

Стауде В.А.¹, Радзишевская Е.Б.², Дуплий Д.Р.¹

¹ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов имени профессора М.И. Ситенко Национальной академии медицинских наук Украины», г. Харьков, Украина

²Харьковский национальный медицинский университет, г. Харьков, Украина

Влияние боли на функционирование мышц-стабилизаторов крестцово-подвздошного сустава у пациентов с дисфункцией этого сустава

Резюме. Цель: изучить влияние стороны локализации боли на биоэлектрическую активность (БЭА) мышц-стабилизаторов крестцово-подвздошного сустава (КПС) и вертикальной позы у пациентов с дисфункцией КПС в зависимости от рентгенометрических параметров крестца и таза при двухопорном и одноопорном стоянии. **Материалы и методы.** Обследовано 50 пациентов с дисфункцией КПС. Критериями включения были: локализация боли в области *posterior spinae iliaca superior*, иррадиирующей в пах, ягодицы и бедро; анамнез боли более 3 месяцев; безуспешность предыдущего консервативного лечения; положительные 4 и более из 6 провокативных тестов. Критерием исключения было наличие только 1 или 2 положительных провокативных тестов. Пациентам проводили электромиографическое исследование мышц, обеспечивающих стабильность КПС при двухопорном и одноопорном стоянии (*Stork* тест). Все пациенты были обследованы рентгенологически. На полученных рентгенограммах измеряли: угол наклона краниальной пластинки крестца; угол наклона таза; угол ротации крестца; ширину суставных щелей КПС в трех отделах: вентральном, медиальном и дорсальном. Полученные результаты были обработаны статистически. **Результаты.** В результате кластерного анализа рентгенометрических параметров все пациенты были разделены на 4 кластера. У пациентов 1-го рентгенометрического кластера при двухопорном стоянии было повышение биоэлектрической активности *m. Obliques abdominis externus* на стороне, контралатеральной стороне локализации боли. В положении стоя на одной ноге при локализации боли на опорной стороне наблюдалось повышение БЭА *m. Gluteus medius* на контралатеральной стороне. БЭА *m. Biceps femoris*, *m. Rectus femoris* повышалась на стороне локализации боли. У пациентов 2-го кластера достоверно изменялась БЭА *m. Erector spinae*, *m. Gluteus medius*. Локализация боли на опорной стороне достоверно повышает БЭА этих мышц на этой стороне. **Выводы.** БЭА мышц-стабилизаторов КПС и вертикального положения тела зависела от стороны локализации боли у пациентов с дисфункцией КПС наиболее благоприятных 1-го и 2-го рентгенометрических кластеров. Локализация боли достоверно влияла на показатели БЭА *m. Obliques abdominis externus*, *m. Gluteus medius*, *m. Biceps femoris*, *m. Rectus femoris* у пациентов 1-го рентгенометрического кластера и *m. Gluteus medius*, *m. Erector spinae* у пациентов 2-го рентгенометрического кластера. У всех пациентов была асимметричная подвижность КПС. БЭА мышц-стабилизаторов КПС и вертикального положения тела не зависела от стороны локализации боли у пациентов с дисфункцией КПС наиболее неблагоприятных 3-го и 4-го рентгенометрических кластеров.

Ключевые слова: дисфункция крестцово-подвздошного сустава; электромиографическая активность; одноопорное стояние; асимметрия суставных щелей

Введение

Ряд авторов считает, что дисфункция крестцово-подвздошного сустава (КПС) в 30 % случаев является причиной всех пояснично-тазовых болей [1–3].

Одной из причин возникновения дисфункции являются наклон крестца и таза во фронтальной плоскости и вызванное этим нарушение механической передачи веса тела в системе «позвоночник — крестец — таз» [4]. При этом наблюдается смещение горизонтальной оси ротации крестца относительно подвздошных костей, что приводит к асимметричной подвижности КПС [5–7]. Эти данные были верифицированы при рентгенометрическом исследовании 50 пациентов с дисфункцией КПС. Эти пациенты были разделены на 4 рентгенометрических кластера в зависимости от степени асимметрии суставных щелей, наклона крестца, таза и ротации крестца [8].

Важным фактором, влияющим на функцию стабилизаторов КПС и вертикального положения тела, является боль. По мнению ряда авторов, боль влияет на стратегию замыкания КПС, изменяет стратегию движения крестца относительно костей таза и биоэлектрическую активность (БЭА) мышц-стабилизаторов КПС и вертикальной позы [9, 10].

Цель работы: изучить влияние стороны локализации боли на БЭА мышц-стабилизаторов КПС и вертикальной позы у пациентов с дисфункцией КПС в зависимости от рентгенометрических параметров крестца и таза при двухопорном и одноопорном стоянии.

Материалы и методы

Обследованы 50 пациентов с жалобами на длительные пояснично-тазовые боли. Критерии включения и исключения описаны в предыдущей работе [8]. Проводили электромиографическое исследование мышц, стабилизирующих КПС и вертикальное положение тела по методике, описанной в предыдущих работах [11, 12].

Всем пациентам осуществлялась рентгенография по методике, описанной в предыдущей работе [8].

Полученные данные подвергались статистической обработке в программной среде Statistica. Количественные показатели представлялись при помощи среднего выборочного (M), медианы (Me), стандартного отклонения (m), интерквартильного размаха ($LQ : UQ$) и размаха выборки ($min : max$). Статистическую значимость различий проверяли при помощи U -критерия Манна — Уитни.

Результаты

В результате применения кластерного анализа по отношению к группе исследуемых пациентов на предыдущих этапах исследования было выделено 4 рентгенометрических кластера, которые, помимо удовлетворительного соответствия требованиям кластерного анализа, допускали адекватную клиническую интерпретацию [8].

Развитием исследования был анализ взаимосвязей между рентгенометрическим типом (кластером)

пациентов и показателями БЭА: *m. Erector spinae*, *m. Obliques abdominis externus*, *m. Gluteus medius*, *m. Rectus femoris*, *m. Viceps femoris*. Помимо исследования межкластерных различий в пределах каждого кластера проводили сравнение всех исследуемых показателей с показателями условной нормы. В качестве условной нормы рассматривались аналогичные показатели биоэлектрической активности мышц группы волонтеров — 36 практически здоровых лиц. В предыдущих работах было выявлено, что наличие наклона таза и крестца у здоровых волонтеров коррелирует с показателями биоэлектрической активности *m. Erector spinae*, *m. Gluteus medius* в положении двухопорного и одноопорного стояния на уровне тенденции [11, 12]. Эта группа волонтеров была проанализирована на предмет наличия не только угла наклона крестца и таза, но и асимметрии ширины суставной щели и ротации крестца. В результате волонтеры были разделены на несколько рентгенометрических кластеров [13]. Для выявления возможной взаимосвязи между рентгенометрическим кластером волонтеров и показателями БЭА мышц-стабилизаторов КПС и вертикального положения тела в положении двухопорного и одноопорного стояния (*Stork test*) была проведена серия непараметрических аналогов дисперсионного анализа (МТ и ККУ). В результате исследования было установлено, что ни один из 200 проанализированных показателей не зависел от рентгенометрического кластера на статистически значимом уровне.

Очередным этапом исследования, описываемым в данной статье, был анализ зависимости показателей электромиограммы от стороны локализации боли у пациентов с дисфункцией КПС. Анализ проводился в пределах каждого из 4 кластеров с использованием критерия Манна — Уитни. На имеющемся массиве данных у пациентов 3-го и 4-го кластеров различий в показателях электромиограммы при локализации болей справа и слева выявлено не было.

У пациентов 1-го кластера зависимость электромиографических показателей от стороны локализации боли нашла отражение в 11 показателях БЭА *m. Obliques abdominis externus*, *m. Gluteus medius*, *m. Viceps femoris*, *m. Rectus femoris*, приведенных в табл. 1 ($p < 0,05$).

Наиболее ощутимыми были различия в показателе средней частоты осцилляций *m. Obliques abdominis externus* справа в положении стоя на двух ногах ($7D_Abdominis_Fmean$), медиальные значения которого при боли слева составили 126 импульсов в секунду, а при боли справа — 26,5 импульса в секунду (рис. 1).

В положении стоя на правой ноге наблюдалось статистически значимое значительное повышение медиального значения суммарной амплитуды БЭА *m. Gluteus medius* слева при боли в области КПС справа в сравнении с наличием боли слева (2,5 и 0,3 mV/s соответственно).

В положении стоя на левой ноге наблюдалось статистически значимое повышение медиальных

значений суммарной амплитуды БЭА m. Gluteus medius справа при локализации боли справа в сравнении с левосторонней локализацией боли (2,3 и 0,5 mV/s соответственно).

В положении стоя на левой ноге наблюдалось статистически значимое повышение средней амплитуды БЭА m. Biceps femoris справа при боли справа.

При двухопорном стоянии наблюдается повышение БЭА m. Obliques abdominis externus на стороне, контрлатеральной стороне локализации боли. В положении стоя на одной ноге при локализации боли на опорной стороне это вызывает увеличение БЭА m. Gluteus medius на контрлатеральной стороне. БЭА m. Biceps femoris, m. Rectus femoris увеличивалась на стороне локализации боли.

Во втором кластере чувствительными к стороне наличия боли оказались показатели БЭА m. Erector

spinae, m. Gluteus medius. Их описательные статистики приведены в табл. 2.

Для пациентов этого кластера наибольшая разница при боли справа и слева отмечалась в показателе максимальной амплитуды БЭА m. Gluteus medius слева в положении стоя на левой ноге (4S_GLUTEUS_MaxA) (медианы 292,5 и 153,5 mV соответственно, рис. 2).

У пациентов 2-го кластера в положении стоя на левой ноге при боли в области КПС справа наблюдается статистически значимое повышение медиального значения средней амплитуды БЭА m. Gluteus medius слева по сравнению с левосторонней локализацией боли (58,75 и 44,1 mV/s соответственно).

У этих пациентов в положении стоя на правой ноге наблюдается повышение показателей БЭА m. Erector spinae при боли справа в сравнении с показателями БЭА этой мышцы у пациентов с болью слева

Таблица 1. Показатели БЭА мышц пациентов 1-го кластера, зависящие от стороны локализации боли

Стояние	Номер исследования	Расп. мышц	Мышцы	Показатель	M	Me	Min	Max	LQ	UQ
					<i>Локализация боли – слева</i>					
DS	7	D	Abdominis_	Asum [mV/s]	4,99	4,20	3,30	8,50	3,40	7,70
DS	7	D	Abdominis	Fmean [1/s]	144,80	126,00	96,60	229,00	105,00	216,00
DS	7	S	Abdominis_	MaxA [mV]	96,54	96,00	69,70	134,00	78,00	113,00
D	3	S	GLUTEUS_	MaxA [mV]	52,27	53,10	35,70	73,50	37,30	67,80
D	3	S	GLUTEUS_	Amean [mV/s]	26,64	27,10	21,50	29,60	25,80	28,60
D	3	S	GLUTEUS	Asum [mV/s]	0,46	0,30	0,00	1,80	0,00	0,70
D	3	S	GLUTEUS	Fmean [1/s]	15,94	9,80	0,20	61,80	1,40	25,10
S	4	D	GLUTEUS	Asum [mV/s]	0,77	0,50	0,00	3,00	0,00	1,10
S	4	D	GLUTEUS	Fmean [1/s]	25,14	16,90	0,60	90,10	1,50	37,30
S	14	D	Biceps	Amean [mV/s]	28,34	26,60	24,40	35,20	25,50	32,90
S	14	D	RFemoris	Fmean [1/s]	172,51	171,00	52,60	279,00	155,00	194,00
					<i>Локализация боли – справа</i>					
DS	7	D	Abdominis_	Asum [mV/s]	1,23	0,80	0,20	4,00	0,40	1,00
DS	7	D	Abdominis	Fmean [1/s]	35,56	26,50	4,20	111,00	14,30	29,00
DS	7	S	Abdominis_	MaxA [mV]	70,73	62,50	28,30	102,00	60,60	93,50
D	3	S	GLUTEUS_	MaxA [mV]	156,47	130,00	46,00	465,00	95,10	141,00
D	3	S	GLUTEUS_	Amean [mV/s]	41,66	36,50	26,90	85,90	31,00	43,50
D	3	S	GLUTEUS	Asum [mV/s]	6,07	2,50	0,00	20,10	0,90	8,00
D	3	S	GLUTEUS	Fmean [1/s]	152,68	78,50	0,20	550,00	33,90	193,00
S	4	D	GLUTEUS	Asum [mV/s]	2,92	2,30	0,90	6,90	1,20	3,90
S	4	D	GLUTEUS	Fmean [1/s]	90,40	77,40	32,30	210,00	38,40	123,00
S	14	D	Biceps	Amean [mV/s]	33,64	34,60	26,60	42,60	27,40	37,50
S	14	D	RFemoris	Fmean [1/s]	142,98	166,00	42,10	255,00	78,40	190,00

Примечания: DS – стояние на двух ногах; D – стояние на правой ноге; S – стояние на левой ноге.

(медиальные значения суммарной амплитуды — 6,4 и 3,5 mV/s соответственно, медиальные значения средней частоты — 182 и 106,4 mV/s соответственно).

У пациентов этого кластера достоверно меняется БЭА *m. Erector spinae*, *m. Gluteus medius*. Локализация боли на опорной стороне достоверно повышает их БЭА на этой стороне.

Обсуждение

Fortin et al. (1994), Vleeming et al. (2002) считают, что у больных с дисфункцией КПС дорсальные связки КПС перегружены и подвергаются длительной микротравматизации. Это является причиной пояснично-тазовой боли (PPGP). При этом взаимоотношения между болью и БЭА мышц

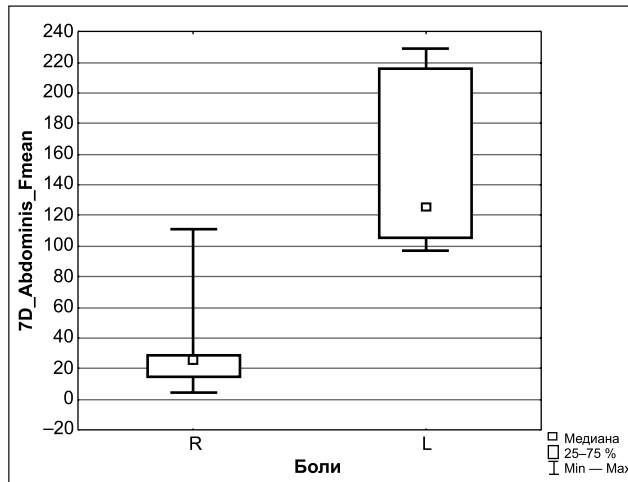


Рисунок 1. Коробчатый график зависимости от стороны локализации боли (R — справа, L — слева) показателя «средняя частота осцилляций *m. Obliques abdominis externus* справа в положении стоя на двух ногах» (7D_Abdominis_Fmean) у пациентов 1-го кластера

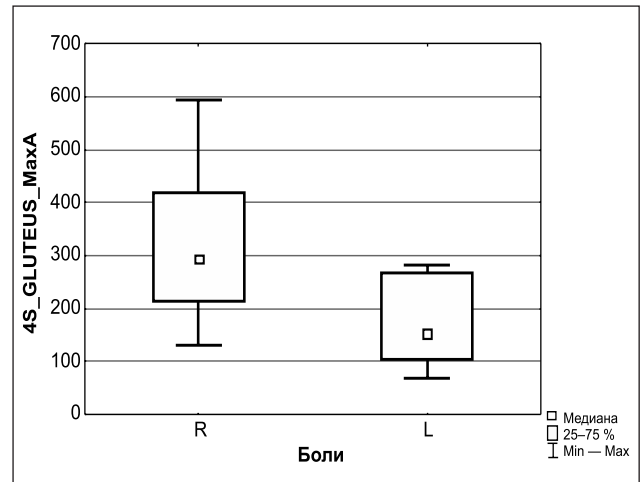


Рисунок 2. Коробчатый график зависимости показателя «максимальная амплитуда БЭА *m. Gluteus medius* слева в положении стоя на левой ноге» (4S_GLUTEUS_MaxA) у пациентов 1-го кластера от стороны локализации боли (R — справа, L — слева)

Таблица 2. Показатели БЭА мышц пациентов 2-го кластера, зависящие от стороны локализации боли

Состояние	Номер исследования	Расп. мышц	Мышцы	Показатель	M	Me	Min	Max	LQ	UQ
					<i>Локализация боли — слева</i>					
D	3	D	Er.Spinae	Amean [mV]	34,86	32,75	28,60	52,50	31,60	34,90
D	3	D	Er.Spinae	Asum [mV/s]	4,61	3,50	0,70	16,90	2,50	4,00
D	3	D	Er.Spinae	Fmean [1/s]	118,87	106,45	20,20	322,00	77,50	122,00
S	4	S	GLUTEUS	MaxA [mV]	168,60	153,50	69,40	281,00	104,00	268,00
S	4	S	GLUTEUS	Amean [mV/s]	43,63	44,10	29,00	66,90	32,20	46,10
S	4	S	GLUTEUS	Asum [mV/s]	8,57	9,25	2,30	16,20	3,60	12,70
					<i>Локализация боли — справа</i>					
D	3	D	Er.Spinae	Amean [mV/s]	44,87	36,85	32,40	73,70	35,40	48,80
D	3	D	Er.Spinae	Asum [mV/s]	9,81	6,40	3,20	24,50	5,50	11,20
D	3	D	Er.Spinae	Fmean [1/s]	199,41	182,00	85,10	332,00	153,00	241,00
S	4	S	GLUTEUS	MaxA [mV]	331,60	292,50	132,00	593,00	213,00	420,00
S	4	S	GLUTEUS	Amean [mV/s]	62,87	58,75	35,50	86,90	54,40	75,40
S	4	S	GLUTEUS	Asum [mV/s]	15,29	13,05	6,20	22,40	11,70	20,90

Примечания: D — стояние на правой ноге; S — стояние на левой ноге.

стабилизаторов КПС остаются непонятными [14, 15].

Jacob и Kissling (1995) отмечают, что при наличии пояснично-тазовой боли у больных с дисфункцией КПС амплитуда движений крестца относительно тазовых костей [16] в КПС вокруг горизонтальной оси увеличивается во время сгибания бедра [17].

Mens et al. (1999) также докладывают об увеличении антефлексии тазовой кости [18] у пациентов с пояснично-тазовой болью (PPGP).

V. Sturesson et al. (2000) показали, что амплитуда и направление флексии тазовых костей относительно крестца слева и справа одинаковы у пациентов с пояснично-тазовой болью. V. Sturesson не проводил сравнения с бессимптомными волонтерами [19].

Vuuruk et al. (1999), Damen et al. (2002) показали, что подвижность КПС асимметрична у субъектов с задней пояснично-тазовой болью. Авторы доказали, что асимметричная подвижность левой и правой части КПС является прогностическим критерием для определения нарушения движений в КПС и пояснично-тазовой боли [20, 21].

По данным T. Ravin [22], ротация крестца часто встречается у пациентов с пояснично-тазовыми болями. В нашем исследовании ротация крестца была у 92 % пациентов.

У всех наших пациентов были асимметрия ширины суставных щелей, наклон таза, крестца, ротация крестца, что сопровождалось асимметричной подвижностью КПС при вертикальном положении тела [8].

При проведении нашего исследования мы пришли к выводу, что боли влияют на БЭА мышц-стабилизаторов только у пациентов с небольшой асимметрией ширины суставных щелей 2-го рентгенометрического кластера без выраженных нарушений биомеханики КПС и на БЭА мышц пациентов 1-го рентгенометрического кластера с выраженной асимметрией ширины суставных щелей в вентральном отделе КПС. У пациентов 1-го кластера перерастягиваются и травмируются вентральные крестцово-подвздошные и межкостные крестцово-подвздошные связки, а у пациентов 2-го кластера — в основном межкостные крестцово-подвздошные связки [5–7]. Это ведет к избыточному напряжению мышц, которые снижают натяжение этих связок и стабилизируют КПС [23, 24]. У пациентов 1-го рентгенометрического кластера это будет *m. Gluteus medius*, *m. Abdominis obliquus externus*. *M. Gluteus medius*, которая начинается от гребня подвздошной кости и прикрепляется к *trochanter major* бедренной кости, стабилизирует тазовую кость, состоящую из подвздошной, седалищной и лонной костей, относительно бедра, особенно при вертикальном положении и одноопорном стоянии [16]. По показателям БЭА *m. Gluteus medius* мы можем косвенно судить об электромиографической активности *m. Gluteus maximus*, так как они являются синергистами [16, 23, 24]. *M. Gluteus maximus* начинается от дорсальной поверхности крестца, копчика, крестцово-бугорной связки, подвздошной кости и прикрепляется к широкой фасции и ягодичной бугри-

стости бедренной кости. Эта мышца создает компрессионные усилия, направленные поперек КПС для его стабилизации. *M. Abdominis obliquus externus* сгибает и наклоняет в сторону позвоночник относительно тазовых костей [18], тем самым стабилизирует позвоночник, что особенно важно при наклоне крестца и таза во фронтальной плоскости. У пациентов 2-го рентгенометрического кластера это будет *m. Gluteus medius*, *m. Erector spinae*, которые натягивают дорсальные связки КПС и стабилизируют сустав [15, 16, 23, 24]. Длительное воздействие избыточных нагрузок приводит к возникновению энтезопатий перегруженных связок и мест прикрепления мышц, натягивающих эти связки [15, 25–27]. При этом активация этих мышц у пациентов 2-го кластера увеличивает компрессионные силы в КПС, снижает натяжение межкостных крестцово-подвздошных травмированных связок и, соответственно, боль [23, 24].

У пациентов прогностически неблагоприятных 3-го и 4-го кластеров боль не влияет на мышечные паттерны. У этих больных отмечается асимметрия ширины суставных щелей в дорсальных отделах суставных щелей КПС. Это создает условия для перерастяжения и травмирования крестцово-бугорных, крестцово-остистых связок [5–8], что сопровождается возникновением энтезопатий данных связок. Перечисленные связки являются основными стабилизаторами вертикального положения. Эти связки натягиваются в вертикальном положении в основном за счет веса тела [23, 24]. Поэтому активация мышц-стабилизаторов КПС не может в достаточной мере снизить силу натяжения этих связок. Боль у этих пациентов свидетельствует в первую очередь об энтезопатиях связок-стабилизаторов вертикального положения и КПС. Эти энтезопатии, вероятно, усугубляются асимметричной подвижностью КПС и неадекватным стереотипом стабилизации КПС, при котором изменение активации перечисленных мышц-стабилизаторов не уменьшает силы натяжения данных связок и уже не может изменить стереотип неадекватного замыкания КПС. По мнению T.R. Oxland et al. [28], повторяющаяся микротравма связок может вызвать неадекватную механику позвоночника и суставов. При этом он говорит о том, что мышцы позвоночника вовлекаются в некоординированное сокращение и усиливают неадекватную механику позвоночника и суставов, что может быть причиной повторяющейся травмы связок. Полученные нами данные перекликаются с теорией хронической боли M.M. Panjabi [29], который сообщает о том, что кумулятивная микротравматизация соединительнотканых элементов позвоночника может вызывать субкритическое повреждение их и расположенных в них механорецепторов. Субкритическое повреждение происходит при нагрузках за пределами физиологических, но недостаточных для критического повреждения. Механорецепторы, расположенные в поврежденных связках, передают искаженные сигналы в систему нейромышечного контроля. В системе нейромышечного контроля возникают трудности с интерпретацией ис-

каженного сигнала. Паттерн мышечного ответа, генерированного системой нейромышечного контроля, меняется, нарушая пространственную и временную координацию и активацию мышц-стабилизаторов позвоночника и суставов. Измененный паттерн мышечного ответа приводит к искажению сигналов обратной связи в нейромышечную регулируемую систему через поврежденные механорецепторы связок и мышц и еще более измененному паттерну мышечного ответа. Избыточные нагрузки и напряжение вызывают воспаление в соединительнотканых элементах позвоночника, которые содержат нервные структуры и ноорецепторы. Все это приводит к хронической нижней поясничной боли.

Выводы

1. БЭА мышц-стабилизаторов КПС и вертикального положения зависела от стороны локализации боли у пациентов с дисфункцией КПС наиболее благоприятных 1-го и 2-го рентгенометрических кластеров.

2. Локализация боли достоверно влияла на показатели БЭА *m. Abdominis obliquus externus*, *m.m. Gluteus*, *m. Erector spinae*, *m. Biceps femoris*, *m. Rectus femoris* у пациентов 1-го рентгенометрического кластера и *m.m. Gluteus*, *m. Erector spinae* у пациентов 2-го рентгенометрического кластера. У всех наших пациентов были асимметрия ширины суставных щелей КПС, наклон таза, крестца, ротация крестца.

3. БЭА мышц-стабилизаторов КПС и вертикального положения не зависела от стороны локализации боли у пациентов с дисфункцией КПС наиболее неблагоприятных 3-го и 4-го рентгенометрических кластеров. У этих пациентов были наиболее неблагоприятные изменения рентгенометрических параметров крестца и таза.

4. У пациентов, чьи рентгенометрические параметры могли компенсироваться изменением натяжения связок и БЭА мышц-стабилизаторов КПС, боль влияла на БЭА мышц-стабилизаторов. У пациентов, у которых рентгенометрические параметры обуславливали кумулятивную микротравматизацию связок, натягивающихся под весом тела, боль не влияла на БЭА мышц-стабилизаторов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии какого-либо конфликта интересов при подготовке данной статьи.

Список литературы

1. Maigne J.Y., Aivaliklis A., Pfefer F. Results of sacroiliac joint double block and value of sacroiliac pain provocation tests in 54 patients with low back pain // *Spine*. — 1996. — 21. — P. 1889-1892.
2. Schwarzer A.C., Aprill C.N., Bogduk N. The sacroiliac joint in chronic low back pain // *Spine*. — 1995. — 20. — P. 31-37.
3. Perlman R., Golan J., Lugo M. Diagnosis of sacroiliac joint syndrome in low back/pelvic pain: reliability of 3 key clinical signs // 9th Interdisciplinary World Congress on Low Back &

Pelvic Pain, Singapore October 31 — November 4. — 2016. — P. 408-409.

4. Irvin R.E. Why and how to optimize posture // A. Vleeming, V. Mooney, R. Stoecart. *Lumbopelvic Pain Integration of Research and Therapy*. — Churchill Livingstone, Edinburgh, 2007. — Chapter 16. — P. 239-251.

5. Корж Н.А., Стауде В.А., Кондратьев А.В., Карпинский М.Ю. Напряженно-деформированное состояние кинематической цепи «поясничный отдел позвоночника — крестец — таз» при асимметрии суставных щелей крестцово-подвздошного сустава // *Ортопедия, травматология и протезирование*. — 2015. — 3(600). — С. 5-14.

6. Корж Н.А., Стауде В.А., Кондратьев А.В., Карпинский М.Ю. Напряженно-деформированное состояние системы «поясничный отдел позвоночника — крестец — таз» при фронтальном наклоне таза // *Ортопедия, травматология и протезирование*. — 2016. — 1(602). — С. 54-62.

7. Hammer N., Steinke H., Lingslebe U. Ligamentous influence in pelvic load distribution // *Spine J*. — 2013. — Vol. 13(10). — P. 1321-1330. doi: 10.1016/j.spinee.2013.03.050.

8. Стауде В.А., Радзишевская Е.Б., Златник П.В. Рентгенометрические параметры крестца и таза у пациентов с дисфункцией крестцово-подвздошного сустава, влияющие на позвоночно-тазовый баланс во фронтальной плоскости // *Ортопедия, травматология и протезирование*. — 2017. — 3(608). — С. 54-62.

9. Hungerford B., Gilleard W. The pattern of intrapelvic motion and lumbopelvic muscle recruitment alters in the presence of pelvic girdle pain // A. Vleeming, V. Mooney, R. Stoecart. *Movement Stability & Lumbopelvic Pain. Integration of Research and Therapy*. — Churchill Livingstone, Edinburgh, 2007. — Chapter 25. — P. 361-376.

10. Hungerford B., Gilleard W., Hodges P. Evidence of altered lumbo-pelvic muscle recruitment in the presence of sacroiliac joint pain // *Spine*. — 2003. — 28. — P. 1593-1600.

11. Стауде В.А., Котульский И.В., Дуплий Д.Р., Карпинская Е.Д. Особенности функционирования мышц — глобальных стабилизаторов у лиц с асимметричным расположением таза и крестца во фронтальной плоскости. Сообщение 1. Исследование активности *m. erector spinae* // *Травма*. — Т. 18, № 4. — С. 63-66.

12. Стауде В.А., Котульский И.В., Дуплий Д.Р., Карпинская Е.Д. Особенности функционирования мышц — глобальных стабилизаторов у лиц с асимметричным расположением таза и крестца во фронтальной плоскости. Сообщение 2. Исследование активности *m. Gluteus medius*, *m. Obliques abdominis externus*, *m. Biceps femoris*, *m. Rectus femoris* // *Травма*. — Т. 18, № 5. — С. 64-72.

13. Стауде В.А., Радзишевская Е.Б., Златник П.В. Рентгенометрические параметры крестца и таза, влияющие на позвоночно-тазовый баланс во фронтальной плоскости у здоровых волонтеров // *Ортопедия, травматология и протезирование*. — 2017. — 2(607). — С. 52-61

14. Fortin J., Dwyer A., West S. et al. Sacroiliac joint referral patterns upon application of a new injection/arthrography technique. 1: Asymptomatic volunteers // *Spine*. — 1994. — 19. — P. 1475-1482.

15. Vleeming A., de Vries H.J., Mens J.M., van Wingerden J.P. Possible role of the long dorsal sacroiliac ligament

in women with peripartum pelvic pain // *Acta Obstetrics Gynecologica Scandinavica*. — 2002. — 81. — P. 430.

16. Феніш Ханц (при участі В. Даубера). Карманный атлас человека на основе Международной номенклатуры. — Минск: Выцэйшая школа, 1996. — 466 с.

17. Jacob H., Kissling R. The mobility of the sacroiliac joints in healthy volunteers between 20 and 50 years of age // *Clinical Biomechanics*. — 1995. — 10. — P. 352-361.

18. Mens J., Vleeming A., Snijders C.J. et al. The active straight leg raising test and mobility of the pelvic joints // *European Spine Journal*. — 1999. — 8. — P. 468-473.

19. Stuesson B., Uden A., Vleeming A. A radiological analysis of movements of sacroiliac joint during the standing hip flexion test // *Spine*. — 2000. — 25. — P. 364-368.

20. Buyruk H.M., Snijders C.J., Vleeming A. et al. Measurements of sacroiliac joint stiffness in peripartum pelvic patients with Doppler imaging of vibrations // *European Journal of Radiology*. — 1999. — 83. — P. 159-163.

21. Damen I., Buyruk H.M., Guler-Uysal F. et al. Pelvic pain during pregnancy is associated with asymmetric laxity of the sacroiliac joints // *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*. — 2001. — 80. — P. 1019-1024.

22. Ravin T. Visualization of pelvic biomechanical dysfunction // *Lumbopelvic Pain Integration of Research and Therapy* / A. Vleeming, V. Mooney, R. Stoeckart. — Churchill Livingstone, Edinburgh, 2007. — Chapter 20. — P. 335.

23. McGill S.M., Grenier S., Kavic N., Cholewicki J. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar

spine // *Journal of Electromyography and Kinesiology*. — 2003. — 13. — P. 353-359.

24. Don Tigny R.L. A detailed and critical biomechanical analysis of the sacroiliac joints and relevant kinesiology // *Lumbopelvic Pain Integration of Research and Therapy* / A. Vleeming, V. Mooney, R. Stoeckart. — Churchill Livingstone, Edinburgh, 2007. — Chapter 19. — P. 290-293.

25. Palesy P.D. Tendon and ligament insertions — a possible source of musculoskeletal pain // *J. Craniomandibular Practic*. — 1997. — 15. — P. 194-202.

26. Benjamin M. et al. Where tendons and ligaments meet bone; attachment sites (enthesis) in relation to exercise and/or mechanical load // *J. Anat*. — 2006. — 208. — P. 471-490.

27. McKay Unique mechanism for lumbar musculoskeletal pain defined from primary care research into periosteal entesis response to biomechanical stress and formation of small fibre polyneuropathy // 9th Interdisciplinary World Congress on Low Back & Pelvic Pain, Singapore October 31 — November 4, 2016. — P. 384.

28. Oxland T.R., Crisco J.J., Panjabi M.M. et al. The effect of injury on rotational coupling at the lumbosacral joint. A biomechanical investigation // *Spine*. — 1997. — 17. — P. 74-80.

29. Panjabi M.M. A hypothesis of chronic back pain: ligament subfailure injuries lead to muscle control dysfunction // *Eur. Spine J*. — 2006. — 15. — P. 668-676.

Получено 30.08.2018 ■

Стауде В.А.¹, Радзишевська Є.Б.², Дуплій Д.Р.¹

¹ДУ «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України», м. Харків, Україна

²Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна

Вплив болю на функцію м'язів-стабілізаторів крижово-клубового суглоба в пацієнтів із дисфункцією цього суглоба

Резюме. Мета: вивчити вплив сторони локалізації болю на біоелектричну активність (БЕА) м'язів, що забезпечують стабільність крижово-клубового суглоба (ККС) під час утримання вертикальної пози при двоопорному й одноопорному стоянні у хворих із дисфункцією ККС залежно від рентгенометричних параметрів крижів та таза. **Матеріали та методи.** Було досліджено 50 пацієнтів із дисфункцією ККС. Критеріями включення були: локалізація болю в ділянці posterior spineae iliaca superior, що іррадіює в пах, сідниці та стегно; анамнез болю більше ніж 3 місяці; безуспішність попереднього консервативного лікування; позитивні мінімум 4 із 6 провокаційних тестів. Критерієм виключення була наявність тільки 1 або 2 позитивних провокаційних тестів. Пацієнтам проводили електроміографічне дослідження м'язів, підтримуючих стабільність ККС при двоопорному та одноопорному стоянні (Stork тест). Усі пацієнти були обстежені рентгенологічно. На отриманих рентгенограмах вимірювали: кут нахилу краніальної пластинки крижі; кут нахилу таза; кут ротації крижі; ширину суглобових щілин крижово-клубового суглоба в трьох відділах: вентральному, медіальному та дорсальному. Отримані результати були оброблені статистично. **Результати.** У результаті кластерного аналізу рентгенометричних параметрів всі пацієнти були розподілені на 4 кластери. У пацієнтів 1-го рентгенометричного кластера при двоопорному стоянні було

підвищення біоелектричної активності м. Obliques abdominis externus на стороні, контрлатеральній стороні локалізації болю. У положенні стоячи на одній нозі при локалізації болю на опорній стороні це викликало підвищення БЕА м. Gluteus medius на контрлатеральній стороні. БЕА м. Biceps femoris, m. Rectus femoris підвищувалась на стороні локалізації болю. У пацієнтів 2-го кластера вірогідно змінювалась БЕА м. Erector spinae, m. Gluteus medius. Локалізація болю на опорній стороні вірогідно підвищує БЕА цих м'язів на цій стороні. **Висновки.** БЕА м'язів-стабілізаторів ККС і вертикального положення залежала від сторони локалізації болю в пацієнтів із дисфункцією ККС найбільш сприятливих 1-го та 2-го рентгенометричних кластерів. Локалізація болю вірогідно впливала на показники БЕА м. Obliques abdominis externus, m.m. Gluteus medius, m. Biceps femoris, m. Rectus femoris у пацієнтів 1-го рентгенометричного кластера і м. Gluteus, m. Erector spinae в пацієнтів 2-го рентгенометричного кластера. У всіх пацієнтів була асиметрична рухомість ККС. БЕА м'язів-стабілізаторів ККС і вертикального положення не залежала від сторони локалізації болю в пацієнтів із дисфункцією ККС найбільш несприятливих 3-го і 4-го рентгенометричних кластерів.

Ключові слова: дисфункція крижово-клубового суглоба; електроміографічна активність; одноопорне стояння; асиметрія суглобових щілин

V.A. Staude¹, Ye.B. Radzishavska², D.R. Dupliy¹

¹State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology

of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine

²Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine

Pain influence on the functioning of muscles stabilizing sacroiliac joint in patients with sacroiliac joint dysfunction

Abstract. Background. The purpose was to investigate the influence of pain localization on electromyographic (EMG) activity of muscles stabilizing sacroiliac joint (SIJ) and trunk vertical stability in two-leg standing and one-leg standing in patients with SIJ dysfunction depending on the pelvic tilt, sacral base tilt in frontal plane, sacral rotation, sacroiliac joint space width asymmetry. **Materials and methods.** Fifty patients with SIJ dysfunction were examined. Inclusion criteria were: pain in the area of spina iliaca posterior superior irradiated to groin, buttocks, hip; more than 3-month history of pain; failure of the previous conservative treatment; 4 to 6 positive provocative tests. Exclusive criterion: a positive result of only 1 or 2 of provocative tests. All patients were examined by X-ray, standing in anatomical position. On X-rays we measured: sacral base tilt in frontal plane; pelvic tilt in frontal plane; angle of sacral rotation around axial line; sacroiliac joint space width in three parts: ventral, medial and dorsal. EMG activity of muscles stabilizing SIJ was studied in one- and two-leg standing (Stork

test). **Results.** After analysis of X-ray parameters, all patients were divided in four clusters. Patients of cluster 1 had increasing EMG activity of m.obliquus abdominis externus on the side contralateral to the side of pain localization in two-leg standing. During one-leg standing, these patients had increasing EMG activity of m.gluteus medius on the side contralateral to the side of pain localization. EMG activity of m.biceps femoris, m.rectus femoris increased on the side of pain localization. Patients from cluster 2 had changes in EMG activity of m.erector spinae, m.gluteus medius. EMG activity of these muscles increases on the side of pain localization and loading side. **Conclusions.** EMG activity of muscles stabilizing SIJ and erect posture in patients of clusters 1 and 2 depends on the side of pain localization. EMG activity of muscles stabilizing SIJ and erect posture in patients of clusters 3 and 4 does not depend on the side of pain localization.

Keywords: sacroiliac joint dysfunction; bioelectrical activity; one-leg standing; joint space width asymmetry