

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Открытый доступ



Изучение роли транскраниальной магнитной стимуляции в развитии речи при расстройствах аутистического спектра

Мохамед Э. Дарвиш^{1*}, Хеба В. Эль-Бешлави¹, Эхаб С. Рамадан² и Симаа М. Сераг¹

Абстрактный

Фон: Дети с расстройством аутистического спектра (РАС) почти всегда отстают в овладении разговорным языком как основным средством общения, поэтому у них, как правило, ограниченные результаты с точки зрения независимости и интеграции. Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) является многообещающим новым инструментом для исследования (изучения и модуляции возбудимости и пластичности, применения одиночных импульсов для исследования корково-спинальной возбудимости, пар импульсов для изучения интракортикального торможения и облегчения) и потенциального лечения РАС. Целью данного исследования является оценка роли повторяющихся ТМС в развитии речи у детей с РАС.

Полученные результаты: Было отмечено статистически значимое клиническое улучшение у пациентов, получавших активную ТМС (группа I), по сравнению с исходной оценкой шкалы оценки детского аутизма (CARS) и после лечения ($p \leq 0,05$). Наблюдалось легкое улучшение без существенной разницы между пациентами, получавшими активную ТМС (группа I) и пациентами, получавшими фиктивную ТМС (группа II), и обе группы получали речевую терапию в отношении CARS после лечения. Наблюдалась значительная разница в улучшении между двумя группами в зависимости от зрительного контакта ($p \leq 0,05$). Наблюдалось значительное улучшение ответа экзаменатора ($p \leq 0,05$). Наблюдалось легкое улучшение без статистически значимой разницы во внимании между двумя группами. Была значительная разница в улучшении между двумя группами в соответствии с активной выразительной речью. Между двумя группами не было статистически значимой разницы в пассивном словарном запасе.

Заключение: Повторяющаяся транскраниальная магнитная стимуляция (рТМС) левой нижней лобной извилины может быть безопасным и эффективным способом улучшения речи при РАС. Совместное применение рТМС и стандартной речевой терапии может привести к более быстрому улучшению языкового прогресса у детей с РАС.

Ключевые слова: Транскраниальный, Аутизм, Магнитная стимуляция, Язык

Фон

Расстройство аутистического спектра (РАС) — это нарушение развития нервной системы. Основные признаки РАС включают нарушения социальных контактов, а также ограниченные и повторяющиеся привычки и действия, начиная с раннего периода развития. [1](#). Большинству пациентов с РАС где-то в жизни дают психотропные препараты. [2](#).

Оценка РАС сосредоточена на выводах и поведенческих оценках с использованием руководств по диагностике и статистике психических расстройств (DSM) или Международной классификации болезней (МКБ). Сети мозга, ответственные за высокоуровневые способности, которые нарушены как часть основных особенностей РАС, сложны, и для их эффективного включения требуется несколько областей мозга. Таким образом, патофизиология РАС определенно связана с нарушением функционирования и интеграции нейронных цепей дальнего действия. [3](#). Речевые навыки с РАС могут варьироваться от невербальных до сильно идиосинкразических языковых навыков с эхолалией. Поэтому любые усилия

* Переписка: mohameddarwish@hotmail.com

¹Кафедра фониатрии, медицинский факультет, Университет Танта, Танта, Эль-Гарбия, Египет
Полный список сведений об авторе доступен в конце статьи.



© Автор(ы). 2021 Открытый доступ Эта статья находится под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International License, которая разрешает использование, совместное использование, адаптацию, распространение и воспроизведение на любом носителе или в любом формате при условии, что вы укажете первоначальных авторов и источник, а также ссылку на лицензию Creative Commons и указать, были ли внесены изменения. Изображения или другие сторонние материалы в этой статье включены в лицензию Creative Commons на статью, если иное не указано в кредитной строке материала. Если материал не включен в лицензию Creative Commons статьи, а ваше предполагаемое использование не разрешено законом или выходит за рамки разрешенного использования, вам необходимо получить разрешение непосредственно от правообладателя. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, посетите <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

важно вызвать речь у вербальных детей с РАС для социальных взаимодействий и дальнейшей жизни.4].

Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) представляет собой неинвазивную систему фокальной стимуляции мозга, в которой локализованные внутричерепные электрические токи, достаточно сильные, чтобы деполяризовать ограниченную популяцию нейронов, производятся быстро меняющимися магнитными полями.5]. ТМС может быть новым инструментом реабилитации при РАС.6]. ТМС может применяться в виде одиночных импульсов, импульсов или повторяющихся импульсов (rTMS). ТМС безопасен и хорошо переносится.7].

Это исследование было направлено на оценку роли повторяющихся ТМС в развитии речи у детей с РАС.

Методы

Это рандомизированное контрольное клиническое исследование было проведено на тридцати пациентах с аутизмом (20 мужчин и 10 женщин); их возраст колебался от 3 до 10 лет, так как это возраст языкового производства; после этого возраста улучшения речи не происходит. Эти случаи были представлены в поликлинику Фониатрического отделения и дочерних больниц в период с октября 2018 г. по октябрь 2019 г. после получения разрешения институционального этического комитета, и у родителей всех пациентов было получено информированное согласие.

Критерии исключения включали: возраст старше 10 лет и младше 3 лет; другие заболевания, влияющие на развитие речи, такие как нарушения слуха и двигательные нарушения с повреждением головного мозга (ВДМН); любые противопоказания к ТМС, такие как эпилепсия, нейрохирургические операции в анамнезе, лица с металлическими материалами в качестве кардиостимуляторов и пластин, как в кохлеарном импланте, получающие транквилизаторы, отказавшиеся от включения в исследование и находящиеся под другими направлениями лечения.

Пациенты были случайным образом разделены с помощью сгенерированных компьютером случайных чисел и запечатанных непрозрачных конвертов на две равные группы (15 пациентов): группа I подвергалась rTMS и речевой терапии, а группа II подвергалась фиктивной ТМС и речевой терапии. Всем больным были проведены: (I) элементарные диагностические процедуры: (А) опрос родителей и полный тщательный сбор анамнеза, включая личный анамнез; жалобы и анализ симптомов; пренатальный, натальный и постнатальный анамнез; история развития; история настоящего заболевания: основные черты РАС, предыдущая история и семейная история аналогичного состояния. (Б) Общий осмотр. (С) Исследование голосового тракта. (D) осмотр ушей и носа. (E) Неврологическое обследование, чтобы исключить любой неврологический дефицит. (II) Клинические диагностические средства: (А) психометрия:8] было сделано до и после лечения; что касается психики, то мы не проводим тесты ИО для детей с аутизмом, так как она маскируется их гиперактивностью и стереотипными повторяющимися движениями. (B) Аудиологическая оценка: с использованием аудиометрии чистого тона и подтверждающей вызванной реакции.

аудиометрия при необходимости. (С) Языковая оценка: с использованием теста на арабский язык [9] включая оценку зрительного контакта, реакцию на экзаменатора и подчинение простому приказу, оценку внимания, а также пассивную и активную языковую оценку до и после лечения.

(III) Протокол ТМС: пациенты получали настоящую ТМС или фиктивную стимуляцию в Центре психиатрии и неврологии Университетской больницы Танта (ТУН). rTMS вводят еженедельно в течение 4 недель над левой нижней лобной корой (IFC). ТМС вводят на низкой частоте 1,0 Гц и 70% моторного порога (МП), всего 1800 импульсов за дневной сеанс с 20 сериями по 90 импульсов в каждой. Между поездками будет 20-секундный интервал. Продолжительность каждого сеанса 40 мин. Пробная стимуляция проводится точно в соответствии с международной стимуляцией положения электрода 10-20 ЭЭГ.

Сайт стимуляции

Область Брока в левой нижней лобной извилине (LIFG), представленная как F5 в системе 10–20 расположения электродов ЭЭГ.

Расчет моторного порога (МП) каждого пациента

МП устанавливается для каждого полушария всех участников с аутизмом путем увеличения производительности стимулятора на 5% до того, как будет заметно первое дорсальное межкостное подергивание.

Имитация стимуляции проводилась в том же положении, мощности и частоте с катушкой, расположенной под углом 45° к черепу, что создавало внутримозговое напряжение около 1/3 активной стимуляции ТМС.

Сеансы языковой терапии

Это было сделано для групп I и II; каждый пациент получил три сеанса в неделю. Сессия была разделена на две фазы: фаза практики и фаза активности следующим образом: (1) фаза практики, расчетное время (15–20 мин). Положите на стол три карточки разных смысловых групп (например, кот, банан и мячик), затем вняттым голосом попросите ребенка давать по одной карточке, чтобы убедиться, что ребенок их знает. (2) Фаза активности, расчетное время (20 мин). Использовались высоко мотивирующие действия, например, дробление машин, имитация приготовления пищи и сборка кубиков. Цель состояла в том, чтобы помочь детям полюбить игровые движения и выражения, производимые клиницистом. Языковая терапия продолжалась в течение 3 месяцев.

статистический анализ

Данные были получены, закодированы, сведены в таблицы и введены в Статистический пакет социальных наук (IBM SPSS) версии 21. Нормальность данных сначала была проверена с помощью теста Шапиро-Уилка. Существуют две формы статистического анализа: (1) количественные данные: среднее значение и стандартное отклонение для параметрических данных. Медиана, минимум и максимум были рассчитаны для непараметрических данных. (2) Качественные данные были представлены отправлено с использованием частоты и соотношения. Сравнение данных

две согласованные группы (до и после) были выполнены с использованием критерия количественных данных Уилкоксона и критерия качественных данных хи-квадрат. $P < 0,05$ считалось важным.

Полученные результаты

Что касается демографических данных (возраст и пол), между двумя группами были незначительные различия (табл. 1).

Нет существенной разницы между двумя группами в отношении базовой психометрической оценки перед началом сеансов ТМС по шкале CARS. Что касается пост-лечения, то CARS показывает небольшое улучшение без существенной разницы между двумя группами. Имеется статистически значимое клиническое улучшение в группе I при сравнении исходной оценки CARS и после лечения в той же группе (табл. 2, $p \leq 0,05^*$).

Нет существенной разницы между двумя группами в отношении исходной клинической оценки в соответствии с зрительным контактом, реакцией на экзаменатора, выполнением простых приказов и вниманием. Клиническая оценка после лечения показала значительное улучшение между двумя группами в зависимости от зрительного контакта ($p \leq 0,05^*$). В I группе пациенты с нарушением зрительного контакта составили 6,6%, а во II группе - 46,7%. По хорошему зрительному контакту в I группе (33,3%) были достигнуты лучшие результаты, чем во II группе (13,3%). Наблюдается значительное улучшение ответа на вопросы экзаменатора ($p \leq 0,05^*$), так как 60% во II группе не ответили по сравнению с 13% в I группе, а 33,3% в I группе имели хороший ответ против 6,7% во II группе. Согласно вниманию, было небольшое улучшение без статистически значимой разницы между двумя группами. Что касается параметра подчинения простому порядку, между двумя группами не было никаких изменений (рис. 1 и 2).

Не было существенной разницы между двумя группами в отношении базовой языковой оценки в соответствии с пассивным словарным запасом и активным словарным запасом (экспрессивная речь). После языковой оценки лечения существует значительная разница в улучшении между двумя группами в соответствии с активной выразительной речью, поскольку

невербальные пациенты во II группе составили 53,3%, а в I группе - 6,7%. Пациенты, которые могли произнести одно слово, в группе I составили 6,7%, а в группе II - 13,3%. Пациентов, которые могли произнести 2–5 отдельных слов, было равно в обеих группах по 13,3%. Между двумя группами была значительная разница в отношении пациентов, произносивших 6–10 слов: в I группе их было 46,7%, а во II группе — 6,7%. Что касается больных, произнесших более 10 слов, то в I группе их было 26,7%, во II группе - 13,3%. По пассивному словарю было небольшое улучшение, но без статистически значимой разницы между двумя группами (табл. 3 и 4)

Обсуждение

ТМС — это успешный новый метод исследования и лечения PAC. Недавние исследования показывают, что измерения ТМС включают быстрые неинвазивные маркеры патофизиологии PAC. Более того, повторная ТМС (рТМС) может быть инновационным терапевтическим методом для уменьшения любого из центральных и связанных с ним симптомов PAC [3].

В нашем исследовании мы использовали rTMS в области Брока LIFG для усиления языковых и речевых нарушений при PAC, поскольку эта область классически называется областью моторной речи и участвует в обучении и имитации поведения. Он также, по-видимому, поддерживает поведение последовательности. Зона Брока, возможно, развилась для межличностного контакта посредством движений и голоса. Развитие и интерпретацию речи можно назвать высокоразвитым методом сопоставления выполнения действий и наблюдения, и это одна из широкого спектра функций, выполняемых зоной Брока, в соответствии с Nishitani et al. [10]. Подобно Фекто и др. [11], которые использовали идентичную стандартную процедуру ТМС в плацебо-контролируемом исследовании с участием 10 взрослых с синдромом Аспергера (АСП) и 10 безопасных участников. Они выбрали область Брока, затем разделили ее на оперкулярную часть и треугольную часть; однако в нашем исследовании мы стимулировали зону Брока в целом [11]. Маранголо [12] выбрали ту же область, за исключением ухода за пациентами с хронической афазией, и результаты гарантировали, что лечение усилило информативное выражение у людей с хронической афазией [12]. По сравнению с нашим исследованием, Yang et al. [13] и Ассади [14] стимулировали левую нижнюю теменную долю (левая-IPL), которая тесно связана с другими областями коры тракатами белого вещества, такими как верхний продольный пучок, играющий важную роль в обработке аффективных лиц, а также дугообразный пучок, что очень важно для зрительно-пространственного и языкового. Таким образом, нацеливание на левую область IPL обеспечивает возможность лечения нестабильности в системе зеркальных нейронов, а также нарушений речи и аффективной обработки [13, 14].

В нашем исследовании мы использовали одностороннюю рТМС на левой стороне Брока, когда Fecteau et al. [11] использовали двустороннюю рТМС, и их контраст между правым и левым показал

Таблица 1 Социально-демографические данные пациентов, включенных в исследование.

Характеристики	Группа I (n=15)		Группа II (n=15)		Сиг. тест	P
Возраст (в годах)					T	0,313
Среднее ± стандартное отклонение	5,13±1,89		5,92±2,33		-1,026	
Диапазон	3,0–10,0		3,0–10,0			
Пол					X2	0,946
Женский	4	26,7%	6	40,0%	0,600	
Мужской	11	73,3%	9	60,0%		

х: критерий хи-квадрат, т-тест независимой выборки, Сиг. значительный, n: число, %: процент

Таблица 2 Сравнение исходной оценки CARS и после лечения

ЛЕГКОВЫЕ АВТОМОБИЛИ		Группа I (n=15)		Группа II (n=15)		X ²	P
		N	%	N	%		
Базовый уровень	Неаутичный	0	0%	0	0%	1,222	0,269
	От легкой до умеренной	10	66,7%	7	46,7%		
	От умеренной до тяжелой	5	33,3%	8	53,3%		
После лечения	Неаутичный	4	26,7%	2	13,3%	0,844	0,789
	От легкой до умеренной	7	46,7%	8	53,3%		
	От умеренной до тяжелой	4	26,7%	5	33,3%		
X ²		6.189		2,759			
P		0,045*		0,252			

х² критерий хи-квадрат, ЛЕГКОВЫЕ АВТОМОБИЛИ шкала оценки детского аутизма, n число, % процент
* Значительный, p ≤ 0,05

что гТМС для левой треугольной части значительно улучшила способность добровольцев ASP называть имена [11]. В текущем исследовании рТМС проводилась с использованием международного метода 10-20 ЭЭГ, который является более актуальным, в отличие от Fecteau et al. [11], с помощью анатомической магнитно-резонансной томографии головного мозга каждого человека, которая более эффективна при обнаружении области мозга [9]. Один Гц был выбран в качестве частоты стимуляции и 70% силы стимулирующего производства, как и в других связанных исследованиях, таких как Fecteau et al. [11], которые сообщили, что эта форма стимуляции удерживает мощность стимуляции ниже МТ в качестве дополнительной защиты из-за повышенного риска судорог в этой выборке. [11]. Джордж и др. [15] обнаружил еще одну этическую проблему, связанную с добавлением гТМС к детскому мозгу, который все еще находится в стадии разработки. Это широко

поняли, что мозг ребенка — это не только уменьшенная версия мозга взрослого, и клинические методы лечения, такие как рТМС, могут иметь уникальное, неожиданное и, возможно, длительное влияние на развитие нервной системы. [15]. В отличие от нашего исследования, Yang et al. [13] и Ассади [14] использовали высокочастотную рТМС и 80% силу стимулирующей продукции, но в более старших возрастных группах, начиная с 17-летнего возраста [13,14].

Что касается концентрации и соблюдения основных команд, между двумя группами нет существенного разрыва, и это было предсказано, поскольку наше исследование не было нацелено на их конкретные области мозга. В то время как в других исследованиях, включая Gómez et al. [16] и Abd alrahman et al. [17] которые использовали CARS в оценке. Даже Абд аль-Рахман и др. [17] результаты продемонстрировали

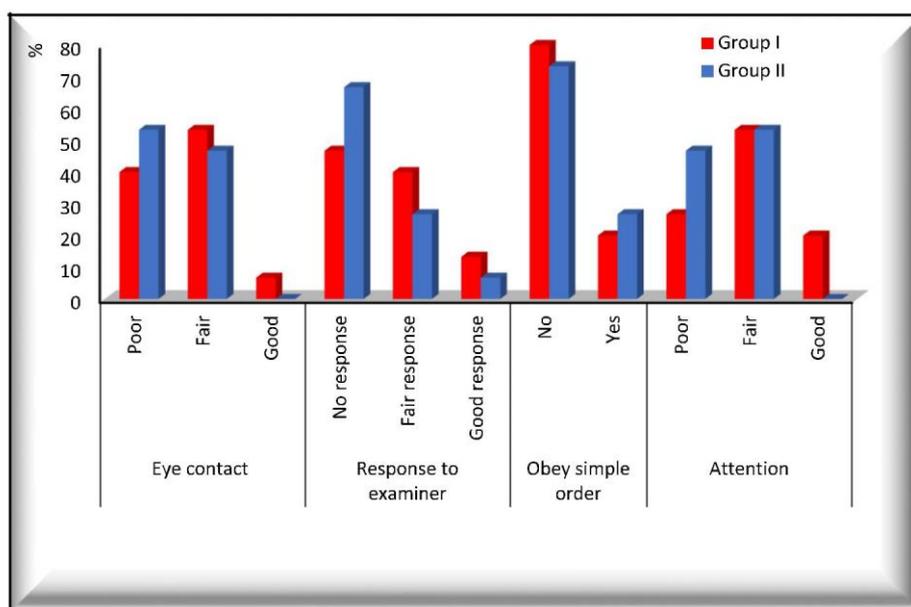


рисунок 1 Сравнение двух групп в отношении исходной клинической оценки

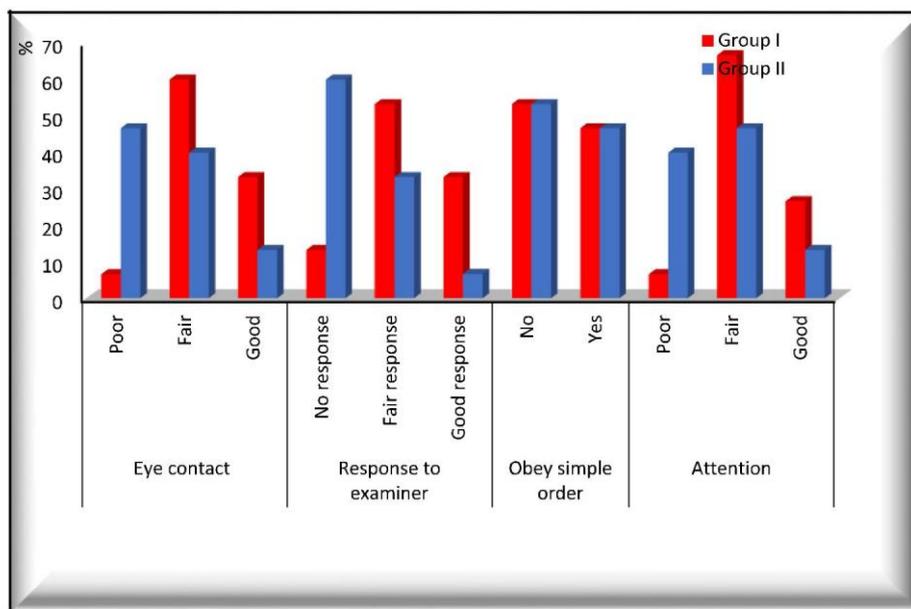


Рис. 2 После лечения клиническая оценка между двумя группами

существенное увеличение серьезности клинических симптомов РАС, за исключением уровня активности и реакции организма и использования [17]. Гомес и др. [16] результаты также продемонстрировали существенное снижение повторной активности и менее значительные изменения социального дефицита. Оба предпочитали стимуляцию дорсолатеральной префронтальной коры (ДЛПФК) для улучшения поведения. [16].

В нашем исследовании использовался тест на арабский язык для оценки изучения языка в целом. Таким образом, Ассади [14] использовали шкалу оценки экспрессивного словарного запаса и метод исполнительных функций Делиса-Каплана (D-KEFS), тест на беглость речи (D-KEFS беглость речи) и тестировали только экспрессивную речь [14]. Что касается языковой оценки, было отмечено незначительное клиническое увеличение пассивного

оценки языка не имела статистического значения, поскольку мы не нацеливались на регион Вернике. Однако активно-экспрессивная речь в группе I была значительно повышена, и прогнозировалось, что это даст лучший эффект по сравнению с группой II за счет выбора соответствующего возраста, области мозга и подходящего уровня стимула. $p < 0,05^*$). Как сообщают Fecteau et al. [11], использование rTMS для левой треугольной части значительно улучшило результат называния добровольцев ASP [9]. Даже Ян и др. [13] и Ассади [14] обладают улучшенными языковыми способностями, в то время как они использовали высокочастотную rTMS, нацеленную на зеркальные нейроны в левой нижней теменной доле (левая-IPL) с, возможно, улучшенной социальной реактивностью. [13,14]. Кроме того, Марачев и Григорьева [18] продемонстрировал более быструю динамику

Таблица 3 Базовая языковая оценка

Базовая языковая оценка		Группа I (n=15)		Группа II (n=15)		X ²	P
		N	%	N	%		
Пассивный словарный запас	Плохо по всем параметрам	1	6,7%	5	33,3%	3.611	0,167
	Знать членов семьи	2	13,3%	1	6,7%		
	Знать 1–5/20 семантических компонентов	5	33,3%	4	26,7%		
	Знать 5–10/20	2	13,3%	2	13,3%		
	Более 10	5	33,3%	3	20,0%		
Активный словарь Выразительный язык	Невербальный	3	20,0%	8	53,3%	4.549	0,337
	1 слово	4	26,7%	3	20,0%		
	2–5	4	26,7%	1	6,7%		
	5–10	2	13,3%	1	6,7%		
	Более 10 слов	2	13,3%	2	13,3%		

х² критерий хи-квадрат, n число, % процент

Таблица 4 Оценка языка после лечения

Оценка языка после лечения		Группа I (n=15)		Группа II (n=15)		X ²	p
		N	%	N	%		
Пассивный словарный запас	Плохо по всем параметрам	1	6,7%	4	26,7%	8.179	0,085
	Знать членов семьи	1	6,7%	1	6,7%		
	Знать 1–5/20 семантических компонентов	1	6,7%	5	33,3%		
	Знать 6–10/20	3	20,0%	2	13,3%		
	Более 10	9	60,0%	3	20,0%		
Активный словарь Выразительный язык	Невербальный	1	6,7%	8	53,3%	10.944	0,027*
	1 слово	1	6,7%	2	13,3%		
	2–5	2	13,3%	2	13,3%		
	6–10	7	46,7%	1	6,7%		
	Более 10 слов.	4	26,7%	2	13,3%		

x² критерий хи-квадрат, n число, % процент

* Статистически значимый, p ≤ 0,05

изменение речевой функции, лучший фокус и поведенческий порядок при использовании высокочастотной rTMS по сравнению с DLPFC в сочетании с обычной логопедической терапией. [18]. Однако Фекто и соавт. [11] отметили значительное ухудшение эффективности имени у добровольцев ASP, когда rTMS воздействовала на левую часть круговой мышцы [11]. Одним из ограничений в этом исследовании был небольшой размер выборки. Кроме того, протоколом исследования было 4 сеанса TMS, и необходимы дальнейшие исследования для изучения ее отдаленных результатов у этих пациентов, в дополнение к выбору международной системы 10-20 ЭЭГ для локализации зоны Брока, и будущие исследования должны сочетать стимуляцию мозга с методами нейровизуализации, такие как эмиссионная томография положения TMS и функциональная магнитно-резонансная томография TMS, чтобы быть более точными.

Заключение

Повторяющаяся TMS над левой лобной извилиной может быть безопасным и эффективным способом расширения словарного запаса PAC. Совместное использование rTMS и стандартной речевой терапии может способствовать более быстрому изменению языкового прогресса у детей с PAC.

Сокращения

АСД: Расстройство аутистического спектра; TMS: транскраниальная магнитная стимуляция; АВТОМОБИЛИ: Шкала оценки детского аутизма; МКБ: Международная классификация болезней; IFC: нижняя лобная кора; MT: порог двигателя; FDI: первый дорсальный межкостный; IBM SPSS: Статистический пакет для социальных наук; LIFG: левая нижняя лобная извилина; АСФ: синдром Аспергера; Левая IPL: левая нижняя теменная доля; DLPFC: дорсальная латеральная префронтальная кора; D-KEFS: система исполнительных функций Делиса-Каплана; D-KEFS Verbal Fluency: задание на беглость речи

Благодарности

Непригодный

Вклад авторов

Неотложная помощь отделения психиатрии играет роль в разработке. Ассистент проф. MD и NB, а также преподаватель фониатрии доктор С.С. играют равную роль в разработке, работе, статистическом анализе и написании рукописи. Авторы прочитали и одобрили рукопись к публикации.

Финансирование

Это исследование не получило специального гранта от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом или некоммерческом секторах.

Наличие данных и материалов

Все данные, полученные или проанализированные в ходе этого исследования, включены в эту опубликованную статью [и ее дополнительные информационные файлы].

Декларации

Согласие на публикацию

Согласие на публикацию этих данных дали их родители или законный представитель; это было письменное согласие от всех рассмотренных случаев.

Этическое одобрение и согласие на участие

Квазиэкспериментальное исследование было проведено после одобрения Комитета по этике исследований медицинского факультета отделения фониатрии Университета Танта (номер ссылки не применим) на тридцати пациентах с аутизмом (20 мужчин и 10 женщин); их возраст варьировался от 3 до 10 лет, они были доставлены в амбулаторную клинику отделения фониатрии, университетские больницы Танта и дочерние больницы в период с октября 2018 года по октябрь 2019 года.

Все родители пациентов или законные опекуны были проинформированы о цели исследования, и им была полностью объяснена процедура. У родителей каждого ребенка было получено письменное информированное согласие на то, что они знают тип оценки и обучения, а также продолжительность данной программы обучения, предоставляемой их ребенку.

Конкурирующие интересы

Авторы заявляют, что у них нет конкурирующих интересов.

Сведения об авторе

Кафедра фониатрии, медицинский факультет, Университет Танта, Танта, Эль-Гарбия, Египет. Кафедра психиатрии, медицинский факультет, Университет Танта, Танта, Эль-Гарбия, Египет.

Получено: 27 сентября 2020 г. Принято: 10 мая 2021 г.

Published online: 09 June 2021

Рекомендации

- Association AP (2013) Диагностическое и статистическое руководство по психическим расстройствам (DSM-5®). Американский психиатрический паб. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Хоус О.Д., Рогдаки М., Финдон Дж.Л., Учирс Р.Х., Чарман Т., Кинг Б.Х., Лот Э., Макалонан Г.М., Маккракен Дж.Т., Парр Дж.Р., Пови С., Сантош П., Уоллес С., Simonoff E, Murphy DG (2018) Расстройство аутистического спектра: согласованные рекомендации по оценке, лечению и исследованиям от британцев

Ассоциация психофармакологии. *J Psychopharmacol* 32 (1): 3–29. <https://doi.org/10.1177/0269881117741766>

3. Оберман Л.М., Энтикотт П.Г., Казанова М.Ф., Ротенберг А., Паскуаль-Леоне А., Маккракен Дж.Т. и др. (2016) Транскраниальная магнитная стимуляция при расстройствах аутистического спектра: проблемы, перспективы и дорожная карта для будущих исследований. *Аутизм Рез.* 9(2):184–203. <https://doi.org/10.1002/aur.1567>
4. Mody M, Belliveau JW (2013) Речевые и языковые нарушения при аутизме: понимание поведения и нейровизуализации. *N Am J Med Sci* 5: 157–160
5. Вагнер Т., Валеро-Кабре А., Паскуаль-Леоне А. (2007) Неинвазивная стимуляция мозга человека. *Annu Rev Biomed Eng* 9 (1): 527–565. <https://doi.org/10.1146/annurev.bioeng.9.061206.133100>
6. Оберман Л.М., Ротенберг А., Паскуаль-Леоне А. (2015) Использование транскраниальной магнитной стимуляции при расстройствах аутистического спектра. *Ж Аутизм Dev Disord* 45 (2): 524–536. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1960-2>
7. Hong YH, Wu SW, Pedapati EV, Horn PS, Huddleston DA, Laue CS и др. (2015) Безопасность и переносимость тета-стимуляции по сравнению с одиночной и парной импульсной транскраниальной магнитной стимуляцией: сравнительное исследование 165 детей. *Передний шум Neurosci* 9: 29–35
8. Schopler E, Reichler R, DeVellis R, Daly K (1980) На пути к объективной классификации детского аутизма: шкала оценки детского аутизма (CARS). *Ж Аутизм Dev Disord* 10 (1): 91–103. <https://doi.org/10.1007/BF02408436>
9. Котби М.Н., Хайри А., Барака М., Рифайе Н., Эль-Шобари А. (1995) август. Языковое тестирование арабоязычных детей. В: Материалы XXIII всемирного конгресса Международной ассоциации логопедов и фониатрии, стр. 236–266.
10. Нишитани Н., Шюрманн М., Амунтс К., Хари Р. (2005) Область Брока: от действия к языку. *Физиология (Bethesda, Мэриленд)* 20: 60–69
11. Fecteau S, Agosta S, Oberman L, Pascual-Leone A (2011) Стимуляция мозга в области Брока по-разному модулирует навыки называния у нейротипичных взрослых и людей с синдромом Аспергера. *Eur J Neurosci* 34(1):158–164. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2011.07726.x>
12. Marangolo P (2013) tDCS над левой нижней лобной корой улучшает производство речи при афазии. *Передний шум Neurosci* 7: 539–555
13. Yang Y, Wang H, Xue Q, Huang Z, Wang Y (2019) Высокочастотная повторяющаяся транскраниальная магнитная стимуляция, применяемая к теменной коре для низкофункциональных детей с расстройством аутистического спектра: серия случаев. *Передний Психика* 10: 293–300. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00293>
14. Ассади М., Дэйв Дж., Леоне П., Реджал Н., Куртин А. (2020) Улучшение поведенческих и лингвистических показателей результатов при расстройствах аутистического спектра с помощью нейронавигационной транскраниальной магнитной стимуляции: пилотное исследование. *Дж. Клин Невроски* 74: 151–154. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2020.02.005>
15. Джордж М.С., Белмейкер Р.Х. (2007) Транскраниальная магнитная стимуляция в клинической психиатрии. *Американский психиатрический паб*, стр R12
16. Гомес Л., Видаль Б., Марагото К., Моралес Л.М., Беррильо С., Вера Куэста Х., Баес М., Денис М., Марин Т., Кабрера Ю., Санчес А., Аларкон К., Сельгера М., Льянес Ю., Диего Л., Робинсон М. (2017) Неинвазивная стимуляция мозга для детей с расстройствами аутистического спектра: исследование краткосрочных результатов. *Behav Sci* 7 (3): 63. <https://doi.org/10.3390/bs7030063>
17. Abd Alrahman AI, AAM G, Eifekey TIM (2019) Изучение влияния повторяющейся транскраниальной магнитной стимуляции на выборку детей с расстройством аутистического спектра. *Египетская больница J Med* 76 (7): 4493–4498. <https://doi.org/10.21608/ejhm.2019.44832>
18. Марачев М., Григорьева А. (2019) Применение транскраниальной магнитной стимуляции при расстройствах аутистического спектра с преобладанием нарушений речи. *Brain Stimul: Basic, Transl Clin Res Neuromodul* 12: 579

Примечание издателя

Springer Nature остается нейтральной в отношении юрисдикционных претензий в опубликованных картах и институциональной принадлежности.

Submit your manuscript to a SpringerOpen[®] journal and benefit from:

- Convenient online submission
- Rigorous peer review
- Open access: articles freely available online
- High visibility within the field
- Retaining the copyright to your article

Submit your next manuscript at ► [springeropen.com](https://www.springeropen.com)