

различных системах организма человека», (номер государственной регистрации: 0111U001737).

Цель исследования: определить эффективность восстановления двигательной функции после электромиостимуляции четырехглавой мышцы бедра у пациентов с повреждением передней крестообразной связки при ее артроскопической реконструкции.

Материал и методы исследования. В исследованиях приняло участие 20 пациентов в возрасте 25-35 лет в позднем послеоперационном периоде (4-5 неделя после артроскопической реконструкции ПКС), которые были разделены на 2 группы: контрольная (КГ) и основная (ОГ). Программа реабилитации пациентов КГ включала в себя 2-недельный курс лечебной гимнастики, программа пациентов ОГ помимо этого предусматривала проведение процедур ЭМС четырехглавой мышцы бедра.

Для достижения поставленной цели был проведен анализ и обобщение зарубежной и отечественной специальной научно-методической литературы по вопросам нарушения двигательной функции и исследованы показатели электромиографии в разные сроки после операции.

Для оценки состояния сократительного потенциала мышц интактной и травмированной конечности проводилось исследование методом поверхностной ЭМГ. Обследовали биоэлектрическую активность двух порций четырехглавой мышцы: *m. rectus femoris* и *m. vastus medialis* при их максимально произвольном сокращении с использованием компьютерного электронейромиографа DIGITAL M-TEST (Харьков). Отведения ЭМГ осуществляли с помощью биполярного поверхностного электрода в плоскости отводящих поверхностей 8 мм и межэлектродного расстоянием 20 мм. Исследование мышц проводили на пораженной и интактной нижней конечности. Нормативными значениями считались показатели интактной конечности. Показатели ЭМГ приводили в абсолютном значении. При анализе интерференционной ЭМГ максимального сокращения анализировали показатели средней амплитуды (мкВ) и частоты (Гц). Тестирование мышц выполняли по стандартной методике: пациент находился в И. П. сидя – голень умеренно разогнута. Статическое удержание разогнутого положения голени осуществлялось против попытки исследователя выполнить сгибание конечности в коленном суставе.

Результаты исследования и их обсуждение. Электромиографическое исследование четырехглавой мышцы бедра травмированной конечности до проведения ЭМС показало, что в начале исследования основные показатели электрической активности *m. rectus femoris* травмированной конечности у пациентов ОГ и КГ достоверно не отличались и составили: средняя амплитуда в ОГ – $87,5 \pm 6$ мкВ, в КГ – $89,2 \pm 7$ мкВ; средняя частота секундной реализации в ОГ – $85,8 \pm 5$ Гц, в КГ – $86,1 \pm 7$ Гц (табл. 1).

Регистрация биоэлектрической активности *m. vastus medialis* травмированной конечности показала достоверные отличия между ОГ и КГ: средняя амплитуда составила: $147,7 \pm 8$ мкВ и 150 ± 7 мкВ соответственно; средняя частота секундной реализации

составила: $117,2 \pm 6$ Гц и $152,5 \pm 2$ Гц соответственно (табл. 2).

Повторное ЭМГ исследование проводилось на 14-й день после прохождения курса лечения. Было обнаружено повышение биоэлектрической активности мышц не только оперированной, но и интактной конечности пациентов ОГ, что подтверждает данные различных авторов о рефлекторном влиянии ЭМС на процессы нейромышечной адаптации, способствующих активации и мобилизации восстановительных процессов.

В результате, у пациентов КГ, не проходивших курс ЭМС, электромиографическое исследование четырехглавой мышцы бедра травмированной конечности показало менее позитивную динамику по сравнению с пациентами ОГ.

Так, статистически достоверно ($p < 0,01$) снизилась дельта между показателями абсолютных величин средней амплитуды (мкВ) и средней частоты (Гц) биопотенциалов для *m. rectus femoris* между интактной и травмированной конечностью у пациентов ОГ, достоверная динамика у пациентов КГ наблюдалась также, однако она носила менее генерализованный характер (табл. 1).

Регистрация биоэлектрической активности *m. vastus medialis* травмированной конечности показала достоверные отличия между ОГ и КГ: средняя амплитуда в ОГ увеличилась до $197,7 \pm 8$ мкВ (на 34%), в КГ до $162,8 \pm 5$ мкВ (на 8,16%) соответственно.

Динамика абсолютных показателей средней частоты исследуемых *m. vastus medialis* травмированной конечности у пациентов КГ носила недостоверное значение – $116,9 \pm 8$ Гц (увеличился на 3,6%); при этом у пациентов ОГ наблюдался значительный прирост средней частоты *m. vastus medialis* травмированной конечности – $129,2 \pm 5$ Гц (увеличился на 10,2%) соответственно.

Выводы:

1. Раннее применение средств и методов физической реабилитации после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки способствует уменьшению проявлений послеоперационных осложнений и повышению эффективности восстановления двигательной функции поврежденной конечности.

2. Исследование динамики показателей биоэлектрической активности четырехглавой мышцы бедра у пациентов основной и контрольной групп показало, что общий характер нарушения функции нервно-мышечной системы был сходным, однако степень восстановления двигательной функции квадратцепса после артроскопической реконструкции ПКС у пациентов при включении в комплексную программу реабилитации электромиостимуляции четырехглавой мышцы бедра позволяет констатировать большую эффективность проводимых восстановительных мероприятий.

Перспективы дальнейших исследований. Дальнейшие исследования предполагается провести в направлении оптимизации программы физической реабилитации пациентов с повреждением передней крестообразной связки коленного сустава.



Таблиця 1

Динамика показателей биоэлектрической активности *m. rectus femoris* после проведения курса ЭМС ($\bar{X} \pm m$), ($n_{ог} = n_{кг} = 10$)

Группа пациентов	Поврежденная конечность				Интakтная конечность			
	Средняя амплитуда, мкВ		Средняя частота, Гц		Средняя амплитуда, мкВ		Средняя частота, Гц	
	до	после	до	после	до	после	до	после
ОГ	87,5±6	126,5±8	85,8±5	116,1±5	256,9±13	262,9±4	168,8±3	174,2±6
КГ	89,2±7	94,9±12	86,1±7	92,3±8	252,5±9	264,5±11	166,5±7	170,6±7
t-кр. Стьюдента	p>0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05	p>0,05	p<0,05

Примечание. Различия статистически значимы на уровне $p < 0,05$.

Таблиця 2

Динамика показателей биоэлектрической активности *m. vastus medialis* после проведения курса ЭМС ($\bar{X} \pm m$), ($n_{ог} = n_{кг} = 10$)

Группа пациентов	Поврежденная конечность				Интakтная конечность			
	Средняя амплитуда, мкВ		Средняя частота, Гц		Средняя амплитуда, мкВ		Средняя частота, Гц	
	до	после	до	после	до	после	до	после
ОГ	147,7±8	197,7±8	117,2±6	129,2±5	298,7±11	308,1±3	152,5±2	163,2±7
КГ	150±7	162,8±5	112,8±8	116,9±8	284,8±10	301,7±9	150,5±4	153,9±7
t-кр. Стьюдента	p>0,05	p<0,01	p>0,05	p<0,05	p>0,05	p>0,05	p>0,05	p<0,05

Примечание. Различия статистически значимы на уровне $p < 0,05$.

Список использованной литературы:

1. Амжад А. Б. Хамдони. Комплексная физическая реабилитация в лечении больных с повреждением связок коленного сустава (обзор литературы) // Слобожанський науково-спортивний вісник : [наук.-теор. журн.]. – Харків : ХДАФК, 2006. – № 10. – С. 143–146.
2. Гехт Б. М. Теоретическая и клиническая электромиография. – Л. : Наука, 1990. – 229 с.
3. Гайко О. Г. Стан м'язів стегна у хворих на ревматоїдний артрит, що потребують ендопротезування колінного суглоба за даними електроміографічного дослідження / О. Г. Гайко, М. В. Полулях, В. П. Черняк // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2008. – № 3. – С. 40–43.
4. Персон Р. С. Электромиография в исследованиях человека / Р. С. Персон. – М. : Наука, 1999. – 228 с.
5. Пустовойт Б. А. Общие принципы разработки программы реабилитации при повреждении связочного аппарата коленного сустава после хирургического лечения / Б. А. Пустовойт, Амжад Хамдони // Слобожанський науково-спортивний вісник : [наук.-теор. журн.]. – Харків : ХДАФК, 2007. – № 11. – С. 165–168.
6. Heijne A. et al. Rehabilitation and recovery after anterior cruciate ligament reconstruction: patients' experiences / A. Heijne, K. Axelsson, S. Werner, G. Biguet // Scand J Med Sci Sports. – 2010. – vol. 3. – pp. 325–335.
7. Krosshaug T. Biomechanical analysis of anterior cruciate ligament injury mechanisms: three-dimensional motion reconstruction from video sequences / T. Krosshaug, J. R. Slauterbeck, L. Engebretsen, R. Bahr // Scand J Med Sci Sports, Oslo. – 2007. – vol. 17. – pp. 508–519.
8. Nandenkar S. D. Simulation and analysis of the electromyographic interference pattern in normal muscle. Part 2: Activity, upper centile amplitude, and number of small segments / S. D. Nandenkar, D. B. Sanders, E. V. Stalberg // Muscle and nerve. – 1996. – vol. 9. – pp. 486–490.

Стаття надійшла до редакції 18.11.2013 р.
Опубліковано: 30.12.2013 р.

Анотація. Ячник С. П., Кравчук Л. Д., Ніканоров О. К. Оцінка ефективності електроміостимуляції у пацієнтів після реконструкції передньої хрестоподібної зв'язки. Розглянуто питання впливу електроміостимуляції на рухову функцію чотириголового м'яза стегна в процесі фізичної реабілітації пацієнтів після артроскопічного відновлення передньої хрестоподібної зв'язки. Проведено аналіз та узагальнення спеціальної науково-методичної літератури з питань найбільш характерних порушень рухової функції у пацієнтів в післяопераційному періоді, досліджені методом електроміографії показники біоелектричної активності чотириголового м'яза стегна. У педагогічному експерименті взяло участь 20 пацієнтів у віці 25–35 років. Встановлено, що застосування електроміостимуляції в комплексі з лікувальною гімнастикою дозволяє підвищити ефективність реабілітаційних заходів.

Ключові слова: колінний суглоб, артроскопія, електроміографія, реабілітація, функція.

Abstract. Yachnik S. P., Kravchuk L. D., Nikanorov A. K. Evaluating the effectiveness of electromyostimulation

patients after anterior cruciate ligament reconstruction. Electromyostimulation effect on motor function of the quadriceps femoris muscle in the process of physical rehabilitation of patients after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction were considered in the article. The analysis and synthesis of special scientific and methodological literature on the most typical violations of motor function in patients in the postoperative period were studied by electromyography parameters of bioelectrical activity of the quadriceps femoris. In pedagogical experiment involved 20 patients aged 25–35 years. Found that the use of electromyostimulation in combination with physiotherapy can improve the effectiveness of rehabilitation.

Keywords: knee, arthroscopy, electromyography, rehabilitation, function.

References:

1. Amzhad A. B. Khamdoni. *Slobozans'kij nauk.-sport. visn. [Slobozhanskyi science and sport bulletin]*, Kharkiv, 2006, vol. 10, pp. 143–146. (rus)
2. Gekht B. M. *Teoreticheskaya i klinicheskaya elektromiografiya [Theoretical and clinical electromyography]*, Lvov, 1990, 229 p. (rus)
3. Gayko O. G., Polulyakh M. V., Chernyak V. P. *Visnik ortopedii, travmatologii ta protezuvannya [Journal of Orthopaedics, Traumatology and Prosthetics]*, 2008, vol. 3, pp. 40–43. (ukr)
4. Person R. S. *Elektromiografiya v issledovaniyakh cheloveka [Electromyography in human studies]*, Moscow, 1999, 228 p. (rus)
5. Pustovoyt B. A. Amzhad Khamdoni *Slobozans'kij nauk.-sport. visn. [Slobozhanskyi science and sport bulletin]*, Kharkiv, 2007, vol. 11, pp. 165–168. (rus)
6. Heijne A. et al. *Rehabilitation and recovery after anterior cruciate ligament reconstruction: patients' experiences / A. Heijne, K. Axelsson, S. Werner, G. Biguet // Scand J Med Sci Sports. – 2010. – vol. 3. – pp. 325–335.*
7. Krosshaug T. *Biomechanical analysis of anterior cruciate ligament injury mechanisms: three-dimensional motion reconstruction from video sequences / T. Krosshaug, J. R. Slauterbeck, L. Engebretsen, R. Bahr // Scand J Med Sci Sports, Oslo. – 2007. – vol. 17. – pp. 508–519.*
8. Nandenkar S. D. *Simulation and analysis of the electromyographic interference patten in normal muscle. Part 2: Activity, upper centile amplitude, and number of small segments / S. D. Nandenkar, D. B. Sanders, E. V. Stalberg // Muscle and nerve. – 1996. – vol. 9. – pp. 486–490.*

Received: 18.11.2013.

Published: 30.12.2013.

Сергей Петрович Ячник, к. мед. н.; zdravcenter@ukr.net; Государственное учреждение «Институт травматологии и ортопедии Национальной академии медицинских наук Украины»: ул. Воровского 27, г. Киев, 01601, Украина.

Людмила Дмитриевна Кравчук, к. физ. восп.; ludochok@mail.ru; Государственное учреждение «Институт травматологии и ортопедии Национальной академии медицинских наук Украины»: ул. Воровского, 27, г. Киев, 01601, Украина.

Алексей Константинович Никаноров, к. физ. восп., доцент; nikanorov@ukr.net; Национальный университет физического воспитания и спорта Украины: ул. Физкультуры, 1, г. Киев, 03680, Украина.

Sergey Yachnik, Ph.D. (Medicine), zdravcenter@ukr.net; SI «Institute of orthopedics and traumatology NAMS of Ukraine»: Vorovskogo str. 27, Kiev, 01601, Ukraine.

Ludmila Kravchuk, Ph.D. (Physical Education and Sport), ludochok@mail.ru; SI «Institute of orthopedics and traumatology NAMS of Ukraine»: Vorovskogo str. 27, Kiev, 01601, Ukraine.

Aleksey Nikanorov, Ph.D. (Physical Education and Sport), Associate Professor, nikanorov@ukr.net; National university of physical education and sport of Ukraine: Fizcultury str. 1, Kiev, 03680, Ukraine.

