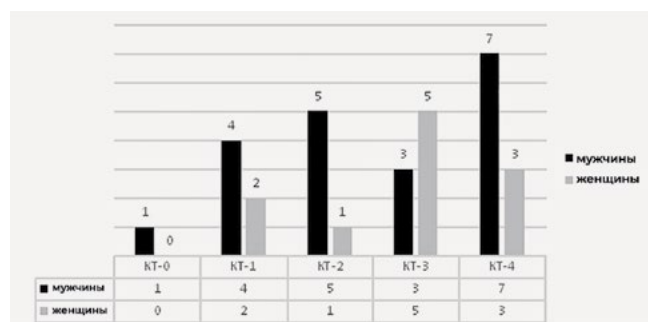


Рисунок 1. Распределение результатов КТ органов грудной клетки пациентам, которым по клиническим показаниям была назначена ЭЭГ

ОСОБЕННОСТИ РЕГИСТРАЦИИ ЭЭГ И ССВП у ПАЦИЕНТОВ с COVID-19

Поскольку специальное помещение для проведения нейрофизиологических исследований в инфекционном корпусе отсутствует, регистрацию проводили в палатах отделения. Запись ЭЭГ проводили электроэнцефалографом «Нейрон-Спектр-4/ВППМ» с портативным управляющим компьютером, снабженным модулем для подключения к Wi-Fi сети, который был перенесен в «красную» зону госпиталя в начале его работы. У пациентов с угнетением уровня бодрствования использовали одноразовые субдермальные игольчатые электроды. Остальным пациентам регистрацию ЭЭГ проводили чашечковыми электродами, которые фиксировали на скальпе при помощи адгезивной токопроводящей пасты. Мы отказались от использования электродных систем-шлемов, поскольку они требуют длительной обработки после каждого пациента, что в условиях ношения средств индивидуальной защиты (СИЗ) затрудняло работу персонала. После применения игольчатые электроды утилизировали, а чашечковые обрабатывали в дезинфицирующем растворе в течение 10 минут с последующим промыванием теплой водой для очистки.

С целью ускорения начала записи и уменьшения длительности пребывания персонала в «красной» зоне мы использовали сокращенный электродный монтаж с двойным междоэлектродным расстоянием схемы «10–20». Применяли параметры записи ЭЭГ, рекомендованные Экспертным советом по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги: частотные фильтры 0,5–70 Гц, скорость записи 30 мм/сек, масштаб отображения кривых 7 мкВ/мм [4]. У пациентов с подозрением на отсутствие биоэлектрической активности мозга вертикальный масштаб устанавливали в 2 мкВ/мм. Длительность регистрации ЭЭГ составила 30 минут, однако в одном случае при подозрении на редкие бессудорожные приступы мы провели длительное 24-часовое мониторирование.

Использование телемедицинских технологий. Особенностью регистрации ЭЭГ в «красной» зоне инфекционного корпуса для лечения больных COVID-19 является не только длительность одевания и снятия СИЗ персоналом, но и значительные финансовые затраты на их закупку. В НИИ СП им. Склифосовского развернута защищенная паролем внутренняя сеть Wi-Fi с доступом к сети «Интернет», покрывающая все подразделения института, включая инфекционные. Для осуществления удаленного доступа мы использовали общедоступное программное обеспечение для управления рабочим столом AnyDesk (<https://anydesk.com/ru>) и систему видеоконференций Zoom (<https://zoom.us/ru-ru/meetings.html>). Это позволило сокращать количество персонала до 1 человека, при этом саму регистрацию ЭЭГ или ССВП может проводить медицинская сестра, а с помощью удаленного доступа врач или научный сотрудник управляет параметрами записи, выбирает соответствующий монтаж или рекомендует функциональные пробы (рис. 2). С помощью удаленной консультации появилась возможность сразу назначать



Рисунок 2. Внешний вид энцефалографа в режиме трансляции рабочего стола в программе Zoom. На ЭЭГ пробег комплексов полиспайк-волна, специфичного для кортикального миоклонуса

и проводить регистрацию ССВП при выявлении злокачественных паттернов ЭЭГ. Еще одним результатом использования режима телеконференции для ЭЭГ в ОРИТ стала возможность быстрой организации удаленной консультации с лечащим врачом для решения вопроса о назначении терапии бессудорожного эпилептического статуса.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изменения на ЭЭГ мы выявляли у 23 больных (74%). Среди них у 7 (30,4%) пациентов отмечены генерализованные неспецифические изменения биоэлектрической активности мозга в виде диффузного тета-дельта замедления; латерализованное полушарное замедление у 4 (17,4%), паттерн «вспышка – подавление» у 3 (13%), изоэлектрическая ЭЭГ у 3 (13%), ареактивный альфа-ритм, расцененный как электрографическое проявление альфа-комы у 2 (8,7%), эпилептиформная активность у 2 (9%), а паттерны фронтальной интермиттирующей дельта-активности (ФИРДА) и периодические разряды трифазной морфологии по 1 (4,3%) больному (рис. 3).

В группе скончавшихся пациентов нормальный вариант ЭЭГ мы зарегистрировали лишь у 10%, а в группе выживших — у 54,5% больных. В группе умерших был зарегистрирован весь спектр патологических изменений на ЭЭГ, а среди выживших мы выявили только неспецифические изменения биоэлектрической активности мозга в виде диффузного тета-дельта замедления у 2 (18,2%) пациентов и полушарного замедления у 3 пациентов (27,3%). Малый объем выборки и высокая дисперсия электрографических находок в ней не позволили получить статистически достоверных данных о связи ЭЭГ-биомаркеров с прогнозом выживания в исследованной группе.

Показанием к исследованию ССВП было выявление «злокачественных» паттернов ЭЭГ, к которым мы относили паттерн вспышки – подавления и отсутствие биоэлектрической активности головного мозга. Также мы проводили ССВП больным с доминирующим альфа-ритмом и угнетением степени бодрствования до степени комы. Согласно классификации нарушений ССВП по Houlden [8], в первых двух случаях патологические изменения соответствовали 5 баллам, в последнем — 1 балл, и являлись электрографическими признаками неблагоприятного прогноза восстановления сознания (табл. 1).

Случай из практики регистрации ЭЭГ и ССВП для прогнозирования исхода в процессе принятия решения о начале ЭКМО.

Пациент Б., 68 лет, был переведен в НИИ СП им. Н.В. Склифосовского в крайне тяжелом состоянии с диагнозом: коронавирусная инфекция COVID-19. Двухсторонняя внебольничная полисегментарная пневмония; клиническая смерть при поступлении в отделение, реанимационные мероприятия с эффектом. Из анамнеза: заболел остро, когда появились и стали нарастать слабость, одышка. На этапе СМП установлен диагноз пневмония, инфекционно-токсический шок, доставлен в стационар по экстренным показаниям, на КТ ОГК выявлена двусторонняя полисегментарная пневмония, КТ-4. Несмотря на проводимую интенсивную терапию, состояние пациента оставалось крайне тяжелым, тяжесть состояния была обусловлена дыхательной недостаточностью вследствие двусторонней полисегментарной пневмонии, для терапии которой было предложено проведение ЭКМО. Поскольку прогнозирование течения заболевания на основе данных неврологического осмотра было затруднено из-за угнетения степени бодрствования до глубокой комы, было принято решение о регистрации ЭЭГ и ССВП для оценки вероятности восстановления сознания. Седация пропофолом была прекращена за 30 минут до начала исследования.

По данным ЭЭГ: в фоне регистрируется полиморфная дельта-активность, на фоне которой отмечалась фронтальная интермиттирующая дельта-активность, которую считают биомаркером метаболических нарушений [6]. Амплитуда фоновой записи была не снижена, эпилептиформных графоэлементов и злокачественных паттернов не зарегистрировано (рис. 4 А).

Для повышения достоверности прогноза проведено исследование коротколатентных ССВП при стимуляции

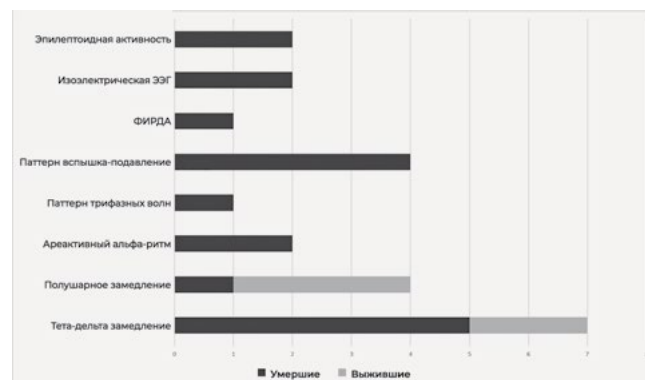


Рисунок 3. Виды нарушений биоэлектрической активности у больных с COVID-19

Таблица 1
Соотношение патологических изменений, выявленных на ЭЭГ и ССВП с исходом заболевания. ФИРДА — фронтальная интермиттирующая дельта-активность. БЭАМ — биоэлектрическая активность мозга

Паттерн ЭЭГ	Кол-во баллов по Houlden по ССВП	Исход заболевания
Альфа-кома	5	Летальный
ФИРДА	5	Летальный
Отсутствие БЭАМ	1	Летальный

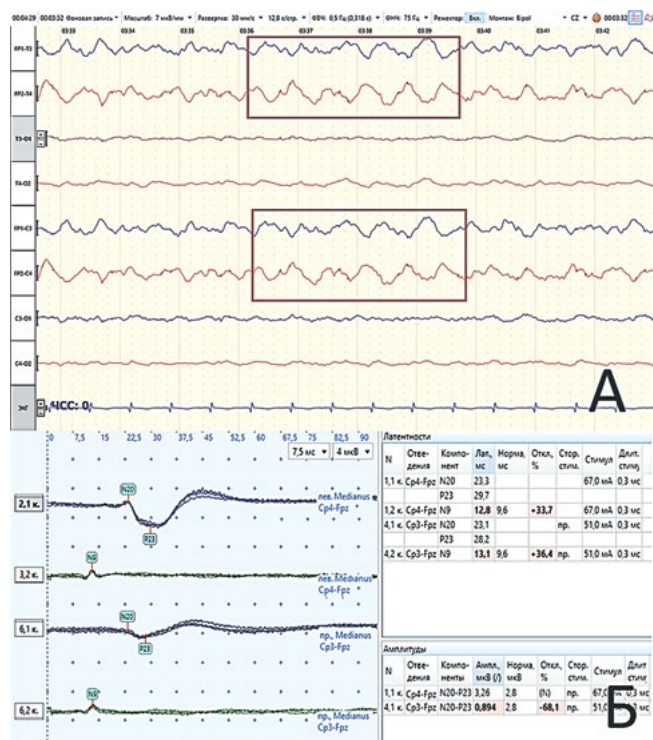


Рисунок 4. А. Электроэнцефалография пациента Б. Прямоугольниками выделен паттерн FIRDA (Frontal intermittent rhythmic delta activity) — бифронтальные преходящие ритмичные дельта-колебания частотой около 2 Гц. Б. ССВП при стимуляции срединного нерва, над левым полушарием (Ср3-Фрз) снижена амплитуда ответа

периферических нервов. По результатам этого исследования получены ответы от генератора кортикального вызванного потенциала (комплекс N20-P23) с обеих сторон. Над правым полушарием с нормальной амплитудой ответа, над левым — сниженной до границы нормы (0,68). Количество баллов по шкале Houlden 5 (рис. 4Б).

В связи с отсутствием высокоспецифичных признаков неблагоприятного прогноза выживания принято решение о начале ЭКМО, однако, несмотря на проводимую интенсивную терапию, пациент скончался на 4-е сутки после нейрофизиологического исследования.

Случай диагностики и телеконсультации для подбора терапии миоклонического эпилептического статуса.

Пациентка Ф., 69 лет, госпитализирована в НИИ СП им. Н. В. Склифосовского с диагнозом: коронавирусная инфекция, вызванная вирусом COVID-19. Внебольничная полисегментарная вирусная пневмония. ДН III ст. КТ-2.

АНАМНЕЗ

Пациентка отмечала эпизод лихорадки до 39 °С, по результатам проведенной ПЦР диагностики COVID-19 положительный. Госпитализирована в НИИ СП им. Н. В. Склифосовского. На 3-й день госпитализации остановка сердечной деятельности, проведены реанимационные мероприятия общей продолжительностью менее 10 минут с положительным эффектом. Пациентка была интубирована, начата ИВЛ. Через 1 час после окончания реанимационных мероприятий стали отмечаться мышечные подергивания передней брюшной стенки и мими-

ческой мускулатуры. Для исключения эпилептического характера спонтанных движений назначена ЭЭГ.

На момент регистрации ЭЭГ общее состояние крайне тяжелое, тяжесть состояния обусловлена основным заболеванием — внебольничной двусторонней пневмонией, состоянием после реанимационных мероприятий от 10.06.2020, энцефалопатией смешанного генеза. Уровень бодрствования: медикаментозная седация тиопенталом натрия в дозе 50 мкг/кг/мин.

На ЭЭГ фоновая активность представлена тета-ритмом, регистрируются очень частые (чаще, чем 1 в 10 сек.) генерализованные разряды полиспайков, синхронные с миоклоническими подергиваниями мимической мускулатуры и мышц передней брюшной стенки (рис. 5А).

С помощью телеконференции результаты ЭЭГ обсуждены с лечащим реаниматологом. Клинико-электрографическая картина была расценена как проявление генерализованного миоклонического эпилептического статуса с недостаточным уровнем седации. Принято решение об увеличении скорости введения тиопентала, после чего фоновая активность стала прерывистой вплоть до появления паттерна «вспышка — подавление». Одновременно с этим миоклонические подергивания прекратились (рис. 5Б).

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на последние достижения в области нейровизуализации, нейрофизиологические методики, такие как ЭЭГ и ВП, по-прежнему играют важную роль при острых неврологических состояниях, наблюдающихся у пациентов в ОРИТ, и обеспечивают легкодоступную, безопасную и эффективную оценку функционального состояния головного мозга [7].

В связи с пандемией новой коронавирусной инфекции наблюдается рост интереса к неврологическим осложнениям

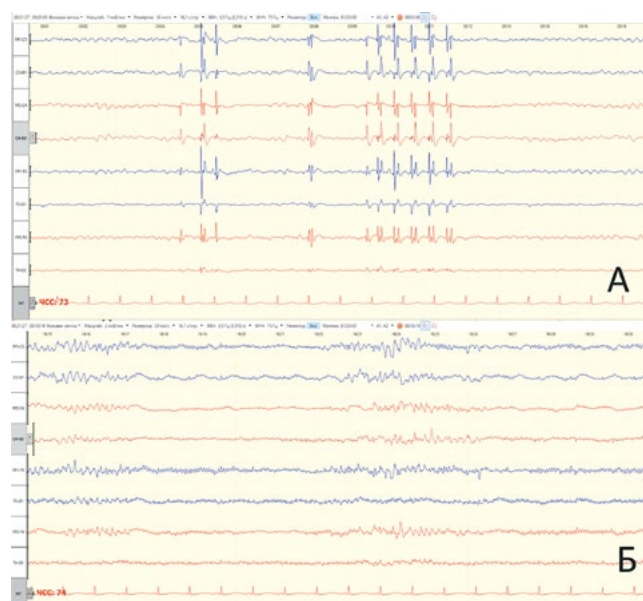


Рисунок 5. Электроэнцефалография пациентки Ф.А. Генерализованные разряды полиспайков. Регистрация ЭЭГ субдермальными электродами. Б. Паттерн «вспышка — подавление», зарегистрированный после увеличения дозировки тиопентала натрия

ям у этой категории больных. Предполагается, что семейство коронавирусов имеет тропизм к тканям центральной нервной системы (ЦНС), что подтверждается такими клиническими проявлениями, как anosmia и dysgeusia у пациентов с COVID-19 [11].

Вирусы SARS-CoV-1 и SARS-CoV-2 имеют родство к рецепторам ангиотензин превращающего фермента 2 (АПФ 2), которое позволяет им проникать в клетки, покрытые такими рецепторами. Рецепторы АПФ 2 естественным образом находятся в сердце, легких, почках и, в частности, в ЦНС. Существует предположение, что вирус SARS-CoV-2 может проникать в головной мозг через обонятельный эпителий в носовых ходах и других тканях, имеющих рецепторы АПФ 2, однако до настоящего момента известно только о единственном случае предполагаемого SARS-CoV-2 энцефалита, при котором анализ ликвора выявил наличие последовательностей РНК SARS-CoV-2. КТ головного мозга в этом случае была нормальной, ЭЭГ не проводили. По данным анализа аутопсий больных, умерших от COVID-19, были обнаружены макроскопические находки гиперемизированной и отечной мозговой ткани с некоторыми дегенеративными особенностями, однако является ли это эффектом прямой вирусной цитопатии или следствием тяжелой дыхательной или полиорганной недостаточности, остается неясным [5].

Несмотря на взрывной рост количества научных работ о COVID-19, мы нашли небольшое число публикаций, посвященных изменениям на ЭЭГ. Публикации, касающиеся опыта проведения ССВП у больных с COVID-19, отсутствуют. Pati S. и соавт. при помощи количественной ЭЭГ попытались оценить, существуют ли маркеры, которые могут являться предикторами неврологического выздоровления и благоприятного исхода у пациентов с COVID-19, находящихся на ИВЛ. Проведя длительное ЭЭГ-мониторирование у 10 пациентов, в коротком ретроспективном исследовании они подтвердили, что характеристики количественной ЭЭГ на исходном уровне и ее реактивность могут прогнозировать неврологическое восстановление у тяжелобольных пациентов с COVID-19 [10].

Pastor J. с соавт. оценивали информативность количественной ЭЭГ, исследовав 20 пациентов с COVID-19, сравнив ее с контрольной группой. Они выявили числовые особенности ЭЭГ у тяжелобольных пациентов, позволившие подтвердить диагноз энцефалопатии. Так, для пациентов с COVID-19 было характерно увеличение индекса представленности дельта-активности и снижение индекса активности альфа- и бета-диапазонов. Кроме того, были выявлены различия в межполушарной синхронизации. Это позволило авторам выдвинуть предположение, что слабая межполушарная синхронизация может быть связана с клиникой спутанности сознания. Несмотря на то что ее выявляли у всех пациентов, наибольшая выраженность была отмечена в случаях максимального несоответствия визуальной ЭЭГ и когнитивными/поведенческими изменениями [9].

Vespignani H. с соавт. обследовали 26 пациентов, госпитализированных с COVID-19, в связи необъяснимым изменением психического статуса или угнетением сознания.

У 5 пациентов изменения на ЭЭГ были представлены преходящими высокоамплитудными бифронтальными мономорфными дельта-волнами, а эпилептиформная активность не регистрировалась. Авторы предположили, что такие данные могли свидетельствовать о возможном прямом повреждении ЦНС у пациентов с COVID-19, однако этот вопрос до настоящего времени остается предметом дискуссий [13].

В своем исследовании мы первые использовали комбинацию ЭЭГ и ССВП для прогнозирования выживания и восстановления сознания у пациентов с угнетением бодрствования, в том числе для принятия решения об ЭКМО и подтверждения отсутствия биоэлектрической активности при подозрении на необратимое тотальное повреждение головного мозга. Мы не нашли в существующих публикациях аналог представленного нами алгоритма использования телемедицинских технологий для проведения нейрофизиологических исследований в «красной» зоне, который может быть с успехом распространен на другие медицинские учреждения, поскольку практически не требует дополнительных материальных затрат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЭЭГ и коротколатентные ВП у больных с COVID-19 не выявляют изменений, специфичных для этой вирусной инфекции, однако остаются информативными инструментами оценки функционального состояния головного мозга и прогнозирования выживания и восстановления сознания. Применение новых телекоммуникационных технологий облегчает использование нейрофизиологических методов диагностики в условиях инфекционного отделения, позволяя уменьшить количество задействованного медицинского персонала и сократить время принятия терапевтического решения.

Список литературы / Reference

1. Берестень Н.Ф., Сандриков А.В., Федорова С.И. под ред. / Функциональная диагностика. Национальное руководство. ГЭОТАР-Медиа, 2019. Beresten' N. F., Sandrikov V. A., Fedorova S. I. *Funktsional'naya diagnostika: natsional'noe rukovodstvo* [Functional Diagnostics: National Guidelines]. Moscow: GEOTAR-Media, 2019.
2. Войтенков В.Б., Синкин М.В., Александров М.В., Екушева Е.В., Клишкин А.В., Бедова М.А., Селиверстова Е.Г. Особенности выполнения нейрофизиологических исследований в условиях пандемии COVID-19. *Медицинский алфавит*. 2020;(25):26–29. Voitenkov V. B., Sinkin M. V., Aleksandrov M. V., Ekusheva E. V., Klimkin A. V., Bedova M. A., Seliverstova E. G. The features of clinical neurophysiology examination throughout the COVID-19 pandemic. *Medical alphabet*. 2020;(25):26–29. [In Russ.] <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-25-26-29>
3. Петриков С.С., Попугаев К.А., Хамидова Л.Т., Рыбалко Н.В., Абучина В.М., Алексеечкина О.А. Первый опыт применения ультразвукового исследования легких у пациентов с острой вирусной инфекцией, вызванной SARS-CoV-2. *Медицинская визуализация*. 2020;24(2):50–62. Petrikov S. S., Popugayev K. A., Khamidova L. T., Rybalko N. V., Abuchina V. M., Alekseechikina O. A. First experience of lung ultrasound application in patients with acute viral infection caused by SARS-CoV-2. *Medical Visualization*. 2020;24(2):50–62. [In Russ.] <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2020-2-50-62>
4. Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской противозаболевающей лиги по проведению рутинной ЭЭГ. Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2016;8(4):99–108. Guidelines for carrying out of routine EEG of neurophysiology expert board of Russian league against epilepsy. *Epilepsy and paroxysmal conditions*. 2016;8(4):99–108. [In Russ.]
5. Canham L. J. W., Staniaszek L. E., Mortimer A. M., Nouri L. F., Kane N. M., Electroencephalographic (EEG) features of encephalopathy in the setting of COVID-19: A Case Series. *Clinical Neurophysiology Practice* (2020). doi: <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2020.06.001>
6. Dericioglu N., Khasiyev F., Arsava E. M., Topcuoglu M. A. Frontal Intermittent Rhythmic Delta Activity (FIRDA) in the Neurological Intensive Care: Prevalence, Determinants, and Clinical Significance. *Clin EEG Neurosci*. 2018;49(4):272–277. doi:10.1177/1550059416688108

7. Gélisse P., Rossetti A. O., Genton P., Crespel A., Kaplan P. W. How to carry out and interpret EEG recordings in COVID-19 patients in ICU? [published online ahead of print, 2020 May 13]. *Clin Neurophysiol.* 2020; S1388–2457 (20) 30176-0. doi:10.1016/j.clinph.2020.05.006
8. Houlden D. A., Li C., Schwartz M. L., Katic M. Median nerve somatosensory evoked potentials and the Glasgow Coma Scale as predictors of outcome in comatose patients with head injuries. *Neurosurgery.* 1990;27(5):701–708. doi:10.1097/00006123-199011000-00006
9. Pastor J., Vega-Zelaya L., Martín Abad E. Specific EEG Encephalopathy Pattern in SARS-CoV-2 patients. *J. Clin. Med.* 2020, 9(5), 1545; <https://doi.org/10.3390/jcm9051545>
10. Pati S., Toth E., Chaitanya G., Quantitative EEG markers to Prognosticate Critically ill Patients with COVID-19: A Retrospective Cohort Study, *Clinical Neurophysiology* (2020), doi: 10.1016/j.clinph.2020.06.001
11. Pleasure S. J., Green A. J., Josephson S. A. The Spectrum of Neurologic Disease in the Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Pandemic Infection. *JAMA Neurol.* 2020;77(6):679. doi:10.1001/jamaneurol.2020.1065
12. San-Juan D., Jiménez C. R., Camilli C. X. et al. Guidance for clinical neurophysiology examination throughout the COVID-19 pandemic. Latin American chapter of the IFCN task force — COVID-19. *Clin Neurophysiol.* 2020;131(7):1589–1598. doi:10.1016/j.clinph.2020.04.011
13. Vespignani H., Colas D., Lavin B. S. et al. Report of EEG Finding on Critically Ill Patients with COVID-19 [published online ahead of print, 2020 Jun 13]. *Ann Neurol.* 2020;10.1002/ana.25814. doi:10.1002/ana.25814

Статья поступила / Received 15.01.21
Поступила после рецензирования / Revised 25.01.21
Принята в печать / Accepted 20.02.21

Сведения об авторах

Синкин Михаил Владимирович, к.м.н., старший научный сотрудник отделения неотложной нейрохирургии, руководитель группы клинической нейрофизиологии, ORCID 0000-0002-1339-8519
Селиверстова Екатерина Геннадьевна, врач функциональной диагностики нейрохирургического отделения, ORCID 0000-0001-9652-1457
Хамидова Лайла Тимарбековна, к.м.н., руководитель ультразвуковой и функциональной диагностики, ORCID 0000-0002-6299-4077
Попугаев Константин Александрович, д.м.н., заместитель директора — руководитель регионального сосудистого центра, ORCID 0000-0003-1945-323X
Гринь Андрей Анатольевич, д.м.н., руководитель отделения неотложной нейрохирургии, профессор, главный нейрохирург, ORCID 0000-0003-3515-8329
Петриков Сергей Сергеевич, д.м.н., директор, член корр РАН, ORCID 0000-0003-3292-8789

ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского», Москва, Россия

Автор для переписки: Синкин Михаил Владимирович. E-mail: mvsinkin@gmail.com

About authors

M. V. Sinkin, ORCID 0000-0002-1339-8519

E. G. Seliverstova, ORCID 0000-0001-9652-1457

L. T. Khamidova, ORCID 0000-0002-6299-4077

K. A. Popugaev, ORCID 0000-0003-1945-323X

A. A. Grin, ORCID 0000-0003-3515-8329

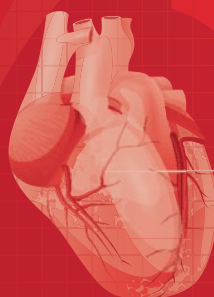
S. S. Petrikov, ORCID 0000-0003-3292-8789

N. V. Sklifosovskiy Research Institute for Emergency Medicine, Moscow Healthcare Department

Corresponding author: Sinkin M. V. E-mail: mvsinkin@gmail.com

Для цитирования: Синкин М. В., Селиверстова Е. Г., Хамидова Л. Т., Попугаев К. А., Гринь А. А., Петриков С. С. Электроэнцефалография и соматосенсорные вызванные потенциалы у больных коронавирусной инфекцией COVID-19. Опыт регистрации и использования телемедицинских технологий для анализа результатов. Медицинский алфавит. 2021; (5):7–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-5-7-12>

For citation: Sinkin M. V., Seliverstova E. G., Khamidova L. T., Popugaev K. A., Grin A. A., Petrikov S. S. Electroencephalography and somatosensory evoked potentials in Covid-19 patients. Experience in recording and using telemedicine technologies to analyze results. *Medical alphabet.* 2021; (5):7–12. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-5-7-12>



Онлайн
28-29 апреля 2021

**22-Й КОНГРЕСС
РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА ХОЛТЕРОВСКОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ
И НЕИНВАЗИВНОЙ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИИ (РОХМИНЭ)
14-Й ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНГРЕСС
"КЛИНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОЛОГИЯ"
VII-Я ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ДЕТСКИХ КАРДИОЛОГОВ ФМБА РОССИИ**

[HTTP://2021.ROHMINE.ORG](http://2021.ROHMINE.ORG)