

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ ПРИ ПЕРЕДНЕЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

А.М. Чмутов<sup>1</sup>, В.А. Соколова<sup>1</sup>, Д.С. Астапенков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> НУЗ «Дорожная клиническая больница на станции Челябинск ОАО «РЖД»,

и.о. главного врача – к.м.н. Л.Я. Дубачинский

<sup>2</sup> ГБОУ ВПО «Челябинская государственная медицинская академия» Минздрава России,

ректор – член-корр. РАМН, д.м.н., профессор И.И. Долгушин

г. Челябинск

*Цель исследования* – оценка возможностей функциональной магнитно-резонансной томографии (МРТ) коленного сустава и сравнение ее результатов с другими известными способами количественной диагностики передней нестабильности.

*Материал и методы.* В исследовании принимали участие 22 пациента в возрасте от 16 до 84 лет. Первую группу составили 16 пациентов с жалобами на нестабильность коленного сустава, вторую – 6 пациентов без признаков нестабильности (условно здоровы). Помимо общепринятого клинического обследования (тесты Лахмана и «переднего выдвигающего ящика»), всем участникам исследования проведена функциональная МРТ по разработанной нами методике на аппарате «HELPIС RENEХ» с индукцией 0,25 Тл открытого типа. С целью оценки ее информативности всем пациентам проведена функциональная рентгенография коленного сустава на аппарате Italeу «PIXEL HF» (Италия). Артроскопия с интраоперационным проведением теста Лахмана выполнена 11 пациентам первой и 5 пациентам второй группы на оборудовании «Rudolf» (Германия).

*Результаты.* Полученные данные позволяют утверждать, что функциональная МРТ является информативным методом выявления передней нестабильности коленного сустава, который может быть использован как дополнение к широко применяющейся функциональной рентгенографии, а также самостоятельно, вследствие сопоставимости их результатов. Основными преимуществами функциональной МРТ является отсутствие лучевой нагрузки и возможность неинвазивной визуализации передней крестообразной связки при проведении тестов на нестабильность коленного сустава.

**Ключевые слова:** передняя нестабильность коленного сустава, магнитно-резонансная томография.

## FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN FRONT KNEE INSTABILITY

А.М. Chmutov<sup>1</sup>, V.A. Sokolova<sup>1</sup>, D.S. Astapenkov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Road Clinical Hospital in station Chelyabinsk of Russian Railways,  
acting Head Doctor – L.Y. Dubachinskiy, MD

<sup>2</sup> Chelyabinsk State Medical Academy  
chancellor – I.I. Dolgushin, MD Professor

*The aim of the study is to assess the possibilities of functional magnetic resonance imaging (MRI) of the knee and the comparison of its results with other known methods of quantitative diagnosis of anterior instability.*

*Material and methods.* The study included 22 patients aged 16 to 84 years. The first group comprised 16 patients with complaints of instability of the knee joint, the second – six patients with no signs of instability (relatively healthy). In addition to conventional clinical examination (Lachman test and the "front of the drawer"), all participants in the study conducted functional MRI according to our methodology on the unit «HELPIС RENEХ» 0,25 T open. In order to assess its informativeness all patients underwent functional X-ray of the knee on the unit Italeу «PIXEL HF» (Italy). Arthroscopy with intraoperative Lachman to testing performed in 11 patients of the first and second group of five patients on the equipment «Rudolf», Germany.

*Results.* These data suggest that functional MRI is a valuable method to identify the anterior instability of the knee, which can be used as a supplement to commonly used functional imaging, and independently, since comparable results. The main advantages of functional MRI is the lack of radiation exposure and non-invasive visualization of the anterior cruciate ligament in tests on the instability of the knee.

**Key words:** knee anterior instability, magnetic resonance imaging.

### Введение

Диагностика передней нестабильности коленного сустава клиническим методом нередко вызывает затруднения, особенно при частичных повреждениях связочного аппарата и развитой мускулатуре бедра, что характерно для спортсме-

нов и людей, ведущих активный образ жизни. Общепринятые симптомы, такие как тест Лахмана, симптом «переднего выдвигающего ящика», не всегда позволяют уверенно установить повреждение передней крестообразной связки и обосновать тактику лечения. Доказано, что несвоевременная

диагностика передней нестабильности коленного сустава приводит к прогрессированию симптомов и формированию остеоартроза [3, 5].

Невысокая информативность клинических тестов связана с множеством объективных и субъективных факторов, при этом они изначально ориентированы лишь на качественный результат и не определяют нестабильность количественно.

Количественная оценка передней нестабильности традиционно проводится методом функциональной рентгенографии коленного сустава. Как правило, исследование осуществляют при помощи специальных устройств. Одним из удачных примеров может служить аппарат КТ-1000 [3].

Недостатками функциональной рентгенографии являются дополнительная лучевая нагрузка на врача и пациента, а также невозможность прямой визуализации передней крестообразной связки. Наш опыт применения функциональной магнитно-резонансной томографии (МРТ) с целью оценки передней нестабильности коленного сустава позволяет повысить безопасность функционального исследования коленного сустава и установить морфологическую основу нестабильности.

**Цель исследования** – установить возможности функциональной магнитно-резонансной томографии коленного сустава и сравнить ее результаты с другими известными способами количественной оценки передней нестабильности коленного сустава.

### Материал и методы

В исследовании принимали участие 22 пациента – 11 женского и 11 мужского пола в возрасте от 16 до 84 лет. Первую группу составили 16 пациентов с жалобами на нестабильность

коленного сустава, вторую – 6 пациентов без признаков нестабильности (условно здоровы). Помимо общепринятого клинического обследования (тест Лахмана и «переднего выдвигающего ящика») всем участникам исследования проведена функциональная магнитно-резонансная томография по разработанной нами методике.

Низкопольная магнитно-резонансная томография проводилась на аппарате открытого типа «HELPIС RENEX» с индукцией магнитного поля 0,25 Тл. При проведении функциональной магнитно-резонансной томографии использовались следующие импульсные последовательности – SET1 ВИ, SET2 ВИ, а также программа жироподавления (STIR ВИ). Обследование коленных суставов проводилось в угловой плоскости сканирования с наклоном 5–10 градусов от сагиттальной плоскости в сторону парасагиттальной с применением теста Лахмана (рис. 1). Тест Лахмана позволяет создать максимальное напряжение структур коленного сустава, отвечающих за переднюю стабильность, а при их несостоятельности – выявить величину подвывиха голени.

МРТ-срезы производились в сагиттальной плоскости. Выбирался срединный срез по наружному мыщелку бедра и вычислялось расстояние от кортикальной задней поверхности бедра и голени по аналогии с вычислениями, производимыми на рентгеновских снимках (рис. 2).

Далее просматривались все сагиттальные срезы, на которых обычно визуализируется передняя крестообразная связка. Поскольку исследование проводилось в положении максимального переднего подвывиха голени, то при разрыве передней крестообразной связки факт этого можно было распознать совершенно уверенно.



Рис. 1. Выполнение функциональной МРТ коленного сустава

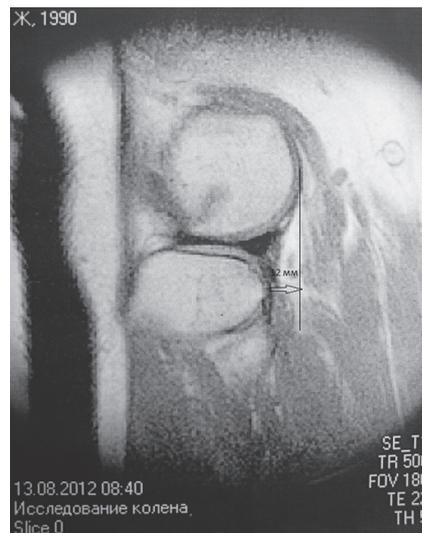


Рис. 2. Вычисление величины переднего подвывиха голени на срезе МРТ коленного сустава

С целью оценки информативности функциональной МРТ всем пациентам была проведена функциональная рентгенография коленного сустава на аппарате Itarey «PIXEL HF» (Италия). Артроскопия с интраоперационным проведением теста Лахмана выполнена 11 пациентам первой и 5 пациентам второй группы на оборудовании «Rudolf» (Германия).

Всего нами проведено 44 неинвазивных и 16 инвазивных функциональных исследований коленного сустава. Величина нестабильности при всех количественных исследованиях измерялась в миллиметрах. В частности, при артроскопии она фиксировалась с помощью диагностического щупа с разметкой [5]; при рентгеновском же исследовании вычислялась на рентгеновском снимке, выполненном с фокусным расстоянием в 1 м с помощью линейки. На МРТ-установке вычисления проводились с помощью соответствующей электронной программы.

### Результаты

У пациентов, обследованных с помощью МРТ, нами оценивалось смещение большеберцовой кости кпереди по отношению к бедренной кости – так называемый феномен «выдвижного ящика»: выбирался срединный срез по наружному мыщелку бедра и вычислялось расстояние от задней кортикальной поверхности бедренной и большеберцовой кости. Также фиксировалось наличие полного либо частичного разрыва передней крестообразной связки: при полном разрыве передняя крестообразная связка определялась на плато большеберцовой кости, волокна её не дифференцировались, а ход связки был аномальным. При частичных разрывах расположение связки было, как правило, обычным, волокна дифференцировались нечетко; одновременно определялось неравномерное истончение либо утолщение связки. Магнитно-резонансный сигнал был неодно-

родным, преимущественно гиперинтенсивным в T2 и STIR ВИ, изо-гипо-интенсивный в T1 ВИ, изменения сигнала от поврежденных связок были либо диффузными, либо очаговыми. При магнитно-резонансном обследовании также оценивалось: наличие внутрисуставной патологической жидкости, костных деструктивных изменений, истончения суставного хряща.

Феномен «выдвижного ящика» был выявлен у 17 из 22 обследованных пациентов, из них у двух величина смещения составила от 1 до 5 мм, у двенадцати – от 5 до 10 мм, и у трёх – свыше 10 мм. У пятерых пациентов признаков смещения голени зарегистрировано не было.

У пациентов первой группы был диагностирован полный (в 6 случаях) и частичный (у 10 пациентов) разрыв передней крестообразной связки.

Результаты изучения у пациентов первой и второй групп проанализированы с помощью критерия Стьюдента для малых выборок ( $n < 30$ ) [1]. Установлено достоверное ( $p < 0,01$ ) различие в значениях нестабильности коленного сустава у пациентов первой и второй групп при различных видах функционального исследования (табл. 1).

Таким образом, функциональная магнитно-резонансная томография является информативным методом выявления передней нестабильности коленного сустава и не уступает как традиционной функциональной рентгенографии, так и непосредственному выявлению нестабильности при артроскопии коленного сустава.

У пациентов первой группы нами изучены количественные значения передней нестабильности коленного сустава, полученные различными методами функционального исследования. Результаты проанализированы с помощью парного критерия Стьюдента, не зависящего от размера выборки (результаты измерений передней нестабильности коленного сустава сравниваются попарно у каждого пациента) [1] (табл. 2).

Таблица 1

Результаты исследования передней нестабильности коленного сустава

Методы исследования коленного сустава	Нестабильность ( $M \pm \sigma$ ), мм		t	p
	Первая группа	Вторая группа		
Функциональная рентгенография	5,94±3 (n=16)	0,83±1,33 (n=6)	3,923	0,00
Функциональная МРТ	7,78±2,99 (n=16)	1,17±2 (n=6)	4,958	0,00
Артроскопия	7,55±2,38 (n=11)	3,2±0,45 (n=5)	3,975	0,001

Таблица 2

Результаты функциональных исследований коленного сустава у пациентов первой группы

Методы исследования	$M \pm \sigma$ , мм	t	p
Функциональная рентгенография /функциональная МРТ	6,81±2,48 / 7,78±2,99 (n=16)	2,001	0,064
Функциональная рентгенография /артроскопия	6,27±3,1 / 7,55±2,38 (n=11)	1,208	0,26
Функциональная МРТ/артроскопия	7,55±2,38 / 7,68±3,27 (n=11)	-0,133	0,897

Таким образом, из таблицы 2 следует, что между представленными методами функционального исследования коленного сустава достоверные различия отсутствуют, следовательно, их информативность равнозначна.

#### Клинический пример:

Пациентка Б., 32 лет, обратилась с жалобами на ощущение нестабильности в правом коленном суставе при нагрузках, беге, ходьбе по лестнице.

Проведена функциональная рентгенография коленного сустава, смещение голени составило 8 мм, при МРТ-исследовании с нагрузочной пробой они было равно 9 мм. При артроскопии выявлен частичный разрыв передней крестообразной связки (разрыв латеральной порции связки, истончение до 75%), смещение голени составило 10 мм. Протезирование передней крестообразной связки не проводилось, послеоперационный период гладкий, швы удалены на 10-е сутки, выпота в суставе не наблюдалось. Пациентка прошла курс реабилитации, включая ЛФК и кинезитерапию. При контрольном осмотре через 6 месяцев: жалоб нет, активна.

#### Выводы

Функциональная магнитно-резонансная томография является информативным методом выявления передней нестабильности коленного сустава, который может быть использован как дополнение к широко применяющейся функциональной рентгенографии, а также самостоятельно, вследствие сопоставимости их результатов.

Основными преимуществами функциональной магнитно-резонансной томографии является

отсутствие лучевой нагрузки и возможность неинвазивной визуализации передней крестообразной связки при проведении тестов на нестабильность коленного сустава.

#### Литература

1. Ефимова М.Р., Петрова Е.В., Румянцев В.Н. Общая теория статистики: учебник. М.: ИНФРА-М; 1998. 416 с.  
*Yefimova M.R., Petrova Ye.V., Rumyantsev V.N. Obshchaya teoriya statistiki: uchebnik [The general theory of statistics: a tutorial]. M.: INFRA-M; 1998. 416 s.*
2. Котельников Г.П., Чернов А.П., Измаков С.Н. Нестабильность коленного сустава. Самара: Самарский дом печати; 2001. 59 с.  
*Kotel'nikov G.P., Chernov A.P., Izmailov S.N. Nestabil'nost' kolennogo sustava [Instability of the knee joint]. Samara: Samarskiy dom pechati; 2001. 59 s.*
3. Миронов С.П., Орлецкий А.К. Повреждения связок коленного сустава. М.: Лесар; 1999. 208 с.  
*Mironov S.P., Orletskiy A.K. Povrezhdeniya svyazok kolennogo sustava [Ligament injuries of the knee]. M.: Lesar; 1999. 208 s.*
4. Трачук А.П., Шаповалов В.М., Тихилов Р.М. Основы диагностической артроскопии коленного сустава. СПб.: Правда; 2000. 112 с.  
*Trachuk A.P., Shapovalov V.M., Tikhilov R.M. Osnovy diagnosticheskoy artroskopii kolennogo sustava [Fundamentals of diagnostic arthroscopy of the knee]. SPb.: Pravda; 2000. 112 s.*
5. Шумада И.В., Сулова О.Я., Стецула В.И. Диагностика и лечение дегенеративно-дистрофических поражений суставов. Киев-1: Здоровья; 1990. 11-12 с.  
*Shumada I.V., Suslova O.YA., Stetsula V.I. Diagnostika i lecheniye degenerativno-distroficheskikh porazheniy sustavov [Diagnosis and treatment of degenerative joint damage]. Kiyev-1: Zdorov'ya; 1990. 11-12 s.*

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Чмутов Александр Михайлович – врач травматолог-ортопед травматологического отделения Дорожной клинической больницы на станции Челябинск ОАО «РЖД»

e-mail: chmutov@inbox.ru;

Соколова Виктория Александровна – к.м.н. заведующая рентгеновским отделением № 2 Дорожной клинической больницы на станции Челябинск ОАО «РЖД»

e-mail: vika-sokol26@mail.ru;

Астапенков Данила Сергеевич – д.м.н. профессор кафедры травматологии и ортопедии Челябинской государственной медицинской академии

e-mail: astapenkov@mail.ru

Рукопись поступила 24.12.2012