

ДИНАМИКА ФУНКЦИИ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА У БОЛЬНЫХ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ЦЕРЕБРАЛЬНОГО ИНСУЛЬТА В ПРОЦЕССЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ЛЕЧЕНИЯ

УДК 616.831-005

Кауркин С.Н., Скворцов Д.В.¹, Иванова Г.Е.¹

ФНКЦ ФМБА, г. Москва

¹РНИМУ им. Н.И.Пирогова, г. Москва

DYNAMICS OF FUNCTION OF THE SHOULDER JOINT OF PATIENTS IN THE ACUTE STROKE DURING REHABILITATION

Kaurkin SN., Skvortsov DV.¹, Ivanova GE.¹

FNKC FMBA, Moscow;

¹Moscow Medical University, Department of rehabilitation

Введение

Инсульт является ведущей причиной инвалидизации, длительной нетрудоспособности и смертности среди взрослого населения. Во всем мире распространенность инсульта составила 33 млн. человек 2010 году, среди которых 16,9 млн. человек получили первичное нарушение мозгового кровообращения [Heart Disease and Stroke Statistics, 2013]. Данные по заболеваемости и смертности от инсульта в РФ – одни из наиболее высоких в мире. Около 500 тыс. человек ежегодно переносят один из вариантов инсульта, 200 тыс. ежегодно погибают. 80 % пациентов с последствиями нарушения мозгового кровообращения остаются инвалидами [Скворцова, В. И 2007; Парфенов В.А., 2012]. Основными проявлениями инсульта являются двигательные нарушения туловища и конечностей – гемиплегия или гемипарез. Эти нарушения затрудняют процесс самообслуживания, приводят к стойкой утрате трудоспособности, изменяют качество жизни больного, а так же влияют на эмоциональное состояние [Veerbeek J.M., 2011; Morris J.H., 2013]. Восстановление верхней конечности у пациентов с выраженной и грубой степенью пареза достигается лишь у 40% пациентов за первые 6 месяцев [Kwakkel G., 2003], а с умеренной и лёгкой степенью, у 71 % пациентов [Nijland R.H., 2010].

Оценка двигательной функции верхней конечности проводится с помощью субъективной оценки по шкалам. Чаще всего используют стандартные тесты: шкалу комитета медицинских исследований или шестибальную шкалу оценки мышечной силы, шкалу Спастичности Ашфорта, шкалу Бартела и индекс активности Ривермид. Гораздо реже используют шкалы: индекс Мотрисайти, шкалу Фугл-Майер [Fugl – Meyer A., 1975], тест АРАТ. Шкалы не обладают достаточной чувствительностью, для обнаружения и оценки постепенного прогресса мышц и координации движений в процессе реабилитации [Rymer W.Z., 1994]. Недостатком применения шкал является то, что они не позволяют определить

за счёт каких ресурсов и как выполняется движение, каковы его функциональные характеристики [Ertzgaard P., 2016]. Каждодневные индивидуальные тренировки улучшают подвижность и функциональность пациентов, и являются ведущим методом лечения [Gordon N., 2004]. Основными методами восстановления функции верхней конечности после инсульта являются физические упражнения: методика онтогенетической кинезотерапии («Баланс»), PNF концепция, Bobath therapy [Kollen B.J., 2009] и методы БОС [Pollock A., 2014].

Для объективной оценки существуют инструментальные методы. Важным диагностическим исследованием является функциональная электромиография (ЭМГ) [Cesqui V., 2013]. Исследование кинематики движения позволяет количественно и качественно оценить пространственные характеристики движений в каждом возможном для сустава направлении [Dejnabadi H., 2005; Roetenberg D., 2005]. Для этой цели применяются специальные системы видеоанализа движений. В последние годы для анализа движений и движений в плечевых суставах так же активно применяются безплатформенные инерционные сенсоры, которые позволяют получать корректные данные [El-Zayat B.F. et al, 2011].

До сих пор не существует единых стандартизированных протоколов для анализа движения в крупных суставах верхней конечности [Murphy A. et al., 2011; Huangetal, 2012] и, прежде всего, в плечевом суставе, несмотря на то, что движения верхними конечностями в значительной мере определяют возможность самообслуживания. В зависимости от поставленных исследователями задач, в литературе чаще встречаются отдельные исследования кинематики [VanderPas S.C., 2011; Lang C.E., 2007; Thrane G., 2011] и функциональной ЭМГ [Cesqui V., 2013; Kleine B.U., 1999; Canning C.G., 2000] у пациентов в остром периоде церебрального инсульта.

Методы тренировки с биологической обратной связью (БОС) больных после перенесённого церебрального инсульта в последние годы стали активно применяться

в ранние сроки [HsiuY.H. et all 2012; Oonagh M., 2013]. Их возможности и сама методика БОС-тренировки остаются в зоне активных дискуссий.

Настоящее исследование посвящено изучению функции плечевых суставов у больных в периоде острого инсульта в процессе восстановительного лечения, в том числе, и с использованием метода БОС.

Материалы и методы

Обследовано три группы. Группа нормы, первая и вторая группы больных в остром периоде церебрального инсульта. Группа нормы – 20 здоровых испытуемых – 7 женщин, 13 мужчин, средний возраст – 52 года. Данная возрастная категория соответствует среднему возрасту пациентов перенесших острое нарушение мозгового кровообращения. Обследуемые не имели в анамнезе травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата, жалоб и противопоказаний на момент исследования. Общая характеристика групп пациентов представлена в таблице 1. Обеим группам проводилась оценка по шкалам Motricity Index и Ashfort Scale до начала лечения и после его окончания.

В обеих группах проводились занятия ЛФК со второго третьего дня с момента инсульта, до 21 дня (всего 15 занятий). Вторая группа дополнительно получала тренировку с БОС движений в плечевом суставе на стороне пареза (10 занятий БОС). Исследование движений в плечевых суставах выполняли на 3-5-й день и по окончании курса на 21-й день.

Обследуемым, в процессе исследования, предлагалось выполнять движения сгибания/разгибания, отведения/приведения, до 90 градусов, и наружную/внутреннюю ротацию обеими верхними конечностями в плечевых суставах. Для измерения амплитуды ротационных движений в нашей методике сгибаем руку в локтевом суставе на 90°, чтобы предплечье лежало в сагиттальной плоскости. Такой вариант гораздо легче выполнить пациентам с парезом верхней конечности.

Движения выполнялись по следующей схеме: одновременно двумя руками сгибание, отведение и ротация в положении сидя (голова установлена по средней линии, с открытыми глазами). Каждое упражнение выполнялось два раза. Движение проводилось свободно, без дополнительных указаний в соответствии с первичной инструкцией.

Исследование кинематики: Для регистрации движений в плечевых суставах и ЭМГ использовались без-платформенные инерционные сенсоры. Сенсоры устанавливались посредством эластичных манжет на плече и груди. (Рис. 1)

На каждое движение в программном пакете строилась индивидуальная гониограмма. На графике отмечались максимальная амплитуда «А» в градусах и её время достижения «Т%» в % от цикла движения. (Рис. 2) Значения амплитуд и соответствующих им фаз копировались в таблицу.

Исследование функциональной ЭМГ: Каждый сенсор имеет два канала регистрации ЭМГ. ЭМГ регистрировалось посредством одноразовых электродов Swaromed. Размещение электродов проводилось в



Рис. 1. Обследуемый с фиксированными сенсорами и электродами.

Таблица 1. Группы пациентов. Где: Возраст – среднее значение в годах, СМА – средняя мозговая артерия.

Параметр	Возраст	Количество			Левая СМА	Правая СМА
		Всего	Мужчин	Женщин		
1-я группа	63,6	25	12	13	10	15
2-я группа	60,4	25	16	9	12	13

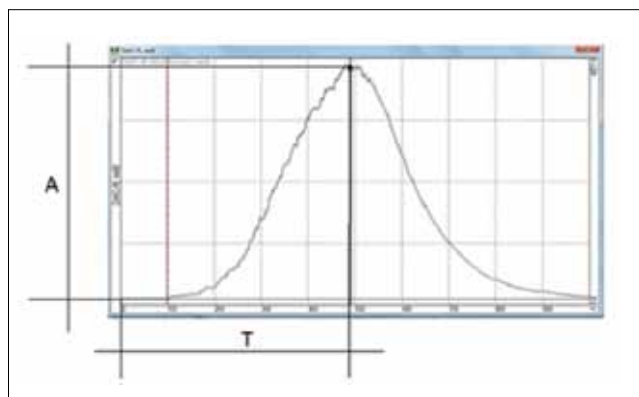
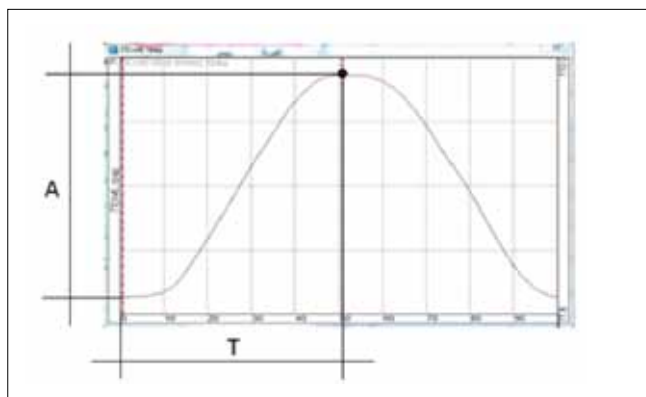


Рис. 2. Слева – график максимальной амплитудой «А» в градусах и её время достижения «Т%» в % от цикла движения. Справа – аналогичные параметры для огибающей ЭМГ.

соответствии со стандартом GCMA. Регистрацию осуществляли с 6 мышц: правые и левые трапециевидные, передние и средние дельтовидные мышцы.

Обработка в соответствии со стандартом. По каждой огибающей ЭМГ строился профиль биоэлектрической активности в процессе выполняемого движения. На графике отмечались максимальная (А) произвольная активность в микровольтах (мкВ), и время её достижения «Т%» в % от цикла движения (Рис. 2).

Проведение тренировки с биологической обратной связью. Применялся тот же сенсор, фиксированный на паретичном плече пациента, работающий со специальным программным пакетом, включающим игровую среду и инструменты настройки. В результате, пациент управлял виртуальным объектом движениями плеча в двух плоскостях. Начальные положения и масштаб настраивались индивидуально.

Статистическая обработка выполнялась в пакете Statistica 6.0 методами стандартной вариационной статистики.

Результаты

Данные оценки до и после курса лечения в обеих группах по Motricity Index и Ashfort Scale приведены на рисунке 3.

Можно отметить относительно скромное улучшение каждого показателя с незначительно большей динамикой во второй группе. При этом достоверных отличий в показателях до и после получено не было.

Для теста сгибания, отведения и ротации в плечевых суставах обнаружено достоверное уменьшение амплитуд на стороне поражения по сравнению с нормой, для больных, как в первой, так и во второй группе. Для здоровой стороны так же характерно снижение амплитуд, но достоверно только для сгибания до начала лечения в первой группе и ротации до и после лечения в обеих группах. Значения фаз максимальной амплитуды существенно не отличаются от нормативных, кроме отведения (более поздняя по сравнению с нормой), до начала лечения во второй группе (Таблица 1).

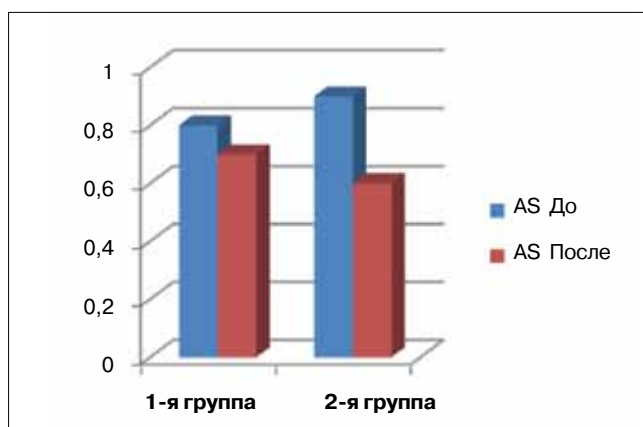
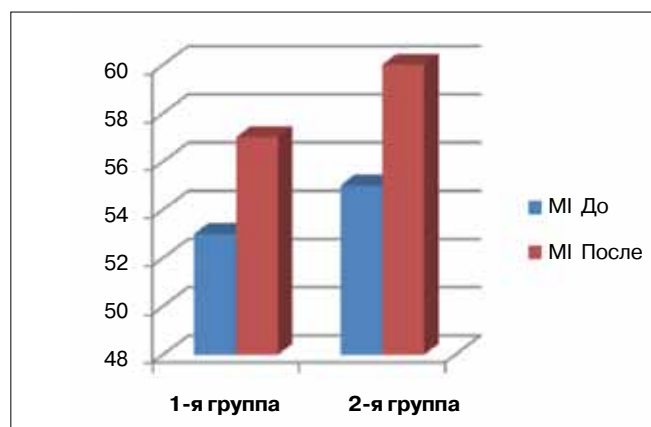


Рис. 3. Оценка по Motricity Index (MI) и Ashfort Scale (AS) групп пациентов до и после курса лечения.

Таблица 1. Группы пациентов. Где: Возраст – среднее значение в годах, СМА – средняя мозговая артерия.

Движение	Время	Норма		Группа 1				Группа 2			
		А	Т%	Пораж.		Здоровая		Пораж.		Здоровая	
				А	Т%	А	Т%	А	Т%	А	Т%
Сгибание	До	80	54	56*	54	73*	50	43*#	52	78	50
	После			59*	54	76	50	52*#	50	79	50
Отведение	До	86	47	60*#	47	84	48	54*#	54	83	50*
	После			63*#	48	48	84	57*#	54	80*	49
Ротация	До	56	52	37*#	50	47*	56	34*	47*#	52*#	51
	После			41*#	49	51*	51	35*	48*	51*#	50
ЭМГ Сгиб.	До	295	48	230*#	59*#	284	50	209*	58*	291	51
	После			236*#	55*#&	288	49	229*	53	311	51
ЭМГ Отв.	До	330	48	259*	60*	329	49	245*#	56*#	304	50
	После				55*&	334	50	253*#	53*#	310	48

Примечание: * – достоверно от нормы, # – достоверно от здоровой стороны, & – достоверно от такого же до лечения.

Исследование ЭМГ активности показало, что в первой группе на стороне поражения имеются достоверные отличия, как по амплитуде (снижение), так и по фазе (более поздняя). При этом, для движения сгибания отличия имеют место и от нормы и от аналогичных показателей здоровой стороны. Фаза максимальной ЭМГ активности достоверно отличается от группы нормы и здоровой стороны (максимум наступает позже). После курса лечения значение фазы становится ближе к норме, но достоверные отличия остаются.

Для движения отведения отличия имеются от нормы и по фазе после лечения от таковой до лечения (уменьшение значения, параметр стал ближе к норме). Амплитуды и фазы на здоровой стороне достоверных отличий от нормы не обнаруживают.

Для второй группы имеется достоверное уменьшение амплитуд ЭМГ по сравнению с нормой, как до, так и после лечения. Для движений отведения имеются дополнительно достоверные отличия от таких же показателей для здоровой стороны. Фаза максимума ЭМГ активности более поздняя, что достоверно отличается от нормы для сгибания до начала лечения и от показателей нормы и здоровой стороны для движений отведения. Амплитуды и фазы ЭМГ активности на здоровой стороне не имеют отличий от нормы.

У значительной части больных были обнаружены аномальные типы ЭМГ активности с двумя максимумами (Рис. 4). В норме имеется только один максимум. Основная часть больных, на стороне поражения демонстрировала этот же тип активности, хотя и со смещением максимума. В первой группе для движения сгибания тип активности с двумя максимумами отмечен у 9 пациентов, после проведения курса ЛФК только у 6 больных. Для движения отведения до начала лечения феномен имел место у 5 пациентов, после окончания, у 4-х. Для второй группы для движения сгибания феномен найден у 7 больных до начала лечения и у 4-х после его окончания. Для движения отведения – у 5, а по окончании лечения – 2-х.

Обсуждение

Как показало данное исследование – амплитуда движений в плечевых суставах у больных с гемипарезом снижается не только на стороне поражения, но и отчасти, на здоровой стороне. При этом фаза максимума движения существенно не изменяется. В течение короткого курса лечения, хотя амплитуды и возросли, но не столь значительно, чтобы не отличаться от нормы или здоровой стороны. Данный результат ожидаем, и не противоречит опубликованным в литературе [Rundquist T.P. et al, 2011].

ЭМГ активность основных мышц каждого движения демонстрирует снижение максимальной амплитуды на стороне поражения и более позднее наступление момента максимума активности. При этом сам момент максимума амплитуды имеет явную тенденцию смещения в сторону нормы в процессе лечения, но данное изменение не всегда достигает статистически достоверного уровня. Обнаруженный феномен активности с двумя максимумами характерен для значительной части обследованных до начала лечения. В конце лечения их количество заметно снижается, особенно в группе с БОС-тренировкой. В доступной литературе мы не обнаружили информации о наличии такого феномена. Возможно, потому, что, как показало исследование, уже на третьей неделе после инсульта количество больных с данным феноменом значительно сокращается. Наиболее вероятная причина – это восстановление физиологического функционирования мышцы с течением времени и под влиянием проводимого лечения.

Функциональная динамика состояния пациентов демонстрируют основные закономерности процесса восстановления. По причине короткого срока проводимого лечения изменения довольно трудно идентифицируемы клинически, но легко обнаруживаются посредством инструментального исследования. Такие параметры, как изменение биоэлектрической активности мышц в цикле движения или относительно небольшие изменения амплитуды активных движений, очевидно, остаются вне зоны доступности органов чувств.

Предложенная методика исследования движений в плечевых суставах может быть использована для проведения объективной оценки функционального состояния больных после перенесённого инсульта и других состояний, сопровождающихся нарушением функции плечевого сустава.

Обнаруженный феномен аномальной ЭМГ активности, является одним из частых симптомов нарушения функции мышц при центральном гемипарезе. Данный феномен поддаётся коррекции при проведении восстановительного лечения. Однако, количество пациентов с двумя максимумами активности на ЭМГ в группе получавшей стандартное лечение и сеансы БОС-тренировки, стало меньше по сравнению с такими же пациентами в группе проходившей стандартное лечение. Более точные данные могут быть получены при выполнении более продолжительного применения БОС-тренировки на последующих этапах реабилитации.

Других существенных отличий в динамике функционального состояния группы 1 и группы 2, обнаружено

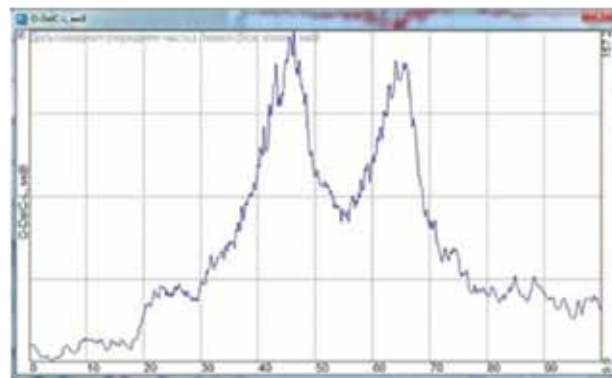
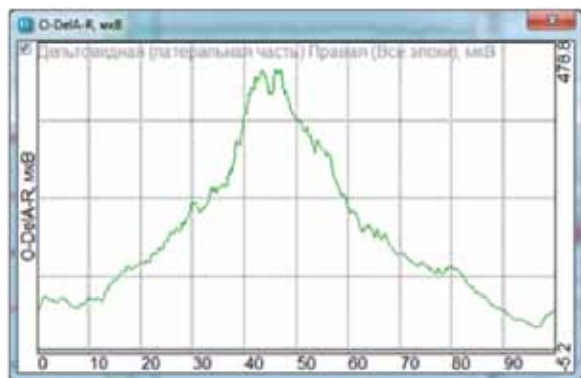


Рис. 4. Слева график средняя огибающая ЭМГ – нормальный тип с одним максимумом активности. Справа – аномальный тип активности с двумя максимумами.

не было. Возможно, что это связано, прежде всего, с малой длительностью, как одного, так и другого типа лечения. БОС-тренировка с использованием биомеханических параметров используется успешно в течение длительного времени [Giggins O.M., 2013]. Однако, обнаружение непосредственного эффекта проводимых тренировок в периоде острого инсульта на исследуемом отрезке времени представляет собой более тонкую задачу и в рамках дизайна данного исследования не позволяет сделать однозначный вывод о возможностях применённой реализации методики

БОС. Однако, мы получили уменьшение во второй группе количества пациентов с аномальной ЭМГ, что так же является косвенным аргументом в пользу БОС-тренировки.

Полученные биомеханические данные согласуются и с результатами оценки по шкалам, где так же отмечен незначительно лучший результат во второй группе.

Таким образом, мы не получили негативного эффекта применения БОС-тренировки у больных в острой стадии церебрального инсульта. Более подробные данные могут быть получены в дальнейшем исследовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Парфенов, В.А., Хасанова Д.Р. Ишемический инсульт М.: МИА, 2012; 312 с.
2. Скворцова, В.И. Снижение заболеваемости, смертности и инвалидности от инсультов в Российской Федерации. - М.: Литера, 2007. 192 с.
3. Canning C.G., Ada L., O'Dwyer N.J. Abnormal muscle activation characteristics associated with loss of dexterity after stroke, *J NeuroSci* 2000, 176 (1): 45–56.
4. Cesqui B., Tropea P., Micera S., Krebs H. EMG-based pattern recognition approach in post stroke robot-aided rehabilitation: a feasibility study. *JNeuroengRehabil*. 2013; 10: 75.
5. Dejnabadi H., Jolles B.M., Aminian K. A new approach to accurate measurement of uniaxial joint angles based on a combination of accelerometers and gyroscopes//*IEEE Trans Biomed*, 2005, P. 1478–1484.
6. El-Zayat B.F., Efe T., Heidrich A., Wolf U., Timmesfeld N., Heysse T.J., Lakemeier S., Fuchs-Winkelmann S., Schofer M.D.. Objective assessment of shoulder mobility with a new 3D gyroscope—a validation study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011 Jul 21; 12: 16.
7. Ertzgaard P., Ohberg F., Gerdle B., Grip H. A new way of assessing arm function in activity using kinematic Exposure Variation Analysis and portable inertial sensors - A validity study. *Manual Therapy* 2016 Feb; 21 241–249.
8. Fugl-Meyer A.; Jaasko L.; Leyman I.; Olsson S.; Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. *Scand. J. Rehabil. Med*. 1975, 7, 13–31.
9. Giggins O.M., Persson U.M., Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2013, 10:60
10. Gordon N.; Gulanick M.; Costa F.; Fletcher G.; Franklin B., Roth E.; Shephard T. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors. *Circulation* 2004, 109, 2031–2041.
11. Heart Disease and Stroke Statistics-2013 Update : A Report From the American Heart, *Circulation* is published by the American Heart Association, 7272 Greenville Avenue, Dallas, TX 75231).
12. Hsiu-Yun Hsu, Cheng-Feng Lin, Fong-Chin Su, Huan-Ting Kuo, Haw-Yen Chiu, Li-Chieh Kuo. Clinical application of computerized evaluation and re-education biofeedback prototype for sensorimotor control of the hand in stroke patients. *J NeuroengRehabil*. 2012; 9: 26.
13. Huang S., Luo C., Ye S., Liu F., Xie B., Wang C. et al. Motor impairment evaluation for upper limb in stroke patients on the basis of a microsensor. *Int J Rehabil Res – IntZeitschrift fur Rehabilitationsforschung*. 2012; 35: 161–169.
14. Kleine B.U., Schumann N.P., Bradl I., Grieshaber R., Scholle H.C. Surface EMG of shoulder and back muscles and posture analysis in secretaries typing at visual display units. *IntArchOccupEnvironHealth*. 1999 Sep; 72 (6): 387–94.
15. Kollen B.J., Lennon S., Lyons B., Wheatley-Smith L., Scheper M., Buurke J.H., et al. The effectiveness of the Bobath Concept in stroke rehabilitation: what is the evidence?. *Stroke* 2009; 40 (4): e89–e97.
16. Kwakkel G., Kollen B.J., Van der Grond J., Prevo A.J. Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb: impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke. *Stroke* 2003; 34 (9): 2181–6.
17. Lang C.E., Wagner J.M., Edwards D.F., Dromerick A.W. Upper extremity use in people with hemiparesis in the first few weeks after stroke. *JNPT*. 2007; 31 : 56–63.
18. Morris J.H., van Wijck F., Joice S., Donaghy M. Predicting health related quality of life 6 months after stroke: the role of anxiety and upper limb dysfunction. *Disability and Rehabilitation* 2013; 35 (4): 291–9.
19. Murphy M., Willens H.J., Sunnerhagen K.S. Kinematic variables quantifying upper-extremity performance after stroke during reaching and drinking from a glass. *Neurorehabil Neural Repair*. 2011; 1: 71–80 9.
20. Nijland R.H., van Wegen E.E., Harmeling-van der Wel B.C., Kwakkel G. Presence of finger extension and shoulder abduction within 72 hours after stroke predicts functional recovery: early prediction of functional outcome after stroke: the EPOS cohort study. *Stroke* 2010; 41: 745–50
21. Oonagh M., Giggins O.M., Persson U.M., Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation. *J NeuroengRehabil*. 2013; 10: 60.
22. Pollock A., Farmer S., Brady M., Langhorne P. Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014 Nov 12; 11
23. Rundquist P., Dumit M., Hartley J., Schultz K., Finley M.A. Three-dimensional shoulder complex kinematics in individuals with upper extremity impairment from chronic stroke. *Disability & Rehabilitation*, 2011, 1–6.
24. Rymer W.Z., Katz R.T. Mechanism of spastic hypertonia. *Phys Med Rehab* 1994, 8: 442–453.
25. Roetenberg D., Luinge H.J., Baten C.T. Compensation of magnetic disturbances improves inertial and magnetic sensing of human body segment orientation.// *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, 2005 Sep; 13 (3): 395–405.
26. Thrane G., Emaus N., Askim T., Anke A. Arm use in patients with subacute stroke monitored by accelerometry: Association with motor impairment and influence on self-dependence. *J Rehabil Med*. 2011; 43 (4): 299–304.
27. Van der Pas S.C., Verbunt J.A., Breukelaar D.E., van Woerden R., Seelen H.A. Assessment of arm activity using triaxial accelerometry in patients with a stroke. *Arch Phys Med*. 2011; 92 (9): 1437–1442.
28. Veerbeek J.M., Kwakkel G., van Wegen E.E., Ket J.C., Heymans M.W. Early prediction of outcome of activities of daily living after stroke: a systematic review. *Stroke* 2011; 42: 1482–8.

REFERENCES:

1. Parfenov, V.A., Hasanova D.R. Ishemicheskij insul't M.: MIA, 2012; 312 p.
2. Skvorцова, V.I. Snizhenie zaboлеваemosti, smertnosti i invalidnosti ot insul'tov v Rossijskoj Federacii. - M.: Litera, 2007. 192 p.
3. Canning C.G., Ada L., O'Dwyer N.J. Abnormal muscle activation characteristics associated with loss of dexterity after stroke, *J NeuroSci* 2000, 176(1):45–56
4. Cesqui B., Tropea P., Micera S., Krebs H. EMG-based pattern recognition approach in post stroke robot-aided rehabilitation: a feasibility study. *JNeuroengRehabil*. 2013; 10: 75
5. Dejnabadi H., Jolles B.M., Aminian K. A new approach to accurate measurement of uniaxial joint angles based on a combination of accelerometers and gyroscopes//*IEEE Trans Biomed*, 2005, P. 1478–1484.
6. El-Zayat B.F., Efe T., Heidrich A., Wolf U., Timmesfeld N., Heysse T.J., Lakemeier S., Fuchs-Winkelmann S., Schofer M.D.. Objective assessment of shoulder mobility with a new 3D gyroscope—a validation study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011 Jul 21; 12: 16
7. Ertzgaard P., Ohberg F., Gerdle B., Grip H. A new way of assessing arm function in activity using kinematic Exposure Variation Analysis and portable inertial sensors - A validity study. *Manual Therapy* 2016 Feb; 21 241–249
8. Fugl-Meyer A.; Jaasko L.; Leyman I.; Olsson S.; Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. *Scand. J. Rehabil. Med*. 1975, 7, 13–31.
9. Giggins O.M., Persson U.M., Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2013, 10:60

10. Gordon N.; Gulanick M.; Costa F.; Fletcher G.; Franklin B., Roth E.; Shephard T. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors. *Circulation* 2004, 109, 2031–2041
11. Heart Disease and Stroke Statistics-2013 Update : A Report From the American Heart, *Circulation* is published by the American Heart Association, 7272 Greenville Avenue, Dallas, TX 75231)
12. Hsiu-Yun Hsu, Cheng-Feng Lin, Fong-Chin Su, Huan-Ting Kuo, Haw-Yen Chiu, Li-Chieh Kuo. Clinical application of computerized evaluation and re-education biofeedback prototype for sensorimotor control of the hand in stroke patients. *J NeuroengRehabil.* 2012; 9: 26.
13. Huang S., Luo C., Ye S., Liu F., Xie B., Wang C. et al. Motor impairment evaluation for upper limb in stroke patients on the basis of a microsensor. *Int J Rehabil Res – IntZeitschrift fur Rehabilitationsforschung.* 2012; 35: 161–169
14. Kleine B.U., Schumann N.P., Bradl I., Grieshaber R., Scholle H.C. Surface EMG of shoulder and back muscles and posture analysis in secretaries typing at visual display units. *IntArchOccupEnvironHealth.* 1999 Sep;72(6):387-94
15. Kollen B.J., Lennon S., Lyons B., Wheatley-Smith L., Scheper M., Buurke J.H., et al. The effectiveness of the Bobath Concept in stroke rehabilitation: what is the evidence?. *Stroke* 2009; 40 (4): e89-e97.
16. Kwakkel G., Kollen B.J., Van der Grond J., Prevo A.J. Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb: impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke. *Stroke* 2003;34 (9): 2181–6.
17. Lang C.E., Wagner J.M., Edwards D.F., Dromerick A.W. Upper extremity use in people with hemiparesis in the first few weeks after stroke. *JNPT.* 2007; 31 : 56–63.
18. Morris J.H., van Wijck F., Joice S., Donaghy M. Predicting health related quality of life 6 months after stroke: the role of anxiety and upper limb dysfunction. *Disability and Rehabilitation* 2013; 35 (4): 291–9.
19. Murphy M., Willens H.J., Sunnerhagen K.S. Kinematic variables quantifying upper-extremity performance after stroke during reaching and drinking from a glass. *Neurorehabil Neural Repair.* 2011; 1: 71–80 9.
20. Nijland R.H., van Wegen E.E., Harmeling-van der Wel B.C., Kwakkel G. Presence of finger extension and shoulder abduction within 72 hours after stroke predicts functional recovery: early prediction of functional outcome after stroke: the EPOS cohort study. *Stroke* 2010; 41: 745–50.
21. Oonagh M., Giggins O.M., Persson U.M., Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation. *J NeuroengRehabil.* 2013; 10: 60.
22. Pollock A., Farmer S., Brady M., Langhorne P. Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014 Nov 12; 11
23. Rundquist P., Dumit M., Hartley J., Schultz K., Finley M.A. Three-dimensional shoulder complex kinematics in individuals with upper extremity impairment from chronic stroke. *Disability & Rehabilitation,* 2011, 1–6.
24. Rymer W.Z., Katz R.T. Mechanism of spastic hypertonia. *Phys Med Rehab* 1994, 8: 442–453.
25. Roetenberg D., Luinge H.J., Baten C.T. Compensation of magnetic disturbances improves inertial and magnetic sensing of human body segment orientation. // *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng,* 2005 Sep; 13 (3): 395–405.
26. Thrane G., Emaus N., Askim T., Anke A. Arm use in patients with subacute stroke monitored by accelerometry: Association with motor impairment and influence on self-dependence. *J RehabilMed.* 2011; 43 (4): 299–304.
27. Van der Pas S.C., Verbunt J.A., Breukelaar D.E., van Woerden R., Seelen H.A. Assessment of arm activity using triaxial accelerometry in patients with a stroke. *Arch Phys Med.* 2011; 92 (9): 1437–1442.
28. Veerbeek J.M., Kwakkel G., van Wegen E.E., Ket J.C., Heymans M.W. Early prediction of outcome of activities of daily living after stroke: a systematic review. *Stroke* 2011; 42: 1482–8.

РЕЗЮМЕ

Обследовано три группы: 20 здоровых, 50 больных с церебральным инсультом, сопровождающимся парезом верхней конечности, из них 25 проходили традиционное лечение и 25 такой же курс добавление тренировок с биологической обратной связью (БОС) для движений в плечевом суставе. Проведено исследование кинематики движений в плечевых суставах в сочетании с ЭМГ регистрацией на 3–4-й день и на 21-й день.

Обнаружено, что обе группы больных имеют снижение амплитуд движений в плечевом суставе паретичной стороны, с сохранением в норме временной цикличности движения. Отчасти снижаются амплитуды движений и на здоровой стороне. В отличие от кинематики основные действующие мышцы на стороне поражения характеризуются не только уменьшением амплитуды ЭМГ, но и более поздним максимумом активности. Обнаружен феномен аномальной, двух-фазовой активности мышц на стороне пареза.

По окончании лечения амплитуды движений в поражённом плечевом суставе возрастают, но остаются достоверно меньше таковых в норме. Величина запаздывания максимума ЭМГ активности уменьшается. Снижается так же число аномальных вариантов ЭМГ активности. Уменьшение таких вариантов больше в группе, получающей БОС-тренировки.

Предложенная методика исследования функции плечевых суставов является чувствительной и, в отличие от клинических шкал позволяет определить количественно и качественно функциональную динамику.

Ключевые слова: церебральный инсульт, гемипарез, плечевой сустав, кинематика, БОС.

ABSTRACT

The study involved three groups: 20 healthy, 50 patients with cerebral stroke with hemiparesis of the upper extremity, of which 25 got standard treatment and 25 had additional course of training with biofeedback for movement in the shoulder joint. A study of the kinematics of movements in the shoulder joints in combination with EMG recording were made on the 3–4th day and 21-th day.

It was found that both groups of patients have a decrease in range of motion in the shoulder joint paretic hand, and support normal cyclical movement of time. A part of patients shown reduced range of motion not only on affected, but also on the healthy side. In contrast to the kinematics basic acting muscles on the affected side are characterized not only a decrease in EMG amplitude, but also the later peak activity. Parts of patient were shown the phenomenon of anomalous, two-phase activity of muscles on the side of paresis.

After treatment, ranges of motion in the affected shoulder joint are increasing, but remain significantly lower than those in normal. The magnitude of the EMG activity of the maximum delay is reduced. The numbers of abnormal variants of EMG activity were coming to be less after treatment. The group receiving biofeedback training demonstrated better functional result.

The proposed method of investigation function of the shoulder joint is more sensitive compare to clinical scales to determine quantitatively and qualitatively the functional dynamics.

Keywords: stroke, hemiparesis, shoulder joint, kinematics, biofeedback.

Контакты:

Кауркин С.Н. E-mail: kaurkins@bk.ru