

НЕЙРОМОТОРНЫЕ ДИСКИНЕЗИИ В НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОМ ОТОБРАЖЕНИИ

А.С.Стариков

Рязанский государственный медицинский университет
имени академика И.П.Павлова

Представлено функциональное состояние периферического двигательного нейрона при атетозе, хореоатетозе, торсионной дистонии до и после стереотаксических операций.

Экспериментальная нейрофизиология с большой тщательностью детализировала элементы периферического двигательного нейрона и структуры нейромышечной периферии. Выделены тормозные интернейроны Реншоу, фазические и тонические альфа-мотонейроны, иннервирующие быстрые и медленные экстрафузальные мышечные волокна. Обособлены статические и динамические гамма-мотонейроны, которые управляются рубро-ретикуло-спинальным путем и иннервируют интрафузальные мышечные волокна. Последние образуют уникальный рецептор - мышечное веретено. Это единственный рецептор в организме, имеющий моторную иннервацию. Сухожильные рецепторы Гольджи и мышечные веретена служат своеобразными датчиками для измерения напряжения и длины мышцы [15].

Перечисленные структуры принимают участие в регуляции двигательного акта в норме [5, 6, 14], а также играют роль в оформлении произвольных насильственных движений [1, 2, 4, 10, 11].

В настоящей работе ставилась задача оценить функциональное состоя-

ние периферического звена двигательного анализатора при нейромоторных дискинезиях и показать его функциональную перестройку после стереотаксических операций.

Материалы и методы

Изучено 17 подростков и молодых людей с атетозом, хореоатетозом и торсионной дистонией в возрасте от 10 до 22 лет. Использовали методы хронаксиметрии и электромиографии. Применяли электронный хронаксиметр типа "Биофизприбор" и электромиограф фирмы "Медикор". Спонтанные и вызванные мышечные потенциалы регистрировали по общепринятым методикам. Все больные были оперированы стереотаксическим методом. Улучшение достигнуто у 14 больных. Применяли стереотаксические аппараты отечественной конструкции [4, 9]. Стереотаксическими мишенями служили вентролатеральная группа ядер таламуса, поля Н1, Н2 Фореля, неопределенная зона, зубчатое ядро мозжечка.

Результаты и их обсуждение

Хронаксиметрия выполнена у 9 больных, из которых у 5 человек уста-

новлена торсионная дистония, и у 4 лиц - атетоз и хореоатетоз. Обследована контрольная группа из 8 здоровых лиц. Исследовались локтевой сгибатель кисти, общий разгибатель пальцев и локтевой нерв (табл. 1).

Определялось достоверное ($p < 0,01-0,05$) увеличение реобазы мышц, что соответствует литературным данным [3, 7]. Выявлен умеренно выраженный нервномышечный гетерохронизм. Уменьшение электрической возбудимости мышц и нервномышечный гетерохронизм затрудняют передачу возбуждения с аксона на мышечное волокно. Таким образом, нейромышечная периферия противодействует реализации насильственных движений.

После оперативного вмешательства обнаружено достоверное ($p < 0,01$) укорочение хронаксии общего разгибателя пальцев, за счет чего стала более отчетливой энтидифференцировка. Отмечено уменьшение нервномышечного гетерохронизма до $1,7 \pm 0,4$, что отражало облегченную передачу возбуждения в пределах нервномышечного аппарата и соответствовало клиническому лечебному эффекту операции.

Регистрация биоэлектрической активности мышц проведена у 17 больных. У 6 больных выявлен атетоз, у 6 больных - хореоатетоз, у 5 больных - торсионная дистония. Исследуемые мышцы и применяемые функциональные пробы представлены в табл. 2, 3. Коэффициенты реципрокности и адекватности определялись по методике Л.Г. Охнянской и А.А. Комаровой [8].

На верхних конечностях исследовались поверхностный сгибатель пальцев, общий разгибатель пальцев и двуглавый сгибатель плеча. На "здоровой" стороне у больных с гемиатетозом амплитуда биопотенциалов находи-

лась в пределах нормы [12, 13], за исключением пассивного растяжения мышцы и пробы на реципрокность иннервации.

При пассивном растяжении двуглавой мышцы плеча отмечалось достоверное ($p < 0,05$) по сравнению с состоянием покоя усиление электрогенеза до 82 ± 35 мкВ. Нарушались координационные отношения между антагонистами. Коэффициент реципрокности общего разгибателя пальцев равнялся $128 \pm 31\%$. Коэффициент адекватности сгибателя пальцев составил $92 \pm 2,5\%$. Полученные данные служили в качестве исходных для сравнения ЭМГ-показателей, установленных в последующих исследованиях.

У больных с дискинезиями амплитуда ЭМГ сгибателей рук в покое достигала 103 ± 35 мкВ, что достоверно превышало контрольные показатели и отражало мощность непроизвольного мышечного сокращения. Дыхательная и синергическая пробы также сопровождалась возрастанием электрогенеза сгибателей рук в пределах $85 \pm 11 - 130 \pm 32$ мкВ ($p < 0,01-0,05$). Электромиографическая регистрация рефлекса на растяжение двуглавого сгибателя плеча выявила увеличение амплитуды осцилляций до 180 ± 40 мкВ ($p < 0,05$). Эта функциональная проба значительно больше других способствует возбуждению мышечных веретен [15] и отражает высокую возбудимость гамма-мотонейронов, которые иннервируют интрафузальные мышечные волокна.

В сгибателях верхних конечностей не было электромиографических признаков пареза, однако, нарушались координационные отношения между антагонистами. Коэффициент адекватности поверхностного сгибателя пальцев достигал $125 \pm 60\%$.

Амплитуда ЭМГ общего разгибателя пальцев в покое составила 60 ± 49

Таблица 1
Хронаксиметрические показатели

	Контрольная группа		До операции		После операции	
	Реобаза (В.)	Хронаксия (мсек)	Реобаза (В.)	Хронаксия (мсек)	Реобаза (В.)	Хронаксия (мсек)
Число исследований	16	16	13	13	13	13
Сгибатель	18±0,9	0,02±0,003	26±2	0,02±0,003	30±3	0,02±0,004
Разгибатель	25±0,9	0,05±0,005	29±1,5	0,04±0,006	26±2	0,02±0,004
Отношение Бургиньона	3,5±0,8		2±0,3		1,3±0,4	
Нерв	16±0,5	0,03±0,002	18±1,3	0,03±0,003	20±2	0,03±0,003
Отношение хронаксии нерва, мышцы	2±0,3		2,3±0,4		1,7±0,4	

Таблица 2

Амплитуда ЭМГ (мкВ) мышц верхних конечностей

	Покой	Вдох	Синергия	Сокращение	Растяжение	Сокращение антагониста	Коэфф. реципрокности (%)	Коэфф. адекватности (%)
"Здоровая" сторона								
Число исследований	6	6	6	6	6	6	6	6
Сгибатель пальцев	13±4	32±19	32±19	504±238		395±161	65±16	92±2,5
Разгибатель пальцев	34±13	39±10	41±15	530±120		394±60	128±31	73±13
Сгибатель плеча	8±0	24±11	20±8,4	474±283	82±35			
До операции								
Число исследований	20	20	20	20	16	20	20	20
Сгибатель пальцев	103±35	130±32	130±43	683±224		444±143	94±21	125±60
Разгибатель пальцев	60±49	126±38	120±40	533±139		236±27	60±11	61±12
Сгибатель плеча	45±22	116±85	85±11	595±172	180±40			
После операции								
Число исследований	14	14	14	14	8	14	14	14
Сгибатель пальцев	76±38	116±51	114±90	654±254		314±82	113±12	72±10
Разгибатель пальцев	50±28	92±41	109±48	362±103		252±70	60±10	88±15
Сгибатель плеча	16±8	15±5	24±5	1248±780	63±16			

Таблица 3
Амплитуда ЭМГ (мкВ) мышц нижних конечностей

	Правый	Левый	Синергия	Сокращения е	Сокращения е адекватности	Коэфф. реципрокности (%)	Коэфф. адекватности (%)
До операции							
Число исследований	16	16	16	16	16	16	16
Большеберцовая мышца	24±8	45±14	83±43	505±160	131±53	96±21	46±16
Икроножная мышца	28±20	48±26	45±15	222±42	139±69	45±11	74±28
После операции							
Число исследований	14	14	14	14	14	14	14
Большеберцовая мышца	26±10	39±13	75±17	408±112	171±45	68±10	57±14
Икроножная мышца	24±8	35±18	48±13	256±61	65±14	35±10	45±13

Таблица 4
Показатели стимуляционной ЭМГ

	ЭМГ-факторы	"Залповый" стресс	До операции	После операции
Число исследований		6	6	6
Амплитуда (мкВ)	H	5975±1738	4300±800	8500±3000
	M	11725±4081	10500±600	10800±4900
Отношение амплитуд	H/M	0,5±0,1	0,6±0,08	0,8±0,1
Длительность (мсек)	H	9±1,1	10±0,5	10±0,5
	M	10±1,3	11±1,4	11±1,7
Латентное время (мсек)	H	24±1,6	23±2	23±1,6
	M	3,5±0,4	3,4±0,6	4,5±0,7
Пороговой стимул (В.)	H	17±3	14±2	13±2,9
	M	21±4,7	15±2	15±4,8
Максимальный стимул (В.)	H	от 40±5	44±11	от 33±4,9
	M	до 48±9		до 38±6
Стимул для утомления H-воины (В.)	H	77±11	80±13	87±11

мкВ, то есть меньше, чем в сгибатели пальцев. По-видимому, двигательные единицы разгибателя в меньшей мере подвержены произвольному возбуждению. Возможно, они защищены от произвольного возбуждения антигравитационными механизмами.

При дыхательной и синергической пробах амплитуда мышечных потенциалов разгибателя достоверно ($p<0,05$) превышала контрольные показатели, но не достигала величин, характеризующих аналогичные параметры сгибательной мышцы (табл. 2). Коэффициенты реципрокности и адекватности, вычисленные для разгибателя пальцев, составили 60 ± 11 - $61\pm12\%$.

По своей структуре электромиограммы относились преимущественно к интерференционному типу. Залповая активность встретила в единичных записях у больных с хореоатетозом. Залповые разряды регистрировались чаще во время произвольного сокращения

ния. Частота залпов составила 6-11 в секунду. Залповые разряды продолжались от 25 до 75 мсек, что отражало время произвольного возбуждения двигательных единиц. Паузы между залпами продолжались 25-75 мсек и соответствовали времени торможения альфа-мотонейронов. Электромиограммы с редкими колебаниями потенциалов типа частотола встречались чрезвычайно редко. Частота осцилляций составила 6-21 в секунду.

После стереотаксических операций отмечено снижение электрогенеза мышц верхних конечностей в покое и при рефлекторных изменениях тонуса (табл. 2). Указанные изменения были достоверны ($p < 0,02$) по отношению к сгибанию плеча во время синергической пробы. Снижение электрогенеза означало уменьшение произвольного возбуждения двигательных единиц и соответствовало клиническому эффекту операций в виде уменьшения гиперкинеза.

Амплитуда ЭМГ двуглавого сгибателя плеча во время пассивного растяжения достоверно снизилась со 180 ± 40 до 63 ± 16 мкВ ($p < 0,02$), что указывало на уменьшение возбудимости мышечных веретен и гамма-мотонейронов в результате облегчения влияний на гамма-мотонейроны, передаваемых по ретикуло-спинальному пути.

В табл. 3 приведены электромиографические показатели мышц нижних конечностей. Амплитуда покоящейся передней большеберцовой мышцы составила 24 ± 8 мкВ. Несмотря на большую мышечную массу двигательные единицы нижних конечностей мало подвержены произвольному возбуждению. Это связано, по-видимому, с двумя факторами. Во-первых, в мышцах нижних конечностей содержится меньше веретен [15]; во-вторых, они

больше, чем руки связаны с антигравитационной функцией.

Дыхательная и синергическая пробы усиливали электрогенез передней большеберцовой мышцы до 83 ± 43 мкВ. Отмечено нарушение реципрокной иннервации. Высокий коэффициент реципрокности $96 \pm 21\%$ указывал на чрезмерную активность антагониста во время произвольного сокращения большеберцовой мышцы.

При этом наибольшую антигравитационную нагрузку несет икроножная мышца.

В покое электрогенез икроножной мышцы не превышал нормы 28 ± 20 мкВ. Дыхательная и синергическая пробы увеличивали амплитуду ЭМГ до 48 ± 26 мкВ. Недостаточный электрогенез во время произвольного сокращения 222 ± 42 мкВ свидетельствовал о паретичном состоянии икроножной мышцы. Проба на реципрокность иннервации отражала правильные взаимоотношения между антагонистами, о чем свидетельствовали коэффициенты реципрокности и адекватности (табл. 3).

После стереотаксических операций отмечена тенденция к уменьшению электрогенеза покоящейся икроножной мышцы до 24 ± 8 мкВ. Кроме того, амплитуда ЭМГ большеберцовой мышцы во время дыхательной и синергической проб уменьшалась до 39 ± 13 мкВ. Улучшились показатели реципрокной иннервации исследуемых мышц, особенно по отношению к икроножной мышце. Коэффициент реципрокности снизился до $45 \pm 10\%$.

В целом мышцы нижних конечностей меньше, чем мышцы рук подвержены произвольному патологическому возбуждению и меньше реагируют на деструкцию подкорковых структур после стереотаксических операций.

Стимуляционная электромиография выполнена у 6 больных. Атетоз и хореоатетоз обнаружены у 4 больных, торсионная дистония - у 2 больных.

Как видно из табл. 4, имеется противоречие между низким пороговым стимулом для вызывания Н-рефлекса и его низкой максимальной амплитудой. Это противоречие объяснимо.

Оценивая результаты стимуляционной электромиографии, следует исходить из того, что в функциональном отношении мотонейронный пул не однороден. В нем имеются нейроны с нарушенным и ненарушенным супрасегментарным управлением. Часть мотонейронов лишена управления по кортико-спинальному пути, что клинически выражено центральным парезом. Другая часть мотонейронов не управляется ретикуло-спинальным путем вследствие поражения ядер стрио-паллидарной системы. Можно ожидать, что именно эта часть мотонейронов подвержена произвольному возбуждению и принимает участие в реализации гиперкинеза. Вероятно, эти мотонейроны отвечают рефлекторным возбуждением на низкий пороговый стимул $14 \pm 2,6$ В. Прямая электрическая возбудимость этих двигательных единиц повышена (табл. 4).

Суммарная максимальная амплитуда Н-рефлекса складывается из нескольких компонентов. По-видимому, решающее влияние на суммарный показатель максимальной амплитуды 4300 ± 800 мкВ оказывает функциональное состояние большинства двигательных единиц, не участвующих в формировании гиперкинеза. Рефлекторная возбудимость этой части мотонейронов снижена.

Укорочение латентного периода рефлекторного и моторного потенциалов указывало на ускорение проведе-

ния возбуждения по сенсорным и моторным аксонам, что соответствует литературным данным [1, 2].

После стереотаксической деструкции подкорковых структур наблюдалась функциональная перестройка двигательного анализатора. Рефлекторная возбудимость альфа-мотонейронов повысилась, а параметры моторного ответа существенно не изменились (табл. 4). Нейромышечная периферия реагировала замедлением проведения возбуждения по моторным и сенсорным нейронам.

Выводы

1. Достоверное повышение амплитуды ЭМГ во время пассивного растяжения мышцы до 180 ± 40 мкВ указывает на усиление возбудимости мышечных веретен и гамма-мотонейронов, что, вероятно, обусловлено патологической импульсацией по рубро-ретикуло-спинальному пути. Достоверное возрастание амплитуды мышечных потенциалов в покое и при рефлекторных изменениях тонуса до 130 ± 32 мкВ отражает мощность произвольного возбуждения двигательных единиц, что, по-видимому, реализуется через серво-механизм.

2. Данные моносинаптического тестирования также указывают на усиление рефлекторной электрической возбудимости двигательных единиц, участвующих в формировании гиперкинеза. При этом произвольное возбуждение тонических альфа-мотонейронов и насильственное сокращение медленных мышечных волокон формирует атетоз и торсионную дистонию. Сочетание патологического возбуждения фазических и тонических альфа-мотонейронов и сокращение быстрых и медленных мышечных волокон дает хореоатетоз. При этом снижение пря-

мой электрической возбудимости нервов и мышц, по данным хронаксиметрии, свидетельствует о противодействии нервно-мышечной периферии реализации гиперкинеза.

3. Стереотаксическая операция приводит к уменьшению возбуждения гамма-мотонейронов, устраняется непроизвольное возбуждение альфа-мотонейронов, что происходит на фоне повышенной рефлекторной электрической возбудимости двигательных единиц. Нервно-мышечная периферия реагирует еще большим замедлением проведения возбуждения по моторным аксонам и сенсорным дендритам. Указанная функциональная перестройка периферического моторного аппарата соответствует клиническому лечебному эффекту стереотаксической операции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадалян Л.О., Скворцов И.А. Клиническая электронейромиография. - М., 1986.
2. Байкушев Ст., Манович З.Х., Новикова В.П. Стимуляционная электромиография в клинике нервных болезней. - М., 1974.
3. Жолобова З.А. // Журн. невропатологии и психиатрии им. Корсакова. - 1962. - №10. - С.1470-1473.

4. Кандель Э.И. Функциональная и стереотаксическая нейрохирургия. - М., 1981.

5. Костюк П.Г. Структура и функция нисходящих систем спинного мозга. - М.: Наука, 1973.

6. Коц Я.М. Организация произвольного движения. - М.: Наука, 1975.

7. Марков Д.А. Хронаксиметрия в клинике. - Минск, 1956.

8. Охнянская Л.Г., Комарова А.А. Электромиография в клинике профессиональных заболеваний. - М., 1970.

9. Нестеров Л.Н. // Мед. промышленность. - 1964. - №7. - С.51-52.

10. Петелин Л.С. Экстрапирамидные гиперкинезы. - М., 1970.

11. Семенова К.А., Антонова Л.В. // Новые технологии в неврологии и нейрохирургии. - Самара, 1992. - Т.2. - С.149-150.

12. Юсевич Ю.С. Очерки по клинической электромиографии. - М., 1972.

13. Drechsler B. Electromyographie. - Berlin., 1964.

14. Hoffman P. Untersuchungen über die Eigenreflexe (Schnenreflexe) menschlicher Muskeln // J. Springer. - 1922.

15. Granit R. The basis of motor control. - London; New-York: Academic Press, 1970.

NEUROPHYSIOLOGIC REFLECTION OF NEUROMOTOR DYSKINESIA

A.S.Starikov

Functional condition of peripheral motor neuron at athetosis, choreoathetosis and torsion dystonia was presented before and after stereotaxic operation.