

<https://doi.org/10.29188/2542-2413-2020-6-3-24-30>

Применение телемедицинских технологий в неврологии – исторический аспект

А.В. Владзимирский

ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения Москвы», ул. Расковой, 16/26 с.1, г. Москва, 125040, Россия

Контакт: Владзимирский Антон Вячеславович, a.vladzimirsky@npcmr.ru

Аннотация:

Введение. В середине XX века телеметрические технологии активно применялись в неврологии, в виде дистанционной трансляции и интерпретации электроэнцефалограммы (теле-ЭЭГ) для решения научных и практических задач. Ранее этот аспект развития клинической неврологии был практически не изучен.

Материалы и методы. В статье отражены результаты селективного обзора литературных источников, проведенного с использованием электронных библиографических систем eLibrary.ru и «Pubmed» – всего 28 источников.

Результаты. В глобальной перспективе концепции, методики и технологии теле-ЭЭГ развивались параллельно. Основной вклад ученых и врачей СССР состоит в развитии методологии и технологических решений для теле-ЭЭГ, ее применении для решения научных задач спортивной медицины и медицины труда. Наиболее весомы труды Свердловской биотелеметрической группы. Основной вклад ученых и врачей США состоит в развитии вычислительной теле-ЭЭГ и применении для решения научных клинической неврологии и психиатрии. Также, в США теле-ЭЭГ впервые ограничено была применена для решения кадровых проблем. Основной вклад ученых и врачей стран Европы состоит в формировании внутригоспитальных и амбулаторных систем теле-ЭЭГ, их применении для решения научных задач клинической неврологии.

Выводы. В середине XX века интенсивное развитие телеметрической электроэнцефалографии (теле-ЭЭГ) обусловило формирование нового направления в клинической телемедицине – теленеврологии. Дистанционная фиксация электрической активности мозга производилась как с целью изучения определенных вопросов нейрофизиологии, так и для решения клинических задач. Общеметодологические вопросы и нейрофизиологические результаты данного направления освещены в работах, опубликованных в 1974-1977 гг. учеными из СССР, США, Венгрии, Германии, Канады, Нидерландов, Франции. С клинической точки зрения основной вклад теле-ЭЭГ состоит в изучении патофизиологии и новаторской диагностике судорожного синдрома и эпилепсии.

Ключевые слова: телемедицина, неврология, электроэнцефалография, биорадиотелеметрия, история медицины.

Для цитирования: Владзимирский А.В. Применение телемедицинских технологий в неврологии – исторический аспект. Журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2020;(3):24-30; <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2020-6-3-24-30>

Application of telemedical technologies in neurology – a historical aspect

<https://doi.org/10.29188/2542-2413-2020-6-3-24-30>

A.V. Vladzimirsky

Research and Practical Clinical Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Department of Health Care of Moscow, st. Raskovoi, 16 /26 c.1, Moscow, 125040, Russia

Contacts: Anton V. Vladzimirsky, a.vladzimirsky@npcmr.ru

Summary:

Introduction. In the middle of the twentieth century, biotelemetry technologies were actively used in neurology, in the form of remote transmission and interpretation of an electroencephalogram (tele-EEG) for solving scientific and practical problems. Previously, this aspect of the development of clinical neurology has not been studied sufficiently.

Materials and methods. The period of 1940-1980 was chosen for study. The relevant papers were identified through electronic database (eLibrary.ru, Pubmed). There are 28 papers included in review.

Results. In a global prospect, tele-EEG concepts, methods and technologies have evolved in parallel. The main contribution of the USSR is the development of methodology and technological solutions for tele-EEG, also as its application for solving scientific problems of sports and occupational medicine. The most significant are the works of the Sverdlovsk biotelemetric group. The main contribution of the USA is the development of computational tele-EEG and applications for scientific solutions in clinical neurology and psychiatry. Also, in the United States, tele-EEG was first limitedly used to solve personnel problems. The main contribution of European countries is in the formation of in-hospital and outpatient tele-EEG systems, their application for solving scientific problems of clinical neurology.

Conclusion. In the middle of the twentieth century, the intensive development of telemetric electroencephalography (tele-EEG) led to the formation of a new direction in clinical telemedicine – teleneurology. Distant fixation of the brain electrical activity carried out both for the purpose of neurophysiology study and for solving clinical problems. General methodological issues and neurophysiological results of the tele-EEG highlighted in papers published in 1974-1977 by scientists from the USSR, USA, Hungary, Germany, Canada, the Netherlands, France. From the clinical point of view, the main contribution of tele-EEG is the study of the pathophysiology and innovative diagnosis of seizure syndrome and epilepsy.

Key words: telemedicine, neurology, electroencephalography, bioradiotelemetry, history of medicine.

For citation: Vladzimirsky A.V. Application of telemedical technologies in neurology – a historical aspect. Journal of Telemedicine and E-Health 2020;(3):24-30; <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2020-6-3-24-30>

■ ВВЕДЕНИЕ

В середине XX века дистанционное взаимодействие с применением телекоммуникационных технологий в медицине и здравоохранении получило особое направление развития, известное под термином «динамическая биорадиотелеметрия». Это направление появилось в связи с необходимостью решения актуальных, прежде всего, научных задач. Дистанционная, необременяющая трансляция физиологической информации субъекта, находящегося в обычных условиях жизнедеятельности или труда, позволила начать накапливать принципиально новые знания о физиологии, патологической физиологии. Динамическая биорадиотелеметрия, как метод научного познания, масштабно применялась в спортивной, аэрокосмической медицине,

медицине труда. Однако, достаточно быстро ее методология и технологическая база нашли свое применение и в клинических дисциплинах, так как они позволяли осуществлять небывалый ранее контроль пациента. Стало возможно фиксировать физиологические параметры во время выполнения функциональных проб, разных видов активности (например, во время реабилитационных мероприятий). В описываемый период времени телеметрические технологии активно применялись в неврологии, в виде дистанционной трансляции и интерпретации электроэнцефалограммы (теле-ЭЭГ) для решения научных и практических задач [1, 2, 3]. Ранее этот аспект развития клинической неврологии был практически не изучен.

Исходя из сказанного была поставлена цель исследования – систематизировать ►►

данные о применении телемедицинских (биотелеметрических) технологий в неврологии в период 1940-1980 гг.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В статье отражены результаты селективного обзора литературных источников, проведенного с использованием электронных библиографических систем eLibrary.ru и «Pubmed» – всего 28 источников.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Отдельные публикации об успешной радиотелеметрии электроэнцефалограммы появлялись, начиная с 1949 г. [Гофман С.С., Форштадт В.М. Первый опыт]. Однако, эти работы имели экспериментальный характер, не имевший, к сожалению, системных результатов. В середине XX века основные вехи развития теле-ЭЭГ связаны с работой нескольких ведущих коллективов из СССР, США и ряда стран Западной и Центральной Европы.

Теленеврология в СССР

В 1950-1970-е гг. в Свердловске активно функционировала группа ученых, врачей и инженеров под руководством профессора Владимира Викторовича Розенבלата (09.12.1927-30.04.2000). Этой командой были детально разработаны технологии и методики динамической биорадиотелеметрии для различных задач и дисциплин. В том числе, часть работ группы была посвящена неврологии и теле-ЭЭГ [1, 2].

В 1963-1975 гг. ряд представителей Свердловской биотелеметрической группы – С.С. Гофман, Я.В. Фрейдин, Э.И. Римских, А.И. Туров, Б.А. Мень – использовали теле-ЭЭГ для систематических физиологических исследований, в частности, у рабочих цехов полировки и глянецовки крупных и мелких деталей, у студентов при нервно-эмоциональном напряжении и т.д. Применялись оригинальные приборы, разработанные сотрудниками группы [2, 4]:

- радиоэлектроэнцефалограф (РЭЭ-2) конструкции Р.В. Унжина и С.В. Суздальной, вес передатчика 120 г, прибор исследователя – модифицированный приемник от автомобильной радиостанции АРС-2 и регистратор (чернильнопишущий электрокардиограф ЭКПСЧ);

- 2-х и 4-х канальные биорадиотелеметрические системы (2БЭП-2, 4БЭП-1), вес передающих устройств 260 и 590 г, радиус действия систем – 25 и 100 м соответственно.

Позднее, параллельно с ЭЭГ, транслировались и изучались ЭКГ, электроокуло- и пневмограмма.

В конце 1960-х гг. представители Свердловской биотелеметрической группы (С.С. Гофман, В.М. Форштадт, инженер Я.В. Фрейдин) тесно сотрудничали с Институтом физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта (г. Ленинград, СССР), в частности, с аспирантами А.С. Радченко и К.Ю. Ажицким. Последний успешно применял телеметрию ЭЭГ у фехтовальщиков во время тренировок. В целом биотелеметрия была успешно внедрена в научную деятельность ЭЭГ-лаборатории института. В 1971 г. был сделан первый научный доклад на эту тему, а к 1978 г. – развернутая информация была представлена на международном симпозиуме по биотелеметрии в Германской демократической республике (ГДР). На этом мероприятии профессор Е.Б. Сологуб (р.11.09.1929) представила первую в мире радио-ЭЭГ, полученную в процессе бега спринтера на стадионе. Благодаря широкому применению динамической биотелеметрии ЭЭГ коллективом под руководством проф. Е.Б. Сологуб впервые в мире изучена электрическая активность мозга спортсменов непосредственно в процессе выполнения спортивных упражнений, описаны корковые потенциалы в темпе движений («меченые ритмы» ЭЭГ) и специфические системы взаимосвязанной активности мозга при управлении движениями. Материалы исследований использованы при подготовке спортсменов сборных команд СССР и Российской Федерации [5].

Благодаря разработкам Свердловской биотелеметрической группы в сфере теле-ЭЭГ был проведен целый ряд фундаментальных и прикладных научных исследований.

В 1973 г. в Научно-исследовательском психоневрологическом институте им. В.М. Бехтерева (НИПНИ, г. Ленинград, СССР) была разработана оригинальная методика телеметрической регистрации ЭЭГ. Авторами ее были профессор, руководитель отделения детской нейропсихиатрии Р.А. Харитонов (25.12.1926-2015) и М.Л. Нечаев. В течение более 10 лет метод успешно использовался у детей для дифференциальной диагно-

стики эпилепсии и определения суммарной длительности пароксизмов [6].

В 1979 г. в Институте клинической и экспериментальной неврологии (г. Тбилиси, Грузинская ССР) под руководством доктора Т.Ш. Геладзе активно применялись телеметрические электроэнцефалографические и стереоэлектроэнцефалографические исследования с помощью 4-канальной системы «Televar». Биотелеметрия проводилась во время свободного передвижения, естественного сна, произвольной деятельности пациентов. Она обеспечила качественное выявление фокальных изменений биоэлектрической активности головного мозга у больных с генерализованными эпилептическими припадками, точную топическую диагностику и локализацию триггерных очагов для последующего хирургического лечения [7].

Основной вклад ученых и врачей СССР состоит в развитии методологии и технологических решений для теле-ЭЭГ, ее применении для решения научных задач спортивной медицины и медицины труда.

Теленеврология в США

Наибольший вклад в развитие клинических аспектов теле-ЭЭГ в США внесли работы доктора-невролога Donald R. Bennett (1929-29.01.1996) и биофизика, инженера, доктора наук Reed M. Gardner.

В ноябре 1968 г. под руководством указанных специалистов создана теле-ЭЭГ сеть между городами Солт-Лейк Сити, штат Юта и Твин-Фоллс, штат Айдахо (США). С помощью специальных модемов (так называемых «датафонов») проводилась трансляция электроэнцефалограммы с использованием 6-канальной теле-ЭЭГ системы из мемориальной больницы Меджик-Веллей в Медицинский центр университета Юты, где доктор Bennett проводил интерпретацию и телеконсультирование. За первые 18 месяцев работы сети было проведено не менее 400 теле-ЭЭГ консультаций (средняя длительность каждой около 35 минут). При оценке эффективности было выявлено, что дистанционное обследование стоит дороже, чем очное, но пациенты при этом существенно сэкономили на транспортных расходах, избегая путешествия длиной в 1000 км. К лету 1972 г. была введена в эксплуатацию 8-канальная теле-ЭЭГ система, с ее помощью

проведено не менее 275 телеконсультаций. Следующими шагами развития сети стали подключение телевизионной системы для видеоконференций и компьютерных средств вычислительной теледиагностики. Применение телеметрических технологий имело не только научное или экспертное значение, но и позволило решать организационные проблемы оказания неврологической помощи. В описываемый период времени в г. Твин-Фоллс не было ни одного врача-невролога. Благодаря дистанционным интерпретациям новым методом исследования стал доступен жителям города [8, 9, 10]. В 1975 г. были высказаны определенные сомнения в диагностической ценности теле-ЭЭГ, связанные с возможностью неквалифицированного работника (медицинской сестры, техника) зафиксировать и транслировать сигнал должного качества. Однако, сама практика доказала возможность и рутинную применимость такой схемы работы.

Примечательно, что благодаря работе Donald R. Bennett и Reed M. Gardner впервые в публицистической литературе появился термин «телемедицина» (англ. «telemedicine») [1]. В 1969 г. в отчете о всемирной конференции, посвященной головному мозгу, приведено такое определение: ««телемедицина» – дистанционное обследование, при котором врач в одном городе может точно выполнить тесты и даже сложные хирургические пробы на пациенте в другом городе». В также публицистическом описании проекта D.R.Bennett и R.M.Gardner, опубликованном в 1970 г., содержится термин «телемедицина» в значении дистанционного компьютерного анализа биомедицинских данных [11, 12]. Вместе с тем, в оригинальных статьях указанных ученых термин отсутствует.

Работы Donald R. Bennett и Reed M. Gardner были популяризированы и привлекли внимание многочисленных ученых и врачей.

Отдельным направлением можно считать вычислительную теле-ЭЭГ диагностику, появившуюся в конце 1960-х гг. благодаря созданию компьютерных программ для автоматизированного анализа и интерпретирования электроэнцефалограмм. В 1967 г. группа специалистов под руководством доктора John Hanley и профессора William Ross Adey разработала оригинальную радиобиотелеметрическую систему, в основном предназначенную для дистанционной ►►

регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ) [13, 14]. На базе этой технологии в начале 1970-х гг. в Университете Калифорнии (г. Лос-Анджелес, США) в лаборатории космической биологии был организован центр вычислительной теледиагностики ЭЭГ. Данные для дистанционного анализа транслировались по телефонным и радиоканалам связи; данная комбинированная ЭЭГ-телеметрическая система могла быть использована пациентами самостоятельно, в условиях обычной жизнедеятельности. В течение довольно короткого промежутка времени центр вычислительной теле-ЭЭГ осуществил ряд интересных международных дистанционных исследований и экспериментов:

- исследование паттернов и биологических ритмов у участников антарктических экспедиций (1973 г., совместно с Французской антарктической экспедицией),
- телеметрия ЭЭГ у свободно плавающих на глубине 15 метров водолазов,
- автоматизированный параллельный анализ ЭЭГ и ЭКГ, транслируемых из Университета Lund (Швеция),
- «петлевая» трансляция и анализ ЭЭГ Лос-Анджелес-Австралия (г. Мельбурн и г. Брисбен) – Лос-Анджелес,
- телескрининг и изучение эпилепсии у детей народности чикано (совместно с доктором Theodore Munsat).

В целом, в США теле-ЭЭГ широко применяли для изучения патогенеза и патофизиологии эпилепсии и судорожного синдрома, а также для выявления зависимости между клиническими и физиологическими проявлениями различных процессов при шизофрении.

Основной вклад ученых и врачей США состоит в развитии вычислительной теле-ЭЭГ и применении для решения научных клинической неврологии и психиатрии.

Теленеврология в европейских странах

В контексте применения теле-ЭЭГ при эпилепсии/судорожном синдроме (как в научных, так и в клинических целях) следует отметить работу европейской школы нейрофизиологов. В 1964-1965 гг. W. Gltze (руководитель отделения электроэнцефалографии клиники нейрохирургии Свободного университета Берлина), M. Munter, G. Krokowski при участии U. Knudsen, E. Fuchs (Германия) провели ряд фундаментальных исследова-

ний реакции мозга на различные раздражители, вестибулярную нагрузку, физический стресс и гипервентиляцию путем использования теле-ЭЭГ. Также в Германии в период 1967-1972 гг. функционировал проект по транстелефонной передаче ЭЭГ, охватывавший несколько больниц в регионе г. Лейпцига. Опираясь на свой опыт, авторы проекта H.G. Niebeling, H.J. Laux, K. Killus, M. Müller с соавт. опубликовали ряд статей по практическим и техническим аспектам теле-ЭЭГ [15, 16, 17].

В период 1968-1977 гг. значительная работа в сфере развития нейрофизиологии посредством теле-ЭЭГ была проделана Lionel Vidart, Stéphane Geier (Франция) и их коллегами. Год за годом проводилось обстоятельное изучение теле-ЭЭГ проявлений эпилепсии/судорожного синдрома: у взрослых (в том числе, в процессе обычной трудовой деятельности); сравнительно у подростков и взрослых; во время судорожных приступов, в том числе параллельно со стерео-ЭЭГ (также радиотелеметрической); сравнительно с клиническими симптомами; для разработки критериев дифференциальной диагностики [18, 19, 20, 21, 22].

Значительная работа в сфере теле-ЭЭГ была проведена в 1969-1985 гг. A. Kamp (Организация практических научных исследований Нидерландов, Университет Амстердама, Нидерланды). Вначале им была разработана оригинальная 2-канальная ЭЭГ радиотелеметрическая система, впрочем, очень скоро она была «расширена» до 8-ми каналов. Габариты передающего блока составляли 10x6x5 см, вес 280 г, радиус действия зависел от мощности электропитания и колебался в пределах 30-90 м. В конце 60-х гг. XX века A. Kamp совместно с доктором W. Storm van Leeuwen провел сравнительное изучение ЭЭГ у человека и животных, используя при этом свою систему. Увеличение количества параллельно телеметрируемых параметров (в рамках требований физиологического эксперимента) привело к созданию 16-канальной радиотелеметрической системы. В середине 1980-х гг. A. Kamp, при участии врачей J.W. Aitink и H. Van der Weide разработал и успешно апробировал 20-канальную ЭЭГ-телеметрическую систему для медицинских учреждений и ее миниатюрный 8-канальный вариант для самостоятельного использования пациентом в повседневных условиях. Аппаратура показала свою надежность и

простоту эксплуатации; передача данных осуществлялась по радио или по общественным телефонным каналам связи, причем второй вариант считался предпочтительным. Система позволяла проводить качественную дифференциальную диагностику судорожного синдрома. Благодаря работам А. Камп в 1960-1980-х гг. периодически использовалась модель самостоятельной фиксации электроэнцефалограммы пациентами в условиях повседневной жизни – так называемая «амбулаторная ЭЭГ». При этом существовало два пути передачи результатов в медицинские учреждения: в виде записи на кассете или с помощью биотелеметрических систем. Были предложены различные варианты аппаратных решений, в том числе с компонентами видеомониторинга, впрочем, более подходящие для клинических условий [23, 24, 25, 26].

В 1974 г. профессор R.W. Gilliatt, врачи и инженеры A.N. Bowden, P. Fitch, R.G. Willison (Институт неврологии, г. Лондон, Великобритания) наиболее полноценно сформулировали концепцию внутригоспитального и амбулаторного «видео и ЭЭГ телемониторинга»; позднее аналогичные системы использовали в Швейцарии и Нидерландах [27, 28].

Основной вклад ученых и врачей стран Европы состоит в формировании внутригоспитальных и амбулаторных систем теле-ЭЭГ, их применении для решения научных задач клинической неврологии.

■ ВЫВОДЫ

В середине XX века интенсивное развитие телеметрической электроэнцефалографии (теле-ЭЭГ) обусловило формирование нового направления в клинической телемедицине – теле-неврологии.

Дистанционная фиксация электрической активности мозга производилась как с целью изучения определенных вопросов нейрофизиологии, так и для решения клинических задач. Общесметодологические вопросы и нейрофизиологические результаты данного направления освещены в работах, опубликованных в 1974-1977 гг. учеными из СССР, США, Венгрии, Германии, Канады, Нидерландов, Франции, в частности – С.С. Гофман, Т.Ш. Геладзе, Е. Benassi, M. Dero, C.W. Erwin, G. Manson, E. Stalberg и другие. Тех-

ническое описание различных вариантов теле-ЭЭГ систем приведено Э.И. Римских, G. Arfel, F.T. Hambrecht, R. Cammann, H. Fischler, T.B. Fryer, S. Geier, J. Huertas, J.M. Simard, R.W. Vreeland (все с соавторами, 1963-1974 гг. и позднее).

В период 1960-1980-е гг. основной вклад теле-ЭЭГ состоит в изучении патофизиологии и новаторской диагностике судорожного синдрома и эпилепсии. Общесметодологические, технические и основные физиологические аспекты в этом ключе исследованы Dero M., Fisher H. Et al, Suess E. Et al (8-канальная для длительной телеметрии ЭЭГ), Barnea O. Et al (биотелеметрия ЭЭГ в условиях свободно движущегося объекта наблюдения). Теле-ЭЭГ и телеметрический ЭЭГ-мониторинг в клинических условиях для топической и дифференциальной диагностики, определения частоты приступов и возможных триггерных факторов описаны в работах Binnie C.D. et al (n=181), Stevens J.R. et al, Overweg J., Vignaendra V. Et al. Теле-ЭЭГ в педиатрии и неонатологии (эпилепсия, судорожный синдром) изучена Holmes G.L. et al (дифференциальная диагностика псевдоэпилепсии), Beaumanoir A. Et al (в сочетании с психометрическими тестами, контроль эффективности медикаментозной терапии), Arfel G. Et al, Guey J. Et al (в условиях различной деятельности, учебы и отдыха). Электрофизиологические и клинические аспекты эпилепсии по результатам теле-ЭЭГ описаны Tomka I., Vidart L. Et al.

В целом, в практическом здравоохранении метод теле-ЭЭГ обеспечивал доступность высококвалифицированной помощи и качественную диагностику, особенно на амбулаторном этапе.

Дистанционная интерпретация транслируемых данных обеспечивалась, преимущественно, врачами-специалистами; вместе с тем, есть отдельные сообщения о применении компьютерной техники для автоматизированного анализа. В силу технической сложности и неудобства для пациента метод достаточно быстро трансформировался в инструмент внутрибольничного исследования и мониторинга. Вместе с тем, посредством теле-ЭЭГ был проведен целый ряд фундаментальных и прикладных научных исследований. В современном здравоохранении теленеврология, в основном, представлена методологиями лечения острых нарушений мозгового кровообращения на разных этапах (от острого периода до реабилитации) с применением телемедицинских технологий. █

ЛИТЕРАТУРА

1. Владзимирский А.В. История телемедицины: стоя на плечах гигантов (1850-1979). М.: Де'Либри, 2019. – 410 с. [Vladzimirskyy A.V. Istorija telemeditsiny: stoja na plechah gigantov (1850-1979). Moscow: De'Libri 2019. – 410 p. (In Russian)].
2. Розенблат В.В. Радиотелеметрические исследования в спортивной медицине. М.: Изд-во «Медицина», 1967. – 208 с. [Rozenblat V.V. Radiotemetricheskie issledovaniya v sportivnoj medicine. Moscow: «Medicina» 1967. – 208 p. (In Russian)].
3. Hanley J. Telemetry in health care. *Biomed Eng* 1976 Aug;11(8):269-72.
4. Гофман С.С. Регистрация радиоэлектронцефалограммы у человека при трудовой деятельности в производственных условиях. *Бюл.эксп.биол.мед* 1969.-Т.34, №7.-С.13-18. [Gofman S.S. Registracija radiojelektrojencefalogrammy u cheloveka pri trudovoj dejatel'nosti v proizvodstvennyh uslovijah. *Bjul.jeksp.biol.med* 1969; 7(34):13-8. (In Russian)].
5. Сологуб Е.Б., Сологуб М.И., Таймазов В.А. История ЭЭГ-лаборатории (история лаборатории университета имени П.Ф. Лесгафта по исследованию биопотенциалов мозга спортсменов). Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта 2015. – № 12 (130). – С. 213-231. [Sologub E.B., Sologub M.I., Tajmazov V.A. Istorija EEG-laboratorii (istorija laboratorii universiteta imeni P.F. Lesgafta po issledovaniju biopotencialov mozga sportsmenov). *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta = Scientific notes of the University. P.F. Lesgaft* 2015;12 (130):213-31. (In Russian)].
6. Харитонов Р.А., Горина Е.В., Иовлев Б.В. Частота и длительность малых эпилептических припадков во время лечения под контролем многосуточной телеметрической регистрации ЭЭГ. *Журнал невропатологии и психиатрии им.С.С.Корсакова* 1984.-Т.84,№10.-С.1470-1474. [Haritonov R.A., Gorina E.V., Iovlev B.V. Chastota i dlitel'nost' malyh jepilepticheskikh pripadkov vo vremja lechenija pod kontrolem mnogosutochnoj telemetricheskoj registracii EEG. *Zhurnal nevropatologii i psihiatrii im.S.S.Korsakova = Korsakov S. S. Journal of Neuropathology and Psychiatry* 1984; 10(84):1470-474. (In Russian)].
7. Geladze TSh, Chkhenkeli SA, Toidze OSh. Telemetric electroencephalographic and stereoelectroencephalographic investigations in the topical diagnosis of the epileptic focus. *Neurosci Behav Physiol* 1982 Mar-Apr;12(2):118-22.
8. Bennett DR, Gardner RM. A model for the telephone transmission of six-channel electroencephalograms. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1970 Oct;29(4):404-8.
9. Bennett DR, Gardner RM. Current Status of EEG Telephone Telemetry. *Clinical Electroencephalography* 1974;1(5):8-23.
10. Gardner RM, Bennet DR, Vorce RB. Eight-channel data set for clinical EEG transmission over dial-up telephone network. *IEEE Trans Biomed Eng* 1974 May;21(3):246-9.
11. Bengelsdorf I.S. World Meeting of Brain Specialists Set. *The Los-Angeles Times*. 9 Sept, 1969. Part II. P.5.
12. Shearer L. "Telemedicine" dial a diagnosis. *Clarion Ledger Sun. Apr. 12, 1970*. P.17-18. "Telemedicine" Dial a Diagnosis; *Shearer; Parade, Apri* 112, 1970.
13. Hanley J, Rickles WR, Crandall PH, Walter RD. Automatic recognition of EEG correlates of behavior in a chronic schizophrenic patient. *Am J Psychiatry* 1972 Jun;128(12):1524-8.
14. Hanley J, Zweizig JR, Kado RT, Adey WR, Rovner LD. Combined telephone and radiotelemetry of the EEG. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1969 Mar;26(3):323-4.
15. Grätze W, Knudsen U, Krokowski G, Muntner M. [On the telemetric detection of the effect of circular positive and negative acceleration on the EEG in man]. *Elektromed Biomed Tech* 1964 Dec;9:185-8.
16. Grätze W, Muntner M, Knudsen U, Fuchs E. [Comparative telemetric EEG studies during physical stress and hyperventilation]. *Elektromed Biomed Tech* 1965 Oct;10(4):189-92.
17. Muntner M, Gotze W, Krokowski G. [Telemetric EEG studies during rotator vestibular stimulation]. *Dtsch Z Nervenheilkd* 1964 Jul 6;186:137-48.
18. Vidart L, Geier S. [Telencephalographic recordings in epileptic subjects during work]. *Rev Neurol (Paris)* 1967 Sep;117(3):475-80.
19. Vidart L, Geier S. Radiotelemetric EEG study of adult epileptics. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1969 Jul;27(1):108.
20. Vidart L, Geier S. From epilepsy to the epileptic: a tele-EEG study of adult epileptic subjects. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1970 Jul;29(1):103.
21. Geier S, Bancaud J, Talairach J, Enjelvin M. A complete EEG radiotelemetry equipment. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1974 Jul;37(1):89-92.
22. Geier S. A comparative tele-EEG study of adolescent and adult epileptics. *Epilepsia* 1971 Sep;12(3):215-23.
23. Kamp A. Long-term supervised domiciliary EEG monitoring in epileptic patients employing radio telemetry and telephone telemetry. II. Radio telemetry system. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1984 Jun;57(6):584-6.
24. Kamp A. Amplification and transmission of the EEG. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl* 1985;37:27-60.
25. Kamp A, Aitink JW. Improved telemetric EEG monitoring in epileptic patients. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1983 Aug;56(2):254-5.
26. Van Leeuwen WS, Kamp A. Radio telemetry of EEG and other biological variables in man and dog. *Proc R Soc Med* 1969 May;62(5):451-3.
27. Bowden AN, Gilliatt RW, Willison RG. The place of EEG telemetry and closed-circuit television in diagnosis and management of epileptic patients. *Proc R Soc Med* 1975 Apr;68(4):246-8.
28. Bickford RG, Melby G, Karnes W, Groover R. Teleprocessing of the EEG from the patient's residence. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1969 Jan;26(1):117-8.

Сведения об авторах:

Владзимирский А.В. – д.м.н., заместитель директора по научной работе ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения Москвы», 125124, ул. Расковой, д. 16/26 стр. 1 Москва, Россия, a.vladzimirsky@npcmr.ru, PИНЦ Author ID 820681

Вклад автора:

Владзимирский А.В. – определение актуальных научных аспектов, обзор литературы, написание текста, 100%

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 31.07.2020

Принята к публикации: 22.08.2020

Information about authors:

Vladzimirskyy A.V. – Doctor of Medical Sciences, Deputy Director for Research, GBUZ «Scientific and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Department of Health», 125124, ul. Raskovoi, 16/26 bld. 1 Moscow, Russia, a.vladzimirsky@npcmr.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2990-7736>

Author Contribution:

Vladzimirskyy A.V. – identification of relevant scientific aspects, literature review, text writing, 100%

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

Financing. The study was performed without external funding.

Received: 31.07.2020

Accepted for publication: 22.08.2020