

ОСТРАЯ МОТОРНАЯ АКСОНАЛЬНАЯ НЕВРОПАТИЯ: ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ

Войтенков В.Б.^{1,2}, Самойлова И.Г.¹, Скрипченко Е.Ю.^{1,3}, Черкашина И.В.¹, Клишкин А.В.¹, Ирикова М.А.¹, Вербенко П.С.³

¹ Детский научно-клинический центр инфекционных болезней Федерального медико-биологического агентства, Санкт-Петербург, Россия

² Академия постдипломного образования Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия

³ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

Резюме

Острая аксональная моторная невропатия (ОМАН) — аксональный вариант синдрома Гийена-Барре, характеризующийся острым поражением двигательных волокон периферических нервов. В остром периоде терапия состоит из специфических и неспецифических методов лечения. К специфическим относятся операции высокообъемного программного плазмафереза и курсы высокодозной внутривенной иммунотерапии препаратами иммуноглобулинов G. Неспецифические методы заключаются в симптоматической терапии. В период реконвалесценции целесообразно более раннее назначение восстановительного лечения с привлечением мультидисциплинарной бригады специалистов.

Ключевые слова: синдром Гийена-Барре; острая моторная аксональная невропатия; реабилитация; терапия внутривенным иммуноглобулином человеческого; электромиография.

Для цитирования: Войтенков В.Б., Самойлова И.Г., Скрипченко Е.Ю., Черкашина И.В., Клишкин А.В., Ирикова М.А., Вербенко П.С. Острая моторная аксональная невропатия: особенности диагностики, лечения и реабилитации. *Российский неврологический журнал*. 2024;29(6):20–26. DOI 10.30629/2658-7947-2024-29-6-20-26

Для корреспонденции: Вербенко П.С., e-mail: verbenkops@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование выполнено без финансовой поддержки.

Информация об авторах

Войтенков В.Б., <https://orcid.org/0000-0003-0448-7402>; e-mail: vlad203@inbox.ru

Самойлова И.Г., <https://orcid.org/0000-0002-1838-9304>; e-mail: niidi@niidi.ru

Скрипченко Е.Ю., <https://orcid.org/0000-0002-8789-4750>; e-mail: wwave@yandex.ru

Черкашина И.В., <https://orcid.org/0000-0002-5839-1433>; e-mail: niidi@niidi.ru

Клишкин А.В., <https://orcid.org/0000-0002-6180-4403>; e-mail: klinkinpark@mail.ru

Ирикова М.А., <https://orcid.org/0000-0001-8924-5300>; e-mail: dr.bedova@yandex.ru

Вербенко П.С., <https://orcid.org/0000-0003-2128-0737>; e-mail: verbenkops@mail.ru

ACUTE MOTOR AXONAL NEUROPATHY: FEATURES OF DIAGNOSIS, TREATMENT AND REHABILITATION

Voitenkov V.B.^{1,2}, Samojlova I.G.¹, Skripchenko E.Yu.^{1,3}, Cherkashina I.V.¹, Klimkin A.V.¹, Irikova M.A.¹, Verbenko P.S.³

¹ Pediatric Research and Clinical Center for Infectious Diseases, St. Petersburg, Russia

² Academy of postgraduate education under FSBU FSCC of FMBA of Russia, Moscow, Russia

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

Abstract

Acute axonal motor neuropathy (AMAN) is an axonal variant of Guillain-Barré syndrome, characterized by acute damage of motor fibers of peripheral nerves. In the acute period, therapy involves the use of specific and nonspecific methods. Specific methods include operations of high-volume program plasmapheresis and courses of high-dose intravenous immunotherapy with immunoglobulin class G preparations. Nonspecific methods consist of symptomatic therapy. It is very important to start rehabilitation treatment with a multidisciplinary team of specialists as early as possible in the period of convalescence.

Key words: Guillain-Barré syndrome; acute motor axonal neuropathy; rehabilitation; therapy with intravenous human immunoglobulin; electroneuromyography.

For citation: Voitenkov V.B., Samojlova I.G., Skripchenko E.Yu., Cherkashina I.V., Klimkin A.V., Irikova M.A., Verbenko P.S. Acute motor axonal neuropathy: features of diagnosis, treatment and rehabilitation. *Russian Neurological Journal (Rossijskij Nevrologicheskij Zhurnal)*. 2024;29(6):20–26. (In Russian). DOI 10.30629/2658-7947-2024-29-6-20-26

For correspondence: Verbenko P.S., e-mail: verbenkops@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare there is no conflict of interest.

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

Information about authors

Voitenkov V.B., <https://orcid.org/0000-0003-0448-7402>; e-mail: vlad203@inbox.ru

Samojlova I.G., <https://orcid.org/0000-0002-1838-9304>; e-mail: niidi@niidi.ru
Skripchenko E.Yu., <https://orcid.org/0000-0002-8789-4750>; e-mail: wwave@yandex.ru
Cherkashina I.V., <https://orcid.org/0000-0002-5839-1433>; e-mail: niidi@niidi.ru
Klimkin A.V., <https://orcid.org/0000-0002-6180-4403>; e-mail: klinkinpark@mail.ru
Irikova M.A., <https://orcid.org/0000-0001-8924-5300>; e-mail: dr.bedova@yandex.ru
Verbenko P.S., <https://orcid.org/0000-0003-2128-0737>; e-mail: verbenkops@mail.ru

Received 01.11.2024
Accepted 02.12.2024

Сокращения: ИВЛ — искусственная вентиляция легких; ОВДП — острая воспалительная демиелинизирующая полиневропатия; ОМАН — острая моторная аксональная невропатия; ОМСАН — острая моторно-сенсорная аксональная невропатия; ПНС — периферическая нервная система; СГБ — синдром Гийена-Барре; ЭНМГ — электронейромиография; УЗИ — ультразвуковое исследование; MRC — Medical Research Council (совет по медицинским исследованиям).

Иммуноопосредованные невропатии представляют собой гетерогенную группу заболеваний, поражающих периферическую нервную систему (ПНС) вследствие нарушения регуляции иммунной системы и ее взаимодействия с нервной системой. Течение заболеваний различное и может быть острым, подострым, хроническим или рецидивирующе-ремиттирующим [1]. Такие периферические невропатии характеризуются развитием полиневропатического синдрома — прогрессирующей мышечной слабостью и сенсорным дефицитом [2, 3]. Эти состояния могут быть вызваны иммунным ответом на аутоантигены в ПНС. Они могут ассоциироваться с перенесенным инфекционным заболеванием — острыми кишечными либо респираторными [4–9].

Синдром Гийена-Барре (СГБ) может иметь первично демиелинизирующую форму или первично аксональную. Острая воспалительная демиелинизирующая полиневропатия (ОВДП) — наиболее распространенная форма, на ее долю приходится 85–90% всех случаев СГБ, более редкие аксональные варианты — острая моторная аксональная невропатия (ОМАН) и острая моторно-сенсорная аксональная невропатия (ОМСАН) [2, 10]. Первое описание СГБ было сделано в 1916 г. и только в 1993 г. так называемый «китайский паралич» у детей в северном Китае в летний период был определен как аксональный вариант СГБ — ОМАН [1]. ОМАН и ОМСАН часто связаны с предшествующим заболеванием, вызванным такими возбудителями, как *Campylobacter jejuni* и *M. pneumoniae*. Клинически эти формы проявляются острым развитием вялого паралича [11]. Дизавтономия (кардиальные аритмии, тазовые нарушения, постуральные нарушения) развивается в 10–36% случаев СГБ [1, 12–14]. Около 30% пациентов нуждаются в переводе на искусственную вентиляцию легких [15–17].

Заболеваемость СГБ колеблется от 0,89 до 1,89 случаев на 100 тыс. чел. в год, с более высоким

показателем у мужчин (на 40% чаще, чем у женщин) и увеличением на 50% каждые 10 лет увеличения возраста [2, 18]. У детей в возрасте от 0 до 9 лет уровень заболеваемости составляет 0,62/100 000 в год, 0,8/100 000 у мальчиков и 0,45 у девочек. Затем этот показатель увеличивается на 20% за каждое десятилетие жизни, доходя до 2,66/100 000 в год среди людей в возрасте 80–89 лет (3,72 у мужчин и 2,09 у женщин) [19]. В Российской Федерации частота развития ОМАН и ОМСАН в общем числе СГБ составляет 5–10% для первой формы и 5–8% для второй [20].

Клиническая картина и течение СГБ у детей имеет ряд отличий от взрослых пациентов [21, 22]. Так, в китайской популяции болевые синдромы у детей регистрировались чаще (17,2% против 9,6%, $p < 0,01$), период нарастания симптоматики был короче (6,3 дней против 7,3 дней, $p < 0,01$), более высокой была частота развития бульбарного синдрома (22,0% против 14,8%, $p < 0,05$). Летом наблюдалась более высокая заболеваемость СГБ у детей ($p < 0,01$). Частота дизавтономии у детей с СГБ может достигать 58% [23]. Согласно другим данным, при исследовании кожного симпатического потенциала у детей при ОМАН частота дизавтономии достигает 70% [24].

При возникновении у детей СГБ, ассоциированного с новой коронавирусной инфекцией, часто отмечается более тяжелое и быстрое прогрессирующее течение болезни [25, 26, 27].

Частота ранее перенесенных инфекционных заболеваний у детей с СГБ, согласно некоторым сообщениям, составляет 63% [28]. Отдельно следует отметить, что в педиатрической практике чаще наблюдается задержка с постановкой правильного диагноза, в особенности если речь идет о детях, которые еще не умеют говорить или не могут сформулировать свои жалобы [29]. Терапия СГБ у детей должна проводиться согласно общепринятым протоколам и порядкам лечения; при неадекватных подходах смертность может достигать 6–12,7% [23, 30].

У пожилых пациентов общая частота полиневропатий (ПНП) согласно некоторым сообщениям составляет 7% [31]. У лиц старше 80 лет достоверно чаще наблюдаются инвалидизация, бульбарные нарушения и более высокая частота сопутствующих заболеваний [32]. У них по сравнению с возрастной группой младше 60 лет, чаще встречается ОМСАН и гипонатриемия (12 и 6% и 27 и 18%, соответственно, $p = 0,04$) [32]. У лиц старше 70 лет также достоверно чаще развивается ОМАН и в большем числе

Электронейромиографические критерии клинических вариантов Синдрома Гийена-Барре [41]

ЭНМГ параметры	ОВДП: достаточно 1 признака демиелинизации в ≥ 2 нервах	ОМАН: достаточно 1 признака аксонопатии в ≥ 2 нервах	ОМСАН: достаточно 1 признака аксонопатии в ≥ 2 нервах
<i>признаки первичной демиелинизации</i>			
СПИ моторная	< 70% НГН	–	–
ЛД М-ответа	> 130% ВГН	–	–
ДД М-ответа	> 120% ВГН	–	–
ДП М-ответа / ДД М-ответа	> 130%	–	–
Латентность F-волны	> 130% ВГН	–	–
Отсутствие F-волн в ≥ 2 нервах при амплитуде дистального М-ответа > 20% НГН	положительный признак, если есть 1 из признаков демиелинизации (пункты 1, 2, 3, 4, 5)	–	–
Снижение амплитуды S-ответа локтевого нерва и нормальный S-ответ икроножного нерва	положительный признак, если есть 1 из признаков демиелинизации (пункты 1, 2, 3, 4, 5)	–	–
<i>признаки первичной аксонопатии</i>			
АД М-ответа	–	< 80% НГН	< 80% НГН
АП М-ответа/ АД М-ответа	–	< 0,7 (исключение большеберцовый нерв)	< 0,7 (исключение большеберцовый нерв)
F-волна	–	отсутствие	отсутствие
Амплитуда S-ответа	–	норма	< 50% НГН в ≥ 2 нервах

Примечание: НГН — нижняя граница нормы; ВГН — верхняя граница нормы; СПИ моторная — скорость проведения импульса по моторным волокнам; ЛД М-ответа — латентность дистального М-ответа; ДД М-ответа — длительность дистального М-ответа, ДП М-ответа — длительность проксимального М-ответа; АД М-ответа — амплитуда дистального М-ответа; АП М-ответа — амплитуда проксимального М-ответа.

случаев требуется перевод на искусственную вентиляцию легких (ИВЛ) [33, 34]. Эти различия, возможно, могут быть обусловлены «старением» иммунной системы, в частности, ослаблением нормальной иммуносупрессии с возрастом, что приводит к видоизменению клинической картины [19]. Наличие сопутствующих заболеваний, в частности цереброваскулярных и онкологических, замедляет постановку правильного диагноза у лиц старше 60 лет по сравнению с таковой в группе 40–60 лет [35, 36].

В дополнение к клиническим исследованиям, важную роль в диагностике ОМАН играет инструментальная диагностика, в первую очередь электронейромиография (ЭНМГ) и ультразвуковое исследование (УЗИ) нервов [37–40]. ЭНМГ является «золотым стандартом» уточнения характера поражения нервов и, соответственно, вариантов СГБ (табл. 1).

Учитывая динамическое течение нарушения функций нервов при СГБ для дифференциальной диагностики между демиелинизирующей и аксональной формами при отсутствии достоверных критериев демиелинизации, необходимо проводить второе ЭНМГ через 3–4 недели.

ЭНМГ при ОМАН широко применяется с прогностическими целями. В частности, показано, что значительно сниженный М-ответ с короткого разгибателя пальцев (ниже 20% от нижней границы нормы) достоверно связан с неблагоприятным исходом [42]. Соответственно, высокие амплитуды М-ответов связаны с благоприятным исходом ОМАН — способностью к самостоятельной ходьбе через месяц от начала симптомов [43]. Показано, что при ОМАН снижение

амплитуды М-ответа при ЭНМГ с диафрагмы является предиктором перехода на ИВЛ [44]. ОМАН характеризуется менее частой, чем при ОВДП, регистрацией электрофизиологического феномена «сбережения икроножного нерва» (англ. “*sural sparing*”), для которого характерно нормальное проведение импульсов по нему, даже при выраженных изменениях в других нервах [45]. При аксональной форме СГБ этот феномен регистрируется в 50% случаев.

УЗИ нервов у больных с СГБ выявляет их утолщения. При ОВДП больше утолщаются спинномозговые корешки С5, С6, срединный нерв, чем при ОМАН; также при дизавтономии в два раза более нормы утолщается блуждающий нерв [46]. У пациентов с ОМАН и ОМСАН в отличие от ОВДП утолщаются дистальные участки нервов [47].

Учитывая, что при ОМАН могут развиваться тяжелые жизнеугрожающие состояния, такие как дыхательная недостаточность, дизавтономия и др., пациенты должны в обязательном порядке госпитализироваться в лечебные учреждения с отделениями (палатами) интенсивной терапии [20]. Терапия состоит из специфических и неспецифических методов лечения. К специфическим относятся операции высокообъемного программного плазмафереза и курсы высокодозной внутривенной иммуноглобулиновой терапии препаратами иммуноглобулинов класса G [48, 49, 50]. Неспецифические методы заключаются в симптоматической терапии.

Исследования, проведенные в Научном центре неврологии РАН, показали, что терапия плазмаферезом в ранние сроки заболевания, в случае проведения ее в полном объеме (> 140 мл/кг за курс) достоверно

Table 1

Nerve conduction studies criteria for variants of Guillain-Barre syndrome [41]

Parameters	AIDP: 1 sign of demyelination in ≥ 2 nerves is enough	AMAN: 1 sign of axonopathy in ≥ 2 nerves is enough	AMSAN: 1 sign of axonopathy in ≥ 2 nerves is enough
<i>signs of primary demyelination</i>			
Motor conduction velocity	< 70% LLN	–	–
DL CMAP	> 130% ULN	–	–
DD CMAP	> 120% ULN	–	–
PD CMAP / DD CMAP	> 130%	–	–
F-wave latency	> 130% ULN	–	–
Absence of F-waves ≥ 2 nerves with the amplitude of distal CMAP > 20% LLN	a positive sign if there is 1 of the signs of demyelination (points 1, 2, 3, 4, 5)	–	–
Decreased ulnar nerve SNAP amplitude and normal sural nerve SNAP	a positive sign if there is 1 of the signs of demyelination (points 1, 2, 3, 4, 5)	–	–
<i>signs of primary axonopathy</i>			
DA CMAP	–	< 80% LLN	< 80% LLN
PA CMAP / DA CMAP	–	< 0,7 (exclusion tibial nerve)	< 0,7 (exclusion tibial nerve)
F-wave	–	absence	absence
amplitude of SNAP	–	normal	< 50% LLN in ≥ 2 nerves

Note: AIDP — acute inflammatory demyelinating polyneuropathy; AMAN — acute motor axonal neuropathy; AMSAN — acute motor and sensory axonal neuropathy; LLN — lower limit of normal; ULN — upper limit of normal; CMAP — compound muscle action potential, SNAP — sensory nerve action potentials, DL CMAP — distal latency of CMAP; DD CMAP — distal duration of CMAP, PD CMAP — proximal duration of CMAP; DA CMAP — amplitude of the distal CMAP; PA CMAP — amplitude of the proximal CMAP.

уменьшает неврологический дефицит и снижает степень остаточной инвалидизации. При терапии внутривенным иммуноглобулином проводится пятидневный курс лечения в суммарной дозе 2 г/кг веса пациента [48]. В настоящее время исследуется сравнение эффективности двух типов специфической терапии ОМАН, та и другая методика имеют как свои достоинства, так и недостатки [51, 52, 53]. Применение же кортикостероидов в терапии ОМАН не обосновано и не оправдано [54, 55].

Как и при всех аксональных ПНП, восстановление после перенесенного ОМАН протекает тяжело; ходьба с опорой становится возможной у 88% больных в течение 6 месяцев от начала заболевания; в периоде поздней реконвалесценции — 12 месяцев и более у 100% пациентов сохраняются парезы ≤ 3 балла по шкале Medical Research Council (MRC) [48, 56, 57].

Реабилитационные мероприятия при ОМАН необходимо начинать максимально рано. Применяются как аппаратные методики, так и лечебная физкультура и программы восстановления утраченных навыков [1, 58, 59]. Сообщается о высокой эффективности программ виртуальной реальности и вибрационной моторной стимуляции [60, 61, 62]. Подчеркивается важность целеориентированного подхода [63, 64]. В Федеральном государственном бюджетном учреждении «Детский научно-клинический центр инфекционных болезней федерального медико-биологического агентства» России при реабилитации пациентов детей с последствиями перенесенного ОМАН применяется комплекс целеориентированных реабилитационных технологий с использованием аппаратов, оснащенных системой биологической обратной связи. С целью

восстановления нарушенных двигательных функций используется мультифункциональный комплекс, осуществляющий визуальную стимуляцию, управляемое снижение нагрузки на опорно-двигательный аппарат, активную индивидуально настраиваемую коррекцию паттернов движения с помощью системы эспандеров. Тренировочные сессии проводятся в режиме глубокого погружения пациента в процесс, обеспечивая максимально быстрое получение эффекта (рис. 1).

Свою результативность в восстановлении локомоторных функций показали технологии сенсорной интеграции, используемые на ранних этапах реабилитации.

В настоящее время идет оценка места и роли периферической магнитной стимуляции в системе восстановительного лечения после перенесенной ОМАН.



Рис. 1. Безмаркерная система виртуальной реальности.
Fig. 1. A markerless virtual reality system.

Заключение. Известно, что в России ОМАН часто регистрируется в летний период (до 46% случаев), и аксональная форма синдрома Гийена-Барре в целом регистрируется чаще, чем в западноевропейской популяции [65]. При ведении пациентов с подозрением на ОМАН следует учитывать важность сбора анамнеза, в особенности инфекционного (развитию двигательных нарушений часто предшествует острое кишечное, либо респираторное заболевание) [66]. Течение и ведение ОМАН у детей принципиально не отличается от таковых у взрослых [67]. При надлежащем подходе к ранней диагностике и терапии данная дизиммунная невропатия, продолжая оставаться серьезной проблемой, может быть успешно решена с применением современных подходов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование выполнено без финансовой поддержки.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES :

- van Doorn P.A., Van den Bergh P.Y.K., Hadden R.D.M., Avau B., Vankrunkelsven P., Attarian S., Blomkwist-Markens P.H., Cornblath D.R., Goedee H.S., Harbo T., Jacobs B.C., Kusunoki S., Lehmann H.C., Lewis R.A., Lunn M.P., Nobile-Orazio E., Querol L., Rajabally Y.A., Umapathi T., Topaloglu H.A., Willison H.J. European Academy of Neurology/Peripheral Nerve Society Guideline on diagnosis and treatment of Guillain-Barré syndrome. *Eur J Neurol.* 2023;30(12):3646–3674. <https://doi.org/10.1111/ene.16073>
- Shastri A., Al Aiyan A., Kishore U., Farrugia M.E. Immune-Mediated Neuropathies: Pathophysiology and Management. *Int J Mol Sci.* 2023;24(8):7288. <https://doi.org/10.3390/ijms24087288>
- Collet R., Caballero-Ávila M., Querol L. Clinical and pathophysiological implications of autoantibodies in autoimmune neuropathies. *Rev Neurol (Paris).* 2023;179(8):831–843. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2023.02.064>
- Censi S., Bisaccia G., Gallina S., Tomassini V., Uncini A. Guillain-Barré syndrome and SARS-CoV-2 infection: a systematic review and meta-analysis on a debated issue and evidence for the 'Italian factor'. *Eur J Neurol.* 2024;31(2):e16094. <https://doi.org/10.1111/ene.16094>
- Filosto M., Cotti Piccinelli S., Gazzina S., Foresti C., Frigeni B., Servalli M.C., Sessa M., Cosentino G., Marchioni E., Ravaglia S., Briani C., Castellani F., Zara G., Bianchi F., Del Carro U., Fazio R., Filippi M., Magni E., Natalini G., Palmerini F., Perotti A.M., Bellomo A., Osio M., Nascimbene C., Carpo M., Rasera A., Squintani G., Doneddu P.E., Bertasi V., Cotelli M.S., Bertolasi L., Fabrizi G.M., Ferrari S., Ranieri F., Caprioli F., Grappa E., Manganotti P., Bellavita G., Furlanis G., De Maria G., Leggio U., Poli L., Rasulo F., Latronico N., Nobile-Orazio E., Beghi E., Padovani A., Uncini A. Guillain-Barré syndrome and COVID-19: A 1-year observational multicenter study. *Eur J Neurol.* 2022;29(11):3358–3367. <https://doi.org/10.1111/ene.15497>
- Liu S., Zhang W.W., Jia L., Zhang H.L. Guillain-Barré syndrome: immunopathogenesis and therapeutic targets. *Expert Opin Ther Targets.* 2024;28(3):131–143. <https://doi.org/10.1080/14728222.2024.2330435>
- Rose M.Q., Santos C.D., Rubin D.I., Siegel J.L., Freeman W.D. Guillain-Barré Syndrome After Acute Hepatitis E Infection: A Case Report and Literature Review. *Crit Care Nurse.* 2021;41(4):47–53. <https://doi.org/10.4037/ccn2021129>
- Dalugama C., Shelton J., Ekanayake M., Gawarammana I.B. Dengue fever complicated with Guillain-Barré syndrome: a case report and review of the literature. *J Med Case Rep.* 2018;12:137. <https://doi.org/10.1186/s13256-018-1626-y>
- Lim C.S., Kaisbain N., Lim W.J. A Rare Combination: Dengue Fever Complicated With Guillain-Barre Syndrome. *Cureus.* 2023;15(6):e40957. <https://doi.org/10.7759/cureus.40957>
- Doets A.Y., Verboon C., van den Berg B., Harbo T., Cornblath D.R., Willison H.J., Islam Z., Attarian S., Barroso F.A., Bateman K., Benedetti L., van den Bergh P., Casanovas C., Cavaletti G., Chavada G., Claeys K.G., Dardiotis E., Davidov A., van Doorn P.A., Feasby T.E., Galassi G., Gorson K.C., Hartung H.P., Hsieh S.T., Hughes R.A.C., Illa I., Islam B., Kusunoki S., Kuwabara S., Lehmann H.C., Miller J.A.L., Mohammad Q.D., Monges S., Nobile Orazio E., Pardo J., Pereon Y., Rinaldi S., Querol L., Reddel S.W., Reisin R.C., Shahrizaila N., Sindrup S.H., Waqar W., Jacobs B.C.; IGOS Consortium. Regional variation of Guillain-Barré syndrome. *Brain.* 2018;141(10):2866–2877. <https://doi.org/10.1093/brain/awy232>
- Скрипченко Н.В., Вильниц А.А., Егорова Е.С., Скрипченко Е.Ю., Клишкин А.В., Войтенков В.Б., Конев А.И., Алексеева Л.А. Неотложные состояния при нейроинфекциях у детей. *Российский педиатрический журнал.* 2022;3(1):287. <https://www.rospej.ru/jour/article/view/447/377> (доступ не ограничен).
Skripchenko N.V., Vilitz A.A., Egorova E.S., Skripchenko E.Yu., Klimkin A.V., Voytenkov V.B., Konev A.I., Alekseeva L.A. Pediatric neuroinfection emergencies. *Russian Pediatric Journal (Rossiiskii pediatricheskii zhurnal).* 2022;3(1):287. <https://www.rospej.ru/jour/article/view/447/377> (доступ не ограничен).
- Carpentier V.T., Le Guennec L., Fall S.A.A., Viala K., Demeret S., Weiss N. Syndrome de Guillain-Barré: physiopathologie et aspects diagnostiques [Pathophysiological and diagnostic aspects of Guillain-Barré syndrome]. *Rev Med Interne.* 2022;43(7):419–428. <https://doi.org/10.1016/j.revmed.2021.12.005>
- Bazán-Rodríguez L., Ruiz-Avalos J.A., de Saráchaga A.J., Martínez-Jiménez E., López-Hernández J.C., Vargas-Cañas S. Dysautonomia and related outcomes in Guillain-Barre syndrome. *Auton Neurosci.* 2023;245:103070. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2022.103070>
- Chakraborty T., Kramer C.L., Wijdsicks E.F.M., Rabinstein A.A. Dysautonomia in Guillain-Barré Syndrome: Prevalence, Clinical Spectrum, and Outcomes. *Neurocrit Care.* 2020;32(1):113–120. <https://doi.org/10.1007/s12028-019-00781-w>
- Cheng Y., Liu K., Li C., Zhang W., Wu X., Fang S. Risk Factors for Mechanical Ventilation in Patients with Guillain-Barré Syndrome. *Neurocrit Care.* 2022;37(1):121–128. <https://doi.org/10.1007/s12028-022-01457-8>
- Luijten L.W.G., Doets A.Y., Arends S., Dimachkie M.M., Gorson K.C., Islam B., Kolb N.A., Kusunoki S., Papri N., Waheed W., Walgaard C., Yamagishi Y., Lingsma H., Jacobs B.C. IGOS Consortium. Modified Erasmus GBS Respiratory Insufficiency Score: a simplified clinical tool to predict the risk of mechanical ventilation in Guillain-Barré syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2022;94(4):300–308. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2022-329937>
- Galassi G., Mazzoli M., Ariatti A., Bedin R., Marzullo D., Bastia E., Agnoletto V., Gozzi M., Valzania F., Meletti S., Marchioni A. Predictors of respiratory failure in Guillain-Barré syndrome: a 22 year cohort study from a single Italian centre. *Eur J Neurol.* 2024;31(1):e16090. <https://doi.org/10.1111/ene.16090>
- Wachira V.K., Farinasso C.M., Silva R.B., Peixoto H.M., de Oliveira M.R.F. Incidence of Guillain-Barré syndrome in the world between 1985 and 2020: A systematic review. *Glob Epidemiol.* 2023;5:100098. <https://doi.org/10.1016/j.gloepi.2023.100098>
- Hagen K.M., Ousman S.S. The Neuroimmunology of Guillain-Barré Syndrome and the Potential Role of an Aging Immune System. *Front Aging Neurosci.* 2021;12:613628. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.613628>
- Супонева Н.А., Пирадов М.А., Никитин С.С., Тимченко О.Л., Грачева Л.А., Бькова Л.П., Лапин С.В., Федькина Ю.А., Костырева М.В., Шабалина А.В., Гришина Д.А. Патогенетиче-

- ская и прогностическая роль аутоантител к ганглиозидам периферических нервов при синдроме Гийена-Барре. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2013;7(1):4–11. <https://cyberleninka.ru/article/n/patogeneticheskaya-i-prognosticheskaya-rol-autoantitel-k-gangliozidam-perifericheskikh-nervov-pri-sindrome-giyena-barre>. (доступ не ограничен).
- Suponeva N.A., Piradov M.A., Nikitin S.S., Timchenko O.L., Gracheva L.A., Bykova L.P., Lapin S.V., Fed'kina Yu.A., Kostyreva M.V., Shabalina A.V., Grishina D.A. Pathogenetic and prognostic role of autoantibodies to peripheral nerve gangliosides in Guillain-Barré syndrome. *Annals of Clinical and Experimental Neurology (Annaly klinicheskoi i eksperimental'noi neurologii)*. 2013;7(1):4–11 (Russian). <https://cyberleninka.ru/article/n/patogeneticheskaya-i-prognosticheskaya-rol-autoantitel-k-gangliozidam-perifericheskikh-nervov-pri-sindrome-giyena-barre>. (доступ не ограничен).
21. Козырева А.А., Бембеева Р.Т., Дружинина Е.С., Завденко Н.Н. Синдром Гийена-Барре у детей. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2023;123(9):20–32. <https://doi.org/10.17116/jnevro202312309220>
Kozyreva A.A., Bembeeva R.T., Druzhinina E.S., Zavadenko N.N. Guillain-Barré syndrome in children. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry (Zhurnal neurologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova)*. 2023;123(9):20–32 (Russian). <https://doi.org/10.17116/jnevro202312309220>
22. Wu X., Shen D., Li T., Zhang B., Li C., Mao M., Zhao J., Liu K., Zhang H.L. Distinct Clinical Characteristics of Pediatric Guillain-Barré Syndrome: A Comparative Study between Children and Adults in Northeast China. *PLoS One*. 2016;11(3):e0151611. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151611>
23. Shibeshi M.S., Mengesha A.A., Gari K.T. Pediatric Guillain-Barré Syndrome in a Resource Limited Setting: Clinical Features, Diagnostic and Management Challenges, and Hospital Outcome. *Pediatric Health Med Ther*. 2023;14:107–115. <https://doi.org/10.2147/PHMT.S401461>
24. Jin M., Liu J., Liu K., Zhao L., Zhao Z., Sun S. Sympathetic skin response (SSR) in pediatric Guillain-Barré syndrome. *Front Neurol*. 2023;14:1177394. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1177394>
25. Al Amrani F., Al-Abdwani R., Al Rashdi F., Al-Ajmi E., Al Futaisi A. Guillain-Barré Syndrome Associated with SARS-CoV-2 in Two Pediatric Patients. *Sultan Qaboos Univ Med J*. 2023;23(3):400–404. <https://doi.org/10.18295/squmj.5.2022.040>
26. Akçay N., Menentoğlu M.E., Bektaş G., Şevketoğlu E. Axonal Guillain-Barre syndrome associated with SARS-CoV-2 infection in a child. *J Med Virol*. 2021;93(9):5599–5602. <https://doi.org/10.1002/jmv.27018>
27. Pourbakhtyaran E., Heidari M., Akbari M.G., Mohammadi M., Badv R.S., Zamani G., Tavasoli A.R., Rezaei Z., Mamishi S., Haji Esmail Memar E., Hosseiny S.M.M., Ghabeli H., Haghghi R., Ashrafi M.R. Childhood Guillain-Barre syndrome in the SARS-CoV-2 era: Is there any causative relation? *Clin Case Rep*. 2022;10(12):e6772. <https://doi.org/10.1002/ccr3.6772>
28. Levison L.S., Thomsen R.W., Markvardsen L.K., Christensen D.H., Sindrup S.H., Andersen H. Pediatric Guillain-Barré Syndrome in a 30-Year Nationwide Cohort. *Pediatr Neurol*. 2020;107:57–63. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2020.01.017>
29. Kobayashi Takahashi Y., Hayakawa I., Abe Y. Diagnostic odyssey of Guillain-Barré syndrome in children. *Brain Dev*. 2024;46(2):108–113. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2023.10.004>
30. Tiwari I., Alam A., Kanta C., Koonwar S., Garg R.K., Pandey S., Jain A., Kumar R. Clinical Profile and Predictors of Mechanical Ventilation in Guillain-Barre Syndrome in North Indian Children. *J Child Neurol*. 2021;36(6):453–460. <https://doi.org/10.1177/0883073820978020>
31. Brisset M., Nicolas G. Peripheral neuropathies and aging. *Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil*. 2018;16(4):409–413. <https://doi.org/10.1684/pnv.2018.0768>
32. Peric S., Berisavac I., Stojiljkovic Tamas O., Rajic S., Babic M., Cvijanovic M., Dominovic-Kovacevic A., Basta I., Beslac-Bumbasirevic L., Lavrnica D. Guillain-Barré syndrome in the elderly. *J Peripher Nerv Syst*. 2016;21(2):105–110. <https://doi.org/10.1111/jns.12163>
33. Briseño-Godínez M.E., Arauz A., López-Hernández J.C., de Saráchaga A.J., Pérez-Valdez E.Y., May-Más R.N., López-Hernández G., Bazán-Rodríguez L., Galnares-Olalde J.A., León-Manríquez E., Vargas-Cañas E.S. Prognostic Factors in Elderly Patients With Guillain-Barré Syndrome: Does Age Matter? *Neurohospitalist*. 2021;11(4):303–309. <https://doi.org/10.1177/19418744211002676>
34. Minamino M., Miyamoto K., Kuwahara M., Yoshikawa K., Koh J., Kusunoki S., Nagai Y., Ito H. Characteristics of Guillain-Barré syndrome in super-elderly individuals. *J Neurol*. 2023;270(4):2191–2196. <https://doi.org/10.1007/s00415-023-11567-8>
35. Kim S., Han H.J., Shin H.Y., Kim S.W. Old age and multiple comorbidity are associated with delayed diagnosis of Guillain-Barre syndrome. *Sci Rep*. 2022;12(1):9913. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14184-z>
36. Bose S., Loo L.K., Rajabally Y.A. Causes and consequences of diagnostic delay in Guillain-Barré syndrome in a UK tertiary center. *Muscle Nerve*. 2022;65(5):547–552. <https://doi.org/10.1002/mus.27506>
37. Lee H.S., Suh B.C., Kim J.K., Kim B.J., Nam T.S., Oh J., Bae J.S., Shin K.J., Kim S.W., Kim S.M., Shin H.Y. Serial Nerve Conduction Studies in Guillain-Barré Syndrome: Its Usefulness and Precise Timing. *J Clin Neurophysiol*. 2024;41(3):278–284. <https://doi.org/10.1097/WNP.0000000000000985>
38. Rath J., Schober B., Zulehner G., Grisold A., Krenn M., Cetin H., Zimprich F. Nerve conduction studies in Guillain-Barré syndrome: Influence of timing and value of repeated measurements. *J Neurol Sci*. 2021;420:117267. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2020.117267>
39. He S., Lin Y. Application and Value of Limbs Peripheral Nerve Ultrasound in Guillain-Barre Syndrome. *Altern Ther Health Med*. 2024;30(10):416–421. <https://alternative-therapies.com/oa/index.html?fid=9248>. (доступ не ограничен)
40. Umaphathi T., Lim C.S.J., Ng B.C.J., Goh E.J.H., Ohnmar O. A Simplified, Graded, Electrodiagnostic Criterion for Guillain-Barré Syndrome That Incorporates Sensory Nerve Conduction Studies. *Sci Rep*. 2019;9(1):7724. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44090-w>
41. Uncini A., Kuwabara S. The electrodiagnosis of Guillain-Barré syndrome subtypes: Where do we stand? *Clin Neurophysiol*. 2018;129(12):2586–2593. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2018.09.025>
42. López-Hernández J.C., Galnares-Olalde J.A., Jorge de Saráchaga A., Briseño-Godínez M.E., Pérez-Valdez E., May-Mas R.N., Arista-Ramírez J.L., Bazán-Rodríguez L., León-Manríquez E., Burgos-Centeno J., Vargas-Cañas E.S. Very low peroneal nerve compound muscle action potential amplitude predicts poor outcome in patients with Guillain-Barré syndrome: a prospective cohort. *Neurol Sci*. 2022;43(6):3923–3928. <https://doi.org/10.1007/s10072-021-05834-7>
43. Sung E.J., Kim D.Y., Chang M.C., Ko E.J. Prediction of Functional Outcome in Axonal Guillain-Barre Syndrome. *Ann Rehabil Med*. 2016;40(3):481–488. <https://doi.org/10.5535/arm.2016.40.3.481>
44. Naresh K., Roy A., Srivastava S., Premkumar P., Nair A., Mani A.M., Shaikh A., Thirumal P.A., Sivadasan A., Mathew V., Premkumar P.S., Benjamin R. Sensitivity and specificity of phrenic nerve electrophysiology to predict mechanical ventilation in the Guillain-Barré syndrome. *Muscle Nerve*. 2023;68(2):191–197. <https://doi.org/10.1002/mus.27918>
45. Pasutharnchat N., Ratanasirisawad V., Santananukarn M., Taych-argumpoo C., Amornvit J., Chunharas C. Sural-sparing pattern: A study against electrodiagnostic subtypes of Guillain-Barre syndrome. *Clin Neurophysiol Pract*. 2022;7:266–272. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2022.09.001>

46. Liu L., Ye Y., Wang L., Song X., Cao J., Qi Y., Xing Y. Nerve ultrasound evaluation of Guillain-Barré syndrome subtypes in northern China. *Muscle Nerve*. 2021;64(5):560–566. <https://doi.org/10.1002/mus.27386>
47. Mori A., Nodera H., Takamatsu N., Maruyama-Saladini K., Osaki Y., Shimatani Y., Kaji R. Sonographic evaluation of peripheral nerves in subtypes of Guillain-Barré syndrome. *J Neurol Sci*. 2016;364:154–159. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2016.03.042>
48. Пирадов М.А., Супонева Н.А., Гришина Д.А., Гнедовская Е.В. Качество жизни и социальная адаптация пациентов после синдрома Гийена–Барре. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2013;8:61–67. https://www.mediasphera.ru/myfirst_app/issues/zhurnal-nevrologii-i-psikhiatrii-im-s-s-korsakova/2013/8/031997-72982013811 (доступ не ограничен).
49. Piradov M.A., Suponeva N.A., Grishina D.A., Gnedovskaya E.V. Quality of life and social adaptation of patients with Guillain-Barré syndrome. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry (Zhurnal nevrologii i psikhiatrii im. S.S. Korsakova)*. 2013;113(8):61–67 (Russian). https://www.mediasphera.ru/myfirst_app/issues/zhurnal-nevrologii-i-psikhiatrii-im-s-s-korsakova/2013/8/031997-72982013811 (доступ не ограничен).
50. Shang P., Feng J., Wu W., Zhang H.L. Intensive Care and Treatment of Severe Guillain-Barré Syndrome. *Front Pharmacol*. 2021;12:608130. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.608130>
51. Zaki H.A., Iftikhar H., Najam M., Masood M., Al-Marri N.D.R., Elgassim M., Fayed M., Shaban E.E. Plasma exchange (PE) versus intravenous immunoglobulin (IVIG) for the treatment of Guillain-Barré syndrome (GBS) in patients with severe symptoms: A systematic review and meta-analysis. *eNeurologicalSci*. 2023;31:100468. <https://doi.org/10.1016/j.ensci.2023.100468>
52. Nandeesh S.S., Kasagga A., Hawrami C., Ricci E., Hailu K.T., Salib K., Butt S. Treatment Efficacy of Plasmapheresis Versus Intravenous Immunoglobulin in Guillain-Barré Syndrome Management: A Systematic Review. *Cureus*. 2024;16(3):e57066. <https://doi.org/10.7759/cureus.57066>
53. Haridy N.A., Shehab M.M., Khedr E.M. Long-term outcomes of plasma exchange versus intravenous immunoglobulin for the treatment of Guillain-Barré Syndrome: A double-blind, randomized clinical trial. *Restor Neurol Neurosci*. 2023;41(5-6):203–217. <https://doi.org/10.3233/RNN-231369>
54. Bondi M., Engel-Haber E., Wolff J., Grosman-Rimon L., Bloch A., Zeilig G. Functional outcomes following inpatient rehabilitation of Guillain-Barré syndrome patients: Intravenous immunoglobulins versus plasma exchange. *Neurorehabilitation*. 2021;48(4):543–551. <https://doi.org/10.3233/NRE-201640>
55. Hughes R.A.C. Guillain-Barré syndrome: History, pathogenesis, treatment, and future directions. *Eur J Neurol*. 2024;31(11):e16346. <https://doi.org/10.1111/ene.16346>
56. Shastri A., Al Aiyan A., Kishore U., Farrugia M.E. Immune-Mediated Neuropathies: Pathophysiology and Management. *Int J Mol Sci*. 2023;24(8):7288. <https://doi.org/10.3390/ijms24087288>
57. Busl K.M., Fried H., Muehlschlegel S., Wartenberg K.E., Rajajee V., Alexander S.A., Creutzfeldt C.J., Fontaine G.V., Hocker S.E., Hwang D.Y., Kim K.S., Madzar D., Mahanes D., Mainali S., Meixensberger J., Sakowitz O.W., Varelas P.N., Westermaier T., Weimar C. Guidelines for Neuroprognostication in Adults with Guillain-Barré Syndrome. *Neurocrit Care*. 2023;38:564–583. <https://doi.org/10.1007/s12028-023-01707-3>
58. Bazaraa H.M., Rady H.I., Mohamed S.A., Rabie W.A., ElAnwar N.H. Initial Response and Outcome of Critically Ill Children With Guillain Barre Syndrome. *Front Pediatr*. 2019;7:378. <https://doi.org/10.3389/fped.2019.00378>
59. Bhagwat A.P., Sharath H.V., Warghat P.A. Effect of Paediatric Rehabilitation in Children With Guillain-Barré Syndrome: A Case Series. *Cureus*. 2024;16(5):e59815. <https://doi.org/10.7759/cureus.59815>
60. Пономаренко Г.Н. Физиотерапия: перспективы системного развития. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2017;94(6):59–64. <https://doi.org/10.17116/kurort201794659-64>
61. Ponomarenko GN. Physical therapy: the prospects for its systemic development. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy (Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoi kul'tury)*. 2017;94(6):59–64 (Russian). <https://doi.org/10.17116/kurort201794659-64>
62. Arya N.P., Seth N.H., Raghuvver R., Sewani Y. Exploring the Efficacy of Physiotherapy in Guillain-Barré Syndrome Through Virtual Reality-Based Rehabilitation: A Case Report. *Cureus*. 2024;16(4):e59042. <https://doi.org/10.7759/cureus.59042>
63. Agnihotri S., Srivastava A., Gupta D., Naem F. Rehabilitation of a Chronic Guillain-Barré Syndrome Patient With Vibratory Motor Stimulation of Dorsiflexors: A Case Report. *Cureus*. 2024;16(2):e53936. <https://doi.org/10.7759/cureus.53936>
64. Gawande I., Akhuj A., Samal S. Effectiveness of Physiotherapy Intervention in Guillain Barre Syndrome: A Case Report. *Cureus*. 2024;16(1):e52062. <https://doi.org/10.7759/cureus.52062>
65. Kariya G., Salphale V.G., Dadgal R. Effectiveness of Symptomatic Physiotherapy in Enhancing the Psychological Parameters of a Patient With Guillain-Barré Syndrome: A Case Report. *Cureus*. 2024;16(3):e55389. <https://doi.org/10.7759/cureus.55389>
66. Uz F.B., Uz C., Karaahmet O.Z. Three-year follow-up outcomes of adult patients with Guillain-Barré Syndrome after rehabilitation. *Malawi Med J*. 2023;35(3):156–162. <https://doi.org/10.4314/mmj.v35i3.4>
67. Касьяненко К.В., Козлов К.В., Жданов К.В., Лапиков И.И., Беликов В.В. Прогноз степени тяжести течения SARS-CoV-2-инфекции у лиц молодого возраста с применением методов искусственного интеллекта. *Журнал инфектологии*. 2022;14(5):14–25. <https://doi.org/10.22625/2072-6732-2022-14-5-14-25>
68. Kas'janenko K.V., Kozlov K.V., Zhdanov K.V., Lapikov I.I., Belikov V.V. SARS-CoV-2 severity prediction in young adults using artificial intelligence. *Journal Infectology (Zhurnal infektologii)*. 2022;14(5):14–25 (Russian). <https://doi.org/10.22625/2072-6732-2022-14-5-14-25>
69. Супонева Н.А., Мочалова Е.Г., Гришина Д.А., Пирадов М.А. Особенности течения СГБ в России: анализ 186 случаев. *Нервно-мышечные болезни*. 2014;(1):37–46. <https://doi.org/10.17650/2222-8721-2014-0-1-40-47>
70. Suponeva N.A., Mochalova E.G., Grishina D.A., Piradov M.A. The specific features of Guillain-Barré syndrome in Russia: Analysis of 186 cases. *Neuromuscular Diseases (Nervno-myshechnye bolezni)*. 2014;(1):37–46 (Russian). <https://doi.org/10.17650/2222-8721-2014-0-1-40-47>
71. Козырева А.А., Бембеева Р.Ц., Дружинина Е.С., Заваденко Н.Н. Синдром Гийена-Барре у детей. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2023;123(9-2):20–32. <https://doi.org/10.17116/jnevro202312309220>
72. Kozyreva AA, Bembeeveva RTs, Druzhinina ES, Zavadenko NN. Guillain-Barré syndrome in children. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry (Zhurnal nevrologii i psikhiatrii im. S.S. Korsakova)*. 2023;123(9-2):20–32 (Russian). <https://doi.org/10.17116/jnevro202312309220>