

УДК 616. 072.7-611.738.1

ТЯЖЕЛОВ А.А., КАРПИНСКИЙ М.Ю., ГОНЧАРОВА Л.Д., КЛИМОВИЦКИЙ Ф.В., ЛОБАНОВ Г.В., БОРОВОЙ И.С.
Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И. Ситенко НАМН Украины, г. Харьков
Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького

УСЛОВИЯ СОХРАНЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РАВНОВЕСИЯ ТАЗА ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ МЫШЦ (экспериментальное моделирование мышечного пояснично-тазового баланса)

Резюме. Введение. В работе проведено изучение работы мышц тазового пояса при нарушении их функции, связанном с травмой таза, т.е. как мышцы тазового пояса обеспечивают горизонтальное равновесие таза при ходьбе в условиях частичного нарушения их функции.

Материалы и методы. С этой целью было принято условие, согласно которому каждая группа мышц в любой момент времени воздействует на систему силой, пропорциональной величине максимально возможной силы, развиваемой соответствующей мышцей или группой мышц. Для этого были выведены коэффициенты пропорциональности для каждой мышцы относительно величины силы гравитации и рассчитаны возможные усилия соответствующих мышц в условиях частичного их повреждения.

Результаты исследования. При потере 50% силовых возможностей всех мышц при статическом удержании таза в равновесии все мышечные усилия находятся в пределах их физиологических возможностей, имея при этом примерно 50% запас регулировочных возможностей. В условиях увеличенной нагрузки (1000 Н) мышцы не в состоянии справиться с задачей поддержания горизонтального равновесия таза, так как максимальные усилия, развиваемые мышцами, меньше необходимых. При 75% снижении силы всех групп мышц, участвующих в поддержании равновесия таза, система не будет способна сохранять горизонтальное равновесие таза при одноопорном стоянии, так как максимальные значения, развиваемые мышцами, меньше усилий, необходимых для сохранения равновесия таза. В условиях динамических нагрузок удержание равновесия таза в данном случае невозможно, так как величина необходимых мышечных усилий значительно превышает максимально возможные. Можно сказать, что в данной ситуации система исчерпала свои регулировочные возможности.

При 50% и более снижении силы малой и средней ягодичной и мышцы, натягивающей широкую фасцию бедра, и неповрежденных других мышцах удается сохранять равновесие таза как в статическом положении, так и в динамике (при увеличенной более чем в два раза весовой нагрузке). Хотя сохранение горизонтального равновесия таза в динамике возможно при субмаксимальном напряжении всех мышц. Дополнительное к этому снижение силы факультативных абдукторов (подвздошно-поясничная, четырехглавая мышца) показало, что возможно сохранение горизонтального равновесия таза в статических условиях, но маловероятно или невозможно при увеличении силы гравитации вдвое (т.е. при моделировании динамических условий).

Заключение. При травмах таза, сопровождающихся даже значительным нарушением функции малой и средней ягодичных мышц и мышцы, натягивающей широкую фасцию, восстановление функции горизонтального равновесия таза возможно за счет других мышц тазового пояса. Эти мышцы являются факультативными абдукторами, главным образом это подвздошно-поясничная мышца, передняя порция большой ягодичной и прямая порция четырехглавой мышцы бедра.

Введение

Форма и функция позвоночника и таза человека отражают смену условий функционирования тазового пояса на протяжении филогенеза. Вместе с позвоночником таз претерпевает ряд изменений, связанных с прямохождением и двуногим передвижением, поэтому функции этих опорных структур неразрывно связаны между собой и не могут рассматриваться отдельно, хотя бы потому, что благодаря крестцу, который является

составной частью и таза и позвоночника, эти образования представляют собой единую опорную структуру.

Функциональная взаимосвязь позвоночника и таза определяется не только и не столько анатомическим

© Тяжелов А.А., Карпинский М.Ю., Гончарова Л.Д.,
Климовицкий Ф.В., Лобанов Г.В., Боровой И.С., 2014
© «Травма», 2014
© Заславский А.Ю., 2014

строением этой части системы опоры и движения человека, но главным образом взаимодействием мышечного аппарата, участвующего в прямохождении и поддержании вертикальной позы, одной из важных составляющих которых является горизонтальное равновесие таза или сохранение горизонтального положения таза при одноопорном стоянии.

Особенности мышечных взаимодействий и уточнение формулирования условий сохранения равновесия для каждой клинической задачи требуют дополнительных исследований. Такой клинической задачей для нас стало изучение работы мышц тазового пояса при нарушении их функции, связанном с травмой таза, т.е. как мышцы тазового пояса обеспечивают горизонтальное равновесие таза при ходьбе в условиях частичного нарушения их функции.

Сохранение равновесия сегментов тела — одна из важнейших функций опорно-двигательной системы человека. Объектом регулирования является та или иная часть системы опоры и движения человека, а регулируемой функцией — функция равновесия $f(F)$. Собственно функцию равновесия обеспечивает работа исполнительного механизма в виде мышечного аппарата посредством тяговых усилий F_1-F_n , развиваемых отдельными мышцами [1]. Регулирование действий исполнительного механизма осуществляется центральной нервной системой, которая генерирует управляющие сигналы, представляющие собой функции регулирования $f_r(t)$, изменяющи-

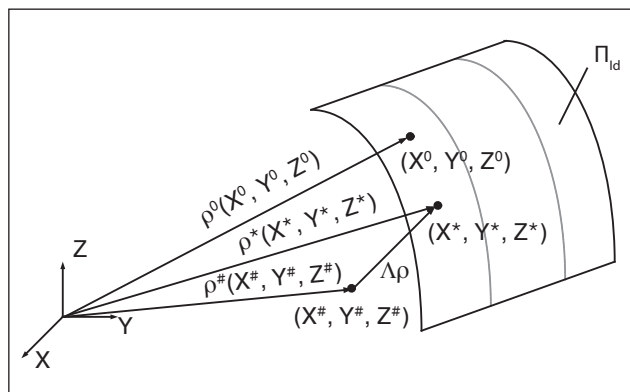


Рисунок 1. Графическое изображение принципа равновесия системы

ся во времени. Функцию контроля выполняют различные рецепторы, осуществляющие как внешний контроль (информация об окружающей среде и положении тела в ней), так и внутренний (состояние самой системы и ее элементов). На основании данных системы контроля вырабатываются коэффициенты регулирования k_1-k_n , влияющие на величины функций регулирования.

Другими словами, при изменении одной переменной функции регулирования сохранение равновесия происходит за счет изменения других переменных. В этом случае уравнение равновесия имеет бесконечное множество решений и может быть представлено в виде некой поверхности, любая точка которой и есть решение уравнения равновесия системы (рис. 1).

При изменении одной из функций регулирования (X, Y, Z) благодаря работе коэффициентов регулирования измененная функция располагается на этой же поверхности, а значит, также обеспечивает решение уравнения равновесия.

Цель работы — изучение способности мышц тазового пояса обеспечивать горизонтальное равновесие таза в условиях частичного нарушения их функции.

Материалы и методы

В предыдущей работе [1] мы привели модель работы мышц тазового пояса и расчетную схему, показали величины тяговых усилий мышц и продемонстрировали важность сочетанной работы облигатных и факультативных абдукторов при одноопорном стоянии в норме.

Теперь предположим, что каждая мышца или группа мышц в любой момент времени воздействует на систему силой, пропорциональной величине максимально возможной силы, развиваемой соответствующей мышцей или группой мышц. Для этого на основании данных табл. 1 выведем коэффициент пропорциональности для каждой мышцы относительно величины силы тяжести.

При этом получим следующие значения сил мышц относительно гравитационной силы:

$$F = P;$$

$$F_1 = 0,34P = 0,34F;$$

$$F_2 = 5,41P = 5,41F;$$

Таблица 1. Величины тяговых усилий мышц-стабилизаторов таза

Сила	Мышца	Ср. сечение, см ²	Макс. сила, Н	Плечо силы, м	Угол	Величина угла, град.
F_1	Грушевидная	2,1	168	0,02	α	70
F_2	Средняя ягодичная	21,4	1712	2672	0,03	β
	Малая ягодичная	9,5	760			
	Натягивающая широкую фасцию	2,5	200			
F_3	Подвздошно-поясничная	15,4	1240	0,01	γ	20
F_4	Портняжная	1,55	124	0,04	ϕ	20
F_5	Прямая порция четырехглавой	55,9 (13,8)	1104	0,02	ϕ	5
F_6	Большая ягодичная	30,1 (10,0)	800	0,03	θ	10

$$\begin{aligned} F_3 &= 2,51P = 2,51F; \\ F_4 &= 0,25P = 0,25F; \\ F_5 &= 2,23P = 2,23F; \\ F_6 &= 1,62P = 1,62F. \end{aligned} \quad (1)$$

Результаты исследования

Рассмотрим возможности организма в поддержании равновесия таза в условиях частичного повреждения всех мышц, стабилизирующих таз (мышцы стали слабее на 50 %). То есть начальные условия нашей задачи будут выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} F_1' &= 0,5F_1; \\ F_2' &= 0,5F_2; \\ F_3' &= 0,5F_3; \\ F_4' &= 0,5F_4; \\ F_5' &= 0,5F_5; \\ F_6' &= 0,5F_6. \end{aligned} \quad (2)$$

В этом случае системе управления необходимо пере- считать силовые соотношения мышц и веса тела, исходя из начальных условий, записанных в виде равенств (1). Новые силовые соотношения мышц при потере 50 % силовых возможностей будут выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} F &= P; \\ F_1 &= 0,17P = 0,17F; \\ F_2 &= 2,70P = 2,70F; \\ F_3 &= 1,25P = 1,25F; \\ F_4 &= 0,13P = 0,13F; \\ F_5 &= 1,12P = 1,12F; \\ F_6 &= 0,81P = 0,81F. \end{aligned} \quad (3)$$

С учетом изменившихся условий уравнение равновесия приобретает следующий вид:

$$0,07P = 0,00119F_1 + 0,0702F_2 + 0,01125F_3 + 0,00494F_4 + 0,0224F_5 + 0,0243F_6. \quad (4)$$

Далее для исследования возможностей мышц в динамике увеличим силу гравитации вдвое.

Аналогично для увеличенной вдвое силы тяжести изменятся коэффициенты взаимоотношения мышечных сил:

$$\begin{aligned} F &= P; \\ F_1 &= 0,08P = 0,08F; \\ F_2 &= 1,35P = 1,35F; \\ F_3 &= 0,63P = 0,63F; \\ F_4 &= 0,06P = 0,06F; \\ F_5 &= 0,56P = 0,56F; \\ F_6 &= 0,40P = 0,40F. \end{aligned} \quad (5)$$

Соответственно изменившимся начальным условиям изменяется вид уравнения равновесия:

$$0,07P = 0,00056F_1 + 0,0351F_2 + 0,00567F_3 + 0,00228F_4 + 0,0112F_5 + 0,012F_6. \quad (6)$$

Решая уравнения (4) и (6) с новыми начальными условиями, получим новые значения мышечных усилий,

необходимых для удержания равновесия таза при 50% снижении силы всех групп мышц. Результаты расчета представлены в табл. 2.

Как видим, управляющий аппарат прекрасно нашел решение задачи поддержания равновесия таза в условиях жесткого ограничения диапазона регулирования исполнительного механизма. Согласно результатам, приведенным в табл. 2, при статическом удержании таза в равновесии все мышечные усилия находятся в пределах их физиологических возможностей, имея при этом примерно 50% запас регулировочных возможностей. В условиях увеличенной нагрузки (1000 Н) мышцы не в состоянии справиться с задачей поддержания горизонтального равновесия таза, так как максимальные усилия, развиваемые мышцами, меньше необходимого. В клинической практике такое состояние, скорее всего, проявится хромотой и симптомом Дюшена при ходьбе, но возможно сохранение горизонтального равновесия таза (отрицательный симптом Тренделенбурга) при стоянии.

Еще более усугубим ситуацию и предположим, что все мышцы в результате травмы потеряли 75 % своих силовых возможностей. Запишем начальные условия для такого варианта решения задачи равновесия таза:

$$\begin{aligned} F_1' &= 0,25F_1; \\ F_2' &= 0,25F_2; \\ F_3' &= 0,25F_3; \\ F_4' &= 0,25F_4; \\ F_5' &= 0,25F_5; \\ F_6' &= 0,25F_6. \end{aligned} \quad (7)$$

Новые силовые взаимоотношения мышц при потере 75 % силовых возможностей будут выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} F &= P; \\ F_1 &= 0,08P = 0,08F; \\ F_2 &= 1,35P = 1,35F; \\ F_3 &= 0,63P = 0,63F; \\ F_4 &= 0,06P = 0,06F; \\ F_5 &= 0,56P = 0,56F; \\ F_6 &= 0,40P = 0,40F. \end{aligned} \quad (8)$$

Таблица 2. Величины сил, необходимые для поддержания равновесия таза при 50% снижении силы мышц

Сила	Величина силы, Н		Максимум, развиваемый мышцей (50 %)
	P = 494,3 Н	P = 1000 Н	
F ₁	43,49	87,98	84
F ₂	691,69	1399,34	1336
F ₃	320,99	649,39	620
F ₄	32,10	64,94	62
F ₅	285,79	578,17	552
F ₆	207,09	418,96	400

С учетом изменившихся условий уравнение равновесия приобретает следующий вид:

$$0,07P = 0,00056F_1 + 0,0351F_2 + 0,00567F_3 + 0,00228F_4 + 0,0112F_5 + 0,012F_6. \quad (9)$$

Аналогично для увеличенной вдвое силы тяжести изменяются коэффициенты взаимоотношения мышечных сил:

$$\begin{aligned} F &= P_2; \\ F_1 &= 0,04P_2 = 0,04F; \\ F_2 &= 0,67P_2 = 0,67F; \\ F_3 &= 0,31P_2 = 0,31F; \\ F_4 &= 0,03P_2 = 0,03F; \\ F_5 &= 0,28P_2 = 0,28F; \\ F_6 &= 0,20P_2 = 0,20F. \end{aligned} \quad (10)$$

Соответственно изменившимся начальным условиям изменяется вид уравнения равновесия:

$$0,07P = 0,00028F_1 + 0,01742F_2 + 0,00279F_3 + 0,00114F_4 + 0,0056F_5 + 0,006F_6. \quad (11)$$

Решая данное уравнение, получим новые значения мышечных усилий, необходимых для удержания равновесия таза при 75% потере силовых возможностей мышц. Результаты расчета представлены в табл. 3.

Расчет показал, что при 75% снижении силы всех групп мышц, участвующих в поддержании равновесия таза, система вряд ли будет способна сохранять горизонтальное равновесие таза при одноопорном стоянии, что проявится положительным симптомом Тренделенбурга, так как максимальные значения, развиваемые мышцами, меньше усилий, необходимых для сохранения равновесия таза. В условиях динамических нагрузок удержание равновесия таза в данном случае невозможно, так как величина необходимых мышечных усилий значительно превышает максимально возможные. Можно сказать, что в данной ситуации система исчерпала свои регулировочные возможности, что проявится хромотой и симптомами нарушения горизонтального равновесия таза.

Таблица 3. Величины сил, необходимые для поддержания равновесия таза при 75% потере силы мышц

Сила	Величина силы, Н		Максимум, развиваемый мышцей (50%)
	P = 494,3 Н	P = 1000 Н	
F ₁	43,49	87,98	42
F ₂	691,69	1399,34	668
F ₃	320,99	649,39	310
F ₄	32,10	64,94	31
F ₅	285,79	578,17	276
F ₆	207,09	418,96	200

Однако в клинической ситуации при травмах таза не все мышцы тазового пояса повреждаются, а те, которые страдают в результате травмы, повреждаются в разной степени. Поэтому следующим этапом работы стало изучение вклада отдельных групп мышц в процесс поддержания горизонтального равновесия таза при одноопорном стоянии. Исследование проводили для трех вариантов потери мышечной силы: 50 %, 75 % и 100 % (полная потеря мышечной силы).

Предположим, что повреждены самые мощные группы мышц, стабилизирующие таз, малая и средняя ягодичные и мышца, натягивающая широкую фасцию. То есть произошло снижение величины сил F₂ и F₆.

Рассмотрим случай 50% снижения мышечной силы:

$$\begin{aligned} F'_2 &= 0,5F_2; \\ F'_6 &= 0,5F_6. \end{aligned} \quad (12)$$

Результаты решения уравнения мышечного баланса без учета ограничения силовых возможностей мышц и с учетом таковых приведены в табл. 4.

Как видно из данных табл. 4, снижение силы ягодичных мышц и мышц, натягивающих широкую фасцию, в 2 раза позволяет сохранять равновесие таза как в статическом положении, так и в динамике (при увеличенной более чем в два раза весовой нагрузке). Хотя во втором случае сохранение горизонтального равновесия таза возможно при субмаксимальном напряжении всех мышц, что практически маловероятно, так как мышцы всегда работают со значительным запасом прочности. Другими словами, вероятно нарушение горизонтального равновесия таза при ходьбе, что будет проявляться положительными симптомами недостаточности отводящих мышц.

Рассмотрим поведение системы при 75% снижении силы этих же мышц:

$$\begin{aligned} F'_2 &= 0,25F_2; \\ F'_6 &= 0,25F_6. \end{aligned} \quad (13)$$

Результаты решения уравнения мышечного баланса без учета ограничения силовых возможностей мышц и с учетом таковых приведены в табл. 5.

Таблица 4. Величины сил, необходимые для поддержания равновесия таза при 50% снижении силы ягодичных мышц и мышц, натягивающих широкую фасцию

Сила	Величина мышечной силы, Н			
	P = 494,3 Н		P = 1000 Н	
	Требуемая	Максимальная	Требуемая	Максимальная
F ₁	66,71	168	134,96	168
F ₂	530,52	1336	1073,27	1336
F ₃	492,40	1240	996,15	1240
F ₄	49,24	124	99,62	124
F ₅	438,39	1104	886,90	1104
F ₆	158,84	400	321,34	400

Результаты расчета показывают, что и при 75% потере силы ягодичных мышц и мышцы, натягивающей широкую фасцию, система теоретически не теряет способности к поддержанию равновесия таза при одноопорном стоянии в статическом положении за счет работы факультативных абдукторов. В условиях двойного увеличения нагрузки величина мышечных усилий всех групп мышц, необходимых для обеспечения равновесия таза, незначительно превышает их максимально возможные значения, что позволяет говорить о возможности сохранения горизонтального равновесия таза.

При полном выпадении функции отводящих мышц сохранение горизонтального равновесия таза даже в статике становится проблематичным.

Аналогичные исследования проведены в условиях моделируемого в дополнение к ягодичным мышцам и мышце, натягивающей широкую фасцию, повреждение подвздошно-поясничной мышцы и прямой порции четырехглавой мышцы. Эти исследования также проведены для условий 50% и 75% снижения силы мышц.

Результаты исследования показали, что в условиях снижения силы моделируемых мышц возможно сохранение горизонтального равновесия таза в статических условиях, но маловероятно или невозможно при увеличении силы гравитации вдвое (т.е. при моделировании динамических условий).

Обсуждение результатов исследования

Результаты проведенного методом математического моделирования исследования показали, что модель мышечной стабилизации таза человека имеет широкий диапазон регулирования и многократное дублирование функции поддержания горизонтального равновесия таза при одноопорном стоянии. Об этом свидетельствует бесконечное множество решений уравнения равновесия.

Ягодичные мышцы, мышца, натягивающая широкую фасцию, подвздошно-поясничная и четырех-

Таблица 5. Величины сил, необходимые для поддержания равновесия таза при 75% снижении силы ягодичных мышц и мышцы, натягивающей широкую фасцию

Сила	Величина мышечной силы, Н			
	P = 494,3 Н		P = 1000 Н	
	Требуемая	Максимальная	Требуемая	Максимальная
F ₁	91,01	168	184,12	168
F ₂	361,88	668	732,10	668
F ₃	671,74	1240	1358,98	1240
F ₄	67,17	124	135,90	124
F ₅	598,07	1104	1209,93	1104
F ₆	108,35	200	219,19	200

главая мышцы каждая в отдельности способны развить усилия, достаточные для компенсации момента действия силы тяжести верхней части тела человека. Грушевидная и портняжная мышцы создают гораздо меньшие по величине моменты сил, что позволяет говорить о том, что роль этих мышц в стабилизации таза как вторичных (факультативных) абдукторов незначительна.

Наиболее значимыми факультативными абдукторами являются подвздошно-поясничная мышца, передняя порция большой ягодичной и прямая порция четырехглавой мышцы.

При потере половины силовых возможностей мышцами-абдукторами возможно сохранение горизонтального равновесия таза при одноопорном стоянии, но проблематично для условий динамического нагружения.

При 75% потере силовых возможностей мышц тазового пояса теоретически возможно сохранение горизонтального равновесия таза при одноопорном стоянии, однако мышцы при этом работают с нагрузкой, близкой к максимальной, что говорит о том, что такая работа возможна очень непродолжительное время. Что касается условий динамического нагружения, то силовых возможностей мышц для сохранения горизонтального равновесия таза недостаточно.

В условиях 50–75% снижения силы мышц — облигатных абдукторов (малая и средняя ягодичные мышцы и мышца, натягивающая широкую фасцию) особо важную роль для сохранения горизонтального равновесия таза приобретает функция облигатных абдукторов, главным образом это подвздошно-поясничная мышца, передняя порция большой ягодичной и прямая порция четырехглавой мышцы.

Заключение

Клиническая интерпретация проведенного математического моделирования может быть представлена следующим образом.

При травмах таза, сопровождающихся даже значительным нарушением функции малой и средней ягодичных мышц и мышцы, натягивающей широкую фасцию, восстановление функции горизонтального равновесия таза (компенсация хромоты при ходьбе) возможно за счет других мышц тазового пояса. Эти мышцы являются факультативными абдукторами, главным образом это подвздошно-поясничная мышца, передняя порция большой ягодичной и прямая порция четырехглавой мышцы бедра.

Список литературы

1. Янсон Х.А. Биомеханика нижней конечности человека / Х.А. Янсон. — Рига: Зинатне, 1975. — 324 с.
2. Тяжелов А.А., Карпинский М.Ю., Гончарова Л.Д., Лобанов Г.В., Боровой И.С. Моделирование работы мышц, обеспечивающих горизонтальное равновесие таза при одноопорном стоянии // Травма. — 2014. — Т. 15, № 2. — С. 136-141.

Получено 15.05.14 ■

Тяжелов А.А., Карпінський М.Ю., Гончарова Л.Д.,
Климовицький Ф.В., Лобанов Г.В., Боровий І.С.
Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка
НАМН України, м. Харків
Донецький національний медичний університет
ім. М. Горького

УМОВИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ РІВНОВАГИ ТАЗА ПРИ ПОШКОДЖЕННІ М'ЯЗІВ (експериментальне моделювання м'язового попереково-тазового балансу)

Резюме. Вступ. У статті вивчено ефективність роботи м'язів тазового поясу при порушенні їх функції, пов'язаному з травмою таза, тобто як м'язи тазового поясу забезпечують горизонтальну рівновагу таза при ходьбі в умовах часткового порушення їх функції.

Матеріали та методи дослідження. З цією метою була прийнята умова, згідно з якою кожна група м'язів у будь-який момент часу впливає на систему силою, пропорційною величині максимально можливої сили, що розвивається відповідним м'язом або групою м'язів. Для цього були виведені коефіцієнти пропорційності для кожного м'яза відносно сили гравітації і розраховані можливі зусилля відповідних м'язів в умовах часткового їх пошкодження.

Результати дослідження. При втраті 50 % силових можливостей усіх м'язів при статичному утриманні таза в рівновазі всі м'язові зусилля знаходяться в межах їх фізіологічних можливостей, маючи при цьому приблизно 50% запас регульованих можливостей. В умовах збільшеного навантаження (1000 Н) м'язи не в змозі впоратися із завданням підтримки горизонтальної рівноваги таза, тому що максимальні зусилля, що розвиваються м'язами, менші від необхідних.

При 75% зниженні сили всіх груп м'язів, що беруть участь у підтримці рівноваги таза, система не буде здатна зберігати горизонтальну рівновагу таза при одноопорному стоянні, бо максимальні зусилля, що розвиваються м'язами, менші від зусиль, необхідних для збереження рівноваги таза. В умовах динамічних навантажень утримання рівноваги таза в даному випадку неможливо, бо величини необхідних м'язових зусиль значно перевищують максимально можливі. Можна сказати, що в цій ситуації система висчерпала свої регульовальні можливості.

При 50% і більше зниженні сили малого і середнього сідничного і м'яза, що натягує широку фасцію стегна, але непошкоджених інших м'язів вдається зберігати рівновагу таза як у статичному положенні, так і в динаміці. Хоча збереження горизонтальної рівноваги таза в динаміці можливо при субмаксимальному напруженні всіх м'язів. Додатково до цього зниження сили факультативних абдукторів (клубово-поперековий, чотириголовий м'яз) показало, що можливе збереження горизонтальної рівноваги таза в статичних умовах, але мало ймовірно або неможливе при збільшенні сили гравітації вдвічі (тобто при моделюванні динамічних умов).

Висновок. При травмах таза, що супроводжуються навіть значним порушенням функції малого і середнього сідничних м'язів і м'яза, що натягує широку фасцію стегна, відновлення функції горизонтальної рівноваги таза можливе за рахунок інших м'язів тазового поясу. Ці м'язи є факультативними абдукторами, головним чином це клубово-поперековий м'яз, передня порція великого сідничного і пряма порція чотириголового м'яза стегна.

Tyazhelov A.A., Karpinsky M.Yu., Goncharova L.D.,
Klimovitsky F.V., Lobanov G.V., Borovoy I.S.
Institute of Spine and Joint Pathology named
after prof. M.I. Sitenko of National Academy of Medical
Sciences of Ukraine, Kharkiv
Donetsk National Medical University named after M. Gorky,
Donetsk, Ukraine

CONDITIONS FOR PRESERVATION OF HORIZONTAL BALANCE OF THE PELVIS IN MUSCLE INJURY (Experimental Modeling of Lumbar-Pelvic Muscle Balance)

Summary. Introduction. This work deals with the study of pelvic girdle muscles functioning in violation of their function associated with pelvic trauma, ie how the muscles of the pelvic girdle provide horizontal balance of the pelvis while walking in a partial impairment of their function.

Materials and Methods. To this end, condition was accepted according to which each muscle group at any time affects the system with the power proportional to the maximum possible force developed by proper muscle or group of muscles. For this purpose we have derived coefficients of proportionality for each muscle relative to the gravitational force and calculated possible efforts of corresponding muscles under their partial damage.

Results of the Study. With the loss of 50 % of the power capacity of all the muscles under static hold of pelvic balance, all the muscle forces are within their physiological capabilities, while keeping about 50 % of adjustment possibilities. In the context of a larger load (1000 H) muscles are not able to cope with the task of maintaining horizontal balance of the pelvis, as maximal efforts, developed by muscles, are less than necessary. At 75% reduction in the strength of all muscle groups involved in maintaining the balance of the pelvis, the system will not be able to maintain horizontal balance of the pelvis in single-leg standing, as the maximum values, developed by the muscles, are less than effort required to maintain the balance of the pelvis. Under dynamic loads, maintaining balance of the pelvis in this case is impossible, since the magnitude of required muscular effort is much higher than the maximum possible. We can say that in this situation, the system has exhausted its possibilities of adjustment.

In 50% or more decrease in strength of gluteus minimus and gluteus medius muscle, tensor fasciae latae muscle and other intact muscles, it is managed to maintain the balance of the pelvis both in a static position, and in dynamics (with weight load increased of more than twice). Although preserving the horizontal balance of the pelvis in the dynamics is possible at submaximal tension of all muscles.

Additional to this decrease of the strength of optional abductor (iliopsoas muscle, quadriceps) showed that is possible to maintain the horizontal balance of the pelvis under static conditions, but it is unlikely or impossible with an increase in gravitational force by half (ie, when modeling the dynamic conditions).

Conclusion. In pelvis injuries even associated with significant impairment of the function of gluteus minimus and gluteus medius muscle, and tensor fasciae latae, the restoration of function of the horizontal balance of the pelvis is possible due to other muscles of the pelvic girdle. These muscles are optional abductors, mostly it is iliopsoas muscle, anterior portion of the gluteus maximus and the direct portion of the quadriceps femoris.