

Физиология

УДК 616.126 + 611.737

МИОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕАКЦИИ МЫШЦ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ НА ФИЗИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ОНМК

Б.И. Вахитов, И.С. Рагинов, И.Х. Вахитов, Р.Н. Кашапов

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань

Резюме. В статье представлены результаты исследования 85 пациентов в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта в каротидном бассейне с ведущим синдромом гемипареза. 51 мужчина и 34 женщины в возрасте от 42 до 65 лет, средний возраст 57,3 года. Контрольная группа 20 условно здоровых человек, сопоставимых по полу и возрасту. Целью исследования явилось изучение особенностей адекватности активации и координационных отношений мышц у больных в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта в каротидном бассейне в зависимости от степени тяжести. Определяли амплитуды максимальной произвольной активности мышц антагонистов плеча, предплечья и кисти с подсчетом КА и КР с двух сторон с использованием метода поверхностной ЭМГ. Все больные были распределены на 2 группы по значению индекса Бартел. Первая группа из 29 пациентов с легкой степенью зависимости в повседневной жизни, что было интерпретировано как легкая степень тяжести. Вторая группа 56 больных со средней степенью тяжести. Выраженность гемипареза у всех больных оценивали от легкой до умеренной (с мышечной силой 3–4,5 балла). У больных первой группы на стороне пареза мы наблюдали повышение коэффициента реципрокности до 104 % в разгибателях предплечья и коэффициента адекватности до 85 % в сгибателях предплечья. У больных второй группы выявлено повышение КР в сгибателях плеча и разгибателях предплечья до 89 %, а также КА в разгибателях плеча до 76 % на стороне пареза. В непаретичных конечностях у больных первой группы наиболее повышенными были коэффициент реципрокности (до 68 %) и адекватности (до 53 %). У больных второй группы КР и КА в непаретичных конечностях были выше, чем в первой группе (до 72 %). Метод поверхностной ЭМГ с измерением КА и КР объективизирует как степень выраженности пареза, так и тонусные нарушения в паретичных и непаретичных конечностях. А также может быть применен для прогнозирования степени восстановления двигательного дефекта и оценки эффективности реабилитационных мероприятий у больных с легкой и средней степенью тяжести и преобладающим синдромом центрального гемипареза.

Ключевые слова: ишемический инсульт, гемипарез, электромиография, шкала Бартел.

Для цитирования: Вахитов Б.И., Рагинов И.С., Вахитов И.Х., Кашапов Р.Н. Миографический анализ реакции мышц верхних конечностей на физические упражнения пациентов с ОНМК // Вестник медицинского института «Реавиз». – 2020. – № 1. – С. 111–116.

MYOGRAPHIC ANALYSIS OF THE UPPER LIMB MUSCLE RESPONSE TO PHYSICAL EXERCISES IN PATIENTS WITH ACUTE STROKE

B.I. Vakhitov, I.S. Raginov, I.Kh. Vakhitov, R.N. Kashapov

Federal State Budgetary Institution of Higher Education 'Kazan (Volga) Federal University,' Kazan

Abstract. We analyzed the results of examination of 85 patients with ischemic stroke in the carotid arterial system and leading hemiparesis syndrome during the early recovery period. The experimental group included 51 males and 34 females aged between 42 and 65 years (mean age 57.3 years). The control group comprised 20

healthy individuals matched for age and gender. This study was undertaken to assess the appropriateness of activation and coordination relationships in muscles of patients in the early recovery period after ischemic stroke in the carotid arterial system depending on its severity. We measured the amplitudes of the maximum arbitrary activity of the shoulder, forearm, and hand antagonist muscles using EMG and calculated adequacy coefficient (AC) and reciprocity coefficient (RC) (both sides). All patients were divided into two groups according to their Barthel index. Group 1 included 29 patients with mild restrictions in their daily living, whereas Group 2 included 56 patients with moderate restrictions in their daily living. All study participants had mild to moderate hemiparesis (with muscle strength of 3–4.5 points). In Group 1, we registered increased RC (to 104%) in the forearm extensors and increased AC (to 85%) in the forearm flexors on the paresis side. In Group 2, we observed increased RC in the shoulder flexors and forearm extensors (to 89%) and increased AC in the shoulder extensors (to 76%) on the paresis side. Patients from Group 1 demonstrated high RC (68%) and AC (53%) in nonparetic limbs. Patients from Group 2 demonstrated even higher RC and AC (72%) in nonparetic limbs. Surface EMG with AC and RC calculation objectifies both the severity of paresis and tone disorders in paretic and nonparetic limbs. This method can also be used to predict the degree of motor defect recovery and evaluate the effectiveness of rehabilitation in patients with mild to moderate disease and predominant central hemiparesis syndrome.

Key words: ischemic stroke, hemiparesis, electromyography, Barthel scale.

For citation: Vakhitov B.I., Raginov I.S., Vakhitov I.Kh., Kashapov R.N. Myographic analysis of the upper limb muscle response to physical exercises in patients with acute stroke. *Bulletin of the Medical Institute 'Reaviz'*. 2020; 1: 111–116.

Введение

Несмотря на активные усилия мировой медицинской общественности, цереброваскулярные заболевания остаются на третьем месте в структуре смертности, являясь при этом ведущей причиной инвалидности среди взрослых [3, 6, 8]. В целом по России смертность среди больных, перенесших инсульт, намного выше, чем в других развитых странах, особенно в острейшем периоде ишемического инсульта (ИИ). Лишь у 14 % пациентов, выживших после инсульта, отмечается восстановление нарушенных двигательных функций. У остальной, большей части больных, остаются двигательные нарушения различной степени выраженности [10, 12, 14]. Несмотря на значительные достижения в раскрытии этиологии и патогенеза острых нарушений мозгового кровообращения (ОНМК), до настоящего времени исход этого заболевания остается неблагоприятным, что указывает на необходимость дальнейшего совершенствования медицинской помощи больным, перенесшим инсульт, особенно на ранней стадии заболевания [1, 3, 12]. Наиболее частым симптомом ишемического инсульта является гемипарез, однако у данной группы пациентов имеется сложный двигательный дефект, различный по характеру и степени выра-

женности. Данные о влиянии стороны поражения противоречивы. Так, одни авторы отмечают, что больные с правосторонним поражением имеют худший прогноз в плане восстановления [8, 10, 17, 19]. Другие исследователи предполагают, что худшее восстановление наблюдается при поражении левой гемисферы [3, 17]. Одним из методов объективизации постинсультных двигательных нарушений является поверхностная электромиография с изменением амплитуд максимальной произвольной активации мышц предплечья, кисти и плеча с двух сторон и подсчетом коэффициентов адекватности (КА) и реципрокности (КР) [4, 6, 7, 9, 11, 13, 18].

Отношение амплитуды мышцы в период ее произвольной активации (при активном максимальном напряжении антагониста) к амплитуде этой же мышцы в режиме максимального произвольного напряжения называют КА. КР характеризует взаимодействие мышцы антагонистов и рассчитывается для мышцы, находящейся в режиме антагонистического напряжения. Он показывает степень ее активации в процентах по отношению к величине активности мышцы-агониста. В нормальных условиях у мышц-разгибателей коэффициент

адекватности и реципрокности выше, чем в сгибателях и составляет до 20 %.

Цель работы

Изучение особенностей адекватности активации и координационных движений мышц у больных в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта в каротидном бассейне в зависимости от степени тяжести. Определение амплитуды максимальной произвольной активности мышц антагонистов плеча, предплечья и кисти с подсчетом КА и КР с двух сторон.

Материал и методы

Исследования проводились в отделении неврологии ГКБ № 7 г. Казани. Нами были обследованы 85 больных с ишемическим инсультом в раннем восстановительном периоде с ведущими неврологическим синдромом в виде спастического гемипареза. Из них 51 мужчина и 34 женщины в возрасте от 42 до 65 лет, средний возраст составил 57 лет. Выраженность гемипареза у всех больных оценивали от легкой до умеренной (с мышечной силой 3–4,5 балла). Контрольную группу составили 20 условно здоровых человек сопоставимых по возрасту и полу.

Для проведения поверхностной ЭМГ использовался электромиограф, разработанный на основе датчика Myoware Muscle Sensor (AT-04-001). Регистрацию активности максимального произвольного сокращения проводили с помощью двухканального способа отведения от мышц агонистов и антагонистов предплечья, плеча и голени поочередно с двух сторон. Длительность регистрации кривых составляла 5 секунд, в течение которых обследуемые развивали максимальную произвольную активацию сгибателей и разгибателей поочередно для каждой исследуемой зоны.

Среднее значение амплитуд максимальной произвольной активации агонистов и антагонистов предплечья, кисти и голени подставляли в формулы для расчета КА и КР. В нашей работе значения КА и КР в

контрольной группе были рассчитаны как среднее значение от величин с левой и правой стороны для каждой из исследуемых зон. Диапазон значений КА и КР в контрольной группе составил от 22 % до 47 %. Значения КА и КР зависели не только от зоны исследования, но также, вероятно, от методики наложения поверхностных электродов, при которой нельзя исключить феномен объемного распространения возбуждения и коактивации рядом лежащих групп мышц при максимальном произвольном усилии.

Для оценки достоверности различий использовали стандартные значения t-критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Больные условно были распределены на 2 группы по значению индекса Бартел. Первую группу составили 29 человек с легкой степенью зависимости в повседневной жизни, что было интерпретировано как легкая степень тяжести. Вторую группу (56 человек) составили больные с умеренной степенью зависимости в повседневной жизни, что было интерпретировано как средняя степень тяжести.

Значимой статистической зависимости степени выраженности гемипареза от стороны локализации ишемического очага у обследованных больных выявлено не было. Значения КА и КР при обследовании паретичных конечностей у больных обеих групп представлены в таблице 2.

Учитывая данные, представленные в таблице 2, следует отметить, что у больных 1 группы на стороне пареза мы наблюдали повышение коэффициента реципрокности до 104 % в разгибателях предплечья и коэффициент адекватности до 85 % в сгибателях предплечья. Преобладали насыщенный и гиперсинхронный типы ЭМГ. У больных 1 группы на стороне пареза амплитуда максимальной произвольной активации передней малоберцовой, икроножной мышц и мышц разгибателей и сгибателей кисти была на уровне нижней границы

контрольных значений 329 мкВ (норма 300–600), одновременно снижена до 380 мкВ для разгибателя пальцев и до 410 мкВ для поверхностного сгибателя пальцев (норма от 600–1500 мкВ). У больных 2 группы выявлено повышение КР в сгибателях пальцев кисти и разгибателях предплечья до 89 %, а также КА в разгибателях пальцев кисти до 76 % на стороне пареза. В обеих группах наибольшее повышение отмечали со стороны КР. У больных 2 группы на стороне пареза амплитуда максимальной произвольной активации была

снижена до $240 \pm 31,3$ мкВ для передней малоберцовой, до $110 \pm 30,8$ мкВ для икроножных мышц, разгибателей $139,5 \pm 20,3$ мкВ и сгибателей кисти $257 \pm 57,2$ мкВ; для разгибателя пальцев $178 \pm 53,2$ мкВ, для поверхностного сгибателя пальцев $167,5 \pm 45,6$ мкВ, также преобладали насыщенный и гиперсинхронный типы ЭМГ. Полученные данные при обследовании непаретичных конечностей у больных обеих групп представлены в таблице 3.

Таблица 1

Распределение больных с ишемическим инсультом в зависимости от степени тяжести

Группа больных n = 85	Пол больных				Значение индекса Бартела, М ± m	Сторона локализации очага ишемии			
	мужской		женский			слева		справа	
	Абс.	%	Абс.	%		Абс.	%	Абс.	%
Легкая степень тяжести n = 29	15	51,7	14	48,3	89,3 ± 9,1	17	58,6	12	41,4
Средняя степень тяжести n = 56	32	57,1	24	42,9	78,4 ± 6,9	31	55,4	25	44,6

Таблица 2

Значение коэффициентов адекватности и реципрокности в паретичных конечностях у больных обеих групп по сравнению с контрольной группой

Показатель	Зоны исследования					
	Предплечье, %		Кисть, %		Голень, %	
	Больные	Контроль	Больные	Контроль	Больные	Контроль
Первая группа КА разгибателей	$71,5 \pm 7,2$	$39,1 \pm 4,4$	$69,4 \pm 9,3$	$35,1 \pm 5,2$	$59,5 \pm 6,4$	$30,4 \pm 3,7$
Вторая группа КА разгибателей	$65,4 \pm 7,3$		$76,4 \pm 8,5$		$57,5 \pm 8,2$	
Первая группа КР разгибателей	$104,2 \pm 10,9$	$43,8 \pm 2,5$	$75,3 \pm 9,2$	$38,3 \pm 4,8$	$71,4 \pm 8,1$	$35,1 \pm 4,1$
Вторая группа КР разгибателей	$89,2 \pm 9,3$		$81,4 \pm 10,2$		$66,2 \pm 7,1$	
Первая группа КА сгибателей	$85,3 \pm 9,5$	$35,4 \pm 3,8$	$61,3 \pm 8,2$	$31,7 \pm 3,4$	$51,1 \pm 5,3$	$25,2 \pm 3,2$
Вторая группа КА сгибатели	$78,3 \pm 7,8$		$67,5 \pm 7,2$		$47,1 \pm 3$	
Первая группа КР сгибателей	$93,7 \pm 9,5$	$41,2 \pm 4,1$	$78,4 \pm 8,1$	$36,2 \pm 4,7$	$61,1 \pm 2,1$	$29,5 \pm 3,2$
Вторая группа КР сгибатели	$86,1 \pm 7$		$89,6 \pm 10,5$		$54,3 \pm 6,7$	

Таблица 3

Значение КА и КР в непаретичных конечностях у больных первой и второй группы

Показатель	Зоны исследования					
	Предплечье, %		Кисть, %		Голень, %	
	Больные	Контроль	Больные	Контроль	Больные	Контроль
Первая группа КА разгибателей	53,5 ± 7,4	39,1 ± 4,4	48,1 ± 5,6	35,1 ± 5,2	39,1 ± 4,3	30,4 ± 3,7
Вторая группа КА разгибателей	62,5 ± 5,6		55,4 ± 6,3		46,2 ± 5,7	
Первая группа КР разгибателей	68,2 ± 6,9	43,8 ± 2,5	53,4 ± 6,1	38,3 ± 4,8	44,2 ± 4,7	35,1 ± 4,1
Вторая группа КР разгибателей	72,4 ± 8,1		61,5 ± 6,8		50,7 ± 6,1	
Первая группа КА сгибателей	51,4 ± 6,5	35,4 ± 3,8	48,4 ± 5,3	31,7 ± 3,4	32,6 ± 3,7	25,2 ± 3,2
Вторая группа КА сгибатели	60,3 ± 5,8		54,1 ± 5,1		39,1 ± 4,	
Первая группа КР сгибателей	56,7 ± 6,3	41,2 ± 4,1	66,2 ± 7,2	36,2 ± 4,7	37,4 ± 4,8	29,5 ± 3,2
Вторая группа КР сгибатели	68,1 ± 7,7		59,8 ± 6,1		46,1 ± 4,8	

Таким образом, у больных первой группы значения КР и КА в паретичных конечностях выше, чем у больных второй группы за счет большей сохранности возможности произвольной активации мышц на стороне пареза. В непаретичных конечностях у больных первой группы наиболее повышенными были коэффициент реципрокности (до 68 %) и адекватности (до 53 %). У больных второй группы в непаретичных конечностях также повышенные КР с акцентом на разгибатели предплечья и пальцев кисти (61 % и 72 % соответственно).

Изменения значений КА и КР в непаретичных конечностях, в виде их повышения во всех обследованных группах мышц, преобладали у больных второй группы. Такое распределение значений коэффициентов, вероятно, может быть связано с нарушением

состояния контралатеральных эфферентных путей, которое усугубляется с увеличением степени тяжести общего состояния.

Выводы

Метод поверхностной ЭМГ с измерением КА и КР объективизирует как степень выраженности пареза, так и тонусные нарушения в паретичных и непаретичных конечностях и может быть применен для прогнозирования степени восстановления двигательного дефекта и оценки эффективности реабилитационных мероприятий у больных с легкой и средней степенью тяжести преобладающим синдромом центрального гемипареза.

Список литературы // References

- 1 Averochkin A.I., Shtul'man D.R., Elkin M.N. Klinicheskaya i vozrastnaya harakteristika tunnel'nyh nevropatij // Dostizheniya v nejrogeriatrii / pod red. N.N. Yahno, I.V. Damulina. – M., 1995. – 4.2. – S. 242–252.
- 2 Agasarov L. G., Chuzavkova E. A., Mar'yanovskij A. A. K voprosu o diagnostike tunnel'nyh sindromov ruk // Lechashchij Vrach. – 1999. – № 1. – S. 5–11.
- 3 Akimov G.A. Differencial'naya diagnostika nervnyh boleznej: Rukovodstvo dlya vrachej. – SPb.: Gippo-krat, 1997. – 608 s.

- 4 Bajkushev S., Manovich Z.H., Novikova V.P. Stimulyacionnaya elektromiografiya i elektronejroografiya v klinike nervnyh boleznej. – M.: Medicina, 1974. – 144 s.
- 5 Berzinyp Yu.E., Dumbere R.T. Tunnel'nye porazheniya nervov verhnjej konechnosti. – Riga: Zinatne, 1989. – 212 s.
- 6 Voznesenskaya T.G. Boli v spine i konechnostyah: Bolevyje sindromy v nevrologicheskoj praktike / pod red. A.M. Vejna i dr. – M.: MEDpress, 1999. – S. 217–283.
- 7 Gekht B.M. Teoreticheskaya i klinicheskaya elektromiografiya. – M.: Nauka, 1990. – 230 s.
- 8 Gekht B.M., Merkulova D.M., Kasatkina L.F., Samojlov M.I. Klinika, diagnostika i lechenie demieliniziruyushchih polinevropatij // Nevrologicheskij zhurnal. – 1996. – № 1. – S. 12–18.
- 9 Gekht B.M., Kasatkina L.F., Samojlov M.I. i dr. Elektromiografiya nervno-myshechnyh zabolevanij. – Taganrog: Izd-vo TGRU, 1997. – 370 s.
- 10 Kipervas I. P., Luk'yanov M. V. Perifericheskie sindromy. – M.: MMA im. I. M. Sechenova, 1991. – 254 s.
- 11 Skvorcov A.G., Kasatkina L.F. Klinicheskaya elektromiografiya: kliniko-elektromiograficheskoe izuchenie. Rukovodstvo dlya vrachej. – M.: GEOTAR Media, 2007. – 64 s.
- 12 Shtul'man D.R., Levin O.S. Nevrologiya: spravochnik prakticheskogo vracha. – M.: MEDpress-info, 2005. – 944 s.
- 13 Yudel'son Ya.B., Gribova N.P. Elektromiografiya v diagnostike zabolevanij nervnoj sistemy: uchebnoe rukovodstvo dlya vrachej i studentov medicinskih vuzov. – Smolensk, 2006. – 170 s.
- 14 Vakhitov B.I. Changes in the Pump Function of the Heart of Children at Sharp Motor Activity Limitation / B.I. Vakhitov, I.H. Vakhitov, I.O. Pankov // INDO American Journal of Pharmaceutical sciences. – 2017. – № 4 (9). – P. 3170–3175.
- 15 Pantano P., Formisano R., Ricci M. et al. // Brain. – 1996. – Vol. 119. – P. 1849–1857.
- 16 Nardone A., Galante M., Luc as B. et al. // J. Neurol. Neurosurg. Psychia- try. – 2001. – Vol. 70. – P. 635–643.
- 17 Perry J., Garrett M., Gronley J.K. et al. // Stroke. – 1995. – Vol. 26. – P. 982–989.
- 18 Laufer Y., Sivan D., Schwarzma n R. et al. // Neurol. Repair. – 2003. – Vol. 17. – P. 207–213.
- 19 Kimura J. Electrodiagnosis In Diseases Of Nerve And Muscle: Principles And Practice / J. Kimura. – Oxford Univer-sity Press, 2001. – 1024 p.

Авторская справка

Вахитов Булат Илдарович, аспирант кафедры биомедицинской инженерии и управления инновациями, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия

Рагинов Иван Сергеевич, доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия

Вахитов Илдар Хатыбович, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биомедицинской инженерии и управления инновациями, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия

Кашапов Рамиль Наилевич, кандидат технических наук, доцент кафедры биомедицинской инженерии и управления инновациями, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия