

ОЦЕНКА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У БОЛЬНЫХ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ КОКСАРТРОЗОМ III СТАДИИ

Меншиков И.Н.¹, Долганова Т.И.¹, Меншикова Т.И.¹, Долганов Д.В.¹, Чегуров О.К.¹,
Мальцева Л.В.¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова Минздрава России», Курган, e-mail: tat-mench@mail.ru

Цель исследования: провести комплексный анализ морфофункционального состояния нижних конечностей у больных с идиопатическим коксартрозом III стадии с использованием современных диагностических методов исследования. У 25 пациентов с идиопатическим коксартрозом III стадии проведено статико-динамическое исследование опорных реакций стоп «ДиаСлед-Скан» (г. Санкт-Петербург). Динамометрические исследования выполнены с помощью динамометров, УЗИ – на аппарате HITACHI HI Vision Avius. Выявлено, что на пораженном сегменте наиболее выражены эхопризнаки атрофии в области m. gluteus maximus и m.adductor longus по сравнению с контралатеральным сегментом. Показано, что структурно-функциональные параллели по данным УЗИ и динамометрии имеют однонаправленный характер. Умеренным структурным изменениям подвержена передняя группа мышц бедра, у которой на пораженном и контралатеральном сегментах хорошо дифференцируются межмышечные перегородки, пучки мышечных волокон. Данные критерии свидетельствуют о наличии резервных возможностей передней группы мышц бедра для проведения реабилитационных мероприятий. Структурно-функциональные параллели по данным УЗИ и динамометрии имеют однонаправленный характер. В локомоторных стереотипах определяющим являлось снижение функциональной активности всех мышц, участвующих в локомоторном акте, с регистрацией компенсаторных движений корпусом при ходьбе.

Ключевые слова: коксартроз, мышцы бедра, УЗИ, динамометрия, подография

EVALUATION OF THE MORPHO-FUNCTIONAL STATE OF LOWER EXTREMITIES IN PATIENTS WITH IDIOPATIC COXARTROSIS OF III STAGE

Menshchikov I.N.¹, Menshchikova T.I.¹, Dolganova T.I.¹, Dolganov D.V.¹, Chegurov O.K.¹,
Maltseva L.V.¹

¹Federal State Budgetary Institution «Russian Research Center» Restorative Traumatology and Orthopedics «named after Academician G.A. Ilizarova Ministry of Healthcare and Social Development of Russia», Kurgan, e-mail: tat-mench@mail.ru

The aim of the study was to conduct a complex analysis of the morpho-functional state of the lower limbs in patients with idiopathic coxarthrosis of the third stage using modern diagnostic methods of investigation. Material and methods of investigation. In 25 patients with idiopathic coxarthrosis stage III, a static-dynamic study of the support reactions of the feet «DiaSled-Scan» (St.-Petersburg) was conducted. Dynamometer studies were performed using dynamometers. Ultrasound - on the device HITACHI HI Vision Avius.Result. It was revealed that on the affected segment the echoes of atrophy in the region m are most pronounced. gluteus maximus and m.adductor longus in comparison with the contralateral segment. It is shown that the structural and functional parallels, according to ultrasound and dynamometry data, are unidirectional. Moderate structural changes affect the anterior group of hip muscles, in which the intermuscular septum and muscle fiber bundles are well differentiated on the affected and contralateral segments. These criteria indicate the availability of reserve capabilities of the front group of hip muscles for rehabilitation. Structurally functional parallels based on ultrasound and dynamometry data are unidirectional. In locomotor stereotypes, the decrease in the functional activity of all muscles participating in the locomotion act with registration of compensatory movements in the body during walking was the determining factor.

Keywords: coxarthrosis, hip muscles, ultrasound, dynamometry, subgraphy

Основные клинические критерии оценки функционального статуса у пациентов с идиопатическим коксартрозом обусловлены их комплексной биомеханической

характеристикой патологической ситуации, которая имеет количественную и качественную стороны [1, 2]. При нарушении подвижности в тазобедренном суставе снижаются динамометрические возможности мышц, уменьшаются амплитуда и скорость перемещения конечности в пространстве, нарушаются сохранение равновесия и выбор наиболее рациональных движений при ходьбе, меняются поза и инерционные характеристики нижней конечности, ее отдельных сегментов. Появляется характерная походка с наклоном туловища в сторону пораженного тазобедренного сустава [3].

Ноцицептивные влияния со стороны пораженного сустава тормозят работу периферического звена нейромоторного аппарата как больной, так и интактной конечности. Большое значение в осуществлении нормальных и полноценных функций тазобедренного сустава имеют группы мышц, которые его окружают, – ягодичных и бедренных, которые выполняют функцию дополнительных амортизаторов при физических нагрузках (ходьбе, беге, прыжках) и осуществляют «доставку» крови в сосуды сустава. При патологических процессах в мышечной ткани также нарушается и функционирование сустава [4].

По данным литературы исследования, посвященные оценке структурного состояния костной, хрящевой ткани, сократительной способности мышц бедра и анализу локомоторной активности у больных с III стадией идиопатического коксартроза, не содержат комплексной оценки.

Цель исследования. Провести комплексный анализ морфофункционального состояния нижних конечностей у больных с идиопатическим коксартрозом III стадии с использованием современных диагностических методов исследования.

Материал и методы исследования. В амбулаторном режиме было проведено комплексное обследование пациентов с идиопатическим коксартрозом III стадии (n=25, женщин – 13, мужчин – 12, возраст обследуемых 52–75 лет). В основу работы положена классификация Н.С. Косинской [5]. Сравнение показателей между конечностями у пациентов с идиопатическим коксартрозом проводилось с учетом клинкорентгенологического статуса (больная конечность – планируемая к эндопротезированию тазобедренного сустава, контралатеральная – условно интактная конечность). Для исследования статико-динамических показателей опорных реакций стоп использовали аппарат «ДиаСлед-Скан» (г. Санкт-Петербург) [6]. Динамометрические исследования выполнены с помощью устройства, разработанного в Центре РНЦ «ВТО им. акад. Г.А. Илизарова» [7]. Рассчитывались момент силы мышц тестируемых групп, определяемый с помощью индикаторной головки динамометра, и расстояние L от оси вращения тазобедренного сустава (для мышц сгибателей, разгибателей, приводящих и отводящих бедро) и от оси вращения коленного сустава (для мышц сгибателей и разгибателей голени)

до середины ременного захвата. Полученные результаты динамометрии сравнивались с ранее опубликованными данными нормы [7]. Эхографическое исследование проводилось на аппарате HITACHI HI Vision Avius с помощью линейного датчика (частота 5–12 МГц). При установке датчика вдоль шейки бедренной кости с помощью подвижных маркеров измеряли толщину *m. iliopsoas*, оценивали ее структуру. При сканировании по медиальной поверхности бедра оценивали *m. adductor longus*, по латеральной поверхности бедра – *m. gluteus medius*. Исследование *m. gluteus maximus* осуществляли в положении пациента лежа на боку при сгибании исследуемой конечности в тазобедренном и коленном суставах под углом 90° , при этом датчик располагали между ягодичной бугристостью и большим вертелом бедренной кости. Полученные данные ультразвукового исследования мышц сравнивали с группой контроля – 13 человек (7 мужчин, 6 женщин) того же возраста без патологии тазобедренного сустава (рентгенологически подтвержденной). Для статистической обработки результатов использовали пакет анализа данных Microsoft EXCEL-2000 и AtteStat. Количественные характеристики выборочных совокупностей представлены в соответствующих таблицах в виде медианы с уровнем 25–75% перцентилей и числа наблюдений (n), равного числу обследованных суставов. Полученные данные обработаны методом вариационной статистики, применяемым для малых выборок с принятием уровня значимости $p \leq 0,05$. Статистическую значимость различий определяли с использованием критерия Вилкоксона. Верификацию стадий коксартроза осуществляли с помощью рентгенографии.

Результаты исследования и их обсуждение. Выраженные дегенеративно-дистрофические изменения в тазобедренном суставе у больных с III стадией идиопатического коксартроза, болевой синдром значительно изменяют условия функционирования мышц, обеспечивающих реализацию позных и локомоторных функций, что отражается в трансформации биомеханических и ЭМГ-паттернов походки и прямохождения [8]. Определяющим в локомоторном стереотипе опорных реакций стоп у пациентов с идиопатическим коксартрозом является снижение способности сохранения устойчивого баланса тела при ходьбе с ограничением компенсаторных возможностей. У всех пациентов снижалась более пораженная конечность и соответственно регистрировалась умеренная (до 25%) асимметрия нагружения стоп в статике и при ходьбе; выражено снижение темпа ходьбы, на подограмах относительно нормы симметрично двустороннее увеличение длительности цикла шага в 1,5–2,0 раза с увеличением в 2,0–3,0 раза двуопорного периода цикла шага. На обеих конечностях регистрировали уменьшение амплитуды движений в суставах с ограничением опорной реакции и нарушением балансирующей и рессорной функции нижней конечности. За счет ограничения нагрузки на одну из конечностей (с более выраженным болевым синдромом) регистрируются

асимметрия временных и силовых параметров цикла шага, снижение функциональной активности мышц, участвующих в локомоторном акте, и компенсаторные движения корпусом при ходьбе (рис. 1).

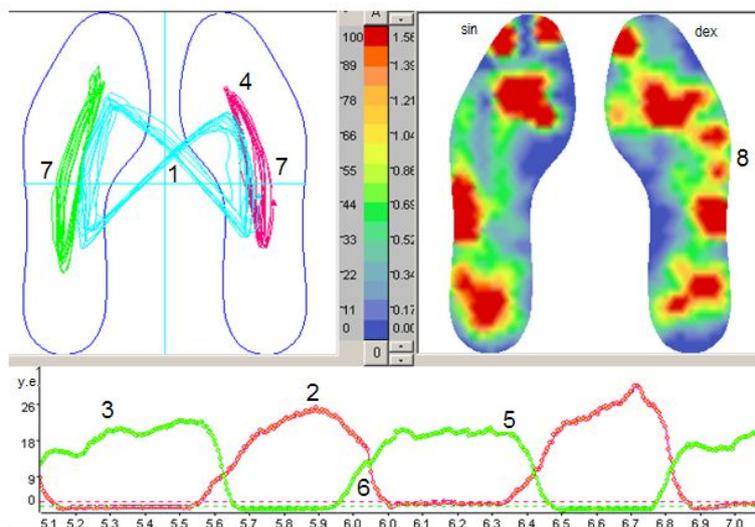


Рис. 1. Подограмма больного Л., 65 лет. Диагноз: идиопатический коксартроз III стадии (перед эндопротезированием правого тазобедренного сустава). Ходьба без дополнительных средств опоры. Асимметрия нагрузки стоп в статике 32%, при ходьбе 24% S>D. (Sin – левая конечность, Dex – правая конечность)

Симметричность ходьбы нарушена (1), выражена асимметрия ходьбы больше вправо. Асимметрия временных параметров цикла шага Sin>Dex. Справа, слева сглажен демпферный провал (2) – ограничена опорная реакция конечностей за счет уменьшения разгибания в проксимальных суставах, снижена рессорная функция нижней конечности. Слева – компенсаторное снижение заднего толчка (5) – снижено максимальное разгибание в коленном и тазобедренном суставах (непостоянного характера). Асимметрия участия стопы в контакте с опорой (4), конфигурации траектории общего центра давления при ходьбе (7) (Sin>Dex). Увеличение длительности двуопорного периода ходьбы (6) – снижение способности сохранения устойчивого баланса тела при ходьбе. Справа нарушена структура демпферного провала: на участке демпферного провала дополнительная волна (3) – компенсаторные движения корпусом при ходьбе. Справа определяется гетерогенность распределения давления по плантарной поверхности (8) – признак артроза суставов стоп.

На представленной подограмме показаны приспособительные стереотипы опорных реакций стоп. Увеличение вариабельности шага было двустороннее или преобладало на стороне выраженного болевого синдрома, что являлось одним из критериев срыва компенсаторных возможностей при ходьбе [9]. Расчетные показатели подографии у больных с III стадией коксартроза представлены в таблице 1.

Проведение соногеометрических измерений показало, что толщина *m.rectus* и *m.intermedius* на больной и контралатеральной конечностях достоверно не отличались друг от друга. Уменьшение толщины *m.rectus* на больной и контралатеральной конечностях по сравнению с контрольной группой составило 25% и 22%, уменьшение толщины *m.intermedius* равнялось 36,9% и 41,4% соответственно.

Таблица 1

Расчетные показатели подографии у пациентов с коксартрозом III стадии идиопатической этиологии (Me 25–75% процентилей, n – число наблюдений)

Показатели	Конечности		
	Больная (n=25)	Условно интактная (n=25)	Асимметрия
Длительность цикла шага (секунд)	1,02 (0,81÷1,18)	0,98 (0,86÷1,01)	0,89 (0,83÷0,95)
Продолжительность одноопорного периода к циклу шага, %	47,0 (29,0÷61,0)	38,5 (14,0÷65,0)	0,78 (0,52÷0,93)
Силовые параметры заднего толчка (усл. ед.)	41,8 (26,8÷54,6)	57,5 (41,4÷74,2)	0,72 (0,63÷0,76)
Мощность шага, усл. ед.	4069 (3693÷5252)	3777 (3602÷7317)	0,89 (0,75÷0,95)
Доля переднего толчка в мощности шага, %	24,4 (19,7÷26,2)	21,0 (20,0÷23,3)	0,82 (0,75÷0,85)
Доля заднего толчка в мощности шага, %	59,4 (58,2÷61,5)	57,1 (56,8÷60,1)	0,95 (0,94÷0,96)
Коэффициент инертности шага	0,90 (0,58÷0,96)	0,73 (0,70÷0,79)	0,82 (0,62÷0,86)
Асимметрия нагружения стоп в статике (%)		0,78 (0,68÷0,89)	
Асимметрия нагрузки на стопы в динамике %		0,75 (0,64÷0,89)	

Границы между *m.rectus* и *m.intermedius* определялись четко, характерная мышечная исчерченность была сохранена. Необходимо отметить, что на обеих конечностях пучки мышечных волокон были короткие (до 1 мм), угол наклона был снижен по сравнению с контрольной группой практически в 2 раза. Акустическая плотность *m.rectus* на больной конечности была увеличена за счет фиброзных изменений в мышце на 14% относительно контроля.

Сгибание бедра в тазобедренном суставе и вращение его наружу, а также сгибание туловища вперед при фиксированном бедре осуществляет *m. iliopsoas*. При ультразвуковом сканировании визуализировались несколько размытые контуры *m. iliopsoas*, единичные пучки мышечных волокон имели линейную направленность, толщина мышцы на пораженной и контралатеральной конечностях была снижена по сравнению с контрольной группой на 25% и 22%. Подробное исследование *m. gluteus medius* связано с тем, что данная мышца

участвует в отведении бедра в тазобедренном суставе, в опорной фазе шага препятствует наклону таза в сторону переносимой ноги, осуществляет внутреннюю ротацию бедра и облегчает отрыв стопы от опоры. У больных с идиопатическим коксартрозом визуализировалось выраженное структурное нарушение *m. gluteus medius*: пучки мышечных волокон не дифференцировались, контур мышцы четко не определялся, уменьшение толщины мышц на больной и контралатеральной конечностях составило 70% и 60% по сравнению с контрольной группой обследуемых.

m. adductor longus участвует в приведении и сгибании бедра. Как правило, у больных с третьей стадией идиопатического коксартроза сила мышц на отведение и приведение бедра снижена. Нарушение функциональной способности *m. adductor longus* сопровождается эхопризнаками ее атрофии: уменьшением толщины до 3–5 мм, увеличением акустической плотности на $10 \pm 2\%$ по сравнению с контрольной группой обследуемых (рис. 2а).

M. gluteus maximus – крупноволокнистая, мощная мышца толщиной до 2–3 см, функция которой заключается в выпрямлении согнутого вперед туловища, разгибании бедра, одновременном его пронации, а также натяжении широкой фасции бедра (рис. 2б).

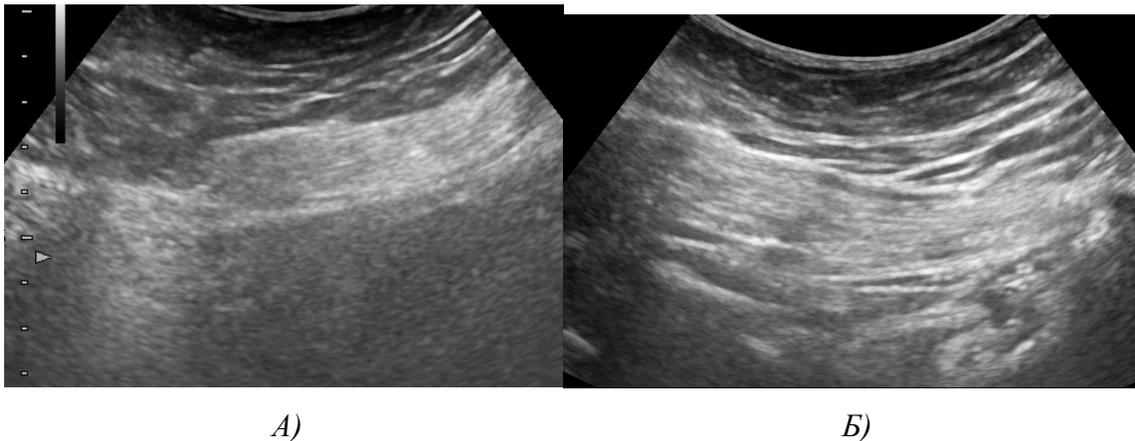


Рис. 2. Сонограмма *m. adductor* (а) и *m. gluteus maximus* (б) больного С. 71 г.

Диагноз: коксартроз III стадии

Акустическая плотность *m. adductor* = 163 усл. ед., *m. gluteus maximus* = 161 усл. ед.

При идиопатическом коксартрозе показатели динамометрии всех тестируемых мышц, участвующих в работе коленного и тазобедренного суставов, значительно снижены на обеих конечностях и составляют 20–70% от средних значений нормы [7]. Снижение имеет симметричный характер, за исключением показателей силы мышц сгибателей бедра. При тестировании группы мышц, отводящих бедро с их растяжением (при максимальном приведении бедра), процент прироста силы мышц у пациентов с идиопатическим коксартрозом был значительно снижен (до 5%). Зависимость «длина – сила» активных мышц определяется соотношением сократительного и упругого компонентов [9]. Условное

растяжение мышцы не влияло на функциональные показатели в ее работе, что указывает на морфологическое поражение структуры мышц (табл. 2).

Таблица 2

Показатели динамометрии мышц бедра у пациентов
с идиопатическим коксартрозом III стадии

Группы мышц	Конечности		
	Больная	Условно интактная	Асимметрия
Разгибатели голени	14,9 (8,0÷20,6)	21,6 (17,2÷26,7)	0,81 (0,64÷0,98)
Сгибатели голени	15,0 (6,3÷16,7)	24,0 (14,5÷24,8)	0,67 (0,53÷0,70)
Сгибатели бедра	73,6 (64,3÷85,0)	109,9 (91,5÷115,7) P*=0,0306	0,62 (0,57÷0,88)
Разгибатели бедра	90,6 (57,5÷102,9)	106,4 (100,5÷129,4)	0,74 (0,57÷0,78)
Приводящие бедро	87,4 (70,0÷108,0)	103,5 (95,5÷118,3)	0,85 (0,73÷0,98)
Отводящие бедро	87,3 (70,0÷108,0)	103,5 (95,5÷118,3)	0,85 (0,73÷0,98)
Отведение при максимальном приведении	97,5 (77,5÷123,5)	120,5 (104,9÷158,1)	0,62 (0,49÷0,68)
% прироста при максимальном приведении	5,35 (0÷14,3)	20,9 (11,6÷50,2)	0,14 (0÷0,92)
Примечание: * – p < 0,05 относительно значений больной конечности (по Вилкоксону)			

Заключение. У пациентов с идиопатическим коксартрозом III стадии на пораженном сегменте наиболее выражены эхопризнаки атрофии (уменьшение толщины, увеличение акустической плотности, нарушение четкости контура) в области *m. gluteus maximus* и *m. adductor longus* по сравнению с контралатеральным сегментом. Умеренным структурным изменениям подвержена передняя группа мышц бедра, у которой на пораженном и контралатеральном сегментах хорошо дифференцируются межмышечные перегородки, пучки мышечных волокон имеют характерную направленность, хотя угол их наклона снижен по сравнению с контрольной группой на 18–25%. Данные критерии свидетельствуют о наличии резервных возможностей передней группы мышц бедра для проведения реабилитационных мероприятий.

Структурно-функциональные параллели по данным УЗИ и динамометрии имеют однонаправленный характер. В локомоторных стереотипах определяющим является снижение функциональной активности всех мышц, участвующих в локомоторном акте, с регистрацией компенсаторных движений корпусом при ходьбе.

Список литературы

1. Чегуров О.К., Колесников С.В., Колесникова Э.С., Скрипников А.А. Оценка функционального статуса у больных с различными этиопатогенетическими вариантами коксартроза III стадии // Гений ортопедии. 2013. №4. С.44-47.
2. Ефимов А.П. Клинически значимые параметры походки // Травматология и ортопедия России. 2012. 1(63). С.60-65
3. Колесников С.В., Колчанов К.В., Колесникова Э.С., Тертышная М.С. Оценка консервативного лечения больных коксартрозом II-III стадии по различным шкалам и тестам // Гений ортопедии. 2013. №3. С.33-36.
4. Шайхутдинов И.И., Еремеев А.М., Шульман А.А., Еремеев А.А. Моторные ответы мышц бедра и голени у больных артрозами крупных суставов до и после эндопротезирования // Практическая медицина. 2016. Т.96. № 4-1. С.178-181.
5. Федоров В.Г. Структурная единица «синовиальный сустав» и основные принципы лечения остеоартроза и других дегенеративных заболеваний синовиального сустава // Успехи современного естествознания. 2015. № 1-4 . С. 594-600.
6. Смирнова Л.М. Программно-аппаратный комплекс для оценки анатомо-функциональных нарушений и эффективности ортезирования при патологии стопы // Медицинская техника. 2009. № 6. С. 22-26.
7. Щуров В.А., Долганова Т.И., Долганов Д.В. Установка для измерения силы мышц бедра // Медицинская техника. 2014. №1. С. 27-30. DOI: 10.1007/s10527-014-9410-9.
8. Ефимов А.П. Информативность биомеханических параметров походки для оценки патологии нижних конечностей // Российский журнал биомеханики. 2012. №.1. С.80-88.
9. Самсонова А.В. Гипертрофия скелетных мышц человека: учебное пособие. 3-е изд. СПб.: Политехника, 2015. 159 с.