

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2023

Быкова О.В., Кудрявцева О.И., Саржина М.Н., Батышева Т.Т.

Концентрический склероз Бало в педиатрической популяции: обзор литературы и анализ клинических случаев

ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии ДЗМ», Москва, Россия

Концентрический склероз Бало (КСБ) — редкий вариант атипичной псевдотуморозной демиелинизации, имеющий патогенетическую общность с рассеянным склерозом и характерный нейровизуализационный паттерн при относительной клинической неоднородности. У детей и подростков КСБ встречается реже, чем у взрослых, и представлен в научной литературе единичными описаниями клинических случаев, имеющих полиморфный клинический фенотип и различные анамнестические предпосылки (например, инфекционные). Более того, опубликованные случаи не предполагают анализа длительного клинического катамнеза детей и подростков с данной патологией, возможно, за счёт их перехода по мере взросления во взрослые неврологические службы. Данная выборка не даёт возможности анализа случаев КСБ с педиатрическими дебютами и не отвечает на вопросы о клинических особенностях и терапевтических потребностях таких пациентов. Особенно много скопилось вопросов, касающихся подходов к лечению пациентов с классической, моноочаговой формой КСБ. Дефицит научной и клинической информации тормозит принятие административных решений по назначению таким пациентам терапии препаратами, изменяющими течение рассеянного склероза. С целью пополнения базы педиатрических случаев КСБ мы провели анализ российского опыта длительной (от 2 до 6 лет) курации 3 несовершеннолетних пациентов с острым неинфекционным демиелинизирующим эпизодом и монофокальным концентрическим поражением белого вещества головного мозга. Отечественные данные демонстрируют длительную эффективность и переносимость препаратов, изменяющих течение рассеянного склероза, среди пациентов педиатрического возраста с КСБ.

Ключевые слова: псевдотуморозная демиелинизация; дети и подростки; концентрический склероз Бало; препараты, изменяющие течение рассеянного склероза

Для цитирования: Быкова О.В., Кудрявцева О.И., Саржина М.Н., Батышева Т.Т. Концентрический склероз Бало в педиатрической популяции: обзор литературы и анализ клинических случаев в контексте динамического наблюдения. *Неврологический журнал имени Л.О. Бадаляна*. 2023; 4(1): 52–58. <https://doi.org/10.46563/2686-8997-2023-4-1-52-58> <https://elibrary.ru/yxnsif>

Для корреспонденции: Быкова Ольга Владимировна, доктор медицинских наук, заведующая научно-исследовательским отделом ГБУЗ «ПЦ ДП ДЗМ». E-mail: avt496709@yandex.ru

Участие авторов:

Быкова О.В.	написание текста;
Кудрявцева О.И.	редактирование текста;
Саржина М.Н.	написание текста;
Батышева Т.Т.	написание текста; окончательное утверждение для публикации рукописи.
Все авторы	утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 16.02.2023

Принята к печати: 03.03.2023

Опубликована: 20.04.2023

Olga V. Bykova, Olga I. Kudryavtseva, Marina N. Sarzhina, Tatyana T. Batysheva

Baló's concentric sclerosis in the pediatric population: literature review and analysis of clinical cases in the context of follow up observation

Scientific and Practical Centre of Pediatric Psychoneurology of Moscow, Healthcare Department, Moscow, 119602, Russian Federation

Baló's concentric sclerosis is a rare variant of atypical pseudotumor demyelination, having a pathogenetic similarity with multiple sclerosis and a characteristic neuroimaging pattern with relative clinical heterogeneity. In children and adolescents, Baló's concentric sclerosis even rarer than in adults, is represented in the scientific literature by single descriptions of clinical cases with a polymorphic clinical phenotype and various anamnestic prerequisites (for example, infectious). Moreover, the published cases do not involve the analysis of a long-term clinical following up in children and adolescents with this pathology, possibly due to their transition to adult neurological services as they grow up. This sample does not allow the analysis of cases of Baló's concentric sclerosis with pediatric debuts and answer questions about the clinical features and therapeutic needs for such patients. Especially a lot of questions have accumulated concerning approaches to the treatment of patients with the classical, mono-focal form of Baló's concentric sclerosis. The lack of scientific and clinical information hinders the adoption of administrative decisions on prescribing drugs from the PITRS group (drugs that change the course of multiple sclerosis) to such patients. To replenish the literature base of pediatric cases of Baló's concentric sclerosis, we analyzed the Russian experience of long-term (from 2 to 6 years) curation of three juvenile patients with acute non-infectious demyelinating episode and monofocal concentric lesion of the white matter of the brain. Russian data demonstrate the long-term efficacy and tolerability of drugs from the PITRS group among pediatric patients with Baló's concentric sclerosis.

Keywords: pseudotumor demyelination; children and adolescents; concentric sclerosis Baló; disease modifying treatments

For citation: Bykova O.V., Kudryavtseva O.I., Sarzhina M.N., Batysheva T.T. Baló's concentric sclerosis in the pediatric population: literature review and analysis of clinical cases in the context of follow up observation. *Nevrologicheskiy zhurnal imeni L.O. Badalyana* (L.O. Badalyan Neurological Journal). 2023; 4(1): 52–58. (In Russ.) <https://doi.org/10.46563/2686-8997-2023-4-1-52-58> <https://elibrary.ru/yxnsif>

For correspondence: Olga V. Bykova, MD, PhD, Scientific and Practical Centre of Pediatric Psychoneurology of Moscow, Moscow, 119602, Russian Federation. E-mail: avt496709@yandex.ru

Information about authors:

Bykova O.V., <https://orcid.org/0000-0001-6576-1765>
Kudryavtseva O.I., <https://orcid.org/0009-0005-8253-6283>
Sarzhina M.N., <https://orcid.org/0000-0003-3837-1627>
Batysheva T.T., <https://orcid.org/0000-0003-0928-2131>

Contribution:

Bykova O.V. writing the text;
Kudryavtseva O.I. text editing;
Sarzhina M.N. writing the text;
Batysheva T.T. writing the text; final approval for the publication of the manuscript.
All co-authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of its final version.

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

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

Received: February 16, 2023

Accepted: March 3, 2023

Published: April 20, 2023

Введение

Концентрический склероз Бало (КСБ) — редкое воспалительное демиелинизирующее заболевание центральной нервной системы. Впервые он был описан в литературе Отто Марбургом в 1906 г., но назван в честь Йозефа Бало, который в 1928 г. сообщил о склерозе Бало как о «периаксиальном концентрическом энцефалите» [1, 2]. Формально КСБ относится к спектру атипичных демиелинизирующих заболеваний, однако споры о том, является ли он клиническим фенотипическим вариантом рассеянного склероза (РС) или отдельным заболеванием, не утихают [3–5]. Современные достижения в области магнитно-резонансной терапии (МРТ), гистопатологического анализа и иммуногистохимической характеристики позволяют отличить это заболевание от типичного РС, не исключая при этом патогенетической общности этих нозологий [6].

Клиническая картина

Неврологическая картина КСБ в значительной степени зависит от локализации, количества и размера очага(ов) поражения белого вещества. Как и при РС, частые симптомы КСБ включают парезы, сенсорные, координаторные и стволовые нарушения. Однако при КСБ также могут присутствовать головные боли, поведенческие и познавательные расстройства, тазовые нарушения и судорожные приступы, имитация объёмного поражения или нарушения мозгового кровообращения. Течение КСБ может быть острым и одноэтапным, рецидивирующе-ремиттирующим или быстро прогрессирующим [7].

Диагностика

Диагноз подтверждается наличием очага(ов) Бало при нейровизуализации. Характерные очаги проявляются на МРТ в виде концентрических слоистых рисунков, состоящих из чередующихся колец различной интенсивности. Концентрический кольцевой рисунок особенно заметен на усиленных гадолинием

T1-взвешенных последовательностях. Считается, что пластинчатый узор создается из-за чередования полос демиелинизации и относительно сохранного миелина с минимальной потерей аксонов. Несмотря на отсутствие стандартизированных диагностических критериев, количество концентрических полос на МРТ, необходимое для классификации поражения как КСБ, может быть определено как ≥ 2 чередующихся кольца. Периферическое добавление концентрических колец на серийных МРТ указывает на расширение поражения. Диффузионно-взвешенная визуализация часто демонстрирует высокую интенсивность сигнала на краю поражения, что наводит на мысль о цитотоксическом отёке и ишемии. Было обнаружено, что перфузия уменьшается по направлению к периферии очага, указывая на то, что демиелинизация происходит центростремительно из венозного ядра [8]. Поражения обычно возникают вокруг перивенулярной зоны в результате неизвестного стимула, который заставляет макрофаги и активированную микроглию высвобождать хемотаксические агенты волнами из одной точки, что вызывает образование концентрических колец. Характерные очаги преимущественно встречаются в супратенториальном белом веществе головного мозга с сохранением U-образных волокон коры и варьируются в размере от 1 см до вовлечения значительной части белого вещества. Один или несколько характерных очагов могут присутствовать изолированно или в сочетании с более типичными демиелинизирующими поражениями, характерными для РС, как в головном, так и в спинном мозге [9, 10].

Помимо стандартных последовательностей МРТ, для дифференциальной диагностики КСБ может использоваться коэффициент передачи намагниченности; позитронно-эмиссионная томография и магнитно-резонансная спектроскопия.

Обычно характерная нейровизуализация, острое или подострое течение, а также высокая стероидная

чувствительность КСБ сводят к минимуму необходимость в биопсии. Гистопатологический анализ также демонстрирует чередующиеся концентрические кольца демиелинизированных и частично миелинизированных волокон, представляющих области потери олигодендроцитов с сохранением аксонов и относительным сохранением миелина.

Анализ спинномозговой жидкости

Олигоклональные полосы в спинномозговой жидкости (ликворе) как качественный маркер интра-текального синтеза IgG почти повсеместно присутствуют у взрослых пациентов с РС. При КСБ данные, основанные на ретроспективном анализе профилей ликвора у пациентов с характерными очагами, продемонстрировали отсутствие этого маркера у двух третей пациентов, что заставляет задуматься о полном патогенетическом единообразии этого заболевания и РС [6].

Рутинное исследование ликвора также может демонстрировать неспецифическое повышение уровня белка и/или моноклеарную воспалительную реакцию [11].

Лечение и прогноз

Ни в одном клиническом исследовании не изучалось лечение острого КСБ в основном из-за редкости и гетерогенности заболевания. Консенсус среди клиницистов, основанный на отчетах о случаях, заключается в том, что терапию 1-й линии в острый период заболевания составляют кортикостероиды и плазмообмен. В качестве иммунотерапии 2-й линии включают внутривенный иммуноглобулин и циклофосфамид. Пациентам с перекрывающейся серопозитивностью к AQP4-IgG или MOG-IgG может быть показана длительная иммуносупрессия [12]. Продолжаются споры относительно того, необходимо ли назначение поддерживающей терапии для предотвращения рецидива у пациентов с КСБ. У пациентов с характерными очагами на МРТ, которые соответствуют критериям ремиттирующе-прогрессирующего РС, подходят методы лечения препаратами, изменяющими течение РС (ПИТРС), 1-й линии [13]. Есть единичные сообщения о потенциальной эффективности моноклональных антител (натализумаб и ритуксимаб) в снижении рецидивов КСБ [14].

В последние годы повсеместно сообщается о последовательном применении кортикостероидов в остром периоде заболевания с последующей индивидуальной терапией ПИТРС 2-й линии.

Исторически считалось, что КСБ неизменно приводит к летальному исходу, и диагноз основывался на посмертной гистопатологии. Сегодня достижения в области МРТ облегчили неинвазивную прижизненную диагностику и позволили лучше понять заболевание и ускорить его эффективную терапию, поэтому позиция современных исследователей основывается на том, что при отсутствии объективных доказательств безопасности пассивного наблюдения терапевтические методы следует рассматривать в каждом конкретном случае.

Педиатрические случаи (данные литературы)

Распространённость КСБ неизвестна, но, согласно предыдущим исследованиям, у женщин он встречается в 2 раза чаще, чем у мужчин, со средним возрастом начала заболевания 34 года (диапазон 3–62 года). Сообщается о повышенной распространённости КСБ у лиц азиатской этнической принадлежности, включая ханьцев и тайваньцев [4].

В научной литературе можно найти лишь единичные сообщения о пациентах с КСБ в педиатрической возрастной группе (**таблица**). Исследователи из США оценили распространённость варианта КСБ как 2,2% от всех педиатрических случаев РС [15].

Однако самой большой проблемой сегодня можно считать неоднородность представления исследователей о том, какие случаи можно причислить к данной нозологии. Ряд учёных вообще осторожно называют репортируемые случаи опухолеподобным РС с Бало-подобными очагами [16]. Другие специалисты классифицируют КСБ на три подтипа в зависимости от его клинического течения: единичное событие; рецидивирующее ремиттирующее течение; первично прогрессирующее течение [17]. Есть сообщения о случаях с инфекционным анамнезом первого демиелинизирующего эпизода [18].

Тем не менее самыми сложными для диагностики, подбора и оформления терапии, особенно в детском и подростковом возрасте, остаются классические варианты КСБ с неинфекционными острыми дебютами и классическими единичными концентрическими очагами на МРТ головного мозга.

Клинические случаи в российской педиатрической популяции

Клинический случай 1

Пациентка А., 2004 года рождения. Дебют заболевания в возрасте 12 лет острый неинфекционный. 14.06.2016 утром после пробуждения обнаружила выраженную слабость и онемение сначала в левой руке, потом и в левой ноге, ощущение жара в голове и онемение левой половины лица, слабость левых конечностей. В связи с нарушившейся функцией левых конечностей девочка упала и была доставлена в стационар с подозрением на травму головы. В стационаре по данным компьютерной томографии головного мозга исключался диагноз острого нарушения мозгового кровообращения (фокальная ишемия вещества правой теменной области в пограничных зонах кровоснабжения правых передней и средней мозговых артерий). По данным МРТ с контрастным усилением и бесконтрастной ангиографией был установлен диагноз КСБ (**рис. 1**; единичный концентрический очаг размерами 23 × 20 × 22 мм в задних отделах лобной доли справа).

Проведена терапия пульс-дозами солей преднизолона (1000 мг № 5) с последующей реабилитацией двигательных нарушений — оценка по расширенной шкале

Педиатрические случаи КСБ (данные литературы)

Pediatric cases of Balo's concentric sclerosis (literature data)

Источник Source	Пациент Patient	Течение Course	Клинические характеристики Clinical characteristics	Данные МРТ MRI data	Катамнестическое наблюдение Follow up observation
Linnoila J. <i>et al.</i> , 2014 [15]	17 лет, девочка 17-years girl	Подострое течение Subacute course	Тетрапарез Tetraparesis	Множественные концентрические очаги Multiple concentric foci	2 обострения за 3 года 2 exacerbations in 3 years
	6 лет, девочка 6-years, girl	Острое течение Acute course	Унилатеральная оптическая нейропа- тия Unilateral optical neuropathy	Множественные концентрические очаги Multiple concentric foci	Отсутствие обострений в течение года Absence of exacerbations during the year
	10 лет, девочка 10 years old, girl	Подострое течение Subacute course	Гемипарез Hemiparesis	Множественные концентрические очаги Multiple concentric foci	4 обострения за 4 мес 4 exacerbations in 4 months
Karaarslan E. <i>et al.</i> , 2001 [19]	15 лет, девочка 15 years old, girl	Подострое течение Subacute course	Гемипарез Hemiparesis	Множественные очаги, из них один концентрический Multiple foci, of which one is concentric	Отсутствие обострений в течение 6 месяцев Absence of exacerbations for 6 months
Losch H. <i>et al.</i> , 2012 [20]	10 лет, мальчик 10 years boy	Острое начало с прогрессированием Acute onset with progression	Эпилептические приступы и стволовые нарушения Epileptic seizures and stem disorders	Множественные концентрические очаги Multiple concentric foci	Отсутствие обострений в течение года Absence of exacerbations during the year
Dreha- Kulaczewski S.F. <i>et al.</i> , 2009 [21]	13 лет, девочка 13-years girl	Подострое течение Subacute course	Альтернирующий синдром Alternating syndrome	Множественные концентрические очаги Multiple concentric foci	2 обострения за 3 года наблюдения 2 exacerbations in 3 years of observation
Murakami Y. <i>et al.</i> , 1998 [22]	4 года, мальчик 4-years boy	Острое течение Acute course	Альтернирующий синдром, судороги Alternating syndrome, seizures	Множественные концентрические очаги Multiple concentric foci	Отсутствие обострений в течение 6 мес Absence of exacerbations for 6 months
Bhoi S.K. <i>et al.</i> , 2017 [18]	10 лет, мальчик 10-years old boy	Острое течение Acute current	Гемипарез, оптическая нейропатия, стволовые нарушения Hemiparesis, optical neuropathy, stem disorders	Множественные концентрические очаги Multiple concentric foci	Отсутствие обострений в течение 6 мес Absence of exacerbations for 6 months
Kamari C. <i>et al.</i> , 2023 [16]	7 лет, мальчик 7 years , boy	Острое начало с прогрессированием Acute onset with progression	Гемипарез, судороги, стволовые нарушения Hemiparesis, seizures, stem disorders	Множественные очаги, из них один концентриче- ский Multiple foci, of which one is concentric	3 года рецидивирую- щего течения, 2 года ремиссии на терапии ПИТРС 3 years of recurrent course, 2 years of remission on PITRS therapy

степени инвалидизации (Expanded Disability Status Scale, EDSS) 1,5 балла — и переходом на ПИТРС 1-й линии (интерфероны-бета-1b). Достигнута стойкая клиническая ремиссия 6 лет при хорошей переносимости терапии, однако в 2022 г. на МРТ шейного отдела впервые выявлен единичный очаг на уровне C5.

Клинический случай 2

Пациентка Б., 2003 года рождения. Дебют заболевания в возрасте 13 лет острый неинфекционный. 15.03.2016 утром внезапно появились слабость в левых конечностях, особенно в руке, чувство оне-

мения, скованности языка, общая слабость. Обратились в поликлинику по месту жительства, откуда была в экстренном порядке направлена на госпитализацию с подозрением на острое нарушение мозгового кровообращения. К концу первых 3 сут заболевания, несмотря на сосудистую и метаболическую терапию, левосторонний гемипарез углубился вплоть до пареза в руке. После МРТ головного мозга (рис. 2) проведена переоценка диагноза в сторону КСБ.

После терапии пульс-дозами солей преднизолона (1000 мг № 5 ежедневно) ввиду недостаточного прогресса неврологической симптоматики был проведён

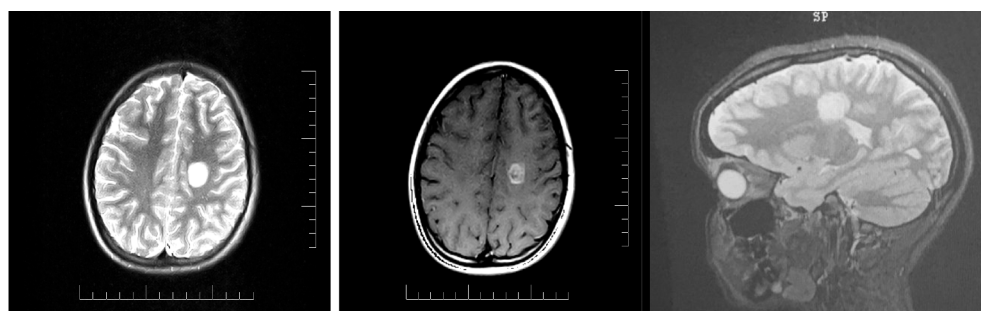


Рис. 1. Пациентка А. МРТ (T2 и T1 + С режимы) от 2018 года.

Fig. 1 Girl patient A. MRI (T2 and T1+C modes) from 2018.

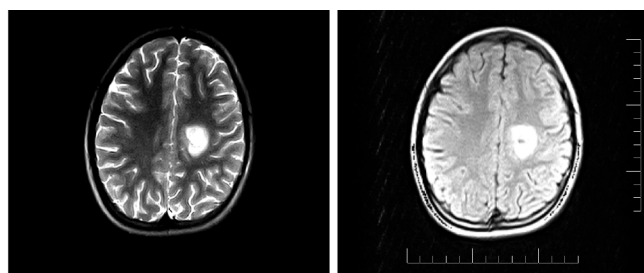


Рис. 2. Пациентка Б. МРТ (T2 и T1+C режимы) от 2016 года.

Fig. 2. Girl patient B. MRI (T2 and T1+C modes) from 2016.

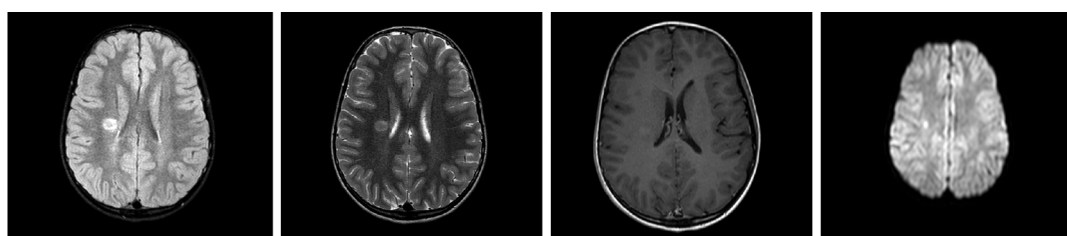


Рис. 3. Пациент В. FLAIR, T2, T1+C, DWI режимы МРТ от 2020 года.

Fig. 3. Boy patient V. FLAIR, T2, T1+C, DWI MRI modes from 2020.

курс терапии внутривенными иммуноглобулинами G в дозе 1 г/кг массы тела. После комплексной терапии обострения сила мышц поражённых конечностей восстановилась, однако развилась гемипарез, потребовавшая длительной реабилитации. Регистрировалось длительное накопление контрастного вещества по периферии очага.

В связи с тяжестью и стойкостью неврологических нарушений было принято решение о выборе агрессивной терапии 2-й линии. Пациентка получила 3 курса митоксантрона из расчёта 12 мг/м² с интервалом в 3 мес. После проведённого лечения новых обострений и очаговых изменений нет, участков накопления контрастного вещества нет, EDSS 2 балла. Достигнута стойкая клиническая ремиссия на 6 лет.

Клинический случай 3

Пациент В., 2010 года рождения. Дебют заболевания в возрасте 10 лет острый неинфекционный. 28.09.2020 остро возникла асимметрия лица. Онемение и слабость левой руке, онемение левой половины лица. 29.09.2020

проведена МРТ головного мозга — в области наружной капсулы выявлена зона неоднородного МР сигнала размером до 15 мм, со слабоинтенсивным накоплением парамагнитного контраста по периферии, более выраженным в отсроченную фазу (рис. 3).

Проведена терапия пульс-дозами солей преднизолона 750 мг № 5 и внутривенными иммуноглобулинами G в дозе 1 г/кг массы тела, в результате чего отрицательная неврологическая симптоматика регрессировала. Углублённое обследование на базе нейрохирургического стационара подтвердило исходную диагностическую гипотезу о наличии у пациента КСБ. Выявлен второй тип синтеза олигоклональных иммуноглобулинов G. Не выявлено MOG-IgG и AQP4-IgG. Принято решение о необходимости длительной иммуномодулирующей терапии ПИТРС 1-й линии, интерферонами-бета-1a в дозе 44 мкг 3 раза в неделю подкожно. При проведении мониторинга безопасности лечения через 1,5 мес зафиксирована тенденция к бессимптомной тромбоцитопении, в связи с чем интерфероны были отменены и назначен глатирамера ацетат в дозе 20 мг/сут подкожно.

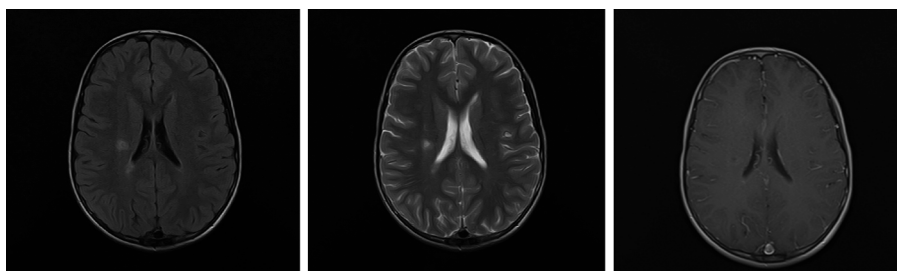


Рис. 4. Пациент В. FLAIR, T2, T1+C режимы МРТ от 2022 года.

Fig. 4. Boy patient V. FLAIR, T2, T1+C MRI modes from 2022.

На фоне терапии клинически состояние ребёнка стабильно по настоящее время. При динамическом мониторинговании данных МРТ головного мозга определяется значительное уменьшение размеров концентрического очага демиелинизации (рис. 4).

Обсуждение

Склонность педиатрических пациентов с демиелинизирующими заболеваниями к формированию псевдотуморозных очагов даже при классическом течении ремиттирующе-рецидивирующего РС была описана отечественными исследователями в начале 2000-х гг., как и феномен «клинико-томографической диссоциации», описывающий диссоциацию между высоким объёмом очагового поражения и относительно небольшим уровнем инвалидизации по шкале EDSS [23, 24]. Сейчас частота выявления псевдотуморозных форм демиелинизирующих заболеваний значительно возрасла, особенно среди детей и подростков, что большинство учёных связывают с повышенным влиянием фактора вирус-ассоциированных демиелинизирующих эпизодов, в частности, после воздействия SARS-COV-2 [25]. При этом, безусловно, далеко не все псевдотуморозные очаги у педиатрических пациентов отвечают МР-критериям КСБ. Именно для дифференцированного подхода к таким случаям, более соответствующим критериям острого рассеянного энцефаломиелита, в 2013 г. были разработаны педиатрические критерии диагностики РС [26].

Заключение

В подборе представленных в данной статье клинических случаев мы постарались избежать пациентов с мультифокальным очаговым поражением центральной нервной системы, инфекционным анамнезом и общемозговой симптоматикой в остром периоде, сформировав, таким образом, однородную группу педиатрических больных, для которых диагноз КСБ в динамике наблюдения является практически безальтернативным. Данная тактика дала нам возможность рассуждать о педиатрических случаях КСБ как о редком, но нозологически совершенно самостоятельном понятии. В определении терапевтической тактики мы придерживались индивидуального подхода, опираясь на динамику МРТ и тип синтеза олигоклональных им-

муноглобулинов G при принятии решения о необходимости длительной иммуномодулирующей терапии, а также на степень и длительность неврологических нарушений при выборе препаратов 1-й или 2-й линии. Длительное динамическое наблюдение описанных в статье пациентов демонстрирует корректность выбранной тактики их лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Moore G.R., Neumann P.E., Suzuki K., Lijmaer H.N., Traugott U., Raine C.S. Balo's concentric sclerosis: new observations on lesion development. *Ann. Neurol.* 1985; 17(6): 604–11. <https://doi.org/10.1002/ana.410170614>
2. Xie J.S., Jeeva-Patel T., Margolin E. Baló's concentric sclerosis – A rare entity within the spectrum of demyelinating diseases. *J. Neurol. Sci.* 2021; 428: 117570. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2021.117570>
3. Pohl D., Rostasy K., Krone B., Hanefeld F. Baló's concentric sclerosis associated with primary human herpesvirus 6 infection. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2005; 76(12): 1723–5. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2004.062331>
4. Hardy T.A., Miller D.H. Balo's concentric sclerosis. *Lancet Neurol.* 2014; 13(7): 740–6. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(14\)70052-3](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(14)70052-3)
5. Garbern J., Spence A.M., Alvord E.C.Jr. Balo's concentric demyelination diagnosed premortem. *Neurology.* 1986; 36(12): 1610–4. <https://doi.org/10.1212/wnl.36.12.1610>
6. Jarius S., Würthwein C., Behrens J.R., Wanner J., Haas J., Paul F., et al. Baló's concentric sclerosis is immunologically distinct from multiple sclerosis: results from retrospective analysis of almost 150 lumbar punctures. *J. Neuroinflammation.* 2018; 15(1): 22. <https://doi.org/10.1186/s12974-017-1043-y>
7. Nader Kawachi J.A., Andrade Magdaleno Mde L., Peñaherrera C.A., Fernández De Lara Y., Lavenant Borja M.I. Early diagnosis of Baló's concentric sclerosis by diffusion tensor tractography: a case report and literature review. *Medwave.* 2016; 16(2): e6402. <https://doi.org/10.5867/medwave.2016.02.6402>
8. Charil A., Yousry T.A., Rovaris M., Barkhof F., De Stefano N., Fazekas F., et al. MRI and the diagnosis of multiple sclerosis: expanding the concept of “no better explanation”. *Lancet Neurol.* 2006; 5(10): 841–52. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(06\)70572-5](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(06)70572-5)
9. Kavanagh E.C., Heran M.K., Fenton D.M., Lapointe J.S., Nugent R.A., Graeb D.A. Diffusion-weighted imaging findings in Balo concentric sclerosis. *Br. J. Radiol.* 2006; 79(943): e28–31. <https://doi.org/10.1259/bjr/36636301>
10. Spaander F.H., Vink T., Natté R., de Bruijn S.F. Onion-shaped white matter disease? *Clin. Neurol. Neurosurg.* 2014; 126: 123–5. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2014.08.024>
11. Purohit B., Ganewatte E., Schreiner B., Kollias S. Balo's concentric sclerosis with acute presentation and co-existing multiple sclerosis-typical lesions on MRI. *Case. Rep. Neurol.* 2015; 7(1): 44–50. <https://doi.org/10.1159/000380813>
12. Hardy T.A. Pseudotumoral demyelinating lesions: diagnostic approach and long-term outcome. *Curr. Opin. Neurol.* 2019; 32(3): 467–74. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000683>
13. Pique J., Bonneville F., Brassat D., Peaureaux D., Benaïteau M., Dumas H., et al. Peripheral late reactivation of a previously typical monofocal Baló's concentric sclerosis lesion. *Mult. Scler.* 2015; 21(8): 1080–3. <https://doi.org/10.1177/13524585155586087>

14. Tzanetakos D., Vakrakou A.G., Tzartos J.S., Velonakis G., Evangelopoulos M.E., Anagnostouli M., et al. Heterogeneity of Baló's concentric sclerosis: a study of eight cases with different therapeutic concepts. *BMC Neurol.* 2020; 20(1): 400. <https://doi.org/10.1186/s12883-020-01971-2>
15. Linnoila J., Chitnis T. Baló concentric sclerosis in children: a case series. *J. Child. Neurol.* 2014; 29(5): 603–7. <https://doi.org/10.1177/0883073813517294>
16. Kamari C., Galanakis E., Raissaki M., Briassoulis G., Vlachaki G., Vorgia P. Pediatric tumefactive multiple sclerosis case (with baló-like lesions), diagnostic and treatment challenges. *Neurol. Sci.* 2023; 44(1): 343–5. <https://doi.org/10.1007/s10072-022-06396-y>
17. Mowry E.M., Woo J.H., Ances B.M. Baló's concentric sclerosis presenting as a stroke-like syndrome. *Nat. Clin. Pract. Neurol.* 2007; 3(6): 349–54. <https://doi.org/10.1038/ncpneuro0522>
18. Bhoi S.K., Naik S., Kalita J., Misra U.K. Multifocal Baló's concentric sclerosis in children: report of a case and review of literature. *J. Neurosci. Rural. Pract.* 2017; 8(Suppl 1): S136–8. https://doi.org/10.4103/jnpr.jnpr_504_16
19. Karaarslan E., Altintas A., Senol U., Yeni N., Dincer A., Bayindir C., et al. Baló's concentric sclerosis: clinical and radiologic features of five cases. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2001; 22(7): 1362–7.
20. Losch H., Renneberg A., Pfeiderer S. Multifocal Baló's concentric sclerosis in a 10-year-old German boy. *Neuropediatrics.* 2012; 43: PS17–09. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1307135>
21. Dreha-Kulaczewski S.F., Helms G., Dechent P., Hofer S., Gärtner J., Frahm J. Serial proton MR spectroscopy and diffusion tensor imaging in infantile Baló's concentric sclerosis. *Neuroradiology.* 2009; 51(2): 113–21. <https://doi.org/10.1007/s00234-008-0470-y>
22. Murakami Y., Matsuishi T., Shimizu T., Yamashita Y., Nagamitsu S., Kojima K., et al. Baló's concentric sclerosis in a 4-year-old Japanese infant. *Brain Dev.* 1998; 20(4): 250–2. [https://doi.org/10.1016/s0387-7604\(98\)00025-4](https://doi.org/10.1016/s0387-7604(98)00025-4)
23. Попова Е.В., Брюхов В.В., Бойко А.Н., Кротенкова М.В., Коновалова О.Е., Шаранова С.Н. Атипичный рассеянный склероз-концентрический склероз Бало: два клинических наблюдения и обзор. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2017; 117(2-2): 50–3. <https://doi.org/10.17116/jnevro20171172250-53> <https://elibrary.ru/yphwyh>
24. Бойко А.Н., Быков О.В., Сиверцева С.А. *Рассеянный склероз у детей и подростков. Клиника, диагностика и лечение.* М.: МИА; 2016: 113–20.
25. Zelada-Ríos L., Pacheco-Barrios K., Galecio-Castillo M., Yamun-aqué-Chunga C., Álvarez-Toledo K., Otiniano-Sifuentes R. Acute disseminated encephalomyelitis and COVID-19: A systematic synthesis of worldwide cases. *J. Neuroimmunol.* 2021; 359: 577674. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroim.2021.577674>
26. Krupp L.B., Tardieu M., Amato M.P., Banwell B., Chitnis T., Dale R.C., et al. International Pediatric Multiple Sclerosis Study Group criteria for pediatric multiple sclerosis and immune-mediated central nervous system demyelinating disorders: revisions to the 2007 definitions. *Mult. Scler.* 2013; 19(10): 1261–7. <https://doi.org/10.1177/1352458513484547>
1. Moore G.R., Neumann P.E., Suzuki K., Lijtmaer H.N., Traugott U., Raine C.S. Baló's concentric sclerosis: new observations on lesion development. *Ann. Neurol.* 1985; 17(6): 604–11. <https://doi.org/10.1002/ana.410170614>
2. Xie J.S., Jeeva-Patel T., Margolin E. Baló's concentric sclerosis – A rare entity within the spectrum of demyelinating diseases. *J. Neurol. Sci.* 2021; 428: 117570. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2021.117570>
3. Pohl D., Rostasy K., Krone B., Hanefeld F. Baló's concentric sclerosis associated with primary human herpesvirus 6 infection. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2005; 76(12): 1723–5. <https://doi.org/10.1136/jnpr.2004.062331>
4. Hardy T.A., Miller D.H. Baló's concentric sclerosis. *Lancet Neurol.* 2014; 13(7): 740–6. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(14\)70052-3](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(14)70052-3)
5. Garber J., Spence A.M., Alvord E.C.Jr. Baló's concentric demyelination diagnosed premortem. *Neurology.* 1986; 36(12): 1610–4. <https://doi.org/10.1212/wnl.36.12.1610>
6. Jarius S., Würthwein C., Behrens J.R., Wanner J., Haas J., Paul F., et al. Baló's concentric sclerosis is immunologically distinct from multiple sclerosis: results from retrospective analysis of almost 150 lumbar punctures. *J. Neuroinflammation.* 2018; 15(1): 22. <https://doi.org/10.1186/s12974-017-1043-y>
7. Nader Kawachi J.A., Andrade Magdaleno Mde L., Peñaherrera C.A., Fernández De Lara Y., Lavenant Borja M.I. Early diagnosis of Baló's concentric sclerosis by diffusion tensor tractography: a case report and literature review. *Medwave.* 2016; 16(2): e6402. <https://doi.org/10.5867/medwave.2016.02.6402>
8. Charil A., Yousry T.A., Rovaris M., Barkhof F., De Stefano N., Fazekas F., et al. MRI and the diagnosis of multiple sclerosis: expanding the concept of “no better explanation”. *Lancet Neurol.* 2006; 5(10): 841–52. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(06\)70572-5](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(06)70572-5)
9. Kavanagh E.C., Heran M.K., Fenton D.M., Lapointe J.S., Nugent R.A., Graeb D.A. Diffusion-weighted imaging findings in Baló concentric sclerosis. *Br. J. Radiol.* 2006; 79(943): e28–31. <https://doi.org/10.1259/bjr/36636301>
10. Spaander F.H., Vink T., Natté R., de Bruijn S.F. Onion-shaped white matter disease? *Clin. Neurol. Neurosurg.* 2014; 126: 123–5. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2014.08.024>
11. Purohit B., Ganewatte E., Schreiner B., Kollias S. Baló's concentric sclerosis with acute presentation and co-existing multiple sclerosis-typical lesions on MRI. *Case. Rep. Neurol.* 2015; 7(1): 44–50. <https://doi.org/10.1159/000380813>
12. Hardy T.A. Pseudotumoral demyelinating lesions: diagnostic approach and long-term outcome. *Curr. Opin. Neurol.* 2019; 32(3): 467–74. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000683>
13. Pique J., Bonneville F., Brassat D., Peaureaux D., Benaiteau M., Dumas H., et al. Peripheral late reactivation of a previously typical monofocal Baló's concentric sclerosis lesion. *Mult. Scler.* 2015; 21(8): 1080–3. <https://doi.org/10.1177/1352458515586087>
14. Tzanetakos D., Vakrakou A.G., Tzartos J.S., Velonakis G., Evangelopoulos M.E., Anagnostouli M., et al. Heterogeneity of Baló's concentric sclerosis: a study of eight cases with different therapeutic concepts. *BMC Neurol.* 2020; 20(1): 400. <https://doi.org/10.1186/s12883-020-01971-2>
15. Linnoila J., Chitnis T. Baló concentric sclerosis in children: a case series. *J. Child. Neurol.* 2014; 29(5): 603–7. <https://doi.org/10.1177/0883073813517294>
16. Kamari C., Galanakis E., Raissaki M., Briassoulis G., Vlachaki G., Vorgia P. Pediatric tumefactive multiple sclerosis case (with baló-like lesions), diagnostic and treatment challenges. *Neurol. Sci.* 2023; 44(1): 343–5. <https://doi.org/10.1007/s10072-022-06396-y>
17. Mowry E.M., Woo J.H., Ances B.M. Baló's concentric sclerosis presenting as a stroke-like syndrome. *Nat. Clin. Pract. Neurol.* 2007; 3(6): 349–54. <https://doi.org/10.1038/ncpneuro0522>
18. Bhoi S.K., Naik S., Kalita J., Misra U.K. Multifocal Baló's concentric sclerosis in children: report of a case and review of literature. *J. Neurosci. Rural. Pract.* 2017; 8(Suppl 1): S136–8. https://doi.org/10.4103/jnpr.jnpr_504_16
19. Karaarslan E., Altintas A., Senol U., Yeni N., Dincer A., Bayindir C., et al. Baló's concentric sclerosis: clinical and radiologic features of five cases. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2001; 22(7): 1362–7.
20. Losch H., Renneberg A., Pfeiderer S. Multifocal Baló's concentric sclerosis in a 10-year-old German boy. *Neuropediatrics.* 2012; 43: PS17–09. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1307135>
21. Dreha-Kulaczewski S.F., Helms G., Dechent P., Hofer S., Gärtner J., Frahm J. Serial proton MR spectroscopy and diffusion tensor imaging in infantile Baló's concentric sclerosis. *Neuroradiology.* 2009; 51(2): 113–21. <https://doi.org/10.1007/s00234-008-0470-y>
22. Murakami Y., Matsuishi T., Shimizu T., Yamashita Y., Nagamitsu S., Kojima K., et al. Baló's concentric sclerosis in a 4-year-old Japanese infant. *Brain Dev.* 1998; 20(4): 250–2. [https://doi.org/10.1016/s0387-7604\(98\)00025-4](https://doi.org/10.1016/s0387-7604(98)00025-4)
23. Popova E.V., Bryukhov V.V., Boyko A.N., Krotchenkova M.V., Konovalova O.E., Sharanova S.N. Atypical multiple sclerosis – Baló's concentric sclerosis: two case-reports and a review. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova.* 2017; 117(2): 50–3. <https://doi.org/10.17116/jnevro20171172250-53> EDN: <https://elibrary.ru/yphwyh>
24. Boyko A.N., Bykov O.V., Sivertseva S.A. *Multiple Sclerosis in Children and Adolescents. Clinic, Diagnosis and Treatment [Rasseyannyi skleroz u detey i podrostkov. Klinika, diagnostika i lechenie].* Moscow: MIA; 2016: 113–20. (in Russian)
25. Zelada-Ríos L., Pacheco-Barrios K., Galecio-Castillo M., Yamun-aqué-Chunga C., Álvarez-Toledo K., Otiniano-Sifuentes R. Acute disseminated encephalomyelitis and COVID-19: A systematic synthesis of worldwide cases. *J. Neuroimmunol.* 2021; 359: 577674. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroim.2021.577674>
26. Krupp L.B., Tardieu M., Amato M.P., Banwell B., Chitnis T., Dale R.C., et al. International Pediatric Multiple Sclerosis Study Group criteria for pediatric multiple sclerosis and immune-mediated central nervous system demyelinating disorders: revisions to the 2007 definitions. *Mult. Scler.* 2013; 19(10): 1261–7. <https://doi.org/10.1177/1352458513484547>

REFERENCES