



Цифровое решение для определения тяжести синдрома пароксизмальной симпатической гиперактивности у пациентов с повреждением головного мозга

Л. М. ЦЕНЦИПЕР^{1,3}, А. И. МОТИЕНКО², И. С. ТЕРЕХОВ¹, Д. К. ЛЕВОНЕВСКИЙ², К. А. САМОЧЕРНЫХ¹, А. Н. КОНДРАТЬЕВ¹

¹ Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт имени профессора А. Л. Поленова, филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова», Санкт-Петербург, РФ

² Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН), Санкт-Петербург, РФ

³ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет», Санкт-Петербург, РФ

РЕЗЮМЕ

Синдром пароксизмальной симпатической гиперактивности является частым осложнением острого тяжелого повреждения головного мозга; так, при тяжелой черепно-мозговой травме он развивается у 30 % пациентов. Несмотря на большое количество публикаций, вопросы диагностики, профилактики и лечения этого синдрома остаются до конца не решенными. На сегодняшний день оценка синдрома пароксизмальной симпатической гиперактивности занимает при должной тренированности врача от 8 до 15 мин с учетом подсчета баллов с помощью калькулятора. При цифровизации данного процесса однократная оценка будет занимать около 2–3 мин для занесения показателей. При этом подсчет будет происходить автоматически. В последующем при использовании «носимых гаджетов для измерения» сам процесс заполнения показателей также может происходить в автоматическом режиме. Приложение позволяет регистрировать и хранить основные данные о пользователях, которые могут иметь 3 роли: пациенты, врачи-специалисты, администраторы. Создание базы данных пациентов с синдромом симпатической гиперактивности позволит значительно улучшить методы диагностики, оценить адекватность терапии. Медицинские данные полезны только в том случае, если их можно превратить в значимую информацию. Для этого требуются высококачественные наборы данных, бесперебойная связь между ИТ-системами и стандартные форматы данных, которые могут обрабатываться людьми и машинами.

Ключевые слова: пароксизмальная симпатическая гиперактивность, цифровая медицина, база данных, программное приложение, умная палата

Для цитирования: Ценципер Л. М., Мотиенко А. И., Терехов И. С., Левоневский Д. К., Самочерных К. А., Кондратьев А. Н. Цифровое решение для определения тяжести синдрома пароксизмальной симпатической гиперактивности у пациентов с повреждением головного мозга // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2023. – Т. 20, № 6. – С. 90–96. DOI: 10.24884/2078-5658-2022-20-6-90-96.

A digital solution for determining the severity of paroxysmal sympathetic hyperactivity syndrome in patients with brain injury

L. M. TSENTSIPER^{1,3}, A. I. MOTIENKO², I. S. TEREKHOV¹, D. K. LEVONEVSKIY², K. A. SAMOCHERNYKH¹, A. N. KONDRATYEV¹

¹ Polenov Neurosurgical Institute – Branch of the Almazov National Medical Research Center, Saint Petersburg, Russia

² St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS), Saint Petersburg, Russia

³ St. Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

Paroxysmal sympathetic hyperactivity syndrome is a frequent complication of acute severe brain injury, so with severe traumatic brain injury, it develops in 30 % of patients. Despite a large number of publications, the issues of diagnosis, prevention and treatment of this syndrome remain unresolved. To date, the assessment of the syndrome of paroxysmal sympathetic hyperactivity takes, with proper training of the doctor, from 8 to 15 minutes, taking into account the calculation of points using a calculator. With the digitalization of this process, a single assessment will take about 2–3 minutes to enter the indicators. In this case, the calculation will occur automatically. Subsequently, when using «wearable gadgets for measurement», the process of filling in indicators can also occur automatically. The application allows to register and store basic data about users who can have three roles: patients, specialist doctors, administrators. The creation of a database of patients with sympathetic hyperactivity syndrome will significantly improve diagnostic methods and assess the adequacy of therapy. Medical data is only useful if it can be turned into meaningful information. This requires high-quality data sets, uninterrupted communication between IT systems, and standard data formats that can be processed by humans and machines.

Key words: paroxysmal sympathetic hyperactivity, digital medicine, database, software application, smart ward

For citation: Tsentsiper L. M., Motienko A. I., Terekhov I. S., Levonevskiy D. K., Samochernykh K. A., Kondratyev A. N. A digital solution for determining the severity of paroxysmal sympathetic hyperactivity syndrome in patients with brain injury. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2023, Vol. 20, № 6, P. 90–96. (In Russ.) DOI: 10.24884/2078-5658-2022-20-6-90-96.

Для корреспонденции:

Любовь Марковна Ценципер
E-mail: lmt1971@yandex.ru

Correspondence:

Lubov M. Tsentsiper
E-mail: lmt1971@yandex.ru

Введение

В сфере цифровизации здравоохранение несколько отстает от других отраслей, отчасти из-за регуляторной среды, которая, как правило, замедляет прогресс. Это связано с тем, что органы здравоохранения стремятся свести к минимуму неблагоприятные последствия, которые может повлечь за собой применение цифровых решений [4]. Разработка эффективных

инструментов цифровой медицины — интенсивный и сложный процесс, требующий междисциплинарных усилий широкого круга экспертов. При этом решения цифровой медицины обещают улучшить медицинские измерения, диагностику и лечение. Пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19 ускорила процесс цифровизации за счет оперативного внедрения современных решений в области информационных технологий (ИТ) в медицинскую практику.

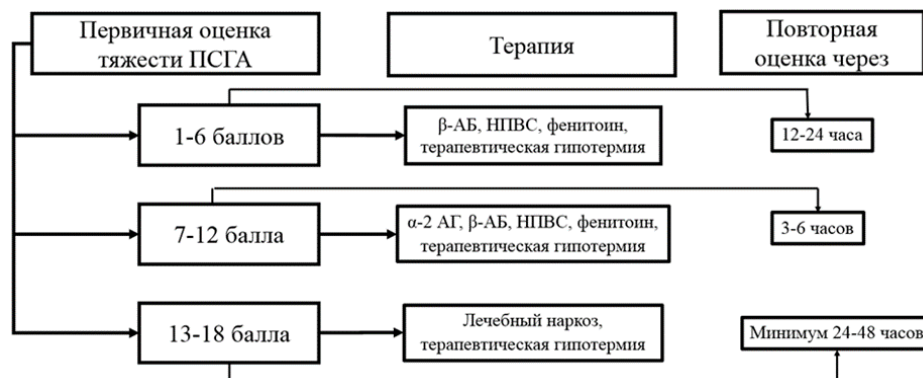


Рис. 1. Алгоритм оценки и лечения синдрома ПСГА при оценке по международным критериям

Fig. 1. Algorithm for assessment and treatment of PSH syndrome using the international criteria

Цифровое здравоохранение, или электронное здравоохранение, включает в себя различные технологии, к которым можно отнести:

- системы поддержки принятия решений, использующие алгоритмы, полученные в результате анализа наборов клинических данных;
- мобильные медицинские приложения, которые могут поддерживать и контролировать здоровое поведение;
- подключенные биометрические датчики, например, для непрерывного мониторинга глюкозы и т. п.;
- различные телемедицинские услуги;
- электронные медицинские карты.

Статья посвящена цифровому решению определения тяжести синдрома пароксизмальной симпатической гиперактивности, который является одним из осложнений острого тяжелого повреждения головного мозга (ГМ). В работе представлена концепция и архитектура приложения, а также его реализация.

Современный подход к диагностике и лечению синдрома пароксизмальной симпатической гиперактивности

Историческим началом изучения синдрома пароксизмальной симпатической гиперактивности считается 1929 г., когда У. Пенфилд представил отчет о лечении женщины с холестеатомой III желудочка, в котором описал симптомокомплекс, названный им «диэнцефальной эпилепсией» [5]. Впоследствии многими врачами и учеными было обнаружено, что при повреждениях ГМ различного генеза развиваются артериальная гипертензия, тахикардия, гипергидроз, гипертермия и другие симптомы, характерные для гиперактивности симпатической нервной системы.

С 2010 г. в зарубежной литературе все чаще стал появляться термин «пароксизмальная симпатическая гиперактивность» (ПСГА), а в 2014 г. Международный совет экспертов утвердил его и дал ему определение: «синдром, возникающий у больных после тяжелой приобретенной черепно-мозговой травмы, характеризующийся пароксизмальным

повышением симпатической и двигательной активности». Тогда же были приняты диагностические шкалы: оценка тяжести и оценка вероятности для подтверждения диагноза ПСГА [8].

Многие годы продолжается изучение патогенеза вегетативной нестабильности, поиск методов профилактики и лечения, но окончательного решения проблемы до сих пор не найдено [1, 3, 6, 11, 15].

Терапия ПСГА делится на немедикаментозную, медикаментозную и профилактическую. В основе профилактики развития эпизодов ПСГА лежат общереанимационные принципы (адекватные гемодинамика, газообмен, волемический статус, нутритивная поддержка, электролитный баланс, нормогликемия, нормотермия), поддержание комфортных условий (температура, влажность, отсутствие сильных раздражителей, профилактика трофических повреждений кожного покрова и профилактика и купирование болевого синдрома) [7, 9, 11, 15]. До начала лечения первым шагом является определение ведущих симптомов, требующих терапии [7, 11, 14].

Четких схем медикаментозного лечения не существует, предлагается использование различных препаратов: β-адреноблокаторы (β-АБ), габапентин, бензодиазепины, вальпроаты, опиоиды, пропофол, альфа-2 адреноагонисты, бромкриптин, баклофен и многие другие [12, 13, 14]. Тяжелое течение синдрома ПСГА, частые кризы являются показанием к проведению лечебного наркоза с сочетанным использованием опиоидного анальгетика, альфа-2 адреноагониста и гипнотика. Эта методика позволяет создать лечебную доминанту, предотвратить формирование патологических систем. Проведение лечебного наркоза в остром периоде повреждения ГМ способствует профилактике развития ПСГА [2, 3].

В связи с тем, что у пациентов, находящихся в отделении реанимации и интенсивной терапии оценка по международным шкалам не всегда позволяет точно диагностировать как непосредственно синдром симпатической гиперактивности, так и его тяжесть, в РНХИ им. проф. А. Л. Поленова, филиал ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России были разработаны расширенные шкалы, а также

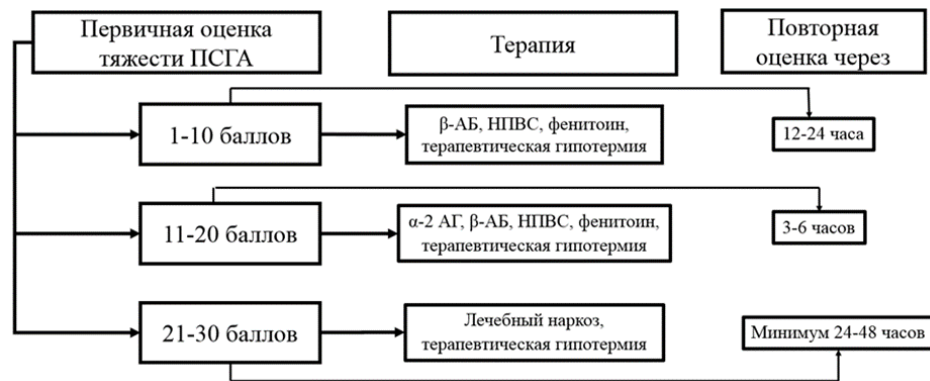


Рис. 2. Алгоритм оценки и лечения синдрома ПСГА при оценке по отечественным шкалам

Fig. 2. Algorithm for assessment and treatment of PSH syndrome using the domestic scales

алгоритмы принятия решений с учетом оценки как по международным шкалам, так и по отечественным (рис. 1, 2) [2, 3, 8].

В существующих реалиях оценка синдрома занимает при должной тренированности врача-оценщика от 8 до 15 мин, с учетом подсчета баллов с помощью калькулятора. При цифровизации данного процесса однократная оценка будет занимать около 2–3 мин для занесения показателей. При этом подсчет будет происходить автоматически. В последующем при использовании «носимых гаджетов для измерения» сам процесс заполнения показателей также может происходить в автоматическом режиме.

Мобильное приложение для диагностики, стратификации и подбора лечения синдрома ПСГА

Описываемое программное обеспечение реализовано в виде мобильного приложения. При разработке использован фреймворк Flutter, что делает программное обеспечение кроссплатформенным. Приложение использует стандартную клиент-серверную архитектуру, в которой серверная часть используется для хранения и обработки данных, а клиентская часть выполняет сбор этих данных в ручном или автоматическом режиме, а также визуализирует результаты анализа.

Методики в приложении задаются как наборы последовательно проверяемых условий (логических функций от параметров системы) и выполняемых действий (обновление показателей, уведомление пользователей). Таким образом, не составляет сложности корректировать алгоритм работы программного обеспечения. На данный момент реализовано 2 метода, использующих базовый и расширенный набор индикаторов.

Приложение позволяет регистрировать и хранить основные данные о пользователях, которые могут иметь 3 роли: пациенты, врачи-специалисты, администраторы. Данные об индикаторах здоровья пациентов регистрируются с помощью формы, содержащей поля, предусмотренные методикой (рис. 3). Возможно автоматическое заполнение не-

которых полей с помощью плагинов для вычисляемых полей (например, индекс Кердо) и для полей с данными из внешних источников при подключении соответствующих датчиков к мобильному устройству. Далее проводится оценка симптомов и состояния здоровья согласно внесенным в базу методикам. Специалист может получать представление данных за любой период в табличном и графическом виде как по отдельным показателям, так и по расчетным баллам по разным шкалам (рис. 4). Наличие трендов, периодов и локальных максимумов позволяет персоналу принимать более точные решения.

Специалист может анализировать данные за любой период времени и получать их представление в табличном и графическом виде (рис. 4).

Использование такого приложения позволяет автоматизировать определение степени тяжести синдрома, упростить выбор алгоритмов лечения, формировать графические представления параметров здоровья пациентов, минимизировать человеческий фактор при подсчете баллов. Собранные данные позволят накапливать статистику о случаях ПСГА, которая, в свою очередь, может быть использована для дальнейших исследований в медицине. Программное обеспечение также может легко обновляться при корректировке методик.

Разрабатываемое приложение может использоваться не только автономно, но и в качестве типового модуля умной медицинской палаты, которая по сути является медицинской киберфизической системой и выглядит многообещающим решением для повышения качества оказания медицинской помощи в больницах, клиниках, интернатах, в домах престарелых и иных стационарных учреждениях. Она предназначена для интеграции передовых технологий, сбора и анализа данных и автоматизации процессов ухода за пациентами, повышения их безопасности и оптимизации рабочего процесса. Умные палаты включают ряд инновационных инструментов, таких как носимые устройства, датчики, электронные медицинские карты и системы мониторинга в режиме реального времени, чтобы предоставить медицинским специалистам исчерпыва-

Рис. 3. Заполнение данных для диагностики синдрома ПСГА

Fig. 3. Filling in data for diagnosis of PSH syndrome

вающую и актуальную информацию о состоянии пациентов, что позволяет им быстрее и более информированно принимать решения.

Измерение основных жизненных показателей пациента часто является первым шагом в оценке ухудшения его состояния. Создание и применение умных медицинских технологий позволит медицинскому персоналу выполнить эту оценку более оперативно [10]. Получая данные о состоянии пациента в режиме реального времени, медицинские работники смогут своевременно оказывать помощь пациентам. При этом стоит обратить внимание на то, что появление интеллектуального медицинского оборудования и решений направлено не на замену медицинского персонала, а на повышение качества и ценности медицинских услуг. Таким образом, любые изменения жизненных показателей пациентов будут легко доступны и проанализированы с помощью централизованного мониторинга и предупреждений в режиме реального времени, отправляемых медицинским работникам.

Применение разработанного модуля в рамках умной палаты имеет ряд преимуществ. Во-первых, можно использовать инфраструктуру умной палаты (различные датчики, интегрированные измерительные приборы) для автоматического сбора данных в приложении. Это позволит сократить автоматизировать измерительные операции и сократить их

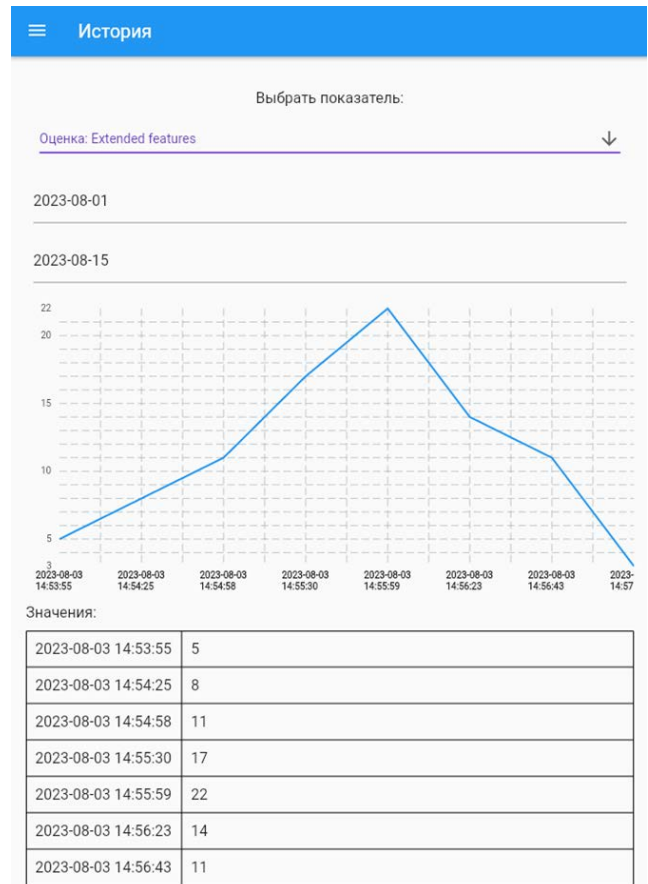


Рис. 4. Представление данных

Fig. 4. Data representation

количество, что ускорит процесс оценки состояния здоровья пациента.

Во-вторых, инфраструктура умных палат может использоваться и для хранения собранных и обработанных данных. В этом случае возможности сторонних инструментов аналитики расширяются за счет данных, полученных с помощью приложения.

Практика и моделирование использования приложения в задаче диагностики и стратификации ПСГА показывают, что время работы персонала значительно (более, чем в 2 раза) сокращается за счет автоматизации сбора данных и расчетов по сравнению с ручной оценкой, которая требует от 8 до 15 мин.

Заключение

Информационные технологии в современном мире влияют на все сферы жизни людей. Датчики и носимые устройства становятся компактнее и дешевле, позволяя непрерывно собирать данные о состоянии организма и отслеживать его состояние в реальном времени, а алгоритмы обработки данных становятся достаточно мощными, чтобы предложить новые возможности как для биомедицинских исследований, так и для клинической практики. В качестве примера применения современных методов в консервативной медицинской среде можно

привести использование чат-ботов с искусственным интеллектом, давших развернутый текстовый ответ на запрос о пароксизмальной симпатической гиперактивности. При контрольной проверке системой антиплагиат оригинальность текста составила 100%. Для человека такой показатель оригинальности практически недостижим. Однако следует отметить, что современные ИТ не нацелены на замену специалистов и не способны полноценно их заменить, однако такие технологии могут существенно помочь персоналу в профессиональной деятельности.

Разработанное авторами приложение является примером внедрения новых технологий в процесс диагностики и лечения синдрома пароксизмальной симпатической гиперактивности, позволяющее также выполнять сбор и визуализацию этих данных. Приложение также обладает достаточной гибкостью, благодаря чему его можно приспособить для диагностики и стратификации других состояний здоровья человека, оценка которых выполняется с

применением схожих методик, основанных на подсчете баллов – к примеру, для удаленной оценки состояния вегетативной нервной системы у людей, осуществляющих трудовую деятельность вахтовым методом и/или людей, проживающих в удаленных регионах РФ.

Результаты оценки показателей эффективности разрабатываемого программного обеспечения при сравнении ручного расчета с автоматизированным свидетельствуют о том, что время сбора и обработки данных о здоровье пациента можно сократить более чем в 2 раза по сравнению с полностью ручным режимом, причем наиболее значительный эффект достигается за счет автоматизации обработки данных.

Эффективность работы программного обеспечения будет значительно повышаться при создании большой базы данных, сбора информации и статистических данных для более точного анализа, совершенствования шкал (стандартных и расширенных), более высокого уровня сравнительного анализа.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-71-10092, <https://rscf.ru/project/22-71-10092/>

Financing. The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation № 22-71-10092, <https://rscf.ru/project/22-71-10092/>

ЛИТЕРАТУРА

1. Борщаговский М. Л., Дубикайтис Ю. В. Клинические типы патофизиологических реакций на операционную и неоперационную травму головного мозга // Труды 3-й конференции нейрохирургов Прибалтийских республик. Рига. – 1972. – С. 26–29.
2. Ценципер Л. М., Терехов И. С., Шевелев О. А. и др. Синдром пароксизмальной симпатической гиперактивности (обзор). // Общая реаниматология. – 2022. – Т. 18, № 4. – С. 55–67. DOI: 10.15360/1813-9779-2022-4-55-67.
3. Ценципер Л. М., Шевелев О. А., Полушин Ю. С. и др. Синдром пароксизмальной симпатической гиперактивности: патофизиология, диагностика и лечение // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А. Л. Поленова. – 2020. – Т. 12, № 4. – С. 59–64.
4. Coravos A., Goldsack J. C., Karlin D. R. et al. Digital medicine: a primer on measurement // *Digital Biomarkers*. – 2019. – Vol. 3, № 2. – P. 31–71. DOI: 10.1159/000500413.
5. Penfield W. Diencephalic autonomic epilepsy // *Archives of Neurology & Psychiatry*. – 1929. – Vol. 22, № 2. – P. 358–374.
6. Alofisan T. O., Algarni Y. A., Alharfi I. M. et al. Paroxysmal sympathetic hyperactivity after severe traumatic brain injury in children: prevalence, risk factors, and outcome // *Pediatric critical care medicine*. – 2019. – Vol. 20, № 3. – P. 252–258. DOI: 10.1097/PCC.0000000000001811.
7. Baguley I. J., Heriseanu R. E., Cameron I. D. et al. A critical review of the pathophysiology of dysautonomia following traumatic brain injury // *Neurocritical care*. – 2008. – Vol. 8. – P. 293–300. DOI: 10.1007/s12028-007-9021-3.
8. Baguley I. J., Perkes I. E., Fernandez-Ortega J.-F. et al. Paroxysmal sympathetic hyperactivity after acquired brain injury: consensus on conceptual definition, nomenclature, and diagnostic criteria // *Journal of Neurotrauma*. – 2014. – Vol. 31, № 17. – P. 1515–1520. DOI: 10.1089/neu.2013.3301.
9. Hilz M. J., Liu M., Roy S., Wang R. Autonomic dysfunction in the neurological intensive care unit // *Clinical Autonomic Research*. – 2019. – Vol. 29. – P. 301–311. DOI: 10.1007/s10286-018-0545-8.
10. Huang P.-H. The Application of smart medical care in the smart ward-take a company as an example. Ph.D. Thesis. – College of Management (Executive Master in Business Administration), 2022. – 85 p.

REFERENCES

1. Borshchagovsky M. L., Dubikaitis Yu. V. Clinical types of pathophysiological reactions to surgical and non-surgical brain injury. *Proceedings of the 3rd Conference of Neurosurgeons of the Baltic Republics*, Riga, 1972, pp. 26–29. (In Russ.)
2. Tsentsiper L. M., Terekhov I. S., Shevelev O. A. et al. Paroxysmal sympathetic hyperactivity syndrome (review). *General Resuscitation*, 2022, vol. 18, no 4, pp. 55–67. (In Russ.) DOI: 10.15360/1813-9779-2022-4-55-67.
3. Tsentsiper L. M., Shevelev O. A., Polushin Yu. S. et al. Syndrome of paroxysmal sympathetic hyperactivity: pathophysiology, diagnosis and treatment. *The Russian Neurosurgical Journal named after Professor A. L. Polenov*, 2020, vol. 12, no. 4, pp. 59–64. (In Russ.)
4. Coravos A., Goldsack J. C., Karlin D. R. et al. Digital medicine: a primer on measurement. *Digital Biomarkers*. 2019, vol. 3, no. 2, pp. 31–71. DOI: 10.1159/000500413.
5. Penfield W. Diencephalic autonomic epilepsy. *Archives of Neurology & Psychiatry*, 1929, vol. 22, no. 2, pp. 358–74.
6. Alofisan T. O., Algarni Y. A., Alharfi I. M. et al. Paroxysmal sympathetic hyperactivity after severe traumatic brain injury in children: prevalence, risk factors, and outcome. *Pediatric critical care medicine*, 2019, vol. 20, no. 3, pp. 252–8. DOI: 10.1097/PCC.0000000000001811.
7. Baguley I. J., Heriseanu R. E., Cameron I. D. et al. A critical review of the pathophysiology of dysautonomia following traumatic brain injury. *Neurocritical care*, 2008, vol. 8, pp. 293–300. DOI: 10.1007/s12028-007-9021-3.
8. Baguley I. J., Perkes I. E., Fernandez-Ortega J.-F. et al. Paroxysmal sympathetic hyperactivity after acquired brain injury: consensus on conceptual definition, nomenclature, and diagnostic criteria. *Journal of Neurotrauma*, 2014, vol. 31, no. 17, pp. 1515–20. DOI: 10.1089/neu.2013.3301.
9. Hilz M. J., Liu M., Roy S., Wang R. Autonomic dysfunction in the neurological intensive care unit. *Clinical Autonomic Research*, 2019, vol. 29, pp. 301–11. DOI: 10.1007/s10286-018-0545-8.
10. Huang P.-H. The Application of smart medical care in the smart ward-take a company as an example. Ph.D. Thesis. *College of Management (Executive Master in Business Administration)*, 2022, 85 p.

11. Rafanelli M., Walsh K., Hamdan M. H. et al. Autonomic dysfunction: diagnosis and management // Journal of Clinical Neurology. – 2019. – Vol. 167. – P. 123–137. DOI: 10.1016/B978-0-12-804766-8.00008-X.
12. Shald E. A., Reeder J., Finnicks M. et al. Pharmacological treatment for paroxysmal sympathetic hyperactivity // Critical Care Nurse. – 2020. – Vol. 40, № 3. – P. e9–e16. DOI: 10.4037/ccn2020348
13. Tu J. S. Y., Reeve J., Deane A. M. et al. Pharmacological management of paroxysmal sympathetic hyperactivity: a scoping review // Journal of Neurotrauma. – 2021. – Vol. 38, № 16. – P. 2221–2237. DOI: 10.1089/neu.2020.7597.
14. Yang L., Liao D., Hou X. et al. Systematic review and meta-analysis of the effect of nutritional support on the clinical outcome of patients with traumatic brain injury // Annals of Palliative Medicine. – 2021. – Vol. 10, № 11. – P. 11960–11969. DOI: 10.21037/apm-21-3071.
15. Zheng R.-Z., Lei Z.-Q., Yang R.-Z. et al. Identification and management of paroxysmal sympathetic hyperactivity after traumatic brain injury // Frontiers in neurology. – 2020. – Vol. 11. – P. 81. DOI: 10.3389/fneur.2020.00081.
11. Rafanelli M., Walsh K., Hamdan M. H. et al. Autonomic dysfunction: diagnosis and management. *Journal of Clinical Neurology*, 2019, vol. 167, pp. 123–37. DOI: 10.1016/B978-0-12-804766-8.00008-X.
12. Shald E. A., Reeder J., Finnicks M. et al. Pharmacological treatment for paroxysmal sympathetic hyperactivity. *Critical Care Nurse*, 2020, vol. 40, no. 3, pp. e9–e16. DOI: 10.4037/ccn2020348.
13. Tu J. S. Y., Reeve J., Deane A. M. et al. Pharmacological management of paroxysmal sympathetic hyperactivity: a scoping review. *Journal of Neurotrauma*, 2021, vol. 38, no. 16, pp. 2221–37. DOI: 10.1089/neu.2020.7597.
14. Yang L., Liao D., Hou X. et al. Systematic review and meta-analysis of the effect of nutritional support on the clinical outcome of patients with traumatic brain injury. *Annals of Palliative Medicine*, 2021, vol. 10, no. 11, pp. 11960–9. DOI: 10.21037/apm-21-3071.
15. Zheng R.-Z., Lei Z.-Q., Yang R.-Z. et al. Identification and management of paroxysmal sympathetic hyperactivity after traumatic brain injury. *Frontiers in neurology*, 2020, vol. 11, pp. 81. DOI: 10.3389/fneur.2020.00081.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт имени профессора А. Л. Поленова, филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» МЗ РФ, 191014, Россия, Санкт-Петербург, ул. Маяковского, д. 12.

Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН), 199178, Россия, Санкт-Петербург, 14-я линия Васильевского острова, д. 39.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» МЗ РФ, Россия, 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2.

Ценципер Любовь Марковна

д-р мед. наук, врач-анестезиолог-реаниматолог, ведущий научный сотрудник НИЛ «Нейропротекции и нейрометаболических нарушений», РНХИ им. проф. А. Л. Поленова – филиала ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» МЗ РФ, профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии с клиникой ИМО, НМИЦ им. В. А. Алмазова; профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.

E-mail: lmt1971@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7527-7707, SPIN: 3320-4209

Мотиенко Анна Игоревна

канд. техн. наук, старший научный сотрудник лаборатории технологий больших данных социоконвергентных систем, Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН).

E-mail: anna.gunchenko@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0315-9485, SPIN: 6364-7154.

Терехов Игорь Сергеевич

врач-анестезиолог-реаниматолог, научный сотрудник, НИЛ «Нейропротекции и нейрометаболических нарушений» РНХИ им. проф. А. Л. Поленова – филиала ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» МЗ РФ.

E-mail: igor_terekhov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5446-6274, SPIN: 2597-5822

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Polenov Neurosurgical Institute – Branch of the Almazov National Medical Research Center, 12, Mayakovskiy str., Saint Petersburg, 191014, Russia.

St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS), 39, 14th line V. O., Saint Petersburg, 199178, Russia.

St. Petersburg State Pediatric Medical University, 2, Litovskaya str., Saint Petersburg, 194100, Russia.

Tsentsiper Lubov M.

Dr. of Sci. (Med.), Anesthesiologist and Intensivist of Anesthesiology and Intensive Care Department, Leading Research Fellow of the Laboratory of Neuroprotection and Neurometabolic Disorders, Polenov Neurosurgical Institute – Branch of Almazov National Medical Research Center, Professor, Department of Anesthesiology and Intensive Care with Clinic of the Institute of Medical Education, Almazov National Medical Research Center; Professor of the Department of Anesthesiology, Intensive Care and Emergency Pediatrics of the Faculty of Postgraduate and Additional Professional Education, St. Petersburg State Pediatric Medical University. E-mail: lmt1971@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-7527-7707, SPIN: 3320-4209

Motienko Anna I.

Cand. of Sci. (Technic.), Senior Research Fellow of the Laboratory of Big Data Technologies in Socio-Cyberphysical Systems, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS).

E-mail: anna.gunchenko@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0315-9485, SPIN: 6364-7154

Terekhov Igor S.

Anesthesiologist and Intensivist, Research Fellow, Research Laboratory of Neuroprotection and Neurometabolic Disorders, Polenov Neurosurgical Institute – Branch of the Almazov National Medical Research Center.

E-mail: igor_terekhov@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5446-6274, SPIN: 2597-5822

Левоневский Дмитрий Константинович

канд. техн. наук, старший научный сотрудник лаборатории технологий больших данных социокиберфизических систем, Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН).
E-mail: levonevskij.d@iiias.spb.su,
ORCID: 0000-0003-3994-2567, SPIN: 5394-2240

Самочерных Константин Александрович

д-р мед. наук, профессор РАН, директор РНХИ им. проф. А. Л. Поленова – филиала ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» МЗ РФ.
E-mail: neurobaby12@gmail.com,
ORCID: 0000-0003-0350-0249, SPIN: 4188-9657.

Кондратьев Анатолий Николаевич

заслуженный врач Российской Федерации, д-р мед. наук, профессор, зав. НИЛ нейропротекции и нейрометаболических нарушений РНХИ им. проф. А. Л. Поленова – филиала НМИЦ им. В. А. Алмазова МЗ РФ.
E-mail: eak2003@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7648-2208

Levonevskiy Dmitrii K.

Cand. of Sci. (Technic.), Senior Research Fellow of the Laboratory of Big Data Technologies in Socio-Cyberphysical Systems, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS).
E-mail: levonevskij.d@iiias.spb.su,
ORCID: 0000-0003-3994-2567, SPIN: 5394-2240

Samochernykh Konstantin A.

Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Russian Academy of Sciences, Director of the Polenov Neurosurgical Institute – Branch of Almazov National Medical Research Center.
E-mail: neurobaby12@gmail.com,
ORCID: 0000-0003-0350-0249, SPIN: 4188-9657

Kondratyev Anatoly N.

Honored Physician of the Russian Federation, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Research Laboratory of Neuroprotection and Neurometabolic Disorders, Polenov Neurosurgical Institute – Branch of Almazov National Medical Research Center.
E-mail: eak2003@mail.ru, ORCID: 0000-0002-7648-2208