

Новые подходы к лечению цервикальной дистонии. Концепция двойного навигационного контроля

Коваленко А.П.¹, Залялова З.А.², Иволгин А.Ф.³

¹ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова», Санкт-Петербург; ²ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань; ³ФГБУ «3-й Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневецкого» Минобороны России, Красногорск, Московская область
¹Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6; ²Россия, 420012, Казань, ул. Бутлерова, 49; ³Россия, 143420, Московская область, Красногорск, п. Новый, 1

Цервикальная дистония (ЦД) — самый распространенный тип фокальной дистонии (до 50% случаев от числа всех дистоний). Основным методом лечения ЦД — инъекции ботулинического нейротоксина (БонТ). Однако эффективность и переносимость ботулинотерапии при ЦД в первую очередь зависят от определения целевых мышц и точности мышечных инъекций БонТ. В публикации представлены данные литературы и собственный клинический опыт использования навигации при инъекциях БонТ при ЦД.

По мнению большинства авторов, применение ультразвукового (УЗ-) навигационного оборудования, а также аппаратуры для электромиографии (ЭМГ) объективно повышает эффективность лечения ЦД и снижает вероятность развития нежелательных явлений. Впервые предложены алгоритм диагностики и лечения ЦД, основанный на использовании метода двойного (ЭМГ- и УЗ-) навигационного контроля, вариант определения сравнительной активности мышц по интенсивности ЭМГ-сигнала и оформление индивидуально-го «паспорта» ЦД. Показаны возможности анализа УЗ-картины мышц, составления точной схемы лечения, целевого введения БонТ, использования неинъекционного ЭМГ-электрода. Представлены четыре клинических случая, демонстрирующих преимущества метода двойного (ЭМГ- и УЗ-) контроля перед навигационным способом введения и проведения инъекции под ЭМГ-контролем.

Предложенный алгоритм диагностики и лечения ЦД позволяет повысить эффективность лечения, оптимизировать затраты на препараты БонТ и диагностическое оборудование (инъекционную ЭМГ-иглу).

Ключевые слова: цервикальная дистония; ботулинический нейротоксин; ультразвук; электромиография; навигационный контроль инъекции; оценка дистонической активности.

Контакты: Александр Павлович Коваленко; kvlnko73@gmail.com

Для ссылки: Коваленко АП, Залялова ЗА, Иволгин АФ. Новые подходы к лечению цервикальной дистонии. Концепция двойного навигационного контроля. Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2021;13(6):124–131. DOI: 10.14412/2074-2711-2021-6-124-131

Novel approaches to the treatment of cervical dystonia. The concept of dual navigation control

Kovalenko A.P.¹, Zalyalova Z.A.², Ivolgin A.F.³

¹S.M. Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg; ²Kazan State Medical University, Ministry of Health of Russia, Kazan;

³A.A. Vishnevsky 3rd Central Military Clinical Hospital, Ministry of Defense of Russia, Krasnogorsk, Moscow region

¹6, Academician Lebedev St., Saint Petersburg 194044, Russia; ²49, Butlerov St.,

Kazan 420012, Russia; ³1, p. Noviy, Krasnogorsk 143420, Moscow region, Russia

Cervical dystonia (CD) is the most common type of focal dystonia (up to 50% of all dystonia cases). Botulinum neurotoxin (BoNT) injections is the treatment choice for CD. However, the effectiveness and tolerability of botulinum therapy in CD depends on the correct choice of target muscles and the accuracy of the BoNT injection. The publication presents literature data and our own clinical experience regarding the use of navigation in BoNT injections in CD.

According to the majority of authors, the use of navigation equipment, such as ultrasound (US) and electromyography (EMG), definitely increases the effectiveness of CD treatment and reduces the likelihood of adverse events. For the first time, an algorithm for the diagnosis and treatment of CD is proposed, based on the use of the method of «double- (EMG and US) guided navigation», a variant for determining the comparative activity of muscles by the intensity of the EMG signal and the design of an individual «passport» of the CD. The possibilities of analyzing the US of muscles, drawing up an accurate treatment regimen, targeted administration of BoNT, and using a non-injectable EMG electrode are shown. We present 4 clinical cases demonstrating the advantages of the double- (EMG+US) guided navigation method over the EMG-guided navigation for injection. The proposed algorithm for the diagnosis and treatment of CD makes it possible to increase the effectiveness of treatment, optimize the costs of BoNT and diagnostic equipment (injection EMG needle).

Keywords: cervical dystonia; botulinum neurotoxin; ultrasound; electromyography; guided navigation for injection; dystonic activity assessment.

Contact: Aleksandr Pavlovich Kovalenko; kvlnko73@gmail.com

For reference: Kovalenko AP, Zalyalova ZA, Ivolgin AF. Novel approaches to the treatment of cervical dystonia. The concept of dual navigation control. Nevrologiya, neiropsikhiatriya, psikhosomatika = Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics. 2021;13(6):124–131. DOI: 10.14412/2074-2711-2021-6-124-131

Цервикальная дистония (ЦД) — наиболее распространенная форма дистонического гиперкинеза, встречается с частотой до 20 случаев на 100 тыс. человек. Как правило, дебют ЦД приходится на возраст 35–43 года, диагноз ЦД очевиден. Тем не менее у 50% пациентов диагноз «дистония» устанавливается только через год, а у 24% — через 5 лет от возникновения первых проявлений заболевания [1, 2].

Согласно существующим рекомендациям по лечению ЦД, инъекции ботулинического нейротоксина (БонТ) относятся к терапии первой линии с доказанными эффективностью и безопасностью [3, 4]. Около половины пациентов после лечения БонТ возвращаются к трудовой деятельности, 56% — абсолютно удовлетворены, 25% — удовлетворены, а 20% — не удовлетворены результатами лечения [5]. К причинам неудовлетворенности относится недостаточный или непродолжительный эффект от инъекций. Таким образом, в 45% случаев не удается добиться полного избавления пациента от симптомов ЦД, что, прежде всего, связано со сложностью диагностического анализа сформированного мышечного паттерна ЦД и особенностями применения препаратов БонТ [5–7].

Работа Герхарда Райхеля и соавт. [8], посвященная верификации паттернов ЦД, позволила дифференцировать любую возможную траекторию движения шеи и головы (рис. 1), выделяя мышцы, ответственные за формирование позы. Всего выделено 10 основных форм патологической установки головы и шеи плюс дополнительно — подъем плеча и лопатки. Сочетание этих паттернов может давать до 730 индивидуальных форм ЦД, каждую из которых определяет патологическая активность различных мышц и множества их сочетаний [7]. Очевидно, что попытка ориентироваться только на внешний вид пациента и выбор из формализованного списка мышц, отвечающих за конкретный мышечный паттерн, особенно в сложных случаях, минимизируют эффективность лечения.

Таким образом, первостепенными в повышении эффективности лечения ЦД являются полноценность определения дистоничных мышц и точность инъекции в них.

Введение иглы в соответствии с анатомическими ориентирами традиционно было наиболее часто используемым методом инъекций БонТ [9, 10]. Этот метод заключается в пальпации мышц, выявлении в них повышенного тонуса или сокращения, определении возможных мышц, вовлеченных в феноменологию дистонической позы [11]. Также принимаются во внимание некоторые анатомические ориентиры для определения мышечных мишеней. Этот метод требует глубоких знаний анатомии шеи, и при этом в него вносят погрешность физические характеристики каждого пациента, поэтому точность и побочные эффекты существенно зависят от опыта специалиста. Единственное преимущество, которым обладает этот метод, — экономия времени при проведении процедуры.

Исследования с использованием игольчатой электромиографии (ЭМГ) при обследовании пациентов с ЦД показали, что одного клинического обследования недостаточно для определения того, какие мышцы вносят вклад в дистоническое движение [12]. Без применения ЭМГ специалисты по двигательным расстройствам правильно идентифицировали только 59% активных мышц. Выбор неправильных мышц и неточность инъекции объясняют, почему у некоторых пациентов наблюдается недостаточный эффект и развиваются нежелательные явления [12, 13].

Особенность использования ЭМГ в качестве метода диагностики и навигации при лечении ЦД заключается в том, что игла вводится в проекции мышц, выбранных при предварительном осмотре, на ту глубину, на которой будет получен звуковой сигнал, свидетельствующий о дистонической активности мышцы. Этот подход исключает попадание в сложно ориентированные или тонкие мышцы, такие, например, как *m. obliquus capitis inferior* и *m. longissimus cervicis*. Даже при инъекции в проекции крупных мышц при регистрации дистонической активности специалист достоверно не знает, в какой мышце он находится; это хотя и позволяет добиться достаточного лечебного эффекта, но не дает уверенности в точности верификации инъекцированной мышцы. ЭМГ помогает выявить гиперреактивность мышцы при попадании в нее, но не позволяет точно нацелиться и попасть в конкретную мышцу и не может помочь нам избежать травматизации анатомических структур шеи, таких как кровеносные сосуды (позвоночная артерия, сонная артерия или яремные вены), шейное сплетение, блуждающий нерв или корешки спинномозговых нервов. Это является еще одним важным ограничением ЭМГ как навигационного инструмента для инъекций БонТ [14, 15]. В перспективе, при последующих инъекциях, специалист может заблуждаться в оценке роли ранее выбранных им на основании ЭМГ-активности мышц, в формировании того или иного фенотипа ЦД и спровоцировать возникновение более сложных, комбинированных паттернов.

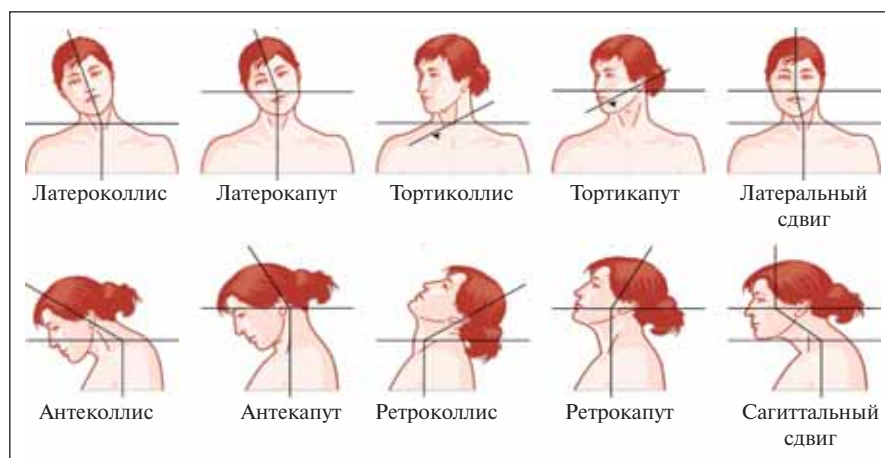


Рис. 1. Клинические формы цервикальной дистонии [8]
Fig. 1. Clinical forms of cervical dystonia [8]

¹Цветные рисунки к этой статье представлены на сайте журнала: nnp.ima-press.net

Исключительное использование ЭМГ-контроля обладает еще одним очень серьезным недостатком — это безграничное доверие к сигналу и действие только под его «аккомпанемент». В работе врача исчезает самое главное — осознанный клинический поиск и стремление к совершенству диагностики. В таком случае клинический разбор паттернов, их динамичность и индивидуальность практически не учитываются. Кроме того, использование ЭМГ значительно удорожает процедуру ботулинотерапии, что связано со стоимостью электромиографических инъекционных игл.

Таким образом, даже при возможности выполнения ЭМГ при этом подходе имеется ряд серьезных недостатков: высокая стоимость, недостаточное качество диагностики и риск травматизации сосудов и нервов шеи.

Отсутствие технических возможностей на долгие годы зафиксировало этот диагностический алгоритм, и, несмотря на известные недостатки, применение ЭМГ было лучшим, что можно было использовать при лечении ЦД. В последнее время произошло бурное развитие и освоение методов визуального навигационного контроля инъекций (ультразвук и компьютерная томография). Они позволяют визуализировать мышцы, которые были ранее идентифицированы клинически и феноменологически связаны с аномальными позами [8, 16–21], но и сейчас не сформулировано предложений по усовершенствованию технологии диагностики и лечения ЦД.

Метод ультразвуковой (УЗ-) навигации уже занял свои прочные позиции при ботулинотерапии спастичности, потеснив ЭМГ-контроль [22]. Основным преимуществом УЗ-исследования (УЗИ) перед ЭМГ является возможность точной инъекции в выбранную мышцу и контроля достоверного распределения БоНТ в ней.

Известны косвенные УЗ-признаки, позволяющие выявить дистоничную мышцу: регистрация ее сокращения в момент выполнения УЗИ или билатеральное сравнение одноименных мышц, которое позволяет выявить асимметричность их УЗ-картины — гипертрофию или гиперэхогенность одной из них [22]. Гипертрофия мышц указывает на наиболее гиперактивные мышцы, участвующие в аномальной позе или движении. Вывод о дистонической активности делается после сравнения толщины данной мышцы с одноименной контралатеральной. Повышение интенсивности эхо-сигнала в дистоничной мышце представляет собой изменения, вызванные развитием внутримышечно-

го фиброза или уменьшением количества межклеточной жидкости в результате длительного мышечного спазма [22–25].

Но косвенные признаки не могут являться достаточным критерием для выбора мышцы-мишени при ЦД, поскольку нам необходимо знать и функциональную активность мышцы. И в этом ЭМГ обладает несомненными преимуществами перед УЗ-диагностикой, так как позволяет определить дистоническую активность в области введения иглы, имея при этом несомненный недостаток: она не позволяет удостовериться в том, что игла находится именно в активной мышце.

Еще одним преимуществом УЗИ перед ЭМГ является минимизация побочных эффектов, поскольку УЗИ позволяет визуализировать нервы и сосуды в режиме реального времени, что позволяет избежать травм анатомических структур, таких как шейное сплетение, яремная вена, сонная или позвоночная артерия и др. [22, 26, 27].

Очевидно, что каждый из методов обладает своими преимуществами и недостатками, которые в значительной мере ограничивают совершенствование качества диагностики и лечения.

Решение этой коллизии заключается в одномоментном использовании двух методов навигации: ЭМГ и УЗИ. При применении такого варианта «двойного контроля» использование УЗ-навигации позволяет верифицировать любую мышцу и таргетно ввести в нее ЭМГ-иглу, тем самым проверяя активность мышцы. Методы, дополняя друг друга, создают полноценную диагностическую картину паттерна ЦД. Последовательная проверка всех мышц, способных обеспечить данное патологическое движение или позу, дает уникальную возможность создания индивидуального «паспорта» ЦД с выявлением конкретных дистонических мышц, что позволяет подобрать индивидуальную схему лечения для данного пациента.

Одной из удачных методических находок последнего времени является градация звука дистонической активности мышц в процентах или в «крестах» в зависимости от интенсивности ЭМГ-сигнала. Несмотря на то что оценка производится субъективно в зависимости от выявленной в процессе конкретного исследования экстремумов различной интенсивности сигнала от минимального до максимального, у специалиста появляется возможность распределить мышцы по степени их участия в формировании паттерна дистонии (табл. 1).

Составление индивидуального «паспорта» ЦД при первичном осмотре позволяет минимизировать время следующих инъекционных сессий и не использовать при них ЭМГ, пользуясь только УЗ-навигацией, или использовать ЭМГ лишь в случае изменения дистонического паттерна. Это значительно удешевляет процедуру введения БоНТ, исключая затраты на инъекционную ЭМГ-иглу.

Возможен подход, при котором благодаря УЗ-навигации появляется возможность полного отказа от затрат на инъекционную ЭМГ-иглу. Для этого при выявлении дистонических мышц

Таблица 1. Пример заполнения «паспорта» дистонического паттерна ЦД

Table 1. An example of dystonic pattern «passport» in CD

Паттерн	Мышцы	УЗИ		ЭМГ-активность
		гипертрофия	гиперэхогенность	
Тортиколлис	SCM	+		++
	SC	+		+++
Тортикапут	OCI			+++
Подъем лопатки	LS	+	+	+

Примечание. SCM — m. sternocleidomastoideus; SC — m. splenius capitis; OCI — m. obliquus capitis inferior; LS — m. levator scapulae.

достаточно воспользоваться обычным ЭМГ-электродом, но вводимым под УЗ-контролем. Создание списка активных мышц позволит сделать инъекции в них позже, руководствуясь только УЗ-навигацией, если фенотип ЦД остается неизменным. При изменении паттерна методологию можно модифицировать, как при первичном подборе схемы лечения.

Создание «паспорта» ЦД увеличивает время работы с пациентом при первичной диагностике, но значительное повышение качества лечения, уменьшение времени работы с пациентом во время последующих инъекционных сессий и удешевление лечения перекрывают этот недостаток.

Еще одним преимуществом регистрации УЗ-картины и активности ЭМГ является возможность отслеживания динамики состояния мышц в процессе лечения и создания полноценного реестра пациентов с качественной историей наблюдений.

Приводим несколько клинических наблюдений.

Пациент Т., 21 года (табл. 2, рис. 2). Начало лечения БоНТ через 5 мес после появления первых симптомов. Сочетание паттернов: правосторонние латеро- и тортиколлис, подъем лопатки и плеча справа. Оценка ЦД по Шкале спастической кривошеи Западного Торонто (Toronto Western Spasmodic Torticollis Rating Scale, TWSTRS) — 30 баллов. Выбор мышц-мишеней осуществлялся по форме движения и под контролем ЭМГ. На протяжении 2 лет наблюдения клиническая картина динамически изменялась, эффект был недостаточен и нестойкий, имелась тенденция к изменению формы паттерна. Эффективность разных инъекционных сессий различалась, что приводило к постоянному изменению доз и списка мышц-мишеней. Использовался препарат Диспорт. Дозы достигали 1000–1200 ЕД. TWSTRS — 24 балла. Удовлетворенность пациента и родственников лечением низкая. На 6-й инъекционной сессии, через 2 года лечения, в методику проведения инъекционных сессий введена УЗ-навигация. Составление индивидуального «паспорта» пациента выявило повышение гиперэкстензии *m. longissimus cervicis* справа. Таргетное введение в нее ЭМГ-иглы показало активность «+++».

Изменение рецептуры введения позволило добиться наилучшего эффекта. TWSTRS — 3 балла. Общая доза Диспорта снизилась до 700 ЕД. Использование данной схемы в течение года привело к устойчивой ремиссии, сохраняющейся на протяжении 3 лет. TWSTRS — 0 баллов, абсолютная удовлетворенность лечением.

Пациент П., 43 лет (табл. 3, рис. 3). Пациент в течение 6 лет наблюдался у разных специалистов, получал лечение БоНТ, без должного эффекта. При осмотре диагностирован ретроколлис. TWSTRS — 34 балла. Исполь-

зовался препарат Диспорт, введение под контролем ЭМГ с выраженным эффектом, но добиться полного исправления положения головы и шеи не удавалось. Дозы достигали 1000–1200 ЕД. TWSTRS — 18 баллов. Комплексное применение УЗИ и ЭМГ позволило верифицировать мышцы введения и откорректировать рецептуру. Уточнить активность в *mm. trapezius* и *levator scapulae*, *m. sternocleidomastoideus*. Общая доза сохранилась на уровне 1000–1200 ЕД. TWSTRS — 3 балла, абсолютная удовлетворенность лечением.

Таблица 2.

«Паспорт» дистонического паттерна ЦД пациента Т., 21 года

Table 2.

A dystonic pattern «passport» of a 21-year-old male patient T. with CD

Паттерн	Мышцы	ЭМГ-активность	Диспорт, ЕД
Тортиколлис вправо	SCM sin.,	++	150
	SC dex.	++	200
Латероколлис вправо	Long. cerv. dex.	+++	150
Подъем лопатки справа	LS dex.	+	200

Примечание. SCM sin. — *m. sternocleidomastoideus sinister*; SC dex. — *m. splenius capitis dexter*; Long. cerv. dex. — *m. longissimus cervicis dexter*; LS dex. — *m. levator scapulae dexter*.

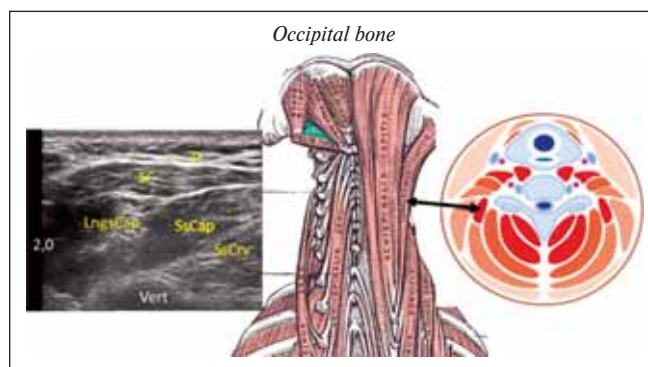


Рис. 2. Расположение *m. longissimus capitis et cervicis* на экране УЗ-сканера, в анатомическом атласе и на схеме среза шеи на уровне C_1

Fig. 2. The location of *m. longissimus capitis et cervicis* on the screen of the US-scanner, in the anatomical atlas and on the diagram of the neck section at the C_1 level

Таблица 3.

«Паспорт» дистонического паттерна ЦД пациента П., 43 лет

Table 3.

A dystonic pattern «passport» of a 43-year-old male patient P. with CD

Паттерн	Мышцы с обеих сторон	ЭМГ-активность	Диспорт, с обеих сторон в каждую мышцу, ЕД
Ретроколлис	SCM	+	50
	SC	+++	300
	S/s cap. et cerv.	++	100
Подъем надплечий и лопаток	LS	+	50
	Tr	+++	100

Примечание: SCM — *m. sternocleidomastoideus*; SC — *m. splenius capitis*; S/s cap. et cerv. — *mm. semispinalis capitis et cervicis*; LS — *m. levator scapulae*; Tr — *m. trapezius*.



Рис. 3. Расположение мышц задней поверхности шеи на экране УЗ-сканера

Fig. 3. The location of the muscles of the back of the neck on the screen of the US-scanner

Таблица 4. «Паспорт» дистонического паттерна ЦД пациентки В., 40 лет

Table 4. *A dystonic pattern «passport» of a 40-year-old female patient V. with CD*

Паттерн	Мышцы	ЭМГ-активность	Диспорт, ЕД
Тортиколлис влево	SCM dex.	++	150
	SC sin.	+++	300
Тортикапут влево	OCI sin.	+++	120

Примечание. SCM dex. — *m. sternocleidomastoideus dexter*; SC sin. — *m. splenius capitis sinister*; OCI sin. — *m. obliquus capitis inferior sinister*.



Рис. 4. Расположение *m. obliquus capitis inferior* в анатомическом атласе и на экране УЗ-сканера (уровень CII)

Fig. 4. The location of *m. obliquus capitis inferior* in the anatomical atlas and on the screen of the US-scanner (C_{II} level)

Таблица 5. «Паспорт» дистонического паттерна ЦД пациентки Д., 37 лет

Table 5. *A dystonic pattern «passport» of a 37-year-old female patient V. with CD*

Паттерн	Мышцы	ЭМГ-активность	Диспорт, ЕД
Тортиколлис вправо	SCM sin.	++	150
	SC dex.	++	200
	S/s cerv.	+++	200
	et multifidii sin.	+++	100
Подъем лопатки справа	LS dex.	++	150

Примечание. SCM sin. — *m. sternocleidomastoideus sinister*; SC dex. — *m. splenius capitis dexter*; S/s cerv. et multifidii sin. — *m. semispinalis cervicis et multifidii sinistri*; LS dex. — *m. levator scapulae dexter*.

Пациентка В., 40 лет (табл. 4, рис. 4). Обратилась с жалобами на насильственный поворот головы и шеи влево, заболела около года назад. При осмотре диагностирован тортиколлис. TWSTRS – 39 баллов, угол поворота головы – 60–70°. Выполнена инъекция Диспорта в *m. sternocleidomastoideus sinister* и *m. splenius capitis dexter* – 150 и 300 ЕД соответственно, без инструментального контроля. На контрольном осмотре через 21 день диагностировано улучшение, но достигнуть среднего положения головы не удалось; угол поворота головы – около 30°. Анализ с использованием меток показал, среднее положение шеи. Сделан вывод о наличии дополнительного паттерна в виде тортикапута. Под контролем УЗИ в *m. obliquus capitis inferior sinister* введена ЭМГ-игла; получена дистоническая активность на «+++». Введено 120 ЕД Диспорта. На контрольном осмотре через 21 день зафиксировано среднее положение головы и шеи. Общая доза Диспорта – 570 ЕД. TWSTRS – 5 баллов, пациентка лечением удовлетворена.

120

is sinister; OCI sin. —

Пациентка Д., 37 лет (табл. 5).

Обратилась с жалобами на насильственный поворот головы и шеи вправо и наклон назад. При осмотре диагностирован правосторонний тортиколиз с элементами ретроколлеса и подъемом лопатки справа. TWSTRS — 36 баллов. Выполнены инъекции Диспорта в *mm. sternocleidomastoideus sinister, splenius capitis dexter et levator scapulae dexter* (200, 300 и 200 ЕД соответственно) под ЭМГ-контролем. На контрольном осмотре через 21 день диагностировано незначительное улучшение. Латероколлиз сохранился в значительной степени. TWSTRS — 26 баллов. Диагностический поиск с использованием двойного контроля выявил дистоническую активность «+++» в *mm. semispinalis cervicis et multifidi sinistri*. Во время следующего визита (через 12 нед) схема лечения была скорректирована. Общая доза Диспорта — 800 ЕД. На контрольном осмотре через 21 день зафиксировано среднее положение головы и шеи. TWSTRS — 5 баллов, абсолютная удовлетворенность лечением.

Обсуждение

Еще 5–6 лет назад никто не высказывал идеи о возможности системного использования УЗИ для навигации при лечении ЦД. В клинических рекомендациях по диагностике и лечению дистонии, изданных в России в 2014 г., упомянуты только 12 мышц, участвующих в паттернах ЦД, и ЭМГ как единственный метод навигации инъекций БоНТ [28]. При этом уже в 2016 г. мы стали все активнее использовать УЗИ для верификации мышц и определяли до 18 мышц шеи. Тогда же начала складываться идея применения «двойного (ЭМГ- и УЗИ-) контроля» инъекций [11, 21, 22, 29].

Не подлежит сомнению, что в настоящее время наметился и происходит переход на качественно новый уровень диагностики и лечения ЦД, связанный с осознанием необходимости комбинации методов УЗ- и ЭМГ-контроля. Об этом свидетельствуют активность нарабатываемых практик специалистов разных стран и появление первых независимых друг от друга публикаций [11, 17, 21, 22, 29–31], в которых упомянуто использование и УЗ-, и ЭМГ-контроля при лечении ЦД. Одними из первых являются работа S.K. Allison и I.R. Odderson 2016 г. [29], в которой описывается подход к лечению антеколлеса, и обзорная работа A. Castagna и A. Albanese 2019 г. [11]. В последующие 2 года вышли еще две работы: в 2020 г. — работа M. Farrell и соавт. [30], также посвященная лечению антеколлеса, а в 2021 г. — обзорная публикация G. Salazar и соавт. [31], в которой достаточно подробно с практической точки зрения разобраны возможности ЭМГ- и УЗ-навигации. Следует отметить, что предложенный в нашей работе алгоритм диагностики ЦД, вариант определения сравнительной активности мышц по интенсивности ЭМГ-сигнала и оформление индивидуального «паспорта ЦД» еще не встречались в литературе (рис. 5).

Хотя ЦД часто представляет собой терапевтическую проблему из-за сложности определения мышц, участвующих в аномальной позе, и имеются сообщения о побочных эффектах и неэффективности инъекций БоНТ, у таких пациентов не всегда используется инструментальное введение и часто отдается предпочтение безнавигационному ручному введению иглы, несмотря на доказанные лучшие результаты, полученные с использованием таких инструментов, как

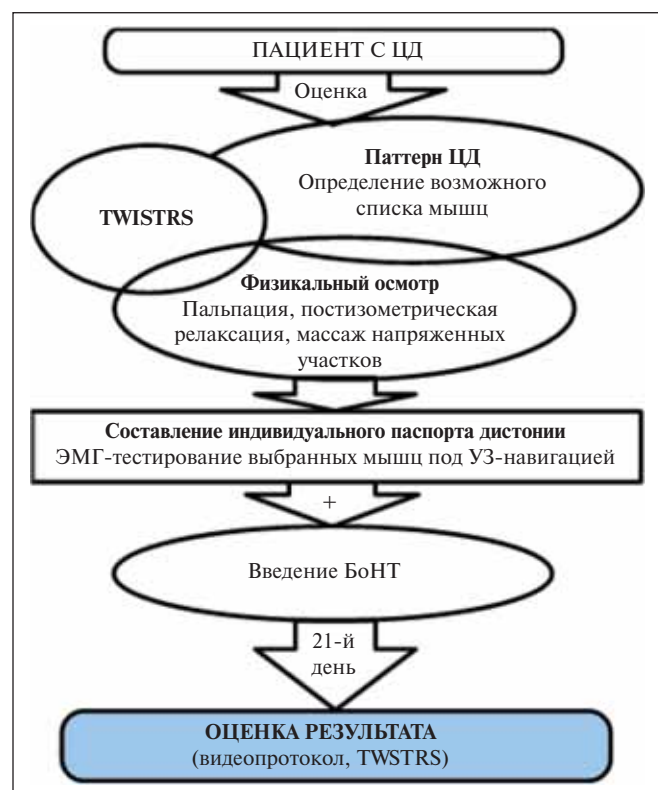


Рис. 5. Алгоритм диагностики ЦД
Fig. 5. CD diagnostic algorithm

ЭМГ и УЗИ, и в особенности при их комбинации [9, 11, 13–17, 22]. Точность инъекций БоНТ и, соответственно, эффективность явно снижаются, когда инструментальная навигация не используется, а побочные эффекты, очевидно, усиливаются, что отражено в большинстве публикаций [9, 11, 13–17, 22, 25–31]. В то время как УЗ-устройства технически совершенствуются каждый год и становятся все более доступными, степень использования УЗ-навигации в клинической практике ботулинотерапии ЦД все еще явно недостаточна. Повышение доступности и упрощение технических устройств (ЭМГ- и УЗ-приборов) должно повлиять и на облегчение обучения владению ими врачей, что скажется на повышении эффективности и переносимости терапии БоНТ у пациентов с ЦД. Исследования, посвященные доказательству преимуществ навигационного контроля, в особенности при использовании «двойного (ЭМГ- и УЗ-) контроля», все еще необходимы и могут помочь более активному внедрению этих методик.

В настоящее время на территории Российской Федерации для лечения ЦД зарегистрировано несколько препаратов ботулотоксина типа А. Наиболее часто используются абоботулотоксин А (Диспорт), онаботулотоксин А (Ботокс) и инкоботулотоксин А (Ксеомин). Выбор препарата Диспорт во всех представленных клинических случаях был связан с широкой доказательной базой (метаанализ наблюдательных исследований; n=920) в сфере лечения ЦД; в частности, отмечалось стойкое статистически значимое уменьшение числа баллов по TWISTRS: -12,9 (95% ДИ от -13,9 до -11,8) на 4-й неделе инъекционного цикла и -3,2 (95% ДИ от -3,8 до -2,7) в конце цикла. При этом средний срок до повторного лечения составил 14 нед [32].

Использование метода «двойного контроля», позволяя рассмотреть и проверить прицельно активность каждой мышцы, впервые со всей очевидностью показывает условность паттернов ЦД. При анализе приведенных нами клинических случаев заметно, что некоторые мышцы активны в разных паттернах, а некоторые паттерны возникают при сочетании действия нескольких нетипичных для этой клинической картины мышц. Очевидно, что по мере все большего использования этого диагностического алгоритма значимость соотнесения индивидуальной формы ЦД с конкретным паттерном будет снижаться.

Заключение

Комплексное использование УЗ- и ЭМГ-навигации (двойной контроль) при ЦД позволяет: выполнить предварительный анализ УЗ-картины мышц; верифицировать с помощью ЭМГ степень дистонической активности мышц; составить точную схему лечения; выполнить таргетное введение иглы в мышцу-мишень; контролировать и анализировать изменение мышцы в процессе лечения БоНТ и при динамическом наблюдении; использовать неинъекционную ЭМГ-иглу.

Предложенный алгоритм диагностики и лечения ЦД, включающий в себя метод «двойного (ЭМГ- и УЗ-) навигационного контроля» с определением сравнительной активности мышц по интенсивности ЭМГ-сигнала и оформление индивидуального «паспорта» ЦД, позволяет повысить эффективность лечения, оптимизировать затраты на препараты БоНТ и диагностическое оборудование (инъекционную ЭМГ-иглу).

1. Залялова ЗА. Современные классификации мышечных дистоний, стратегия лечения. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2013;113(3):85-9. [Zalialova ZA. Current classifications of dystonies, treatment strategy. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2013;113(3):85-9 (In Russ.)].
2. Comella C, Bhatia K. An international survey of patients with cervical dystonia. *J Neurol*. 2015;262(4):837-48. doi: 10.1007/s00415-014-7586-2. Epub 2015 Jan 22.
3. Albanese A, Asmus F, Bhatia K, et al. EFNS guidelines on diagnosis and treatment of primary dystonias. *Eur J Neurol*. 2011 Jan;18(1):5-18. doi: 10.1111/j.1468-1331.2010.03042.x
4. Тимербаяева СЛ, редактор. Азбука ботулинотерапии. Москва; 2014. [Timerbayeva SL, editor. *Azbuka botulinoterapii* [The alphabet of botulinum therapy]. Moscow; 2014 (In Russ.)].
5. Sethi K, Rodriguez R, Olayinka B. Satisfaction with botulinum toxin treatment: a cross-sectional survey of patients with cervical dystonia. *J Med Econom*. 2012;15(3):419-23. doi: 10.3111/13696998.2011.653726. Epub 2012 Jan 18.
6. Иволгин АФ, Авсейцева ТЮ. Цервикальная дистония: пути повышения эффективности ботулинотерапии. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2020;120(6):137-43. doi: 10.17116/jnevro2020120061137 [Ivolgin AF, Avseitseva TYu. Cervical dystonia: ways to improve the effectiveness of botulinum therapy. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2020;120(6):137-43. doi: 10.17116/jnevro2020120061137 (In Russ.)].
7. Залялова ЗА, Юсупова ЭР. Возможности восстановительной медицины при цервикальной дистонии. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2021;13(4):103-8. doi: 10.14412/2074-2711-2021-4-103-108 [Zalialova ZA, Iusupova ER. Rehabilitation approaches in cervical dystonia. *Nevrologiya, neiropsikhiatriya, psikhosomatika = Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2021;13(4):103-8. doi: 10.14412/2074-2711-2021-4-103-108 (In Russ.)].
8. Reichel G, Stenner A, Jahn A. The Phenomenology of Cervical Dystonia. *Fortschr Neurol Psychiatr*. 2009 May;77(5):272-7. doi: 10.1055/s-0028-1109416. Epub 2009 May 5.
9. Schnitzler A, Roche N, Denormandie P, et al. Manual Needle Placement: Accuracy of Botulinum Toxin A Injections. *Muscle Nerve*. 2012 Oct;46(4):531-4. doi: 10.1002/mus.23410
10. Santamato A, Micello MF, Panza F, et al. Can Botulinum Toxin Type A Injection Technique Influence the Clinical Outcome of Patients with Post-Stroke Upper Limb Spasticity? A Randomized Controlled Trial Comparing Manual Needle Placement and Ultrasound-Guided Injection Techniques. *J Neurol Sci*. 2014 Dec 15;347(1-2):39-43. doi: 10.1016/j.jns.2014.09.016. Epub 2014 Sep 19.
11. Castagna A, Albanese A. Management of cervical dystonia with botulinum neurotoxins and EMG/ultrasound guidance. *Neurol Clin Pract*. 2019 Feb;9(1):64-73. doi: 10.1212/CPJ.0000000000000568
12. O'Brien CF. Injection Techniques for Botulinum Toxin Using Electromyography and Electrical Stimulation. *Muscle Nerve*. 1997;6:S176-80. doi: 10.1002/(SICI)1097-4598(1997)6<+176::AID-MUS12>3.0.CO;2-4
13. Lee LH, Chang WN, Chang CT. The Finding and Evaluation of EMG-Guided BOTOX Injection in Cervical Dystonia. *Acta Neurol Taiwan*. 2004 Jun;13(2):71-6.
14. Werdelin L, Dalager T, Fuglsang-Frederiksen A, et al. The Utility of EMG Interference Pattern Analysis in Botulinum Toxin Treatment of Torticollis: A Randomised, Controlled and Blinded Study. *Clin Neurophysiol*. 2011 Nov;122(11):2305-9. doi: 10.1016/j.clinph.2011.04.012. Epub 2011 Jun 1.
15. Gelb DJ, Yoshimura DM, Olney RK, et al. Change in Pattern of Muscle Activity Following Botulinum Toxin Injections for Torticollis. *Ann Neurol*. 1991 Apr;29(4):370-6. doi: 10.1002/ana.410290407
16. Picelli A, Roncari L, Baldessarelli S, et al. Accuracy of Botulinum Toxin Type A Injection into the Forearm Muscles of Chronic Stroke Patients with Spastic Flexed Wrist and Clenched Fist: Manual Needle Placement Evaluated Using Ultrasonography. *J Rehabil Med*. 2014 Nov;46(10):1042-5. doi: 10.2340/16501977-1871
17. Ko YD, Yun SI, Ryoo D, et al. Accuracy of Ultrasound-Guided and Non-Guided Botulinum Toxin Injection into Neck Muscles Involved in Cervical Dystonia: A Cadaveric Study. *Ann Rehabil Med*. 2020 Oct;44(5):370-7. doi: 10.5535/arm.19211. Epub 2020 Sep 28.
18. Picelli A, Bonetti P, Fontana C, et al. Accuracy of Botulinum Toxin Type A Injection into the Gastrocnemius Muscle of Adults with Spastic Equinus: Manual Needle Placement and Electrical Stimulation Guidance Compared Using Ultrasonography. *J Rehabil Med*. 2012 May;44(5):450-2. doi: 10.2340/16501977-0970
19. Stenner A, Reiche G. A New Classification of Cervical Dystonia for Botulinum Toxin Therapy: The Col Cap Concept. *Movement Disord*. 2015;357:e288. doi: 10.1016/j.jns.2015.08.1006
20. Tsui JK. Cervical Dystonia. In: Tsui JK, Calne D, editors. *Handbook of Dystonia*. New York: Marcel Dekker, Inc.; 1995. P. 115-27.
21. Walter U, Dressler D. Ultrasound-Guided Botulinum Toxin Injections in Neurology: Technique, Indications and Future Perspectives. *Expert Rev Neurother*. 2014 Aug;14(8):923-36. doi: 10.1586/14737175.2014.936387. Epub 2014 Jul 21.
22. Коваленко АП, Мисиков ВК. Атлас ультразвуковой визуализации мышц для ботулинотерапии. Спастика. Диагностика и лечение: Методическое руководство. Москва — Санкт-Петербург; 2020. 264 с. ISBN 978-5-9909968-0-9 [Kovalenko AP, Misikov VK. *Atlas ul'trazvukovoy vizualizatsii myshts dlya botulinoterapii. Spastichnost'. Diagnostika i lecheniye: Metodicheskoye rukovodstvo* [Atlas of ultrasound imaging of muscles for botulinum toxin therapy. Spasticity. Diagnosis and treatment: Methodological guidance]. Moscow — St. Petersburg; 2020. 264 p. ISBN 978-5-9909968-0-9 (In Russ.)].
23. Reimers K, Reimers CD, Wagner S, et al. Skeletal Muscle Sonography: A Correlative Study of Echogenicity and Morphology. *J Ultrasound Med*. 1993 Feb;12(2):73-7. doi: 10.7863/jum.1993.12.2.73
24. Pillen S, Tak RO, Zwartz MJ, et al. Skeletal Muscle Ultrasound: Correlation between Fibrous Tissue and Echo Intensity. *Ultrasound Med Biol*. 2009 Mar;35(3):443-6. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2008.09.016. Epub 2008 Dec 10.
25. Reimers CD, Schlotter B, Eicke BM, Witt TN. Calf Enlargement in Neuromuscular Diseases: A Quantitative Ultrasound Study in 350 Patients and Review of the Literature. *J Neurol Sci*. 1996 Nov;143(1-2):46-56. doi: 10.1016/s0022-510x(96)00037-8
26. Franchi MV, Longo S, Mallinson J, et al. Muscle Thickness Correlates to Muscle Cross-Sectional Area in the Assessment of Strength Training-Induced Hypertrophy. *Scand J Med Sci Sports*. 2018 Mar;28(3):846-53. doi: 10.1111/sms.12961. Epub 2017 Sep 21.
27. Watanabe Y, Yamada Y, Fukumoto Y, et al. Echo Intensity Obtained from Ultrasonography Images Reflecting Muscle Strength in Elderly Men. *Clin Interv Aging*. 2013;8:993-8. doi: 10.2147/CIA.S47263. Epub 2013 Jul 25.
28. Гусев ЕИ, Гехт АБ, редакторы. Клинические рекомендации по диагностике и лечению дистонии. Утверждены решением Президиума Всероссийского общества неврологов 17.06.2014 г. Москва; 2014. 26 с. [Gusev EI, Gekht AB, editors. *Klinicheskiye rekomendatsii po diagnostike i lecheniyu distonii. Utverzhdeny resheniyem Prezidiuma Vserossiyskogo obshchestva nevrologov 17.06.2014 g.* [Clinical practice guidelines for the diagnosis and treatment of dystonia. Approved by the decision of the Presidium of the All-Russian Society of Neurologists on June 17, 2014]. Moscow; 2014. 26 p. (In Russ.)].

29. Allison SK, Odderson IR. Ultrasound and Electromyography Guidance for Injection of the Longus Colli With Botulinum Toxin for the Treatment of Cervical Dystonia. *Ultrasound Q.* 2016 Sep;32(3):302-6. doi: 10.1097/RUQ.0000000000000226
30. Farrell M, Karp BI, Kassavetis P, et al. Alter Management of Anterocapitis and Anterocollis: A Novel Ultrasound Guided Approach Combined with Electromyography for Botulinum Toxin Injection of Longus Colli and Longus Capitis. *Toxins.* 2020 Sep 30;12(10):626. doi: 10.3390/toxins12100626
31. Salazar G, Ferreiro S, Fragoso M, et al. Ultrasound and Electromyography as Guidance Tools for the Botulinum Toxin Therapy in Cervical Dystonia. *J Behav Brain Sci.* 2021 Feb;11(2):49-57. doi: 10.4236/jbbs.2021.112004
32. Trosch RM, Misra VP, Maisonnobe P, Om S. Impact of abobotulinumtoxinA on the clinical features of cervical dystonia in routine practice. *Clin Park Relat Disord.* 2020 Jun 15;3:100063. doi: 10.1016/j.prdoa.2020.100063. eCollection 2020.

Поступила/отрецензирована/принята к печати
Received/Reviewed/Accepted
17.08.2021/30.09.2021/08.10.2021

Заявление о конфликте интересов/Conflict of Interest Statement

Статья спонсируется компанией «ИПСЕН». Конфликт интересов не повлиял на результаты исследования. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать. Все авторы принимали участие в разработке концепции статьи и написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами.

This article has been supported by «IPSEN». The conflict of interest has not affected the results of the investigation. The authors are solely responsible for submitting the final version of the manuscript for publication. All the authors have participated in developing the concept of the article and in writing the manuscript. The final version of the manuscript has been approved by all the authors.

Коваленко А.П. <https://orcid.org/0000-0001-5762-5632>

Залялова З.А. <https://orcid.org/0000-0001-8718-7266>

Иволгин А.Ф. <https://orcid.org/0000-0002-8849-680X>