

ВЛИЯНИЕ УТОМЛЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ПАРКИНСОНИЗМЕ ДО ЛЕЧЕНИЯ

Е. Г. АНТОНЕН

Кафедра нервных болезней Петрозаводского государственного университета. Республика Карелия. Петрозаводск. 185640, пр. Ленина, д. 33. Медицинский факультет

Методом поверхностной электромиографии у 11 больных паркинсонизмом в возрасте 56–65 лет исследовано влияние динамической нагрузки на ЭМГ–параметры утомления, а также на процесс восстановления функции мышц после нагрузок в сравнении со здоровыми лицами ($n=7$) того же возраста.

Критериями мышечного утомления при паркинсонизме до лечения являются: снижение исходных значений максимального произвольного усилия в *m. biceps brachii* с $11,9 \pm 0,5$ кг всего на 8 %, увеличение в два раза значений средней амплитуды ЭМГ и умеренное повышение количества турнов ЭМГ, у здоровых лиц пожилого возраста – снижение исходных значений максимального произвольного усилия в *m. biceps brachii* с $12,1 \pm 0,6$ кг на 34 %, увеличение в два раза количества турнов ЭМГ и умеренное повышение значений средней амплитуды ЭМГ. Восстановительный период после утомления у больных паркинсонизмом характеризуется восстановлением мышечной силы до исходных значений уже на 20-й минуте, повышением значения отношения количества турнов ЭМГ к средней амплитуде ЭМГ за 1 секунду (*peak ratio*) без смещения положения точки максимума в области значений средней амплитуды ЭМГ, у здоровых испытуемых пожилого возраста – повышением максимального произвольного усилия в *m. biceps brachii* до 83% от исходного значения, снижением *peak ratio* и смещением положения точки максимума в область меньших значений средней амплитуды ЭМГ.

Ключевые слова: нервная система, паркинсонизм, электромиография, динамическая нагрузка, утомление,

Паркинсонизм (П) – хроническое прогрессирующее заболевание нервной системы. Механизмы основных моторных феноменов П подробно освещены в литературе [2]. Однако до настоящего времени патологическая усталость при выполнении обычной двигательной нагрузки, приводящая к снижению работоспособности пациентов, не получила полного нейрофизиологического описания. Выявлено, что динамическое утомление до лечения П вызывает кратковременное подавление спонтанной мышечной активности, не влияя на скорость проведения возбуждения по периферическим нервам и на параметры М-ответа [1].

В этой связи целью настоящей работы было исследование влияния динамической нагрузки на ЭМГ–параметры утомления, а также на процесс восстановления функции мышц после нагрузок у больных паркинсонизмом до лечения в сравнении со здоровыми лицами того же возраста.

В исследовании приняли участие 11 больных П IА степени тяжести (3 мужчин и 8 женщин), с продолжительностью болезни – 3–5 лет в возрасте 56–65 лет до назначения патогенетической терапии заболевания. Контрольную группу составили 7 здоровых испытуемых-добровольцев (4 мужчин и 3 женщин) пожилого возраста – 60–69 лет, у которых не было выявлено заболеваний нервно-мышечной системы. Изучаемые группы имели близкие по значению конституциональные параметры, определяемые по стандартным методикам ($p < 0,05$). Все испытуемые относились к категории лиц, не занимающихся тяжелым физическим трудом или систематическими физическими тренировками. Исследование проведено в термонеutralных условиях окружающей среды ($+22^\circ\text{C}$, одежда для повседневной носки). Определяли исходное значение максимального произвольного сокращения (*maximal voluntary contraction* – MVC) *m. biceps brachii* ведущей стороны [3]. ЭМГ-активность в *m. biceps brachii* регистрировали с помощью электромиографа MG 440 (Mikromed, Венгрия) методом накожного отведения при дозированной статической нагрузке, до и после динамической нагрузки. Рука находилась в положении локтевого сгибания под углом 90° . Испытуемые удерживали конечность в исходном положении без груза, а затем последовательно – грузы весом 2, 4, 6, 8 и 10 кг, подвешенные на манжете, укрепленной на лучезапястном суставе, в течение 3–5 секунд. Утомление *m. biceps brachii* вызывали динамической нагрузкой. Испытуемый в положении «стоя» с произвольной скоростью совершал ритмические движения в локтевом сус-

таве типа «сгибание-разгибание» с грузом, составляющим 30% от MVC (в среднем – $3,9 \pm 0,1$ кг у здоровых испытуемых, $4,7 \pm 0,9$ – у больных П, $p > 0,05$), до неспособности выполнить полноценные движения с использованием исключительно мышц руки или до появления болевых ощущений. Осуществляли подсчет числа движений в локтевом суставе (п) и измеряли время, за которое выполнялась нагрузка с помощью секундомера. Контроль MVC и регистрацию ЭМГ производили до и сразу после нагрузки, а также на 10, 20, 30 и 60 минутах восстановления. Обработка ЭМГ проведена с помощью программного обеспечения «МБН-Нейромиограф» (Москва, РФ), которая включала анализ средних значений параметров интегрированной ЭМГ: амплитуды ЭМГ (мкВ) – Ам_{ср.}, количества турнов на отрезках ЭМГ длительностью в 1 сек. и отношения количества турнов ЭМГ к средней амплитуде ЭМГ за 1 сек. (peak ratio) – PR [6]. Статистический анализ выполнен до и при статических нагрузках (2–10 кг) в исследуемые интервалы времени, а также до динамической нагрузки и в течение восстановительного периода. Достоверность различий статистических параметров оценена по t-критерию Стьюдента для совокупностей с попарно связанными вариантами.

Исходное среднее значение MVC у больных П составило $11,9 \pm 0,5$ кг. Утомление при динамической нагрузке возникало на 2-й минуте, после выполнения $24,7 \pm 0,3$ движений в локтевом суставе. Таким образом, произвольная частота движений при выполнении динамической нагрузки у больных П составила 10–11 раз в минуту. Исходное среднее значение MVC у здоровых лиц пожилого возраста достоверно не отличалось от среднего значения MVC у больных П ($p > 0,05$), однако было в два раза меньше, чем у лиц молодого возраста ($25,4 \pm 1,3$ кг) [3]. Таким образом, настоящее исследование показало, что снижение исходного значения MVC у больных П не является патологическим состоянием, так как снижение MVC характерно и для здоровых лиц пожилого возраста. Утомление при динамической нагрузке у здоровых возникало позже, чем у больных П – на 4–5-й минуте, после выполнения 96 ± 3 движений. Таким образом, произвольная частота движений при выполнении динамической нагрузки у здоровых лиц пожилого возраста составила 19–20 раз в минуту, что выше частоты движений при выполнении динамической нагрузки у больных П ($p < 0,05$). Динамическая нагрузка вызывала снижение MVC от исходного уровня у больных П всего на $8,8 \pm 0,2\%$ ($p < 0,05$), и на $34,3 \pm 0,4\%$ ($p < 0,01$) – у лиц пожилого возраста, что значительно меньше, чем у лиц молодого возраста (на 40–50%) [3]. В период восстановления отмечали постепенное повышение MVC, и уже к 20-й минуте восстановительного периода значение MVC у больных П достигло исходного уровня, а у здоровых лиц пожилого возраста к концу восстановительного периода значение MVC составило лишь 83,3% от исходной силы (примерно, такие же изменения значений MVC регистрировали у лиц молодого возраста [3]. Таким образом, больные П обладают большей толерантностью к динамической нагрузке, чем здоровые лица, как молодого, так и пожилого возраста.

До утомления в состоянии покоя (при отсутствии статической нагрузки) у всех больных П была выявлена спонтанная мышечная активность по типу интерференционного паттерна ЭМГ с Ам_{ср.} $140,3 \pm 13,9$ мкВ и количеством турнов – $26,4 \pm 11,9$. В состоянии покоя у здоровых лиц пожилого возраста ЭМГ-активность не регистрировалась.

Статическая нагрузка вызывала прирост Ам_{ср.} и числа турнов ЭМГ, превышающих исходные значения ЭМГ, начиная с 4 кг ($p < 0,05$) как у больных П, так и у здоровых лиц (рис. 1). Однако при одинаковых статических нагрузках величины Ам_{ср.} и числа турнов у больных П превышали аналогичные параметры ЭМГ здоровых испытуемых более, чем в два раза ($p < 0,01$). PR у больных П составило $0,8 \pm 0,02$, выявлялось при нагрузках 8–10 кг в интервале Ам_{ср.} $222,6 \pm 10,2$ мкВ, у здоровых лиц пожилого возраста – составило $0,8 \pm 0,01$ ($p > 0,05$), выявлялось при тех же нагрузках, но в интервале меньших значений Ам_{ср.} ЭМГ $173,6 \pm 4,7$ мкВ ($p < 0,05$). Данные факты свидетельствуют о чрезмерном облегчении функции α -мотонейронов при периферическом раздражении [4] у больных П, что вызывает появление пластической ригидности мышц.

Утомление вызывало у больных П изменение ЭМГ-активности в *m. biceps brachii*. Сразу "после утомления" отмечалось повышение Ам_{ср} и числа турнов ЭМГ по сравнению с периодом "до нагрузки" (рис.1). Прирост Ам_{ср} ЭМГ был значительным и превышал в два раза исходные данные при статических нагрузках 8–10 кг ($p < 0,05$). Число же турнов ЭМГ возросло лишь на 30% от исходных данных при статических нагрузках 6–10 кг ($p < 0,05$). Процесс утомления у здоровых лиц пожилого возраста альтернативно отличался от аналогичного процесса у больных П. Так, сразу "после утомления" регистрировали увеличение числа турнов ЭМГ, примерно, в два раза при статических нагрузках в 6–10 кг ($p < 0,01$). Увеличение же значений Ам_{ср} ЭМГ было незначительным и наблюдалось лишь при статических нагрузках в 8–10 кг ($p < 0,05$). Необходимо подчеркнуть, что величины средних значений параметров ЭМГ у здоровых испытуемых были, примерно, в два раза меньше исследуемых значений ЭМГ у больных П ($p < 0,05$).

В течение всего восстановительного периода значения Ам_{ср} и числа турнов ЭМГ у больных П и здоровых испытуемых постепенно снижались. Однако у больных П параметры ЭМГ к 60-й минуте достигали исходных значений. А у здоровых испытуемых число турнов ЭМГ было выше исходных значений, причем, как при небольших (4–6 кг), так и при значительных статических нагрузках (8–10 кг) ($p < 0,05$), и лишь значения Ам_{ср} ЭМГ к 60-й минуте достигали первоначальных параметров (рис. 1).

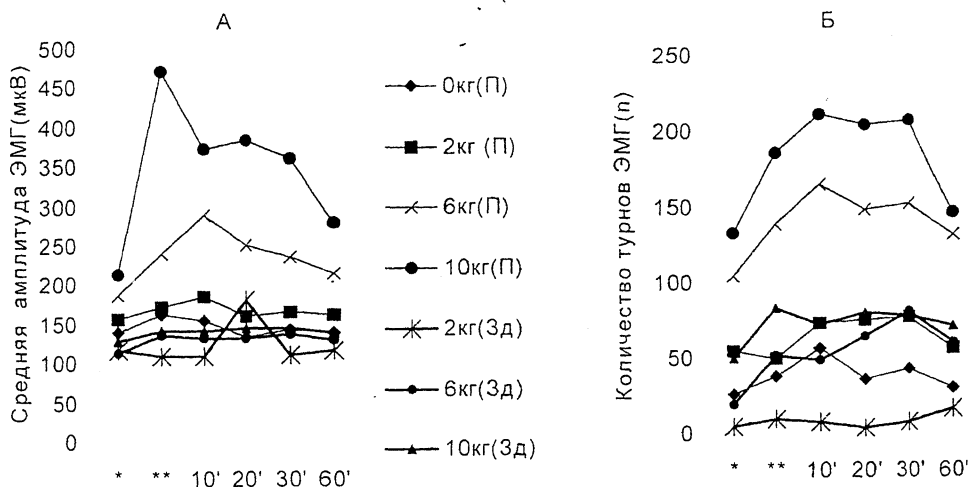


Рис. 1. Изменение средней амплитуды ЭМГ (А) и количества турнов ЭМГ (Б) при различных статических нагрузках у больных паркинсонизмом до лечения и здоровых испытуемых пожилого возраста:

по оси абсцисс – время, мин. * – до утомления. ** – сразу после утомления. "П" – больной паркинсонизмом; "Зд" – здоровый испытуемый. Достоверность отличий параметров ЭМГ больных паркинсонизмом от параметров ЭМГ здоровых испытуемых – $p < 0,05$.

Увеличение значений амплитуды ЭМГ свидетельствует о рекрутировании дополнительного количества мотонейронов (МН) [7], а увеличение количества турнов ЭМГ отражает увеличение частоты импульсации двигательных единиц (ДЕ) [5]. Таким образом, для процесса утомления мышц больных П до лечения характерно рекрутирование дополнительного количества МН и лишь незначительное увеличение частоты импульсации ДЕ. У здоровых пожилых испытуемых же основным ЭМГ-критерием мышечного утомления является увеличение частоты импульсации ДЕ и в меньшей степени рекрутирование дополнительного количества МН. Полученные нами результаты указывают на то, что ЭМГ-критерии мышечного утомления у больных П и здоровых пожилого возраста отличаются от таковых у лиц молодого возраста. Известно, что для утомления в мо-

лодом возрасте характерно уменьшение количества турнов [3] и это происходит параллельно со снижением частоты средней мощности спектра [9], отражая уменьшение частоты импульсации ДЕ [5]. Таким образом, можно предположить, что чрезмерное облегчение функции α -мотонейронов при периферическом раздражении является одним из проявлений сенильных процессов в надсегментарном отделе ЦНС.

Сразу после утомления PR ЭМГ у больных П не изменилось. Выявлено возрастание значения PR ЭМГ на 10-й, 30-й и 60-й минутах восстановительного периода до $0,9 \pm 0,03$ ($p < 0,05$) без смещения положения точки максимума в области значений Ампл_{ср} ЭМГ (Ампл_{ср} = 211–224 мкВ). У здоровых испытуемых, начиная с 10-й минуты и в течение всего восстановительного периода, регистрировали снижение PR ЭМГ и смещение положения точки максимума в область меньших Ампл_{ср} ЭМГ (PR = $0,7 \pm 0,02$; Ампл_{ср} = $161,5 \pm 3,4$ мкВ; $p < 0,05$). К концу восстановительного периода значение PR ЭМГ составило $0,7 \pm 0,03$ в интервале Ампл_{ср} ЭМГ – $152,0 \pm 4,4$ мкВ. Кроме того, интервал амплитуды, в котором выявлялось PR, и значения PR ЭМГ у больных П были выше, чем у здоровых испытуемых.

Координаты PR отражают соотношение количества активных мотонейронов и функционирующих мышечных волокон. При нейрогенных нарушениях функции двигательного аппарата отмечается снижение PR и смещение положения точки максимума в область меньших значений средней амплитуды ЭМГ. При миогенных нарушениях функции двигательного аппарата регистрируются противоположные изменения, отмечается повышение PR и смещение положения точки максимума в область больших значений средней амплитуды ЭМГ [6]. Это особенно интересно, так как доказано наличие изменений структуры мышечного волокна у больных П [8], которое по мнению авторов обусловлено "патологической" активностью ДЕ. Следовательно, выявленные нашим исследованием изменения ЭМГ позволяют предположить, что в состоянии утомления на функциональных свойствах скелетной мышцы у больных П в большей степени отражаются изменения миогенной, а у здоровых испытуемых пожилого возраста – нейрогенной функции двигательного аппарата [6]. У здоровых испытуемых молодого возраста в состоянии утомления на функциональных свойствах скелетной мышцы отражаются изменения нейрогенного и миогенного компонентов одновременно [3].

Настоящее исследование показало, что параметры мышечного утомления, вызванного динамической нагрузкой, различны у больных П до лечения и у здоровых лиц пожилого возраста. Так, скорость движений при выполнении динамической нагрузки у больных П была в 4 раза меньше, чем у здоровых лиц пожилого возраста. Утомление у больных П наступало уже после завершения 50% движений от общего количества, выполненных здоровыми испытуемыми. Снижение максимального произвольного усилия после утомления у больных П (на 8%) было меньше, чем у здоровых испытуемых (на 34%). Таким образом, повышение мышечного тонуса по типу пластической ригидности приводит к более раннему утомлению мышцы, что, в свою очередь, создает ощущение патологической усталости и снижение работоспособности пациентов.

ЭМГ-критериями мышечного утомления при паркинсонизме до лечения являются увеличение в два раза значений средней амплитуды ЭМГ и умеренное повышение количества турнов ЭМГ. У здоровых лиц пожилого возраста мышечное утомление характеризуется увеличением в два раза количества турнов ЭМГ при умеренном повышении значений средней амплитуды ЭМГ. Возможно, эти различия отражают разные механизмы компенсации снижения силы после утомления у больных П и здоровых пожилых испытуемых на уровне двигательных единиц (частота импульсации и рекрутирование). Восстановительный период после утомления у больных П характеризуется повышением значения отношения количества турнов ЭМГ к средней амплитуде ЭМГ за 1 секунду (peak ratio) без смещения положения точки максимума в области значений средней амплитуды ЭМГ, а у здоровых испытуемых пожилого возраста – снижением peak ratio и

смещением положения точки максимума в область меньших значений средней амплитуды ЭМГ.

В связи с тем, что восстановление мышечной силы до исходных значений у больных П происходит уже на 20-й минуте после выполнения динамической нагрузки, динамическая нагрузка не только не противопоказана больным П, а может быть использована как дополнительный метод лечения этой категории пациентов.

Работа поддержана грантом Президента РФ для поддержки молодых ученых-докторов наук №01-15-99412.

Литература

1. Антонен Е. Г., Мейгал А. Ю., Лупандин Ю. В. Влияние динамического утомления на электромиографические показатели при паркинсонизме до лечения и на его фоне // Вестник Российского Университета Дружбы Народов. Серия "Медицина" М.: 2000; № 3, – 90.
2. Голубев В. Л., Левин Я. И., Вейн А. М. Болезнь Паркинсона и синдром паркинсонизма. – М.: МЕД-пресс. 1999. – 416 с.
3. Мейгал А. Ю., Ивуков А.Ю., Герасимова Л. И. и др. Влияние общего охлаждения на электромиографические характеристики мышечного утомления, вызванного динамической нагрузкой // Физиология человека. 2000; 26 (2): 80.
4. Олейник Л. И. О роли спинальных механизмов в генезе мышечной ригидности при паркинсонизме. В книге: Патогенез, клиника и лечение паркинсонизма. – М., 1978. с. 63.
5. Dietz V. Analysis of the electrical muscle activity during maximal contraction and influence of ischemia // J. Neurol. Sci. 1978; 37:187.
6. Fuglsang-Frederiksen A. Interference EMG analysis. Computer-aided electromyography and expert systems // Ed. J. E. Desmedt. Elsevier Publishers B. V., 1989: 161.
7. Miller K. J., Garland S. J., Ivanova T., Ohtsuki T. Motor unit behavior in humans during fatiguing arm movements // J. Neurophysiol. 1996;75:1629.
8. Rossi B., Siciliano G., Carboncini M. C. et al. Muscle modifications in Parkinson's disease: myoelectric manifestations // Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 1996. Jun; 101(3): 211.
9. Sakurai G., Ozaki J., Nishimoto K., Tamai S. Electromyographic analysis of shoulder joint function of the biceps brachii muscle during isometric contraction // Clin. Orthop. 1998; 354:123.

INFLUENCE OF EXHAUSTION ON ELECTROMYOGRAPHICAL PARAMETERS IN PARKINSON'S DISEASE UP TO A BACKGROUND OF TREATMENT

E. G. ANTONEN

Faculties of nervous illnesses. Petrozavodsk state university. Republic Kareliya.
Petrozavodsk. 185640, Lenin Str., 33. Medical faculty

Electromyographic (EMG) parameters of muscular fatigue and recovery after dynamic exercise were investigated in 11 patients with Parkinson's disease (PD, 56-65 years) before treatment, in comparison with 7 control age-matched subjects. Maximal peak voluntary contraction pre-exercise in the PD patients was $11,9 \pm 0,5$ kg and it decreased only 8% post-exercise, while in the control group it decreased 34% from the initial value $12,1 \pm 0,6$ kg. In the PD patients EMG amplitude post-exercise doubled, while turns count did not increase significantly. Unlike to PD group, in the control one the turns count doubled, with non-significant increase of the amplitude of EMG. During the post-exercise period the maximal voluntary contraction in the PD patients recovered by the 20th min, while in the control subjects after 1 hr post-exercise it recovered only to 83% of the pre-exercise value. The peak ratio, that is the maximum ratio between turns count and amplitude has increased post-exercise in the PD group without change of its the mean amplitude, while in the control group it decreased with simultaneous shift to lesser mean amplitude.

Key words: nervous system, parkinsonism, electromyography, dynamic load, fatigue.