

ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

ДОЗИРОВАННАЯ ВНЕШНЯЯ КОМПРЕССИЯ НА ПЕРЕДНЮЮ БРЮШНУЮ СТЕНКУ И ОРТОСТАТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ТЕТРАПЛЕГИЕЙ

УДК 617.089

Бушков Ф.А., Иванова Г.Е.

Реабилитационный центр для инвалидов ОАО «Преодоление», Москва

EXTERNAL COMPRESSION ON THE ANTERIOR ABDOMINAL WALL AND ORTHOSTATIC HYPOTENSION IN PATIENTS WITH CHRONIC TETRAPLEGIA

Bushkov F.A., Ivanova G.E.

Rehabilitation center for disability patients «Overcoming», Moscow

Введение

В остром и подостром периодах (первые 4 месяца) спинальной травмы на шейном уровне (тетраплегия) в процессе применения реабилитационных мероприятий, связанных с ортостатическим стрессом, 74% времени занятий отмечаются низкие значения артериального давления (АД), при этом только в 59% случаев – ортостатическая гипотензия (ОГ) является симптоматической [13]. При проведении пассивного ортостатического тестирования частота выявления ОГ меньше и составляет 57%, и только 25% случаев ОГ являются симптоматическими [3]. В позднем периоде спинальной травмы выраженность ОГ уменьшается, и наиболее выражена при высоких уровнях повреждения спинного мозга [9].

Низкие значения артериального давления ухудшают когнитивные процессы [5], и зачастую связаны с чувством усталости [22], также ограничивают ежедневную двигательную активность [13]. При ультразвуковом исследовании было выявлено уменьшение диастолической скорости кровотока в позвоночных артериях совместно с клиническими признаками снижения церебрального перфузионного давления [18], при этом симптоматическое течение ортостатической гипотензии сопровождается более выраженным снижением церебрального перфузионного давления [10, 12]. Это объясняет высокую выраженность адаптационных механизмов ауторегуляции мозгового кровотока в каротидном бассейне значительно у пациентов с тетрапегией [21]. В результате дли-

тельных вертикальных ортостатических нагрузок у 87% таких пациентов улучшается общее самочувствие, сон, регуляция артериального давления, функция мочевого пузыря и нижних отделов кишечника [6].

В своем обзоре D. Gillis et al. [8] рассматривает ограниченный круг методов нефармакологического лечения ортостатической интолерантности у пациентов со спинальной травмой. К ним относятся: создание внешнего положительного давления на нижнюю часть тела, физические упражнения, выполняемые верхней частью туловища, функциональная электрическая стимуляция мышц нижних конечностей в условиях ортостатического стресса, метод биологической обратной связи по уровню артериального давления без дополнительного вовлечения дыхательной и/или мышечной системы. Также давно известен положительный эффект систематических ортостатических тренировок, хотя механизмы, лежащие в его эффективности, остаются не до конца изученными [7].

Пионером метода, основанного на оказании внешнего давления на брюшную стенку и/или компрессию нижних конечностей, стал антигравитационный костюм [20]. Его частными случаями стали пневматические ортезы на нижние конечности [24], бандаж на брюшную стенку [14], компрессионные чулки на нижние конечности [11].

Целью нашего исследования является определение воздействия дозированного повышения давления на переднюю брюшную стенку во время выполнения пассивной ортостатической пробы.



Рис. 1. Пассивная ортостатическая проба в БПБС без диагностического оборудования

Материалы и методы

В клиническом исследовании приняло участие 20 пациентов с травматической шейной миелопатией в позднем периоде (более 4 месяцев после травмы), из них 8 пациентов женского пола. Средний возраст составил 26 (20; 32) лет, а давность спинальной травмы – 2 (1,6; 4,2) года, тип неврологического повреждения – А, В, С, уровень неврологического повреждения C_5 - D_1 сегменты спинного мозга (International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury [16]). Критерием определения ортостатической гипотензии являлось снижение систолического артериального давления (АД) на 20 мм рт.ст. и/или 10 мм рт.ст. диастолического АД в пассивной ортостатической пробе (ПОП, одномоментный наклон стола ложемент на 70°) [1, 4].

Комплексная оценка состояния вегетативной нервной системы (ВНС) состояла из её оценки в условиях относительного покоя и в условиях ортостресса [1] без и с наличием бандажа на переднюю брюшную стенку (БПБС). Все исследования проводились на следующий день после дефекации, на позднее 2 часов после катетеризации, в середине менструального цикла (для женщин), обязательным условием было отсутствие пролежней или раневых поверхностей, нормальная температура тела. Перед началом исследования пациент находился в течение 20 минут в условиях относительного покоя, находясь на ложементе стола-вертикализатора СН-38.03 («Конмет холдинг»), с фиксированным упором над коленными суставами и под стопами. В дальнейшем на грудную клетку накладывались ЭКГ-электроды электрокардиографа «Поли-спектр 8-ЕХ» (Нейрософт), фиксировалась манжета на грудную клетку с легким натяжением, и далее выполнялась запись кардиоритмограммы в течение 5 ми-

нут. После чего проводилась проба с глубоким управляемым дыханием (ГУД): в течение 1 минуты выполнялось 6 глубоких дыхательных движений [23]. После 5-минутного отдыха записывалась кардиоритмограмма в условиях одномоментного подъема головного конца ложементы стола-вертикализатора на 70° в течение 6 минут (рисунок 1). С помощью программного обеспечения «Поли Спектр – Ритм» выполнялся анализ variability ритма сердца (ВРС) на коротких участках, определение экспираторно-инспираторного индекса в пробе с ГУД, оценка вегетативного обеспечения деятельности в ортостатической пробе (рисунок 2). Прирост частоты сердечных сокращений в пассивной ортопробе рассчитывался как отношение разницы последующего и предыдущего значений к начальному значению $(A_2 - A_1) / A_1 * 100\%$.

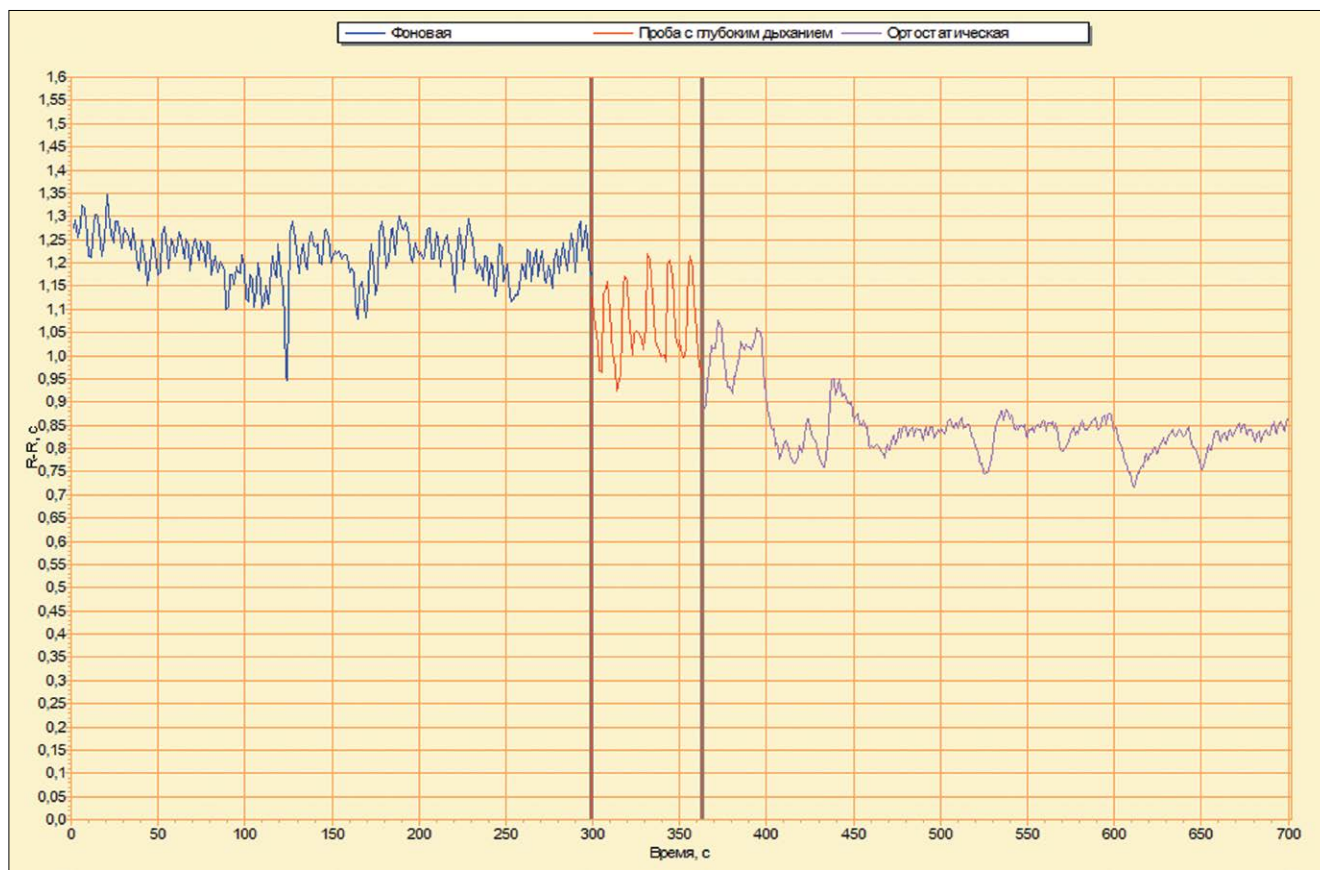
После 20-минутного отдыха все пробы повторялись в условиях дозированного повышения давления на переднюю брюшную стенку с помощью брюшного эластического бандажа. В стандартной манжете тонометра (ширина 15 см), помещенной под бандаж, создавалось положительное давление в 20 мм рт.ст. («комфортное давление») манжета располагалась продольно оси тела на передней брюшной стенке в горизонтальном направлении. В зависимости от роста испытуемого нами использовались два типа бандажей одинаковой эластичности, шириной 23, 30 см; в зависимости от окружности талии использовались типоразмеры 85–95 см, 95–105 см, 105–120 см.

Результаты исследования обрабатывались общепринятыми методами статистического анализа с помощью статистического пакета Statistica 7,0. Учитывая малое количество наблюдений, для сравнительного анализа двух независимых групп использовался непараметрический критерий Манна – Уитни, для анализа качественных признаков выполнялось построение таблицы сопряженности 2x2 с определением критерия χ^2 Персона. Данные представлялись в виде медианы и интерквартильного размаха в виде 25^o/₀₀ и 75^o/₀₀ (процентилей). Уровень значимости принятия нулевой гипотезы принимался менее 5%.

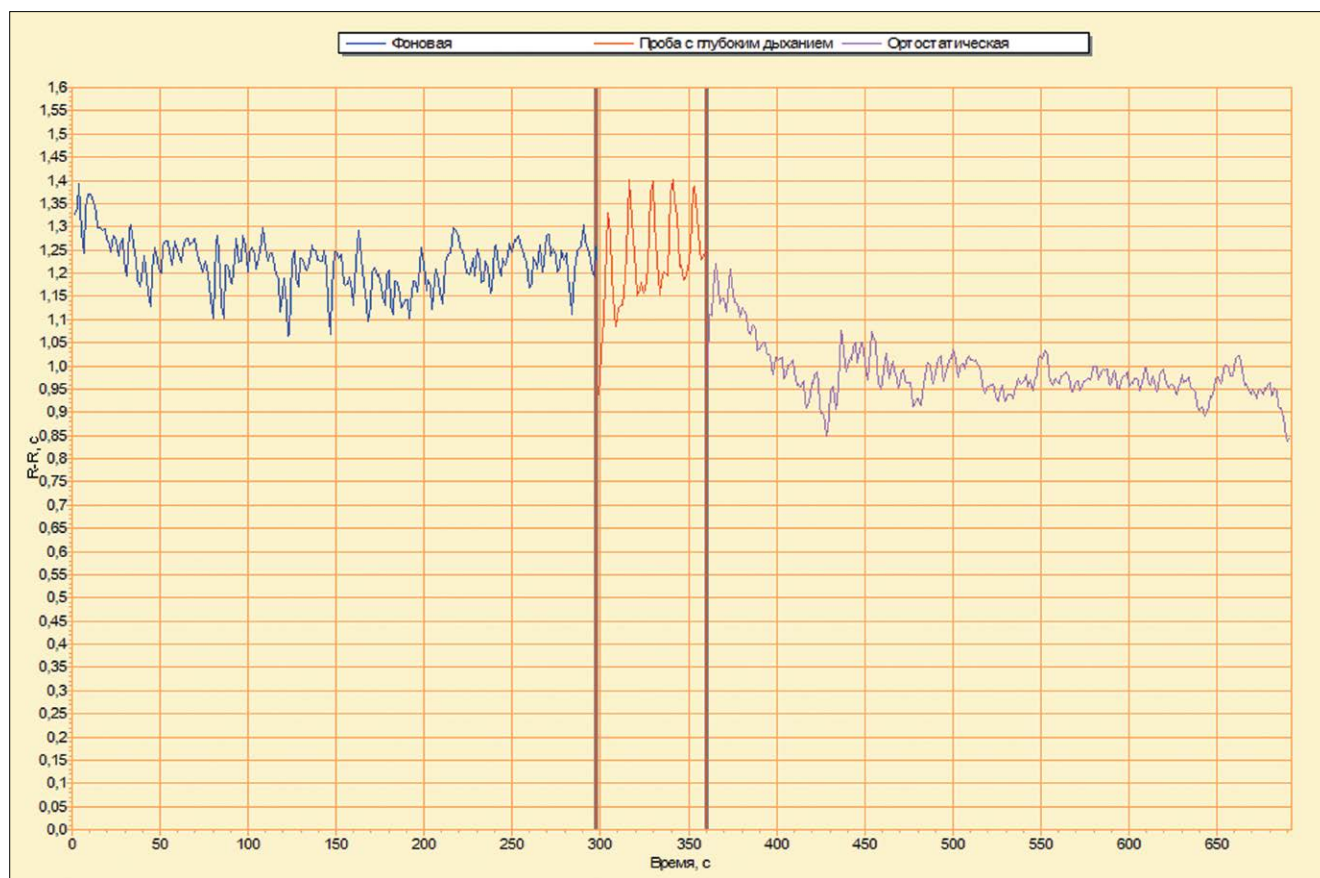
Результаты

При оценке variability ритма сердца (ВРС) в покое с использованием БПБС отмечалось даже некоторое ухудшение состояния ВНС в виде увеличения доли очень низкочастотных колебаний ВРС (VLF) 52 (32,9; 61,9)% относительно 32 (18,3; 45,1)%. Хотя, возможно, это и являлось следовыми реакциями от предыдущего вегетологического тестирования. В остальных параметрах (дыхательный коэффициент в пробе с ГУД, параметры ВРС, частота сердечных сокращений, частота дыхательных движений) достоверных различий найдено не было. Обращала на себя внимание хорошая повторяемость ряда показателей: экспираторно-инспираторного индекса (RR_{max}/RR_{min}) , нормализованного симпатовагального индекса (LF_n/HF_n) в покое (табл. 1), что подчеркивало достаточность отдыха между исследованиями, а также не агрессивность выбранного режима компрессии передней брюшной стенки.

Интересным являлось изменение показаний давления, регистрируемых манометром, соединенного с манжетой под бандажем в состоянии покоя, во время форсированном дыхании, и при изменении положения тела. Диапазон колебаний давления в манжете при спокойном дыхании в горизонтальном и наклонном положении ложемент ортостола составлял 4–6 мм рт.ст. При переходе в наклонное положение – среднее давление



без бандажа



с бандажем

Рис. 2. Синее – запись ВРС в покое (5 мин), красное – проба с глубоким управляемым дыханием, малиновый цвет – ВРС во время пассивной ортостатической пробы

Таблица 1. Изменение состояния ВНС в покое и ортостатической пробе

Параметры	Относительный покой	Пассивная ортостатическая проба	Критерий Манн-Уитни
без БПБС			
¹ TP _a мс ²	1791 (1175,0; 3584,0)	3851 (1101,0; 5047,0)	0,00
² LF _n /HF _n ед.	0,5 (0,34; 0,83)	1,3 (0,72; 1,97)	0,00
³ VLF%	32 (18,3; 45,1)	66 (46,7; 75,0)	0,00
⁴ ЧСС уд/мин	57 (52,0; 66,0)	76 (70,0; 99,0)	0,00
⁵ АД мм рт.ст.	120 (100,0; 120,0)	70 (60,0; 100,0)	0,00
с БПБС			
¹ TP _a мс ²	2321 (1181,0; 3277,0)	4891 (2517,0; 6684,0)	0,00
² LF _n /HF _n ед.	0,6 (0,37; 1,31)	3,0 (1,86; 4,80)	0,00
³ VLF%	52 (32,9; 61,9)	73 (59,9; 85,2)	0,00
⁴ ЧСС уд/мин.	55 (49,0; 61,0)	76 (61,0; 92,0)	0,00
⁵ АД мм рт.ст.	110 (100,0; 120,0)	80 (72,0; 110,0)	0,00

Примечание: 1 – абсолютная мощность ВРС в покое; 2 – нормализованный симпато-вагальный индекс ВРС в покое; 3 – доля очень низкочастотных колебаний ВРС; 4 – частота сердечных сокращений в покое; 5 – систолическое артериальное давление. Данные представлены в виде Me (25^o/₀₀; 75^o/₀₀).

увеличивалось до 26 (24,0; 28,0) мм рт.ст. При форсированном вдохе давление повышалось до 30 (26,0; 32,0) мм рт.ст. Обращает на себя внимание, что у двух пациентов с минимальным значением давления при форсированном вдохе (24 и 26 мм рт.ст.) наблюдалась симптоматическая ортостатическая гипотензия, что может указывать на патогенетическую роль активности мышц диафрагмы.

В ортостатической пробе отмечалось статистически значимое увеличение общей мощности ВРС (TP), систолического артериального давления (АД), нормализованного симпатовагального индекса (LF_n/HF_n), доли очень

низкочастотных колебаний ВРС (VLF%) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) в обеих подгруппах испытуемых (табл. 1).

Наиболее важными, на наш взгляд, являлось обнаружение изменений в вегетативном обеспечении у пациентов с использованием БПБС. Как видно из таблицы 2, при использовании БПБС в ортопробе определяются: статистически значимое увеличение нормализованного симпато-вагального индекса (LF_n/HF_n) – 3,0 (1,86; 4,80) ед.

Таблица 2. Влияние ПДБС на состояние ВНС у пациентов с тетраплегией в условиях относительного покоя и ортостатической пробе

Параметры	Без ПДБС	с ПДБС	Критерий Манна—Уитни
Относительный покой			
¹ TP _a мс ²	1791 (1175,0; 3584,0)	2321 (1181,0; 3277,0)	>0,05
² LF _n /HF _n ед.	0,5 (0,34; 0,83)	0,6 (0,37; 1,31)	>0,05
³ KRS ед.	19 (6,9; 28,1)	11 (6,3; 15,5)	>0,05
⁴ VLF%	32 (18,3; 45,1)	52 (32,9; 61,9)	0,03
⁵ RR _{max} /RR _{min}	1,2 (1,14; 1,22)	1,2 (1,13; 1,26)	>0,05
⁶ ЧДД /мин	12 (11,0; 14,0)	12 (11,0; 16,0)	>0,05
⁷ ЧСС уд/мин	57 (52,0; 66,0)	55 (49,0; 61,0)	>0,05
⁸ АД мм рт.ст.	120 (100,0; 120,0)	110 (100,0; 120,0)	>0,05
Пассивная ортостатическая проба			
¹ TP _a мс ²	3851 (1101,0; 5047,0)	4891 (2517,0; 6684,0)	>0,05
² LF _n /HF _n ед.	1,3 (0,72; 1,97)	3,0 (1,86; 4,80)	0,03
⁴ VLF%	66 (46,7; 75,0)	73 (59,9; 85,2)	>0,05
⁹ ЧСС _{отн. прирост}	45 (24,4; 51,0)	29 (16,8; 57,5)	>0,05
⁷ ЧСС уд/мин.	76 (70,0; 99,0)	76 (61,0; 92,0)	>0,05
⁸ АД мм рт.ст.	70 (60,0; 100,0)	80 (72,0; 110,0)	0,01

Примечание: 1 – абсолютная мощность ВРС в покое; 2 – нормализованный симпато-вагальный индекс ВРС в покое; 3 – индекс кардио-респираторной синхронизации; 4 – доля очень низкочастотных колебаний ВРС; 5 – дыхательный коэффициент в пробе с глубоким управляемым дыханием; 6 – частота дыхательных движений; 7 – частота сердечных сокращений в покое; 8 – систолическое артериальное давление; 9 – относительный прирост частоты сердечных сокращений в ПОП. Данные представлены в виде Me (25^o/₀₀; 75^o/₀₀).

в сравнении с 1,3 (0,72; 1,97) ед., систолического АД – 80 (72,0; 110,0) мм рт.ст. в сравнении с 70 (60,0; 100,0) мм рт.ст., а также статистически незначимое уменьшение прироста ЧСС – 29 (16,8; 57,5) уд/мин в сравнении с 45 (24,4; 51,0) уд/мин. Исходя из закона «исходного уровня», данные изменения являются интересными, так как различия в состоянии относительного покоя между подгруппами не обнаружены.

Без использования БПБС ортостатическая гипотензия определялась у 14 пациентов (70%), из них у 10 (71%) испытуемых эпизоды были симптоматическими (жалобы на головокружение, потемнение в глазах, шум в ушах, обморок отмечен у 2 пациентов). У пациентов с применением БПБС только уже у 8 пациентов имелась ОГ ($P = 0,06$, критерий χ^2 Персона), из них у 5 она была симптоматической. Данные различия не являются статистически значимыми ($P = 1,00$, критерий χ^2 Персона).

Обсуждение

Возможными механизмами, обуславливающими ортостатическую гипотензию, являются: снижение симпатической активности, нарушение изменения барорефлекторного контура регуляции, дефицит функции скелетной венозной мышечной помпы, нарушение водно-минерального обмена, детренированность сердечно-сосудистой системы [9, 15]. Повышение внутрибрюшного давления может лежать в основе улучшения ортостатической толерантности, что обусловлено двумя механизмами. Во-первых, это может приводить к увеличению активности детрузора мочевого пузыря, усугублению детрузорно-сфинктерной диссинергии и, как следствие, к провоцированию появления вегетативной дизрефлексии с патофизиологически обусловленным ростом артериального давления [19].

Во-вторых, увеличение внутрибрюшного давления приводит к смещению диафрагмы и увеличению внутригрудного давления. Данные изменения ведут к увеличению барорефлекторной афферентации и, по подобию пробы Вальсальвы, к увеличению АД в условиях сохра-

ненной «вагальной трансформации». На наш взгляд, наиболее вероятным является второй вариант, так как мы не обнаруживали признаков генерализованной симпатической активности в процессе выполнения обследования.

С другой стороны, имеются наблюдения о влиянии положения тела и уровня повреждения спинного мозга на показатели внешнего дыхания. Так, по мнению Baydur A. et al. [2], жизненная емкость легких (ЖЕЛ), объем форсированного выдоха (ОФВ) выше в лежачем положении по сравнению с сидячим положением у спинальных пациентов, данные изменения возрастают прямо пропорционально с увеличением уровня повреждения спинного мозга. McCool F.D. et al. [17] ранее показали, что у пациентов с тетраплегией в брюшном бандаже (БПБС) увеличивается жизненная емкость легких и экскурсия нижних ребер, что препятствует опусканию диафрагмы и усиливает вдох. И действительно, мы отметили увеличение ПДБС при переходе пациентов в вертикальное положение. Однако различий в частоте дыхательных движений между подгруппами в состоянии относительного покоя не найдено, а подобные изменения в положении стоя и их влияние на ВРС являются предметом отдельного изучения.

Выводы

На основании приведенных данных применение метода положительного давления на переднюю брюшную стенку (брюшной бандаж) увеличивает ортостатическую толерантность в условиях стандартизированной пассивной ортопробы у пациентов с травматической тетраплегией. Вероятным патофизиологическим механизмом является активизация барорефлекторного контура регуляции артериального давления в результате увеличения висцеральной афферентации.

Конфликт интересов отсутствует.

Источник финансирования – Реабилитационный центр «Преодоление».

Авторы выносят благодарность Кузиной Л.П. за помощь в организации исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Alexander M. S., Biering-Sorensen F., Bodner D., Brackett N. L. et al. International standards to document remaining autonomic function after spinal cord injury. *Spinal Cord*, 2009, Vol. 47, – № 1, – P. 36–43.
- Baydur A., Adkins R. H., Milic-Emili J. Lung mechanics in individuals with spinal cord injury: effects of injury level and posture. *J. Appl. Physiol.* 2001 Feb; 90(2):405–11.
- Cariga P., Ahmed S., Mathias C.J., Gardner B.P. The prevalence and association of neck (coat hanger) pain and orthostatic (postural) hypotension in human spinal cord injury. *Spinal Cord* 2002; 40: 77–82.
- Consensus statement on the definition of orthostatic hypotension, pure autonomic failure, and multipl system atrophy. The Consensus Committee of the American Society and the American Academy of Neurology. *Neurology*. -1996. – Vol. – 46. – P. 1470.
- Duschek S., Weisz N., Schandy R. Reduced cognitive performance and prolonged reaction time accompany moderate hypotension. *Clin. Auton. Res.* 2003; 13: 427–432.
- Eng J.J., Levins S.M., Townson A.F., Mah-Jones D., Bremner J., Huston G. Use of prolonged standing for individuals with spinal cord injuries. *Phys. Ther.* 2001;81:1392–1399.
- Figoni S.F. Cardiovascular and haemodynamic responses to tilting and to standing in tetraplegic patients: a review. *Paraplegia*. 1984;22: 99–109.

8. Gillis D. J., Wouda M., Hjeltnes N. Non-pharmacological management of orthostatic hypotension after spinal cord injury: a critical review of the literature. *Spinal Cord* (2008) 46, 652–659.
9. Glaydon VE, Krassioukov AV. Orthostatic hypotension and autonomic pathways after spinal cord injury. *J. Neurotrauma* 2006; 23:1713–1725.
10. Gonzalez F., Chang JY, Banovac K., Messina D., Martinez-Arizala A., Kelley RE. Autoregulation of cerebral blood flow in patients with orthostatic hypotension after spinal cord injury. *Paraplegia* 1991; 29: 1–7;
11. Hopman M. T., Monroe M., Dueck C., Phillips W. T., Skinner J. S. Blood redistribution and circulatory responses to submaximal arm exercise in persons with spinal cord injury. *Scan J Rehabil Med* 1998; 30: 167–174.
12. Houtman S., Colier WN, Oeseburg B., and Hopman MT. Systemic circulation and cerebral oxygenation during head-up tilt in spinal cord injured individuals. *Spinal Cord* 38: 158–163, 2000.
13. Illman A., Stiller K., Williams M. The prevalence of orthostatic hypotension during physiotherapy treatment in patients with an acute spinal cord injury. *Spinal Cord* 2000;38:741–747.
14. Kerk J. K., Clifford P. S., Snyder A. C., Prieto T. E., O'Hagan K. P., Schot P. K. et al. Myklebust effect of an abdominal binder during wheelchair exercise. *Med. Sci Sports Exerc.* 1995; 27: 913–919.
15. Maury M. About orthostatic hypotension in tetraplegic individuals reflections and experience. *Spinal Cord.* 1998 Feb; 36(2): 87–90.
16. Maynard F. M. Jr., Bracken M. B., Creasey G., Ditunno J. F. Jr., Donovan W. H., Ducker T. B., Garber SL, Marino R. J., Stover S. L., Tator C. H., Waters R. L., Wilberger J. E., Young W. International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. *American Spinal Injury Association. Spinal Cord.* 1997 May.; 35(5):266–74.
17. McCool F.D., Pichurko B.M., Slutsky A.S., Sarkarati M., Rossier A., Brown R. Changes in lung volume and rib cage configuration with abdominal binding in quadriplegia. *J Appl Physiol.* 1986 Apr;60(4):1198–202.
18. Rosner M.J., Coley I.B. Cerebral perfusion pressure, intracranial pressure, and head elevation. *J Neurosurg.* 1986 Nov.; 65(5):636–41.
19. Teasell R.W., Malcolm O.A., Krassioukov A., Delaney G.A. Cardiovascular consequences of loss of supraspinal control of the sympathetic nervous system after spinal cord injury. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2000, – Vol.81, – P.: 506–516.
20. Vallbona C., Spencer W.A., Cardus D., Dale J.W. Control of orthostatic hypotension of quadriplegic patients with pressure suits. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1963; 44: 7–18.
21. Wecht J.M., Radulovic M., Lessey J., Spungen A.M., Bauman W.A. Common carotid and common femoral arterial dynamics during head-up tilt in persons with spinal cord injury. *J. Rehab. Res. Dev.* 2004; 41: 89–94.
22. Wessely S., Nickson J., Cox B. Symptoms of lowblood pressure: a population study. *BMJ* 1990; 301: 362–365.
23. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца : опыт практического применения метода. Изд. второе, перераб. и доп. Иваново : Иван. гос. мед. академия, 2002. 290 с.
24. Моисеев В.А. Возможности борьбы с ортостатической неустойчивостью при повреждениях спинного мозга. Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко, Медицина, М., 1984, № 3, с. 45.
25. Герчик Ю.Г., Иванова Г.Е., Рагуткин А.В., Герчик Г.Я. и др. Повышение эффективности эксплуатации высокотехнологичных медицинских изделий путем расширения компетенций медицинских работников в общетехнических, информационных и телемедицинских технологиях. *Вестник восстановительной медицины.* 2018. № 1 (83). С. 61–68.

REFERENCES

1. Alexander M. S., Biering-Sorensen F., Bodner D., Brackett N. L. et al. International standards to document remaining autonomic function after spinal cord injury. *Spinal Cord*, 2009, Vol. 47, – № 1, – P. 36–43.
2. Baydur A., Adkins R. H., Milic-Emili J. Lung mechanics in individuals with spinal cord injury: effects of injury level and posture. *J. Appl. Physiol.* 2001 Feb; 90(2):405–11.
3. Cariga P., Ahmed S., Mathias C.J., Gardner B.P. The prevalence and association of neck (coat hanger) pain and orthostatic (postural) hypotension in human spinal cord injury. *Spinal Cord* 2002; 40: 77–82.
4. Consensus statement on the definition of orthostatic hypotension, pure autonomic failure, and multipl system atrophy. The Consensus Committee of the American Society and the American Academy pf Neurology. *Neurology.* -1996. – Vol. – 46. – P. 1470.
5. Duschek S., Weisz N., Schandry R. Reduced cognitive performance and prolonged reaction time accompany moderate hypotension. *Clin. Auton. Res.* 2003; 13: 427–432.
6. Eng J.J., Levins S.M., Townson A.F., Mah-Jones D., Bremner J., Huston G. Use of prolonged standing for individuals with spinal cord injuries. *Phys. Ther.* 2001;81:1392–1399.
7. Fioni S.F. Cardiovascular and haemodynamic responses to tilting and to standing in tetraplegic patients: a review. *Paraplegia.* 1984;22: 99–109.
8. Gillis D. J., Wouda M., Hjeltnes N. Non-pharmacological management of orthostatic hypotension after spinal cord injury: a critical review of the literature. *Spinal Cord* (2008) 46, 652–659.
9. Glaydon VE, Krassioukov AV. Orthostatic hypotension and autonomic pathways after spinal cord injury. *J. Neurotrauma* 2006; 23:1713–1725.
10. Gonzalez F., Chang JY, Banovac K., Messina D., Martinez-Arizala A., Kelley RE. Autoregulation of cerebral blood flow in patients with orthostatic hypotension after spinal cord injury. *Paraplegia* 1991; 29: 1–7;
11. Hopman M. T., Monroe M., Dueck C., Phillips W. T., Skinner J. S. Blood redistribution and circulatory responses to submaximal arm exercise in persons with spinal cord injury. *Scan J Rehabil Med* 1998; 30: 167–174.
12. Houtman S., Colier WN, Oeseburg B., and Hopman MT. Systemic circulation and cerebral oxygenation during head-up tilt in spinal cord injured individuals. *Spinal Cord* 38: 158–163, 2000.
13. Illman A., Stiller K., Williams M. The prevalence of orthostatic hypotension during physiotherapy treatment in patients with an acute spinal cord injury. *Spinal Cord* 2000;38:741–747.
14. Kerk J. K., Clifford P. S., Snyder A. C., Prieto T. E., O'Hagan K. P., Schot P. K. et al. Myklebust effect of an abdominal binder during wheelchair exercise. *Med. Sci Sports Exerc.* 1995; 27: 913–919.
15. Maury M. About orthostatic hypotension in tetraplegic individuals reflections and experience. *Spinal Cord.* 1998 Feb; 36(2): 87–90.
16. Maynard F. M. Jr., Bracken M. B., Creasey G., Ditunno J. F. Jr., Donovan W. H., Ducker T. B., Garber SL, Marino R. J., Stover S. L., Tator C. H., Waters R. L., Wilberger J. E., Young W. International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. *American Spinal Injury Association. Spinal Cord.* 1997 May.; 35(5):266–74.
17. McCool F.D., Pichurko B.M., Slutsky A.S., Sarkarati M., Rossier A., Brown R. Changes in lung volume and rib cage configuration with abdominal binding in quadriplegia. *J Appl Physiol.* 1986 Apr;60(4):1198–202.
18. Rosner M.J., Coley I.B. Cerebral perfusion pressure, intracranial pressure, and head elevation. *J Neurosurg.* 1986 Nov.; 65(5):636–41.
19. Teasell R.W., Malcolm O.A., Krassioukov A., Delaney G.A. Cardiovascular consequences of loss of supraspinal control of the sympathetic nervous system after spinal cord injury. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2000, – Vol.81, – P.: 506–516.
20. Vallbona C., Spencer W.A., Cardus D., Dale J.W. Control of orthostatic hypotension of quadriplegic patients with pressure suits. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1963; 44: 7–18.
21. Wecht J.M., Radulovic M., Lessey J., Spungen A.M., Bauman W.A. Common carotid and common femoral arterial dynamics during head-up tilt in persons with spinal cord injury. *J. Rehab. Res. Dev.* 2004; 41: 89–94.
22. Wessely S., Nickson J., Cox B. Symptoms of lowblood pressure: a population study. *BMJ* 1990; 301: 362–365.
23. Mikhailov V. M. Heart rate variability: experience of practical application of the method. Ed. the second, Rev. Ivanovo : Ivan. state med. academy, 2002. 290 P.
24. Moiseev V. Possibilities of struggle against orthostatic instability in spinal cord injuries. *Questions neurosurgery n.a. N. N. Burdenko, Medicine, M.,* 1984, No. 3, p. 45.
25. Gercik Yu. G., Ivanova G. E., Ragutkin A.V., Gercik G. Y., et al. Improving the efficiency of operation of high-tech medical products by expanding the competencies of health workers in technical, information and telemedicine technologies. *Bulletin of restorative medicine.* 2018. № 1 (83). P. 61–68.

РЕЗЮМЕ

Целью данной работы являлось изучение влияния положительного давления на переднюю брюшную стенку (брюшной бандаж) на ортостатическую толерантность у пациентов с хронической тетраплегией. В исследование вошло 20 пациентов с травматической тетраплегией (неврологический уровень C5-D1). Изучалось состояние вегетативной нервной системы с помощью анализа вариабельности ритма сердца (ВРС) в покое и в одномоментном ортостатическом тесте (700), выраженность дыхательной аритмии в зависимости от внешней компрессии на переднюю брюшную стенку (20–30 мм рт.ст.). В результате определено отсутствие влияния положительного давления на переднюю брюшную стенку на вариабельность ритма сердца, синусовую аритмию, частоту дыхательных движений и частоту сердечных сокращений в покое, уменьшение выраженности ортостатической гипотензии, и большее увеличение нормализованного симпато-вагального индекса ВРС в ортостатической пробе. Вывод: абдоминальный бандаж увеличивать ортостатическую толерантность у пациентов с тетраплегией в пассивной ортостатической пробе..

Ключевые слова: хроническая тетраплегия, ортостатическая гипотензия, брюшной бандаж.

ABSTRACT

The aim of this work was to study the effect of positive pressure on the anterior abdominal wall (abdominal bandage) on orthostatic tolerance in patients with chronic tetraplegia. The study included 20 patients with traumatic tetraplegia (C5-D1 neurological level). We investigated the status of the autonomic nervous system using heart rate variability (HRV) at rest and in one-stage head-up tilt test (700), severity of sinus arrhythmia depending on the availability of external compression of the anterior abdominal wall (20–30 mm Hg). As a result, notes in a positive pressure on the anterior abdominal wall the lack of effect on sinus arrhythmia, heart rate variability, respiratory rate and heart rate at rest, and a decrease in orthostatic hypotension and a greater increase LFn/HFn HRV in orthostatic stress. Conclusion: abdominal bandage decrease orthostatic hypotension in patient with chronic tetraplegia in tilt test.

Keywords: chronic tetraplegia, orthostatic hypotension, abdominal bandage.

Контакты:

Бушков Ф.А. E-mail: bushkovfedor@mail.ru