

УДК 616.721.7-001.7-089:612.763

Ма КОНГ, КОЛЕСНИЧЕНКО В.А.

ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов имени проф. М.И. Ситенко НАМН Украины», г. Харьков

## ПОЯСНИЧНО-ТАЗОВЫЙ РИТМ У БОЛЬНЫХ ПОЯСНИЧНЫМ ОСТЕОХОНДРОЗОМ И ДЕГЕНЕРАТИВНЫМ ПОЯСНИЧНЫМ СПОНДИЛОЛИСТЕЗОМ НА ЭТАПАХ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ

**Резюме. Цель:** изучение пояснично-тазового ритма у больных с поясничным остеохондрозом и дегенеративным поясничным спондилолистезом до и после заднего инструментального спондилодеза. **Методы:** 1) клинический — с оценкой тестов активного контроля и электронной гониометрией сагиттальных движений туловища; 2) рентгенометрический — с определением поясничного лордоза LL и наклона крестца SS. **Результаты.** До операции у больных обеих групп наблюдалось уменьшение амплитуды сагиттальных движений туловища, экскурсии поясничных сегментов и тазобедренного сустава. Изменение пояснично-тазового ритма при сгибании у пациентов с поясничным остеохондрозом было связано преимущественно с нарушением двигательного контроля и миофиксацией туловища (флексионные двигательные паттерны), при разгибании у больных обеих групп — с позвоночно-тазовым дисбалансом, при котором ретроверсия таза существенно ограничивает экстензию тазобедренных суставов. После хирургического лечения (задний инструментальный спондилодез сегментов L4-L5 и L4-L5-S1), несмотря на улучшение сагиттального центрирования позвоночника, в группе больных с поясничным остеохондрозом сохранились изменения двигательного контроля вследствие неустраненных миотонических реакций; у пациентов с дегенеративным поясничным спондилолистезом сформировались компенсаторные некорректные двигательные стратегии, изменяющие синхронность движений позвоночника и тазобедренных суставов.

**Ключевые слова:** пояснично-тазовый ритм, поясничный остеохондроз, дегенеративный поясничный спондилолистез, хирургическое лечение.

### Введение

Активные движения позвоночника в сагиттальной плоскости — сгибание и разгибание — являются неотъемлемой частью повседневных бытовых и производственных нагрузок. В этих движениях участвуют все отделы позвоночника (шейный, грудной, поясничный), а также главные суставы нижних конечностей (тазобедренные, коленные, голеностопные). Одна из наиболее сложных составляющих движений туловища в сагиттальной плоскости — совокупные движения поясничных сегментов, таза и тазобедренных суставов, или пояснично-тазовый ритм.

Пояснично-тазовый ритм в фазе сгибания обеспечивается динамической передачей нагрузок от позвоночника к нижним конечностям через грудопоясничную фасцию (соединяет широчайшую мышцу спины с большими ягодичными мышцами) и крестцово-бугорную связку (соединяет таз и нижние конечности, являясь местом начала большой ягодичной мышцы и двуглавой мышцы бедра) [36] и последовательной активацией мышцы — выпрямителя позвоночника,

большой ягодичной мышцы и двуглавой мышцы бедра [4, 28].

Вертеброгенные болевые синдромы сопровождаются снижением силы и выносливости мышцы — выпрямителя позвоночника [8] и большой ягодичной мышцы [11], что может нарушать последовательность их включения в локомоторные акты с изменением пояснично-тазовой динамики и уменьшением экскурсии сагиттальных движений [1, 10, 11, 16, 23, 29]. Последующая интраоперационная травма задних структур поясничных сегментов при хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника (поясничный остеохондроз, поясничный спондилолистез, поясничный спинальный стеноз) вызывает локальный фиброз грудопоясничной фасции с нарушением ее вязкоэластических свойств, изменением порога связочно-мышечного рефлекса [26] и снижением рефлекторной

© Ма Конг, Колесниченко В.А., 2014

© «Травма», 2014

© Заславский А.Ю., 2014

мышечной активности [13], т.е. мышечной ингибцией, что может усугублять нарушение двигательного контроля сагиттальных движений позвоночника. Сопутствующая механическая фиксация нижнепоясничных и/или пояснично-крестцовых сегментов также может приводить к нарушению совокупных движений позвоночника, таза и тазобедренных суставов. Однако особенности пояснично-тазовой динамики в послеоперационном периоде у таких больных изучены мало. Исходя из этого, целью исследования стало изучение пояснично-тазового ритма у больных с поясничным остеохондрозом и дегенеративным поясничным спондилолистезом до и после заднего инструментального спондилодеза.

## Материал и методы

Материалом исследования послужили протоколы клинико-рентгенологического обследования 42 пациентов с поясничным остеохондрозом в возрасте 20–40 лет (средний возраст  $33,4 \pm 4,8$  года) — группа В и 10 больных с дегенеративным спондилолистезом L4 малой (1–2-й) степени в возрасте 46–65 лет ( $55,4 \pm 7,8$  года) — группа С. Все пациенты мужского пола обследовались до операции и через 3, 6 месяцев, 1 год и более после хирургического лечения со средним сроком наблюдения  $1,2 \pm 0,8$  года (6 месяцев — 2 года). Всем больным по поводу нестабильности нижнепоясничных сегментов, и/или спондилоартроза, и/или стеноза позвоночного канала, и/или грыж поясничных межпозвоночных дисков был выполнен задний спондилодез сегментов L4-L5 ( $n = 9$ ) и L4-L5-S1 ( $n = 43$ ) с фиксацией транспедикулярными конструкциями на основе стержней в клинике вертебрологии ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И. Ситенко НАМНУ».

Критерии включения в исследование: отсутствие двигательных расстройств с парезами и/или пlegиями нижних конечностей. Критерии исключения из исследования — системные заболевания, деформирующий артроз суставов нижних конечностей, переломы позвонков и костей нижних конечностей, а также операции на позвоночнике и нижних конечностях в анамнезе.

Проводилось стандартное клиническое обследование с изучением ортопедического статуса и характера неврологических радикальных расстройств.

Выполнялись тесты, оценивающие активный контроль движений в пояснично-тазовой области. Флекссионные паттерны движения в норме предполагают сгибание тазобедренного сустава при активной стабилизации поясничного отдела позвоночника; нарушение двигательного контроля (положительный тест) проявляется воспроизведением сгибания в поясничных сегментах:

— тест «поднос официанта»: исходное положение (и.п.) — вертикальная поза, выполняются сгибание тазобедренных суставов без движения (сгибания) в поясничном отделе позвоночника;

— тест разгибания коленного сустава сидя: и.п. — сидя с прямой спиной, выполняется разгибание ко-

ленных суставов без движения (сгибания) в поясничном отделе позвоночника;

— тест перемещения таза кзади: и.п. — коленно-локтевое с  $90^\circ$  сгибания в тазобедренных суставах, производится перемещение (раскачивание) таза назад с сохранением нейтрального положения поясничного отдела позвоночника.

Аналогично для экстензионных двигательных паттернов в норме ожидается разгибание тазобедренного сустава при стабилизированных поясничных сегментах; разгибание последних свидетельствует о позитивном тесте (нарушение двигательного контроля):

— тест наклона таза: и.п. — вертикальная поза, активный наклон таза назад, при этом поясничный отдел позвоночника сгибается (двигается вперед), грудной отдел позвоночника удерживается в нейтральном положении;

— тест перемещения таза кпереди: и.п. — коленно-локтевое с  $90^\circ$  сгибания в тазобедренных суставах, производится перемещение (раскачивание) таза вперед с сохранением нейтрального положения в поясничном отделе позвоночника;

— тест сгибания коленного сустава в положении лежа на животе — сохранение нейтрального положения поясничного отдела позвоночника и таза при активном сгибании коленного сустава не менее чем до  $90^\circ$  [32].

Наличие определенного паттерна движения (флекссионный/экстензионный) регистрировалось при условии не менее двух соответствующих позитивных тестов.

На поясничных спондилограммах в боковой проекции в положении стоя измеряли величину поясничного лордоза LL и наклона крестца SS по методике J.R. Cobb [9] и G. Duval-Beaupere et al. [12] соответственно. Нормальными значениями считали:  $GLL = 61^\circ \pm 10^\circ$ ;  $SS = 48^\circ \pm 8^\circ$  [12].

Измерение подвижности грудного, поясничного отделов позвоночника и тазобедренных суставов выполнялось с помощью электронного гониометра SpinalMouse (Idiag, Voletswil, Швейцария). Прибор располагали по средней линии позвоночника, начиная от остистого отростка C7 и заканчивая на вершине гiмаани (примерно S3). Измерения проводились в двух позициях: 1) сгибание и 2) разгибание из положения стоя в удобной позе с максимально возможной амплитудой до появления умеренной боли. Движения выполнялись с произвольной скоростью, выбранной пациентом. Производили три серии измерений; для статистического анализа использовали медиану полученных значений.

Изучались следующие параметры, полученные в результате измерений и программной обработки SpinalMouse: 1) величина грудного изгиба (ГОП) от Th1-Th2 до Th11-Th12; 2) величина поясничного изгиба (ПОП) от Th12-L1 до L5-S1; 3) величина отношения угла наклона крестца к величине экскурсии тазобедренного сустава (Кр/ТБС).

При статистических исследованиях определяли медиану с величиной стандартного отклонения,

t-критерий по методу Стьюдента с уровнем значимости  $p < 0,05$ ; проводили корреляционный анализ по Пирсону.

## Биомеханические параметры пояснично-тазового ритма в норме

Исследованиями последних лет доказано, что при сгибании туловища с прямыми коленными суставами из положения стоя в удобной позе примерно первые  $50\text{--}60^\circ$  движения происходят за счет флексии поясничных сегментов, дальнейший наклон туловища вперед обеспечивает передняя ротация таза и сгибание тазобедренных суставов [17, 22, 24, 38]. В более ранних работах ряд авторов отмечал синхронное начало движений в поясничном отделе позвоночника и тазобедренных суставах при сгибании [3, 22, 28] с доминированием движения таза при экстремальных углах сгибания [14].

Экскурсия поясничного отдела позвоночника при сгибании зависит от растяжимости мышцы — выпрямителя позвоночника, грудопоясничной фасции, задних связок позвоночника, а общая амплитуда наклона туловища кпереди — и от степени растяжения большой ягодичной мышцы и мышц задней поверхности бедра. В то же время укорочение мышц задней поверхности бедра, ограничивая подвижность тазобедренных суставов, не приводит к компенсаторной гиперфлексии поясничных сегментов [18], т.е. не влияет на пояснично-тазовый ритм.

Пояснично-тазовая динамика определяется характером нейромышечных стратегий и механическими свойствами мягких тканей пояснично-тазовой области. В начальные фазы сгибания мышца — выпрямитель позвоночника совершает эксцентрическую работу, при которой сокращение мышцы связано с удлинением ее волокон, что позволяет контролировать возвращение сегмента в исходное положение.

В точке предельного сгибания поясничных сегментов достигается та пороговая величина натяжения их пассивных стабилизаторов (связки, фасция, межпозвонковые диски) [37], при которой механорецепторы позвоночника рефлекторно ингибируют сокращение мышцы — выпрямителя позвоночника [5, 6, 13, 26, 31] с развитием феномена мышечной релаксации (миоэлектрического молчания) [1, 4, 8, 10, 11, 13, 21, 26, 29]. Другими словами, ключевую роль в сенсорномоторном ответе позвоночника играет поведение его пассивных вязкоэластических структур, которые путем сенсорной афферентной связи регулируют локальное мышечное сокращение и стабильность поясничных сегментов.

Феномен релаксации мышцы — выпрямителя позвоночника при сгибании отражает распределение нагрузки при взаимодействии активного и пассивного компонентов пояснично-тазовой стабильности [15]. Таким образом, «выключение» электрической активности мышцы — выпрямителя позвоночника происходит при условии уравнивания флекссионных вращательных моментов гравитационных сил и разгибательных вращательных моментов натянутых задних элементов позвоночных сегментов [15], причем

мышца — выпрямитель позвоночника продолжает генерировать силу путем пассивного растяжения, так как последнее значительно превышает длину покоя миофибрилл в флекссионной позе [21, 25].

Конечные фазы сгибания обеспечивает эксцентрическое сокращение ягодичных мышц и мышц задней поверхности бедра, позволяя тазу вращаться вокруг бедер [30].

Разгибатели позвоночника и бедра связаны при сгибании туловища анатомически и функционально [8, 11], стабилизируя пояснично-тазовую область и корригируя пояснично-тазовую динамику [4, 20, 22]. Так, увеличение натяжения мышц — разгибателей тазобедренных суставов ограничивает переднюю ротацию таза в конечную фазу сгибания и увеличивает напряжение пассивных пояснично-тазовых стабилизаторов — грудопоясничной фасции и крестцово-бугорной связки [36]. Двуглавая мышца бедра и большая ягодичная мышца ужесточают крестцово-подвздошные сочленения за счет массивного прикрепления к крестцово-бугорной связке [35].

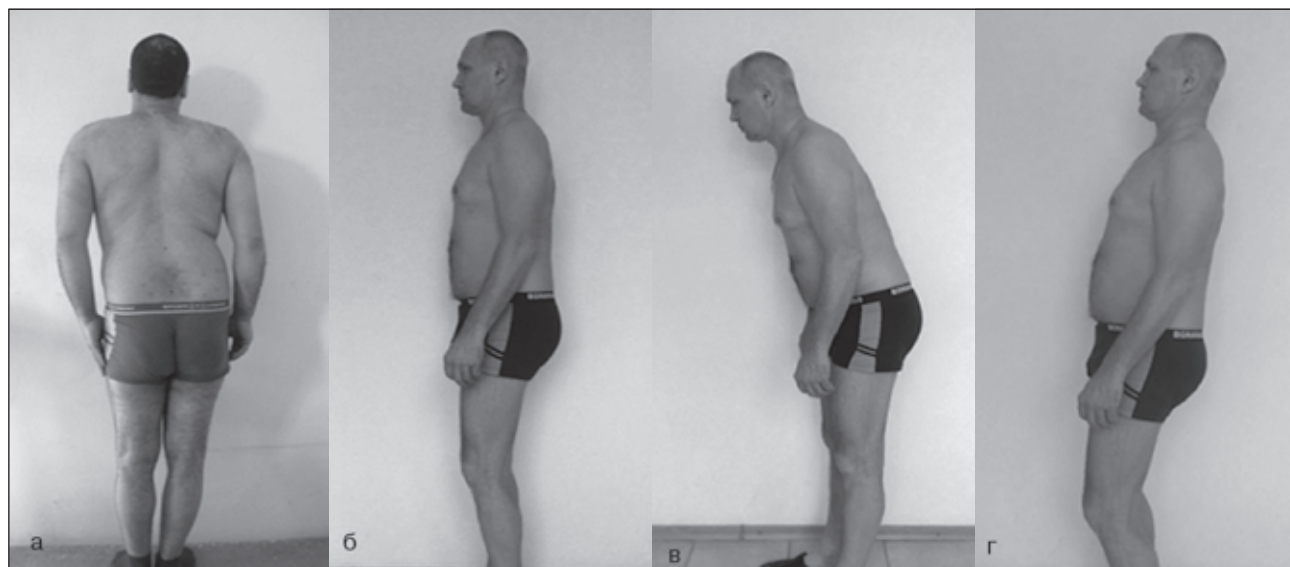
При циклическом движении «сгибание из вертикального положения/разгибание в исходное вертикальное положение» движение тазобедренных суставов предшествует перемещению позвоночных сегментов, отражая реверсивный пояснично-тазовый ритм [19].

Амплитуда разгибания поясничного отдела позвоночника из положения стоя составляет около  $30\text{--}45^\circ$  и происходит при растяжении поясничных сгибателей, передней продольной связки, сокращении мышцы — выпрямителя позвоночника. Ограничивают разгибание аппозиция фасеток дугоотростчатых суставов и остистых отростков. Наклон туловища назад свыше  $30\text{--}35^\circ$  расценивается как переразгибание.

В сагиттальных движениях туловища помимо поясничных участвуют и грудные сегменты, причем амплитуда наклона поясничного отдела позвоночника лишь при сгибании больше, чем у грудного. Экскурсия остальных движений в этих отделах позвоночного столба примерно одинаковая.

## Результаты и их обсуждение

В группе В (больные с остеохондрозом позвоночника) до операции амплитуда сгибания и поясничных, и грудных сегментов была статистически значимо ниже нормы ( $p < 0,001$ ). Идентичность рентгенометрической величины поясничного лордоза LL ( $15,31^\circ \pm 1,83^\circ$ ) в нейтральной позе и величины объема сгибания поясничного отдела позвоночника при электронной гониометрии ( $15,31^\circ \pm 2,72^\circ$ ) в сочетании с незначительным движением грудных сегментов ( $10,97^\circ \pm 1,36^\circ$ ) свидетельствуют о миофиксации туловища вследствие анталгических миотонических реакций (рис. 1). Вклад тазобедренных суставов в сгибание относительно невелик (табл. 1, рис. 2а). (Показатель Кр/ТБС отражает степень участия тазового компонента в сагиттальных движениях позвоночника. Однако в нашем исследовании изменение инклинации крестца незначительно в связи с небольшой экскурсией сгибания/разгибания поясничного отдела



**Рисунок 1.** Миотонические реакции у больных с поясничным остеохондрозом с анталгическими установками туловища: а – анталгический сколиоз с лордозированием грудных и поясничных сегментов (экстензионный паттерн); б – анталгический сколиоз с кифозированием поясничных сегментов (флексионный паттерн); в, г – миофиксация поясничного отдела позвоночника при сагиттальных движениях туловища

**Таблица 1.** Некоторые рентгенометрические и биомеханические параметры больных с поясничным остеохондрозом (группа В) и дегенеративным поясничным спондилолистезом (группа С) на этапах хирургического лечения

Срок лечения/ параметры	LL, град.	SS, град.	ГОП, град.		ПОП, град.		Кр/ТБС	
			Сгибание	Разгибание	Сгибание	Разгибание	Сгибание	Разгибание
До операции	Группа В							
	15,31 ± 1,80	23,02 ± 2,16	10,97 ± 1,36	25,59 ± 2,50	15,31 ± 2,72	6,20 ± 1,27	9,03 ± 1,67	31,76 ± 3,12
	Группа С							
	21,43 ± 3,36	30,29 ± 2,48	9,80 ± 5,21	28,11 ± 4,41	8,00 ± 5,56	5,63 ± 3,27	4,1 ± 4,4	53,56 ± 7,53
3 мес. после операции	Группа В							
	25,00 ± 1,68	33,0 ± 1,4	11,75 ± 2,66	29,42 ± 5,10	18,00 ± 3,94	6,50 ± 1,38	10,50 ± 2,38	35,58 ± 5,20
	Группа С							
	26,9 ± 3,0	36,0 ± 4,0	5,40 ± 2,44	22,20 ± 9,38	14,50 ± 6,75	4,83 ± 2,04	6,40 ± 2,36	53,2 ± 5,7
6 мес. после операции	Группа В							
	25,78 ± 2,04	33,24 ± 2,00	13,20 ± 4,93	35,80 ± 7,34	13,67 ± 4,39	2,83 ± 5,53	13,40 ± 4,72	43,8 ± 6,7
	Группа С							
	26,82 ± 4,12	36,28 ± 5,17	5,5 ± 4,5	19,5 ± 12,5	16,03 ± 4,87	11,00 ± 3,19	9,0 ± 6,0	28,0 ± 18,0
12 мес. и более после операции	Группа В							
	25,40 ± 1,88	33,75 ± 4,00	12,93 ± 2,94	34,07 ± 3,07	14,36 ± 3,49	5,77 ± 1,18	6,27 ± 1,82	31,73 ± 5,31
	Группа С							
	27,01 ± 2,78	36,67 ± 4,76	17,25 ± 5,17	38,0 ± 4,6	18,50 ± 8,59	4,50 ± 2,42	8,00 ± 2,74	42,00 ± 6,87

позвоночника, и, следовательно, отношение Кр/ТБС можно рассматривать как показатель подвижности тазобедренных суставов: чем больше величина Кр/ТБС, тем меньше экскурсия тазобедренных суставов.)

У больных с дегенеративным поясничным спондилолистезом (группа С) при сгибании отмечена несколько иная пояснично-тазовая динамика. Вклад в движение грудного, поясничного отделов позвоночника, а также тазобедренных суставов сопоставим, хотя экскурсия поясничных сегментов меньше ( $8,00^\circ \pm 5,56^\circ$ ), чем в группе В (табл. 1, рис. 3а).

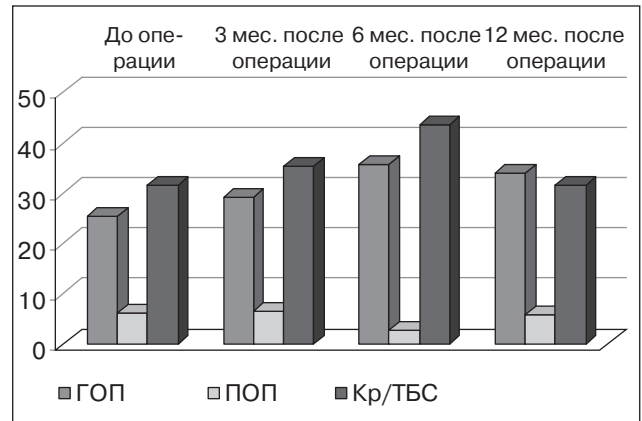
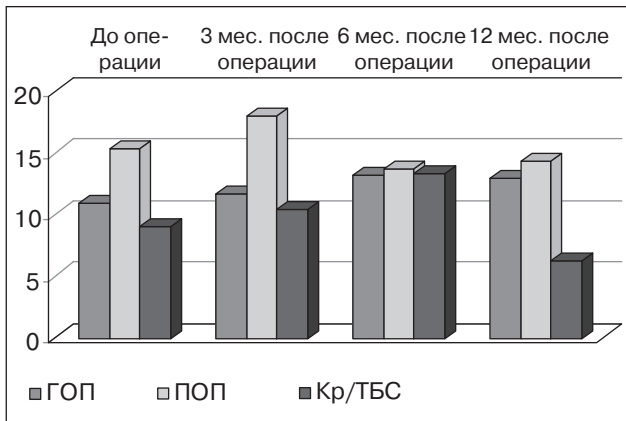
Разгибание туловища в обеих группах больных до операции происходило преимущественно в грудном отделе позвоночника, экскурсия которого достигает показателей нормы. Движения поясничных сегментов незначительны, в тазобедренных суставах практически отсутствовали (табл. 1, рис. 2б, 3б).

Результаты тестов двигательного контроля сагитальных движений в пояснично-тазовой области до операции выявили преобладание флекссионных паттернов движения у пациентов обеих групп, более выраженное при остеохондрозе позвоночника.

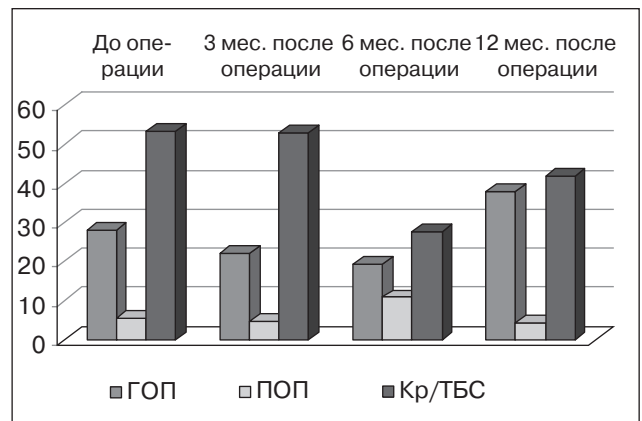
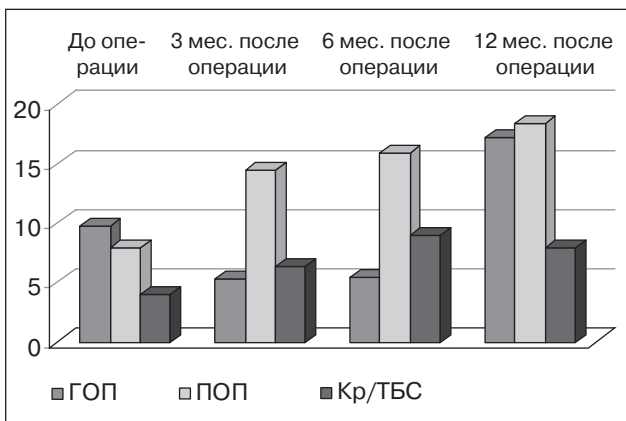
Данные корреляционного анализа подтвердили различное взаимодействие позвоночного и тазового

компонентов пояснично-тазового ритма в группах пациентов В и С. У больных поясничным остеохондрозом (группа В) при сгибании выявлена сильная обратная корреляционная связь между подвижностью поясничного отдела позвоночника и экскурсией тазобедренных суставов (коэффициент корреляции  $k = -0,78$ ;  $p < 0,001$ ), то есть с увеличением флексии поясничных сегментов уменьшается экскурсия тазобедренных суставов. Эти факты в сочетании с результатами тестов двигательного контроля свидетельствуют о нарушении пояснично-тазового ритма вследствие изменения нормальных флекссионных двигательных паттернов. В такой ситуации регистрируется гиперактивность мышцы — выпрямителя позвоночника и ингибция большой ягодичной мышцы в конечной фазе сгибания [7] и может проявляться неоднородный синергизм мышц — локальных сгибателей и разгибателей позвоночника [2] при движениях.

В группе пациентов с дегенеративным поясничным спондилолистезом при сгибании все компоненты пояснично-тазовой динамики коррелировали между собой, причем между параметрами ПОП и Кр/ТБС, а также ПОП и ГОП прослеживалась сильная прямая связь ( $k = 0,71$  и  $k = 0,67$  соответственно;  $p < 0,001$ ). Приме-



**Рисунок 2. Некоторые статистические показатели биомеханических компонентов пояснично-тазового ритма у больных с поясничным остеохондрозом при (а) сгибании и (б) разгибании туловища**



**Рисунок 3. Некоторые статистические показатели биомеханических компонентов пояснично-тазового ритма у больных с дегенеративным поясничным спондилолистезом при (а) сгибании и (б) разгибании туловища**

чательно, что при сгибании движения поясничных сегментов и тазобедренных суставов зависели от позиции таза ( $k = 0,79$  и  $k = 0,68$  соответственно;  $p < 0,001$ ) и, в меньшей степени, от глубины поясничного лордоза ( $k = 0,48$  и  $k = 0,45$  соответственно;  $p < 0,05$ ).

При разгибании в обеих группах пациентов значимых корреляционных связей между исследуемыми показателями не наблюдалось.

Таким образом, до операции у больных остеохондрозом позвоночника отмечалась миофиксация туловища с превалированием флекссионных паттернов движения. У пациентов с поясничным дегенеративным спондилолистезом наблюдалось существенное уменьшение амплитуды сгибания всего туловища, а также экскурсии грудного и поясничного отделов позвоночника. Так как диапазон сгибания соответствовал ранней фазе движения ( $0-30^\circ$ ), то, с учетом параметра Кр/ТБС, можно утверждать, что у таких больных при наклоне туловища вперед поясничный отдел позвоночника и тазобедренные суставы двигались синхронно. Разгибание туловища у больных обеих групп происходило преимущественно за счет движения грудных сегментов. Последнее обстоятельство может быть связано с тем, что у больных с дегенеративным уплощением сагиттального контура пояснично-крестцового отдела позвоночника (уменьшение глубины поясничного лордоза ( $15,31^\circ \pm 1,83^\circ$  в группе В и  $21,43^\circ \pm 3,36^\circ$  в группе С) и вертикализация крестца ( $23,02^\circ \pm 2,16^\circ$  и  $30,29^\circ \pm 2,48^\circ$  соответственно)) формируется компенсаторная ретроверсия таза с увеличением горизонтального наклона таза и задней ротацией таза вокруг головок бедер, как при экстензии тазобедренных суставов [33]. Такая вертикальная поза резко ограничивает либо исключает переразгибание тазобедренных суставов при наклоне туловища назад.

В послеоперационном периоде в обеих группах (В и С) отмечено статистически достоверное увеличение глубины поясничного лордоза ( $p < 0,05$ ) и статистически недостоверное уменьшение степени вертикализации крестца, хотя и после операции величины GLL и SS в каждой из групп больных оставались ниже нормы (табл. 1).

Значимых изменений экскурсии компонентов пояснично-тазового ритма при сагиттальных движениях туловища в обеих группах пациентов не отмечено. Отсутствие достоверных изменений амплитуды движений поясничного отдела позвоночника после инструментального спондилодеза и компенсаторное увеличение подвижности грудных сегментов в отдаленном послеоперационном периоде были ожидаемыми. Однако предполагаемого компенсаторного увеличения экскурсии тазобедренных суставов при сгибании туловища не наблюдалось, а у больных с дегенеративным поясничным спондилолистезом движения тазобедренных суставов даже уменьшились по сравнению с дооперационными (табл. 1, рис. 2б, 3б).

У пациентов с поясничным остеохондрозом при сгибании на всех этапах послеоперационного периода выявлялись флекссионные двигательные паттерны и

обратная корреляционная связь между движениями в поясничном отделе позвоночника и тазобедренных суставах с сохранением миофиксации пояснично-тазовой области и нарушения пояснично-тазового ритма. Постепенное усиление значимости этой корреляционной связи к отдаленному послеоперационному периоду ( $k = -0,48$ ;  $p < 0,05$  через 3 мес.,  $k = -0,42$ ;  $p < 0,05$  через 6 мес. и  $k = -0,67$ ;  $p < 0,01$  через 12 мес. после операции), по-видимому, связано с увеличением уровня физической активности больных, так как повышение нагрузки вызывает стойкое сохранение или даже усиление мышечного напряжения.

В группе С (дегенеративный поясничный спондилолистез) при сгибании на всех этапах послеоперационного периода отсутствие корреляций между движениями поясничного отдела позвоночника и тазобедренных суставов сочеталось с обратной сильной корреляционной связью между экскурсией грудных сегментов и тазобедренных суставов ( $k = -0,6$ ;  $p < 0,01$  через 3 мес.,  $k = -0,65$ ;  $p < 0,01$  через 6 мес. и  $k = -0,76$ ;  $p < 0,001$  через 12 мес. после операции), а также, в отдаленном послеоперационном периоде, между движением грудных и поясничных сегментов ( $k = -0,67$ ;  $p < 0,01$ ). Эти результаты могут указывать на развитие некорректных двигательных стратегий при сгибании туловища в условиях измененного позвоночно-тазового баланса, которые изменяют синхронность движений позвоночника и тазобедренных суставов, возможно, уменьшая вращательный момент разгибателей и нагрузки на поясничный отдел позвоночника.

Изменение двигательных паттернов вследствие уменьшения амплитуды сгибания туловища [34], поясничных сегментов, изменения отношения «поясничный отдел позвоночника — тазобедренные суставы» [19] может быть следствием нарушения нейромышечного контроля [5, 16] или страха ожидания боли [27, 29]. В любом случае изменение двигательных стратегий связано с изменением взаимодействия мышц пояснично-тазовой области. Неадекватная активация мышцы — выпрямителя позвоночника или мышц — разгибателей тазобедренного сустава при сгибании изменяет начало феномена миоэлектрического молчания мышцы — выпрямителя позвоночника и, соответственно, нарушает пояснично-тазовый ритм [3–6, 8, 10, 11]. В то же время изменение активации обеих мышечных групп (разгибатели позвоночника и разгибатели тазобедренного сустава) при сгибании вследствие их утомления может не сопровождаться существенным нарушением пояснично-тазовой динамики [8, 11]. При разгибании, наоборот, регистрируется преждевременная активность мышцы — выпрямителя позвоночника [1], что рассматривается как стратегия доминирующего позвоночника [3].

Биомеханическим следствием нарушений пояснично-тазового ритма является изменение механизма пояснично-тазовой стабильности с увеличением нагрузки на ее активный компонент с неизбежным развитием мышечного утомления и пролонгированием болевого синдрома.

## Выводы

1. У больных поясничным остеохондрозом и дегенеративным поясничным спондилолистезом до операции выявлены нарушения пояснично-тазового ритма, связанные с изменением двигательного контроля и сагиттального контура пояснично-крестцового отдела позвоночника.

2. В послеоперационном периоде, несмотря на улучшение сагиттального центрирования позвоночника после заднего инструментального спондилодеза сегментов L4-L5 и L4-L5-S1, сохранились изменения двигательного контроля вследствие неустраненных миотонических реакций мышц пояснично-тазовой области и развития компенсаторных некорректных двигательных стратегий.

## Список литературы

1. *Altered muscle recruitment during extension from trunk flexion in low back pain developers* / E. Nelson-Wong, B. Alex, D. Csepe [et al.] // *Clinical Biomechanics*. — 2012. — Vol. 27. — P. 994-998.
2. *A model of movement dysfunction provides a classification system guiding diagnosis and therapeutic care in spinal pain and related musculoskeletal syndromes: A paradigm shift. Part 2* / J. Key, A. Clift, F. Condie et al. // *J. Bodywork and Mov. Ther.* — 2008. — Vol. 12. — P. 105-120.
3. *Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain* / M.A. Esola, P.W. McClure, G.K. Fitzgerald, S. Siegler // *Spine*. — 1996. — Vol. 21. — P. 71-78.
4. *Back and hip extensor activities during trunk flexion/extension: effects of low back pain and rehabilitation* / V. Leinonen, M. Kankaanpaa, O. Airaksinen, O. Hanninen // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* — 2000. — Vol. 81. — P. 32-37.
5. *Biomechanics and electromyography of a common idiopathic low back disorder* / M. Solomonow, S. Hatipkarsulu, B.H. Zhou [et al.] // *Spine*. — 2003. — Vol. 28. — P. 1235-1248.
6. *Biomechanics of increased exposure to lumbar injury caused by cyclic loading: part 1. Loss of reflexive muscular stabilization* / M. Solomonow, B.H. Zhou, R.V. Baratta [et al.] // *Spine*. — 1999. — Vol. 24. — P. 2426-2434.
7. *Bullock-Saxton J. Reflex activation of gluteal muscles in walking. An approach to restoration of muscle function for patients with low-back pain* / J. Bullock-Saxton, V. Janda, M. Bullock // *Spine*. — 1993. — Vol. 18. — P. 704-708.
8. *Changes in the flexion relaxation response induced by lumbar muscle fatigue* / M. Descarreaux, D. Lafond, R. Jeffrey-Gauthier [et al.] // *BMC Musculoskeletal Disorders*. — 2008. — Vol. 9. — 10 p.
9. *Cobb J.R. Outline for the study of scoliosis* / J.R. Cobb // *Instruct. course lectures the Am. Acad. of orthop. surg.* — 1948. — Vol. 5. — P. 261-275.
10. *Colloca C.J. The biomechanical and clinical significance of the lumbar erector spinae flexion-relaxation phenomenon: a review of literature* / C.J. Colloca, R.N. Hinrichs // *J. Manipul. Physiol. Ther.* — 2005. — Vol. 28, № 8. — P. 623-631.
11. *Descarreaux M. Changes in the flexion — relaxation response induced by hip extensor and erector spinae muscle fatigue* / M. Descarreaux, D. Lafond, V. Cantin // *BMC Musculoskeletal Disorders*. — 2010. — Vol. 11. — P. 112. doi:10.1186/1471-2474-11-112.
12. *Duval-Beaupere G. A barycentric study of the sagittal shape of the spine and pelvis* / G. Duval-Beaupere, C. Schmidt, P.H. Cosson // *Ann. Biomech. Eng.* — 1992. — Vol. 20. — P. 451-462.
13. *Flexion-relaxation response to static lumbar flexion in males and females* / M. Solomonow, R.V. Baratta, A. Banks [et al.] // *Clin. Biomech.* — 2003. — Vol. 18. — P. 273-279.
14. *Granata K.P. Lumbar-pelvic coordination is influenced by lifting task parameters* / K.P. Granata, A.H. Sanford // *Spine*. — 2000. — Vol. 25. — P. 1413-1418.
15. *Gupta A. Analyses of myoelectrical silence of erectors spinae* // *J. Biomech.* — 2001. — Vol. 34. — P. 491-496.
16. *Hodges P.W. Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms* / P.W. Hodges, G.L. Moseley // *J. Electromyogr. Kines.* — 2003. — Vol. 13. — P. 361-370.
17. *Hip and lumbar continuous motion characteristics during flexion and return in young healthy males* / P. Pal, S. Milosavljevic, G. Sole, G. Johnson // *Eur. Spine J.* — 2007. — Vol. 16. — P. 741-747.
18. *Johnson E.N. Effect of hamstring flexibility on hip and lumbar spine joint excursions during forward-reaching tasks in participants with and without low back pain* / E.N. Johnson, J.S. Thomas // *Arch. Phys. Med. Rehab.* — 2010. — Vol. 91. — P. 1140-1142.
19. *Kinematic analysis of lumbar and hip motion while rising from a forward, flexed position in patients with and without a history of low back pain* / P.W. McClure, M. Esola, R. Schreiber, S. Siegler // *Spine*. — 1997. — Vol. 22. — P. 552-558.
20. *Kinematic and temporal interactions of the lumbar spine and hip during trunk extension in healthy male subjects* / S. Milosavljevic, P. Pal, D. Bain, G. Johnson // *Eur. Spine J.* — 2008. — Vol. 17. — P. 122-128.
21. *Kippers V. Posture related to myoelectric silence of erector spinae during trunk flexion* / V. Kippers, A.W. Parker // *Spine*. — 1984. — Vol. 9. — P. 740-745.
22. *Lee R.Y. Relationship between the movements of the lumbar spine and hip* / R.Y. Lee, T.K. Wong // *Hum. Mov. Sci.* — 2002. — Vol. 21. — P. 481-494.
23. *Leinonen V. Neuromuscular control in lumbar disorders* // *J. Sports Sci. Med.* — 2004. — Suppl. 4. — P. 1-31.
24. *Li Y. The effect of hamstring muscle stretching on standing posture and on lumbar and hip motions during forward bending* / Y. Li, P.W. McClure, N. Pratt // *Phys. Ther.* — 1996. — Vol. 76. — P. 836-845; discussion 845-839.
25. *McGill S.M. Transfer of loads between lumbar tissues during the flexion-relaxation phenomenon* / S.M. McGill, V. Kippers // *Spine*. — 1994. — Vol. 19. — P. 2190-2196.
26. *Muscular dysfunction elicited by creep of lumbar viscoelastic tissue* / M. Solomonow, R.V. Baratta, B.H. Zhou [et al.] // *J. Electromyogr. Kinesiol.* — 2003. — Vol. 13. — P. 381-396.
27. *O'Shaughnessy J. Changes in flexion-relaxation phenomenon and lumbo-pelvic kinematics following lumbar disc replacement surgery* / J. O'Shaughnessy, J.-F. Roy,

- M. Descarreaux // J. NeuroEngineer. Rehab. — 2013. — Vol. 10. — P. 72.*
28. Paquet N. Hip-spine movement interaction and muscle activation patterns during sagittal trunk movements in low back pain patients / N. Paquet, F. Malouin, C.L. Richards // *Spine*. — 1994. — Vol. 19. — P. 596-603.
  29. Porter J.L., Wilkinson A. Lumbar-hip flexion motion. A comparative study between asymptomatic and chronic low back pain in 18- to 36-year-old men / J.L. Porter, A. Wilkinson // *Spine*. — 1997. — Vol. 22. — P. 1508-1513; discussion 1513-1504.
  30. Quantifying the lumbar flexion-relaxation phenomenon: theory, normative data, and clinical applications / R. Nettle, T.G. Mayer, R.J. Gatchel [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. — 2003. — Vol. 28. — P. 1435-1446.
  31. Quantitative studies of the flexion-relaxation phenomenon in the back muscles / A.B. Schultz, K. Haderspeck-Grib, G. Sinkora, D.N. Warwick // *J. Orthop. Res.* — 1985. — Vol. 3. — P. 189-197.
  32. Reliability of movement control tests in the lumbar spine / H. Luomajoki, J. Kool, E.D. De Bruin, O. Airaksinen // *BMC Musculoskel et. Disord.* — 2007. — Vol. 8. — P. 90. doi:10.1186/1471-2474-8-90.
  33. Roussouly P. Sagittal parameters of the spine: biomechanical approach / P. Roussouly, J.L. Pinheiro-Franco // *Eur. Spine J.* — 2011. — Vol. 20, № 5. — P. S578-S585.
  34. Savic M. Is there a link between spine and hip mobility? // *Exercise and quality of life / M. Savic, N. Sarabon // Exerc. quality life.* — 2012. — Vol. 4. — P. 1-5.
  35. Stabilization of the sacroiliac joint in vivo: verification of muscular contribution to force closure of the pelvis / J.P. van Wingerden, A. Vleeming, H.M. Buyruk, K. Raisadat // *Eur. Spine J.* — 2004. — Vol. 13. — P. 199-205.
  36. The posterior layer of the thoracolumbar fascia. Its function in load transfer from spine to legs / A. Vleeming, A.L. Pool-Goudzwaard, R. Stoeckart [et al.] // *Spine (Phila Pa 1976)*. — 1995. — Vol. 20. — P. 753-758.
  37. The relationship between flexibility and EMG activity pattern of the erector spinae muscles during trunk flexion-extension / F. Hashemirad, S. Talebian, B. Hatef, A.H. Kahlaee // *J. Electromyogr. Kinesiol.* — 2009. — Vol. 19. — P. 746-753.
  38. Thomas J.S. Coordination and timing of spine and hip joints during full body reaching tasks / J.S. Thomas, G.E. Gibson // *Hum. Mov. Sci.* — 2007. — Vol. 26. — P. 124-140.

Получено 08.02.14 □

Ма Конг, Колесніченко В.А.

ДУ «Інститут патології хребта і суглобів імені проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків

#### ПОПЕРЕКОВО-ТАЗОВИЙ РИТМ У ХВОРИХ НА ПОПЕРЕКОВИЙ ОСТЕОХОНДРОЗ І ДЕГЕНЕРАТИВНИЙ ПОПЕРЕКОВИЙ СПОНДИЛОЛІСТЕЗ НА ЕТАПАХ ОПЕРАТИВНОГО ЛІКУВАННЯ

**Резюме.** *Мета:* дослідження попереково-тазового ритму у хворих із поперековим остеохондрозом і дегенеративним поперековим спондилолістезом до й після заднього інструментального спондилолізу. *Методи:* 1) клінічний — із оцінкою тестів активного контролю та електронною гоніометрією сагітальних рухів тулуба; 2) рентгенометричний — із визначанням поперекового лордозу LL і нахилу крижів SS. *Результати.* До операції у хворих обох груп спостерігалось зменшення амплітуди сагітальних рухів тулуба, екскурсії поперекових сегментів і кульшового суглоба. Зміна попереково-тазового ритму при згинанні в пацієнтів із поперековим остеохондрозом була пов'язана переважно з порушенням рухового контролю та міофіксацією тулуба (флексійні рухові патерни), при розгинанні у хворих обох груп — із хребтово-тазовим дисбалансом, при якому ретроверсія тазу суттєво обмежує екстензію кульшових суглобів. Після хірургічного лікування (задній інструментальний спондилоліз сегментів L4-L5 і L4-L5-S1), незважаючи на покращення сагітального центрування хребта, у групі хворих із поперековим остеохондрозом залишилися зміни рухового контролю внаслідок неусунених міотонічних реакцій; у хворих із дегенеративним поперековим спондилолістезом сформувалися компенсаторні некоректні рухові стратегії, що змінюють синхронність рухів хребта й кульшових суглобів.

**Ключові слова:** попереково-тазовий ритм, поперековий остеохондроз, дегенеративний поперековий спондилолістез, хірургічне лікування.

Ma Cong, Kolesnichenko V.A.

State Institution «Institute of Spine and Joint Pathology named after professor M.I. Sitenko of National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kharkiv, Ukraine

#### LUMBAR-PELVIC RHYTHM IN PATIENTS WITH LUMBAR OSTEOCHONDROSIS AND DEGENERATIVE LUMBAR SPONDYLOLISTHESIS AT THE STAGES OF SURGICAL TREATMENT

**Summary. Objective:** to study of the lumbar-pelvic rhythm in patients with lumbar osteochondrosis and degenerative lumbar spondylolisthesis before and after posterior instrumental spondylosyndesis. **Methods:** 1) clinical — with the assessment of the active control tests and electronic goniometry of the body sagittal movements; 2) roentgenometrical — with estimation of the lumbar lordosis LL and the sacral flexion SS. **Results.** Before surgery in both groups patients we observed a decrease of the amplitude of the body sagittal movements, as well as excursion of lumbar segments and the hip joint. Change in the lumbar-pelvic rhythm during flexion in patients with lumbar osteochondrosis was mainly due to motor control disorders and body myofixation (flexion movement patterns), during the extension in patients from both groups — to lumbopelvic imbalance, in which the pelvic retroversion significantly restricts hip joints extensions. After surgery (posterior instrumental spondylosyndesis of L4-L5 and L4-L5-S1 segments), despite improvement of the spine sagittal alignment, in group of patients with lumbar osteochondrosis there preserved motor control changes due to unrepaired myotonic reactions; in patients with lumbar degenerative spondylolisthesis compensatory incorrect motor strategy formed, they changed synchronous movements of the spine and hip joints.

**Key words:** lumbar-pelvic rhythm, lumbar osteochondrosis, degenerative lumbar spondylolisthesis, surgical treatment.