

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2012

УДК 615.825.6.03:616.832-001-036.86].015.4

Влияние циклической тренировки на системе “Локомат” на сердечно-сосудистую систему у больных с последствиями травм спинного мозга

М. Р. Макарова, К. В. Лядов, Т. В. Шаповаленко

ФГУ Лечебно-реабилитационный центр Минздравсоцразвития России, Москва

Спинальные травмы (СМТ) являются одной из наиболее актуальных медико-социальных проблем современного общества. Частота возникновения подобных травм, по оценкам разных авторов, колеблется от 10,4 до 83 случаев на 1 млн жителей при распространенности 223–755 случаев на 1 млн жителей [1, 3, 12]. Из всех случаев СМТ 80% приходится на молодых мужчин в возрасте от 15–35 лет, а 5% составляют дети [12]. Большинство пациентов со СМТ имеют двигательные нарушения, при этом у 53% наблюдается тетрапарез, а у 42% – нижняя парапарез [3].

В настоящее время лидирующей причиной заболеваемости и смертности как в острой, так и в хронической стадии СМТ являются цереброваскулярные нарушения, которые связаны прежде всего с нарушением контроля вегетативной нервной системы, часто наблюдаемого при поражении шейного и верхнего грудного отделов позвоночника [5, 6, 8]. В результате у больных с последствиями СМТ развиваются артериальная гипотензия, брадикардия и дизрефлексия. Кроме того, наблюдаются дополнительные сосудистые нарушения: тромбоз глубоких вен, риск развития коронарных заболеваний и системный атеросклероз. Повреждение нисходящих симпатических путей в результате травмы спинного мозга приводит к снижению симпатической активности, генерируемой на сегментарном уровне, с последующим нарастанием парасимпатической вагусной активности [11]. Клинически это проявляется снижением частоты сердечных сокращений (ЧСС), рефлекторной брадикардией, низким давлением крови, ортостатической гипотензией, снижением адаптационных способностей, потерей суточных колебаний кровяного давления и извращением рефлекторного контроля.

Симпатические нервы, идущие к сердцу, выходят из Th_1 – Th_{1V} - сегментов спинного мозга, поэтому травма спинного мозга на шейном или верхнегруд-

ном уровне приводит к нарушению центрального контроля над спинальными центрами симпатической активности сердца. По наблюдениям некоторых авторов [4], при полном повреждении спинного мозга на шейном уровне (стадии А и В по американской шкале нарушения двигательных функций (ASIA) у всех больных наблюдается брадикардия, у 68% развивается артериальная гипотензия и 35% нуждаются в приеме вазопрессоров. Кроме того, примерно у 16% из них может произойти остановка сердца.

При неполном перерыве на шейном уровне (стадии С и D) брадикардия развивается только у 35–71% пациентов и лишь небольшое количество их имеют гипотензию и требуют приема вазопрессоров. Очень редко у них происходит остановка сердца. При локализации травмы на уровне нижнегрудного и поясничного отделов брадикардия встречается у 13–35% больных [6, 9]. В то же время при локализации травмы выше Th_{IV} вегетативная дизрефлексия встречается у 48–90% пациентов [10]. Кроме того, провоцирующими факторами развития сердечно-сосудистых заболеваний у больных с данной патологией являются хроническая иммобилизация в коляске, ведение сидячего образа жизни, низкий уровень обменных процессов, малые энергозатраты, низкий уровень физической активности (гипокинезия, гипотрофия мышц), патологический двигательный стереотип, курение.

Предложена программа профилактики сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов с последствиями травм спинного мозга [8], включающая регулярный контроль артериального давления (АД), уровня глюкозы, липидного профиля, определение индекса массы тела или окружности талии, сокращение курения, контроль рациона питания, медикаментозную коррекцию выявленных нарушений. Обязательная физическая активность предполагает регулярное выполнение динамических упражнений средней интенсивности продолжительностью 30 мин, 3–5 раз в неделю, увеличение физической активности при выполнении привычных бытовых нагрузок.

В последние годы появились работы, в которых для улучшения физического состояния больных с последствиями травм спинного мозга назначают трени-

Информация для контакта: Макарова Марина Ростиславовна – зам. рук., ЛРЦ, канд. мед. наук, e-mail: makarovamr@mail.ru; Шаповаленко Татьяна Владимировна – гл. врач ЛРЦ, канд. мед. наук; Лядов Константин Викторович – дир. ЛРЦ, член-кор. РАМН, д-р мед. наук, проф.

ровки на роботизированной системе “Локомат” [7]. В этих работах в основном исследуется влияние тренировок на состояние нервно-мышечного аппарата у пациентов с последствиями травм спинного мозга. Лишь в отдельных исследованиях затрагиваются вопросы влияния тренировок на этой системе на состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) этих больных [2].

Материалы и методы

Цель данного исследования заключалась в изучении влияния однократной циклической тренировки на системе “Локомат” на центральную и периферическую гемодинамику у пациентов с разным уровнем поражения спинного мозга. Под наблюдением находились 67 больных (47 мужчин и 20 женщин) с травмой различных отделов спинного мозга в хронической стадии восстановительного периода. Средний возраст пациентов составил $30,2 \pm 8,9$ года, длительность травмы – $42,9 \pm 10,9$ мес. Травму шейного отдела выявили у 33 больных, верхнего грудного отдела – у 13, нижнегрудного и пояснично-крестцового – у 21. Полный перерыв спинного мозга зафиксировали у 53 (79,1%) пациентов, неполный, соответствующий моторному дефициту C и D (по шкале ASIA), соответственно у остальных 14. В неврологическом статусе у 35 (52,2%) больных отметили тетрапарез, у 32 – нижний парапарез.

Все пациенты при поступлении в стационар были хорошо адаптированы к коляске и прежде проходили восстановительное лечение в специализированных центрах. Многие из них продолжали самостоятельные занятия в домашних условиях. Все больные получали тренировки в роботизированной ходьбе по 30 мин ежедневно или через день в течение 21 дня пребывания в стационаре на фоне комплекса восстановительного лечения. Тренировки в ходьбе на системе “Локомат” проводили по 30 мин с 100% помощью системы “Локомат” и 30% разгрузкой массы тела в первые 2–3 тренировки и с полной нагрузкой массы тела в последующие процедуры.

При выполнении тренировок пациент получал задания от инструктора активно выполнять движения бедром, голенью, туловищем (вынос бедра, вынос голени) с обязательным контролем движения (по графику обратной связи). Кроме того, у больных с неполным перерывом спинного мозга инструктор постоянно контролировал правильную установку стопы, особенно установку пятки, во время фазы опоры. Учитывая необходимость привыкания пациента к прибору и движению в условиях фиксации грудопоясничного отдела позвоночника, таза, бедра, голени и стопы, гемодинамические показатели оценивали до и непосредственно после 5-й тренировки на системе “Локомат” методом компрессионной осциллометрии.

Тестирование проводили на левой плечевой артерии у всех больных в положении сидя. Метод компрессионной осциллометрии (АПКО-8 РИЦ, Россия) является неинвазивным методом определения основных гемодинамических показателей – сердечных и сосудистых. Он позволяет проводить

наблюдения за изменением гемодинамических параметров (центральной и периферической гемодинамики). Изучали показатели АД: систолическое (САД), диастолическое (ДАД) и среднее гемодинамическое (AD_{cp}); сердечной деятельности: ЧСС, сердечный выброс (СВ), ударный объем (УО), а также такие сосудистые показатели, как линейная скорость кровотока (СКЛ), скорость пульсовой волны (СПВ), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС).

Для определения нормы гемодинамических показателей у 44 здоровых лиц (14 женщин и 30 мужчин) в возрасте $31,5 \pm 6,4$ года провели тестирование гемодинамических показателей методом компрессионной осциллометрии. Полученные результаты статистически обрабатывали на основе пакета программ STATISTICA 8.0 (“StatSoft”, США). При нормальном распределении признака результаты описаны в виде среднего значения \pm стандартное отклонение ($M \pm SD$). Для проверки гипотезы о различии выборок (групп больных) использовали Mann–Whitney U-test, t-test. Изменения признака в динамике оценивали с помощью Wilcoxon matched pairs test. Для выявления связи признаков применяли параметрический корреляционный анализ. Статистически достоверными различия считали при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

При тестировании гемодинамических показателей до тренировки у пациентов наблюдали статистически значимое снижение САД, AD_{cp} , УО и СПВ и достоверное повышение ЧСС по сравнению с аналогичными показателями в норме.

При корреляционном анализе выявили тесную прямую связь АД (САД, ДАД, AD_{cp}) с уровнем локализации травмы ($r = 0,41-0,51$; $p = 0,00001$) и типом двигательного синдрома (наличие тетрапареза или парапареза) ($r = 0,51$; $p = 0,00001$). Значения СВ и СКЛ коррелировали с тяжестью поражения спинного мозга (по шкале ASIA) ($r = 0,26$; $p = 0,045$) и типом двигательного синдрома (наличие тетрапареза или парапареза) ($r = 0,26$; $p = 0,032$), а ОПСС – с локализацией травмы ($r = 0,19$; $p = 0,042$) и типом двигательного синдрома (наличие тетрапареза или парапареза) ($r = 0,38$; $p = 0,0017$).

Всех больных разделили на 3 группы согласно локализации травмы. В 1-ю группу ($n = 33$) вошли пациенты с травмой на шейном уровне спинного мозга, во 2-ю ($n = 13$) с локализацией травмы на верхнегрудном уровне, в 3-ю ($n = 21$) – с локализацией травмы в нижнегрудном и поясничном отделах.

Наиболее низкие значения АД наблюдали у пациентов с локализацией травмы на шейном уровне позвоночника. В этой же группе отметили наименьшую ЧСС и наиболее низкие показатели СВ по сравнению с соответствующими значениями в двух других группах и нормой.

При сравнительном анализе до и после 30-минутной циклической тренировки на системе “Локомат” достоверное повышение САД выявили только у больных 1-й и 2-й групп. При этом ДАД достоверно повысилось на эту нагрузку только в 1-й группе

Изменение гемодинамики под влиянием однократной циклической тренировки на системе "Локомат" у больных с разной локализацией очага поражения ($M \pm SD$)

Показатель	1-я группа (n = 33)		2-я группа (n = 13)		3-я группа (n = 21)	
	до процедуры	после процедуры	до процедуры	после процедуры	до процедуры	после процедуры
САД, мм рт. ст.	90,97 ± 9,91	97,85 ± 15,50*	100,70 ± 10,66	107,54 ± 10,68*	106,70 ± 13,39	113,24 ± 11,78**
ДАД, мм рт. ст.	50,22 ± 6,37	58,37 ± 12,80*	58,58 ± 6,82	63,92 ± 6,51	65,31 ± 11,34	68,70 ± 11,17
АД _{ср} , мм рт. ст.	60,34 ± 10,32	65,60 ± 13,61	66,46 ± 19,91	77,77 ± 8,24	79,85 ± 10,90	83,21 ± 10,75**
ЧСС, уд/мин	79,56 ± 17,28	82,04 ± 14,99	90,92 ± 15,33	88,31 ± 17,10	88,04 ± 14,83	89,96 ± 13,84
СВ, л/мин	5,10 ± 1,03	5,05 ± 1,26	5,65 ± 0,90	5,75 ± 0,69**	5,50 ± 0,78	5,79 ± 0,61
УО, мл	66,79 ± 19,12	66,18 ± 24,21	65,77 ± 15,38	68,85 ± 17,17	64,14 ± 12,19	65,70 ± 11,09
СКЛ, см/с	35,72 ± 7,53	35,14 ± 6,88	41,54 ± 11,32	37,85 ± 5,99	39,16 ± 7,24	40,62 ± 6,10**
СПВ, см/с	891,03 ± 242,66	920,70 ± 312,80	925,46 ± 131,67	977,77 ± 123,40	887,60 ± 112,23	926,18 ± 127,69
ОПСС, дин · см ⁻⁵ · с	988,63 ± 279,68	1087,10 ± 434,30**	1071,85 ± 341,62	1121,62 ± 173,68	1179,50 ± 251,78	1158,50 ± 191,90

Примечание. * – $p < 0,0001$; ** – $0,05 < p < 0,1$.

(травма шейного отдела). Важно отметить, что изменений показателей сердечной деятельности (ЧСС, СВ и УО) при этом не зафиксировали ни в одной группе (см. таблицу).

Таким образом, в результате проведенного исследования выявили зависимость реакции ССС от уровня травмы спинного мозга. Наиболее физиологический характер реакции на циклическую 30-минутную нагрузку в системе "Локомат" наблюдали только у больных 3-й группы с локализацией травмы в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника. При другом уровне поражения реакции ССС на циклическую нагрузку носили извращенный характер. Так, у пациентов 1-й группы с поражением шейного отдела и развитием в клинической картине тетрапареза отметили чрезмерное повышение ОПСС и ДАД при отсутствии реакции со стороны показателей сердечной деятельности (ЧСС, СВ и УО). Во 2-й группе больных с локализацией поражения в верхнегрудном отделе и характерной дисрегуляцией вегетативного обеспечения выявили некоторое снижение ЧСС и пульсового давления на фоне заметного снижения СКЛ, повышения СПВ и ОПСС.

Несмотря на выявленные особенности реакций со стороны ССС, их можно расценить как адаптационно-компенсаторные реакции на пассивные циклические тренировки ходьбы у пациентов с тяжелыми двигательными нарушениями вследствие травмы спинного мозга.

Таким образом, тренировки больных с тяжелым повреждением спинного мозга, особенно при его полном перерыве, на системе "Локомат" следует рассматривать в первую очередь как тренировку ССС, а не только нервно-мышечного аппарата, как их традиционно рекомендуют для реабилитации при данной патологии. Следует, однако, отметить, что выявленные особенности реакций ССС на нагрузку у пациентов с поражением шейного и верхнегрудного отделов позвоночника требуют проведения дальнейших исследований по обработке протокола тренировки роботизированной ходьбы в системе "Локомат".

ЛИТЕРАТУРА

1. Белова А. Н. Нейрореабилитация: Руководство для врачей. – М., 2000.
2. Реабилитация кардиологических больных / Под ред. К. В. Лядова, В. Н. Преображенского. – М., 2005.
3. Ackery A., Tator C., Krassiokov A. B. // J. Neurotrauma. – 2004. – Vol. 21, N 10. – P. 1355–1370.
4. Dampney R. A., Coleman M. J., Fontes M. A. et al. // Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. – 2002. – Vol. 29, N 4. – P. 261–268.
5. Garshick E., Kelly A., Cohen S. A. et al. // Spinal Cord. Injury. – 2005. – Vol. 43, N 7. – P. 408–416.
6. Grigorean V. T., Sandu A. M., Popescu M. et al. // J. Med. Life. – 2009. – Vol. 2, N 2. – P. 133–145.
7. Marchal-Crespo L., Reinkensmeyer D. J. // J. Neuroeng. Rehabil. – 2009. – Vol. 6. – P. 20–31.
8. Myers J., Lee M., Kiratli J. // Am. J. Phys. Med. Rehabil. – 2007. – Vol. 86, N 2. – P. 142–152.
9. Popa C., Popa F., Grigorean V. T. et al. // J. Med. Life. – 2010. – Vol. 3, N 3. – P. 275–285.
10. Teasell R. W., Arnold J. M., Krassioukov A. V., Delaney G. A. // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 2000. – Vol. 81, N 4. – P. 506–516.
11. Verberne A. J., Lam W., Owens N. C., Sartor D. // Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. – 1997. – Vol. 24, N 9–10. – P. 748–754.
12. Wyndaele M., Wyndaele J.-J. // Spinal Cord. Injury. – 2006. – Vol. 44. – P. 523–529.

Поступила 11.11.11

РЕЗЮМЕ

Ключевые слова: *травматическая болезнь спинного мозга, сердечно-сосудистая система, тренировка ходьбы в роботизированной системе*

У 67 больных в хроническом восстановительном периоде ТБСМ изучали изменения центральной и периферической гемодинамики после 30-минутной тренировки на системе "Локомат". Оценивали показатели артериального давления, сердечной деятельности, сосудистые показатели. Выявили зависимость реакции сердечно-сосудистой системы (ССС) от уровня травмы спинного мозга. Наиболее физиологические реакции на нагрузку наблюдали только у пациентов с локализацией травмы в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника. При более высоком уровне поражения реакции ССС на циклическую нагрузку носили извращенный характер, которые можно расценить как компенсаторные механизмы адаптации на пассивные тренировки ходьбы при тяжелых двигательных нарушениях вследствие травмы спинного мозга. У больных с ТБСМ с полным перерывом спинного мозга тренировки на системе "Локомат" следует рассматривать как тренировку ССС.

THE INFLUENCE OF CYCLIC TRAINING WITH THE USE OF A "LOKOMAT" ROBOTIC DEVICE ON THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF THE PATIENTS SUFFERING AFTEREFFECTS OF THE SPINAL CORD INJURY

Makarova M.R., Lyadov K.V., Shapovalenko T.V.

Federal state institution "Therapeutic and Rehabilitative Centre", Russian Ministry of Health and Social Development, Moscow

Key words: *traumatic disease of the spinal cord, cardiovascular system, training with walking exercises using a robotic system*

Changes of central and peripheral hemodynamics in 67 patients presenting with traumatic disease of the spinal cord (TDSC) were estimated during the chronic rehabilitative period. The patients

performed walking exercises in a "Lokomat" robotic-assisted system during 30 minutes after which their arterial pressure, cardiac activity, and vascular characteristics were measured. The reaction of the cardiovascular system to physical exercises was shown to depend on the location of the injury to the spinal cord. It was most pronounced in the patients suffering the damage to the inferior thoracic and lumbar segments of the spinal column. In the patients having the injury localized at a higher level, the abnormal reaction of the cardiovascular system to exercises took place. These observations suggest the development of the compensatory mechanisms of adaptation to passive walking in the patients with serious locomotor disturbances resulting from the spinal cord injury. It is concluded that walking exercises with the use of a "Lokomat" robotic-assisted system may serve as a mode of training the cardiovascular system in the patients with the damaged spinal cord.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2012

УДК 615.844.03:616.14-005.755-084

Электрмиостимуляция в профилактике венозных тромбозомболических осложнений

Л. А. Лаберко, В. Е. Баринов, К. В. Лобастов, К. М. Горшков, С. А. Асратян

РНИМУ им. Н.И. Пирогова, городская клиническая больница № 12, Москва

Венозные тромбозомболические осложнения (ВТЭО), включающие тромбоз глубоких вен (ТГВ) и тромбозомболю легочной артерии (ТЭЛА), ежегодно поражают не менее 1 млн человек в странах Европы [9]. Из них наиболее трагичными являются внутригоспитальные венозные тромбозы, часто осложняющие течение послеоперационного периода у хирургических пациентов. В условиях многопрофильного стационара ВТЭО развиваются у 1–2% госпитализированных больных [20, 21] и обуславливают не менее 10% всех летальных исходов. Их частота, несмотря на активное развитие и внедрение профилактических мероприятий, в последние десятилетия не только не уменьшилась, но и выросла в 3,1 раза для ТГВ и 2,5 раза для ТЭЛА [22]. У хирургических пациентов ВТЭО являются вторым по частоте послеоперационным осложнением, второй по частоте причиной увеличения сроков пребывания в стационаре и третьей по частоте причиной гибели [24].

Основы патогенеза венозного тромбоза известны уже более 150 лет, но до сих пор "триада Вирхова" не утратила своей концептуальной целостности, определяя направления ключевых мероприятий по

профилактике и лечению ВТЭО. Замедление кровотока, повышение свертывающей способности крови и повреждение сосудистой стенки – вот классические точки приложения всех используемых методик. Из них наибольшее значение для предотвращения тромбообразования имеют средства, направленные на ликвидацию застоя крови и гиперкоагуляции.

На сегодняшний день традиционными методами ускорения венозного кровотока являются по возможности ранняя активизация пациента, компрессионная терапия с использованием эластичных бинтов или специального противоэмболического трикотажа и интермиттирующая пневматическая компрессия. Применение данных методов в той или иной степени повышает скорость венозного кровотока и снижает риск тромбообразования. Однако ни один из вариантов компрессионной терапии не задействует важнейший механизм, в физиологических условиях обеспечивающий нормальный отток венозной крови, – работу мышечно-венозной помпы голени.

Идея о ведущем значении сокращения икроножной мышцы в стимуляции венозного оттока от нижних конечностей зародилась еще в середине прошлого века [5]. В этот же период стали предприниматься первые попытки профилактики ВТЭО путем электрической стимуляции мышц голени в периоперационном периоде [7, 11–13]. Интересные результаты использования электрмиостимуляции продемонстрировал английский исследователь А. Nicolaidis [19], которому с помощью устройства "Thrombophylactor" удалось достоверно снизить частоту послеоперационных тромбозов глубоких вен на 92%. Автор опытным путем установил, что для адекватного кровенаполнения суральных вен в "диастолу" и обе-

Информация для контакта: Лаберко Леонид Александрович – проф. каф. общей хирургии лечебного фак. РНИМУ им. Н.И. Пирогова, д-р мед. наук, т. 8 (495) 674-74-43, e-mail: laberko@list.ru; Баринов Виктор Евгеньевич – доц. каф. общей хирургии лечеб. фак-та РНИМУ им. Н.И. Пирогова, канд. мед. наук, e-mail: vicbarin@mail.ru; Лобастов Кирилл Викторович – ассистент каф. общей хирургии лечеб. фак-та РНИМУ им. Пирогова, т. 8 (495) 211-63-31, e-mail: lobastov_kv@mail.ru; Горшков Кирилл Михайлович – зав. отд-нием реанимации для неврологических больных ГКБ № 12, канд. мед. наук; Асратян Саркис Альбертович – зав. отд-нием нейрохирургии, канд. мед. наук.