

УДК 543.429.2+616.72-002.77-053.2-071+575.1  
DOI: 10.56871/ViM.2024.68.67.003

## РОЛЬ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ПО ПРОТОКОЛУ WHOLE-BODY В ВЫЯВЛЕНИИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В СУСТАВАХ У ДЕТЕЙ С ЮВЕНИЛЬНЫМ ИДИОПАТИЧЕСКИМ АРТРИТОМ

© Анна Андреевна Разинова, Ольга Федоровна Позднякова, Михаил Михайлович Костик, Александр Владимирович Поздняков, Вера Васильевна Масалова, Екатерина Владимировна Гайдар, Людмила Степановна Снегирева, Майя Михайловна Гребенюк, Кирилл Петрович Дроботов

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

**Контактная информация:** Анна Андреевна Разинова — ассистент кафедры патологической физиологии с курсом иммунопатологии. E-mail: annichok@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8043-1326> SPIN: 1323-8722

**Для цитирования:** Разинова А.А., Позднякова О.Ф., Костик М.М., Поздняков А.В., Масалова В.В., Гайдар Е.В., Снегирева Л.С., Гребенюк М.М., Дроботов К.П. Роль магнитно-резонансной томографии по протоколу whole-body в выявлении воспалительных изменений в суставах у детей с ювенильным идиопатическим артритом // Визуализация в медицине. 2024. Т. 6. № 3. С. 19–28. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.68.67.003>

Поступила: 19.08.2024

Одобрена: 25.09.2024

Принята к печати: 30.10.2024

**Резюме. Введение.** Ювенильный идиопатический артрит — одно из наиболее распространенных хронических ревматических заболеваний детского возраста, которое характеризуется хроническим воспалением суставов неизвестной этиологии. Магнитно-резонансная томография позволяет оценить изменения синовиальной оболочки, суставного хряща, степень выраженности воспалительных изменений в суставе. **Цель исследования** — изучить диагностические возможности протокола whole-body магнитно-резонансной томографии (МРТ) в выявлении воспалительных и структурных изменений у пациентов с ювенильным идиопатическим артритом в сравнении с прицельным МР-исследованием суставов по стандартным методикам. **Материалы и методы.** Проведено МР-исследование по протоколу whole-body, а также прицельное исследование голеностопных, тазобедренных, коленных, плечевых, локтевых, лучезапястных суставов, мелких суставов кисти и стопы 13 пациентам с ювенильным идиопатическим артритом. **Результаты.** Выявлены статистически незначимые ( $p > 0,05$ ) различия между диагностическими процедурами. **Заключение.** Магнитно-резонансная томография с использованием протокола whole-body позволяет выявить минимальные воспалительные изменения в суставах при таком заболевании, как ювенильный идиопатический артрит. Указанная программа может использоваться в клинической практике как самостоятельный метод диагностики и динамического наблюдения патологии суставов у детей с данным заболеванием.

**Ключевые слова:** whole-body протокол магнитно-резонансной томографии, ювенильный идиопатический артрит, магнитно-резонансная томография, воспалительные изменения в суставе, структурные изменения суставов

## THE ROLE OF MAGNETIC-RESONANCE TOMOGRAPHY ON WHOLE-BODY PROTOCOLS IN THE DETECTION OF INFLAMMATORY CHANGES IN JOINTS IN CHILDREN WITH JUVENILY IDIOPATHIC ARTHRITIS

© Anna A. Razinova, Olga F. Pozdnyakova, Mikhail M. Kostik, Alexander V. Pozdnyakov, Vera V. Masalova, Ekaterina V. Gaidar, Ludmila S. Snegireva, Maya M. Grebenyuk, Kirill P. Drobotov

Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100 Russian Federation

**Contact information:** Anna A. Razinova — Assistant at the Department of Pathological Physiology with a course in Immunopathology. E-mail: annichok@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8043-1326> SPIN: 1323-8722

**For citation:** Razinova AA, Pozdnyakova OF, Kostik MM, Pozdnyakov AV, Masalova VV, Gaidar EV, Snegireva LS, Grebenyuk MM, Drobotov KP. The role of magnetic-resonance tomography on whole-body protocols in the detection of inflammatory changes in joints in children with juvenily idiopathic arthritis. Visualization in Medicine. 2024;6(3):19–28. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.68.67.003>

Received: 19.08.2024

Revised: 25.09.2024

Accepted: 30.10.2024

**Abstract. Introduction.** Juvenile idiopathic arthritis is one of the most common chronic rheumatic diseases of childhood. Chronic inflammation of the joints of unknown etiology is a characteristic of this disease. Magnetic resonance imaging allows you to assess changes in the synovial membrane, articular cartilage, the degree of manifestation of inflammatory changes in the joint.

**Purpose.** The diagnostic capabilities of the protocol of whole-body magnetic resonance imaging were studied to detect inflammatory and structural changes in patients with juvenile idiopathic arthritis in comparison with targeted MR examination of joints by standard methods. **Materials and methods.** The whole-body MRI and a targeted examination of the hips, knees, shoulders, elbows, wrist joints, small joints of the hand and foot were conducted in 13 patients with juvenile idiopathic arthritis. **Results.** Statistically insignificant ( $p > 0,05$ ) differences were found between diagnostic procedures. **Conclusion.** Magnetic resonance imaging using the whole-body protocol finds minimal inflammatory changes in the joints with juvenile idiopathic arthritis. This program can be used in the clinical practice as an independent method for diagnosing and monitoring the pathology of joints in children with this disease.

**Keywords:** whole-body protocol of magnetic resonance imaging, juvenile idiopathic arthritis, magnetic resonance imaging, inflammatory changes in the joint, structural changes in the joints

## ВВЕДЕНИЕ

Ювенильный идиопатический артрит (ЮИА) — одно из наиболее распространенных хронических ревматических заболеваний детского возраста, характеризующееся хроническим воспалением суставов неизвестной этиологии и широким спектром внесуставных (системных) проявлений. Заболевание дебютирует в возрасте до 16 лет. Заболеваемость ЮИА составляет 2–16 на 100 тыс. детского населения. Распространенность ЮИА в разных странах колеблется от 0,05 до 0,6%. На территории Российской Федерации распространенность ЮИА у детей до 18 лет достигает 62,3, первичная заболеваемость — 16,2 на 100 тыс., в том числе у подростков, соответственно, 116,4 и 28,3, у детей до 14 лет — 45,8 и 12,6. Воспаление суставов может проявляться болью в суставах, уменьшением диапазона движений, выпотом или повышением температуры кожи над суставом, и оно произвольно определяется как хроническое, когда длится более 6 недель [1, 4–8].

В настоящее время общепринятой является классификация ЮИА Всемирной лиги ревматологических ассоциаций (International League of Associations for Rheumatology, ILAR) второго пересмотра (Эдмонтон, 2001), в соответствии с которой выделяют следующие варианты заболевания:

- системный ювенильный идиопатический артрит;
- олигоартикулярный ювенильный идиопатический артрит;
- полиартикулярный ювенильный идиопатический артрит, РФ-негативный;
- полиартикулярный ювенильный идиопатический артрит, РФ-позитивный;
- ювенильный псориатический артрит;
- артрит, ассоциированный с энтезитом;
- недифференцированный артрит (артрит, не отвечающий критериям какой-либо категории или отвечающий критериям более чем двух из представленных категорий) [2, 17].

Диагноз «ювенильный идиопатический артрит» основывается, прежде всего, на клинических, лабораторных и рентгенологических данных [10]. Ис-

пользуя лишь лабораторные методы диагностики диагноз поставить невозможно. Однако они могут использоваться для доказательства наличия воспаления, контроля токсичности и эффективности проводимой терапии, для лучшего понимания патогенеза заболевания [9]. Что касается рентгенологических данных, то 70% пациентов с ранним ЮИА не имеют видимых изменений на рентгенограммах. В связи с этим возникает потребность внедрения в диагностический процесс более чувствительных методов визуализации, направленных на выявление изменений, предшествующих формированию костных эрозий [10].

Для диагностики местного воспалительного процесса при ЮИА используется также неинвазивный, не несущий лучевую нагрузку метод ультразвукового исследования суставов, который позволяет оценить толщину синовиальной оболочки, количество выпота в полость сустава, состояние хряща [11]. Однако данная методика имеет свои недостатки: невозможность определить толщину хряща на всем его протяжении, определение наличия выпота в полость только крупных суставов, невозможность определения ранних поражений суставного хряща [12, 13].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) обладает высоким потенциалом для выявления ранних признаков воспаления и патологии суставов при ЮИА в сравнении с рентгенологическим и ультразвуковым методами диагностики. Данная методика позволяет оценить состояние всех составляющих сустава, включая установление пролиферирующего синовия, также она позволяет контролировать прогрессирование заболевания и эффективность терапии [3, 10, 14–16].

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить диагностические возможности протокола whole-body МРТ в выявлении воспалительных и структурных изменений у пациентов с ювенильным идиопатическим артритом в сравнении с прицельным МР-исследованием суставов по стандартным методикам.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В клинике СПбГПМУ 13 пациентам детского возраста с ЮИА проводилось МР-исследование по протоколу whole-body и прицельное исследование голеностопных, коленных, тазобедренных, плечевых, локтевых, лучезапястных суставов, а также мелких суставов кисти и стопы.

В группу обследуемых вошли 13 человек, среди которых 9 девочек (69,2%) и 4 мальчика (30,8%) от 8 до 17 лет (медиана — 14 лет). Возраст дебюта заболевания варьировал от 1,5 до 15 лет (медиана — 11 лет). Стаж заболевания у больных ЮИА составил от 6 до 168 месяцев (медиана — 31 месяц). В состоянии клинико-лабораторной ремиссии находились 9 (69,2%) пациентов, 3 (23,1%) пациента — в состоянии неполной ремиссии с обострением и 1 (7,7%) пациент — в состоянии обострения. Диагноз ЮИА был выставлен на основании критериев ILAR (Эдмонтон, 2001). Формы ЮИА были представлены следующие: системный ЮИА — 1 пациент (7,7%), олигоартрит — 1 пациент (7,7%), полиартикулярный ЮИА РФ-негативный — 5 пациентов (38,5%), псориатический — 1 пациент (7,7%), артрит, ассоциированный с энтезитом, — 4 пациента (30,8%), недифференцированный — 1 пациент (7,7%).

Всем пациентам выполнено МР-исследование по протоколу whole-body с использованием следующих импульсных последовательностей: T2W в коронарной плоскости, STIR в коронарной и сагиттальной плоскостях, T1W в сагиттальной плоскости, DWI в коронарной плоскости. Выполнялось также прицельное МР-исследование суставов-мишеней с использованием следующих импульсных последовательностей:

- голеностопные суставы и мелкие суставы стопы — STIR foot в сагиттальной плоскости и PD SPAIR в аксиальной плоскости;
- коленные суставы — PD SPIR в сагиттальной плоскости и STIR в аксиальной плоскости;
- тазобедренные суставы — T2W SPAIR в сагиттальной плоскости и PDW SPAIR в аксиальной плоскости;
- плечевые суставы — T2W SPAIR в сагиттальной плоскости и PDW SPAIR в аксиальной плоскости;
- локтевые суставы — PD SPAIR в сагиттальной плоскости и T2W SPAIR в аксиальной плоскости;
- лучезапястные суставы и мелкие суставы кисти — STIR в сагиттальной плоскости и T2W SPAIR в аксиальной плоскости.

Исследование проводилось на МР-томографе с напряженностью магнитного поля 1,5 Т (Philips Ingenia 1,5 T).

Оценка результатов исследования проводилась с применением стандартных методов математической статистики. Критический уровень значимости был установлен 0,05. Для обработки результатов исследования использовался пакет прикладных программ SPSS.

Сравнительный статистический анализ проводился по показателям: жидкость в полости сустава, отек костного мозга в голеностопных, коленных, тазобедренных, плечевых, локтевых, лучезапястных, мелких суставах кисти и стопы. Данные были оценены по баллам следующим образом: 0 баллов — патологии не обнаружено, 1 балл — патология обнаружена.

Для качественной оценки вышеуказанных типов патологии использовался критерий МакНемара для связанных выборок. Проводилась сравнительная оценка МРТ по протоколу whole-body, прицельного МР-исследования суставов-мишеней.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Всего было обследовано 208 суставов у 13 пациентов с использованием методики whole-body МРТ, а также прицельно с использованием сокращенных протоколов исследования.

При МР-исследовании по протоколу whole-body у пациентов с ЮИА наиболее часто определялись признаки синовита в виде наличия жидкости в полости сустава — в 80 анализируемых суставах (38,5%) (рис. 1). Реже встречался отек костного мозга — в 49 анализируемых суставах (23,6%)

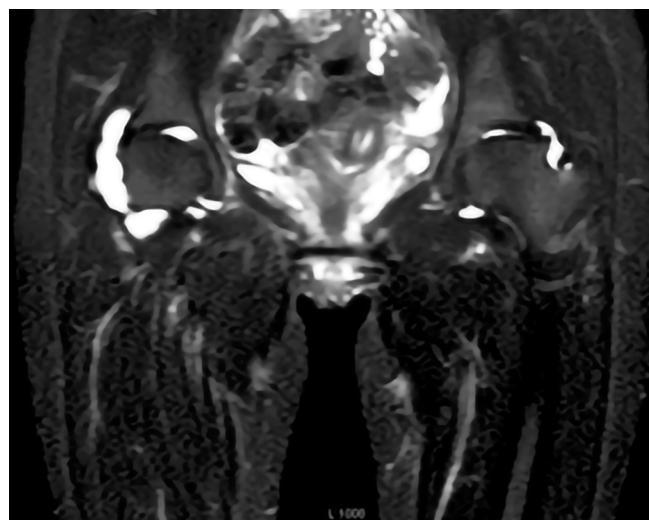


Рис. 1. Патологическое количество жидкости в тазобедренных суставах. Протокол whole-body, последовательность STIR в коронарной плоскости

Fig. 1. Pathological fluid volume in the hip joints. Whole-body protocol, STIR sequence in the coronal plane

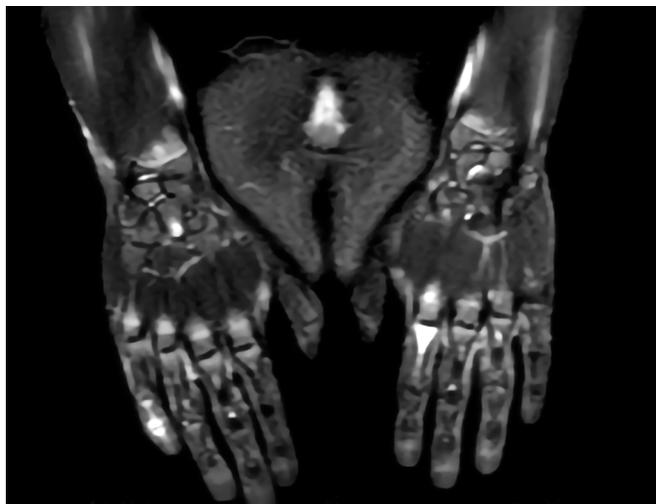


Рис. 2. Отеки костного мозга в проксимальной фаланге II пальца левой кисти, в дистальной фаланге V пальца правой кисти и в головчатой кости запястья правой руки. Протокол whole-body, последовательность STIR в коронарной плоскости

Fig. 2. Bone marrow swelling in the proximal phalanx of the 2<sup>nd</sup> finger of the left hand, in the distal phalanx of the 5<sup>th</sup> finger of the right hand, and in the capitate bone of the right wrist. Whole-body protocol, STIR sequence in the coronal plane

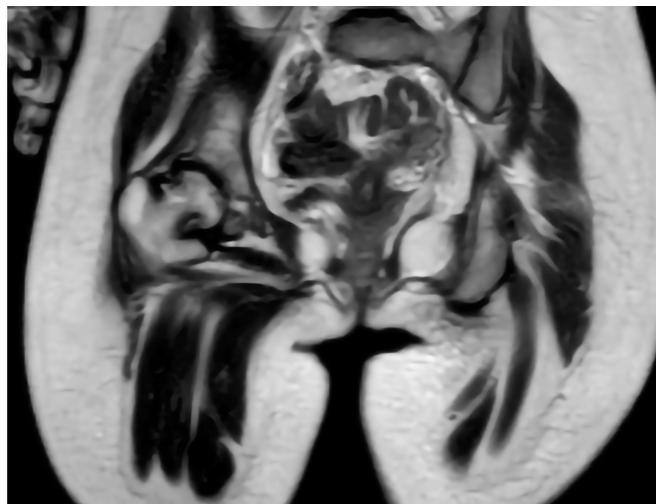


Рис. 3. Структурные изменения в правом тазобедренном суставе. Протокол whole-body, последовательность T2 в коронарной плоскости

Fig. 3. Structural changes in the right hip joint. Whole-body protocol, T2 sequence in coronal plane



Рис. 4. Жидкость в полости правого плечевого сустава. Прицельное МР-исследование в сагиттальной плоскости, последовательность T2 с жироподавлением

Fig. 4. Fluid in the cavity of the right shoulder joint. Targeted MR examination in the sagittal plane, T2 sequence with fat suppression

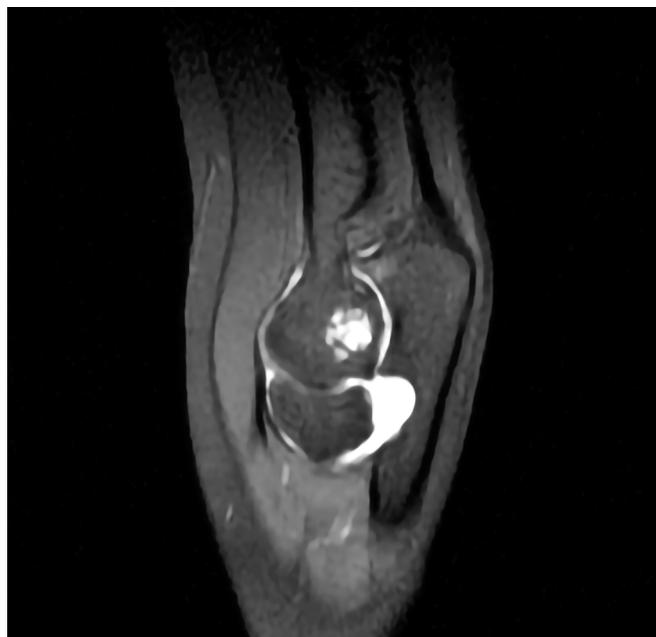


Рис. 5. Отек костного мозга проксимального конца левой плечевой кости. Прицельное МР-исследование в сагиттальной плоскости, последовательность PD с жироподавлением

Fig. 5. Bone marrow swelling of the proximal end of the left humerus. Targeted MR examination in the sagittal plane, PD sequence with fat-suppression

(рис. 2), а также структурные изменения костной ткани — в 21 зоне (10,1%) (рис. 3) и энтезиты — в 3 областях (1,4%).

Проведен анализ МР-картины внутрисуставных структур у 13 пациентов с ЮИА по результатам прицельного исследования суставов. Чаще всего определялись признаки синовита в виде наличия жидкости в полости сустава — в 78 анализируемых зонах (37,5%) (рис. 4) и отек костного мозга — в 61 анализируемом суставе (29,3%) (рис. 5). Реже определялись структурные изменения костной ткани — в 13 областях (6,25%) (рис. 6) и энтезиты — в 10 областях (4,8%) (рис. 7).

Статистическому анализу в дальнейшем подвергались два типа патологии: жидкость в полости сустава и отек костного мозга.

Жидкость в полости сустава при использовании методики whole-body МРТ была найдена в 80 суставах. По результатам прицельного исследования были подтверждены 78 очагов отека костного мозга. Отек костного мозга по результатам МР-исследования всего тела был выявлен в 49 случаях. По результатам прицельного МР-исследования изменения были выявлены в 61 суставе.

Полученные данные были также сформированы в таблицы для сравнительной оценки патологии (жидкость в полости сустава и отек костного моз-

га) по двум методикам МР-исследования — whole-body и прицельное исследование сустава с использованием критерия МакНемара для связанных выборок. Уровень значимости был принят 0,05.

Таблицы составлялись для каждой пары суставов по отдельности. Оценивались следующие суставы: голеностопные, коленные, тазобедренные, плечевые, локтевые, лучезапястные, мелкие суставы кисти и стопы. Всего было исследовано 208 суставов.

Таблицы составлялись по количеству обнаруженной патологии, 1 балл присваивался, если патология есть, 0 баллов — если патологии нет. Вносились количества 1 и 0. Данные сформированы в таблицы 1 и 2.

По данным таблицы 1 статистически значимые различия результатов сканирований были выявлены при исследовании тазобедренных суставов по протоколу whole-body ( $p=0,031$ ) и прицельного исследования ( $p < 0,05$ ).

В остальных случаях были выявлены статистически незначимые различия ( $p > 0,05$ ) результатов сканирований по указанным методикам. Следовательно, протокол whole-body МРТ не имеет достоверных отличий от прицельного МР-исследования суставов в обнаружении жидкости в полости сустава у детей с ЮИА.

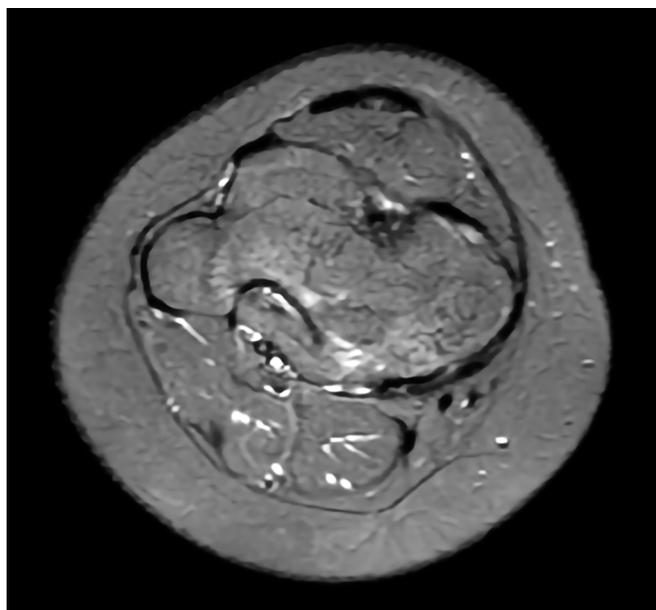


Рис. 6. Структурные изменения в левом коленном суставе — сращение проксимальных концов большеберцовой и малоберцовой костей. Прицельное МР-исследование в аксиальной плоскости, последовательность STIR

Fig. 6. Structural changes in the left knee joint - fusion of the proximal ends of the tibia and fibula. Targeted MR examination in axial plane, STIR sequence

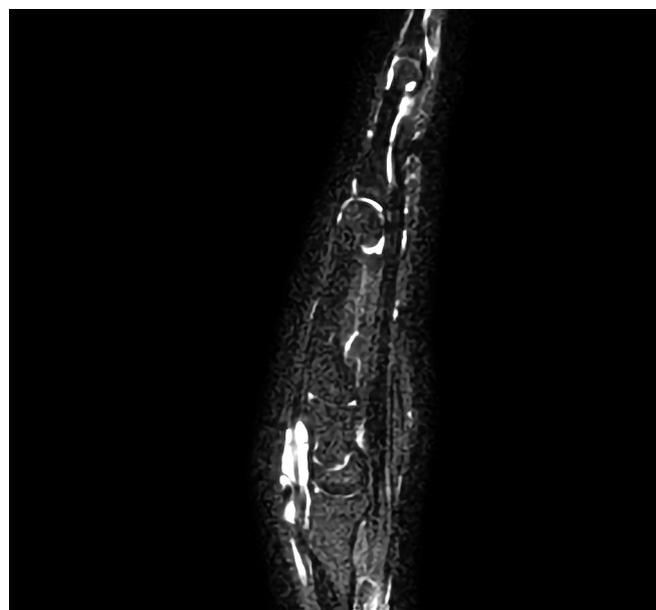


Рис. 7. Энтезит в правой кисти. Прицельное МР-исследование в сагиттальной плоскости, последовательность STIR

Fig. 7. Enthesitis in the right hand. Targeted MR examination in the sagittal plane, STIR sequence

Таблица 1

Сравнительная оценка методик МР-исследования по протоколу whole-body и прицельно, а также данные клинического обследования. Жидкость в полости сустава

Table 1

Comparative evaluation of MRI examination methods using the whole-body and targeted protocols, as well as clinical examination data. Joint fluid

Голеностопные суставы / Ankle joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	9	2	11	p=0,5
	Изменения / Modification (-)	0	2	2	
Мелкие суставы стопы / Small joints of the foot	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	7	3	10	p=0,625
	Изменения / Modification (-)	1	2	3	
Коленные суставы / Knee joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	6	2	8	p=0,5
	Изменения / Modification (-)	0	5	5	
Тазобедренные суставы / Hip joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	5	6	11	p=0,031
	Изменения / Modification (-)	0	2	2	
Плечевые суставы / Shoulder joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	5	4	9	p=0,125
	Изменения / Modification (-)	0	4	4	
Локтевые суставы / Elbow joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	3	4	7	p=0,375
	Изменения / Modification (-)	1	5	6	

Окончание табл. 1 / Ending of the Table 1

Лучезапястные суставы / Wrist joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	3	3	6	p=0,25
	Изменения / Modification (-)	0	7	7	
Мелкие суставы кисти / Small joints of the hand	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	3	4	7	p=0,687
	Изменения / Modification (-)	2	4	6	

Таблица 2

**Сравнительная оценка методик МР-исследований по протоколу whole-body и прицельного исследования сустава.  
Отек костного мозга**

Table 2

**Comparative evaluation of MRI examination methods using the whole-body protocol and targeted joint examination.  
Bone marrow edema**

Голенистопадные суставы / Ankle joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	7	1	8	p=0,375
	Изменения / Modification (-)	4	1	5	
Мелкие суставы стопы / Small joints of the foot	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	5	2	7	p=0,453
	Изменения / Modification (-)	5	1	6	
Коленные суставы / Knee joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	5	0	5	p=0,25
	Изменения / Modification (-)	3	5	8	
Тазобедренные суставы / Hip joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	4	1	5	p=1
	Изменения / Modification (-)	0	8	8	

Окончание табл. 2 / Ending of the Table 2

Плечевые суставы / Shoulder joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	2	0	2	p=1
	Изменения / Modification (-)	0	11	11	
Локтевые суставы / Elbow joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	1	2	3	p=1
	Изменения / Modification (-)	2	8	10	
Лучезапястные суставы / Wrist joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	4	1	5	p=1
	Изменения / Modification (-)	2	6	8	
Мелкие суставы кисти / Small joints of the hand	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	4	0	4	p=0,5
	Изменения / Modification (-)	2	7	9	

По данным таблицы 2 статистически значимых различий результатов сканирования выявлено не было. Протокол whole-body МРТ достоверно ( $p > 0,05$ ) не отличается от прицельного МР-исследования суставов по обнаружению отека костного мозга у детей с ЮИА.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методика МРТ по протоколу whole-body не уступает эталонному прицельному исследованию суставов по количеству выявленной патологии. МРТ с использованием программы whole-body позволяет выявить минимальные изменения в суставах при таком заболевании, как ЮИА. Метод МРТ по протоколу whole-body можно рекомендовать для использования в клинической практике как самостоятельный метод диагностики и динамического наблюдения патологии суставов у детей с ЮИА.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие законных представителей пациентов на публикацию медицинских данных.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study,

acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Consent for publication.** Written consent was obtained from legal representatives of the patients for publication of relevant medical information within the manuscript.

## ЛИТЕРАТУРА

- Blazina Š., Markelj G., Avramović M.Z., Toplak N., Avčin T. Management of juvenile idiopathic arthritis: a clinical guide. *Pediatric Drugs*. 2016; 18(6):397–412.
- Алексеева Е.И. Ювенильный идиопатический артрит: клиническая картина, диагностика, лечение. *Вопросы современной педиатрии*. 2015;14(1):78–94.
- Траудт А.К., Завадовская В.Д., Жогина Т.В., Федорова Е.И. Магнитно-резонансная томография в диагностике ювенильного идиопатического артрита. *Бюллетень сибирской медицины*. 2015;14(1):110–119.
- Насонов Е.Л., Каратеев Д.Е., Сатыбалдыев А.М. и др. Ревматоидный артрит в Российской Федерации по данным Российского регистра больных артритом (сообщение I). *Научно-практическая ревматология*. 2015;53(5):472–484.
- McInnes I.B., Schett G. The pathogenesis of rheumatoid arthritis. *New Engl J Med*. 2011;365:2205–2219. DOI: 10.1056/NEJMra1004965.
- Martini A. Systemic juvenile idiopathic arthritis. *Autoimmun Rev*. 2012;12:56–59.
- Дроздова Е.А., Ядыкина Е.В. Клинические параллели течения увеита и артрита у пациентов с ювенильным идиопатическим артритом. *Вестник СМУС*. 2014; 74(1-2):41–44.
- Баранов А.А., Алексеева Е.И., Бзарова Т.М., Валиева С.И., Денисова Р.В., Исаева К.Б., Карагулян Н.А., Литвицкий П.Ф., Митенко Е.В., Слепцова Т.В., Фетисова А.Н., Чистякова Е.Г., Тайбулатов Н.И., Морев С.Ю. Протокол ведения пациентов с ювенильным артритом. *Вопросы современной педиатрии*. 2013;12:37–56.
- Kim K.H., Kim D.S. Juvenile idiopathic arthritis: Diagnosis and differential diagnosis. *Korean J Pediatr*. 2010;53:931–935.
- Траудт А.К., Завадовская В.Д., Огородова Л.М., Маевская З.А., Часовских Ю.П., Жогина Т.В., Кайлина А.Н. Возможности магнитно-резонансной томографии в оценке состояния кистей у больных ювенильным идиопатическим артритом. *Бюллетень сибирской медицины*. 2012;11(5):72–79.
- Рощина В.О., Завадовская В. Д., Завьялова Н.Г., Кайлина А.Н., Часовских Ю.П. Роль ультразвукового исследования в оценке состояния коленных суставов у пациентов с ювенильным идиопатическим артритом. *Бюллетень сибирской медицины*. 2012;11(5):16–22.
- Нуднов Н.В., Николаева М.В. Ультразвуковые признаки воспалительного процесса в различных отделах коленного сустава. *Вестник РНЦПР*. 2013;13:6.
- Осипова Н.В., Намазова Л.С., Захарова Е.С. Возможности эхографии в диагностике поражения коленных суставов при ювенильных артритах. *Педиатрическая фармакология*. 2008;5(6):87–93.
- Ostendorf B., Scherer A., Mödder U., Schneider M. Diagnostic value of magnetic resonance imaging of the forefeet in early rheumatoid arthritis when findings on imaging of the metacarpophalangeal joints of the hands remain normal. *Arthritis Rheum*. 2004;50:2094–2102.
- Hermann K.G., Bollow M. Magnetic resonance imaging of the axial skeleton in rheumatoid disease. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. 2004;18(6):881–907.
- Walter M., Hunter J.C. MRI for earlier diagnosis of inflammatory arthritis. Published on Rheumatology Network. December 10, 2009.
- Navallas M., Inarejos E.J., Iglesias E., Cho Lee G.Y., Rodriguez N., Antón J. MR imaging of the temporomandibular joint in juvenile idiopathic arthritis: technique and findings. *RadioGraphics*. 2017;37(2):595–612.

## REFERENCES

- Blazina Š., Markelj G., Avramović M.Z., Toplak N., Avčin T. Management of juvenile idiopathic arthritis: a clinical guide. *Pediatric Drugs*. 2016; 18(6):397–412.
- Alekseeva E.I. Juvenile idiopathic arthritis: clinical picture, diagnostics, treatment. *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2015;14(1):78–94. (In Russian).
- Traudt A.K., Zavadovskaya V.D., Zhogina T.V., Fedorova E.I. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of juvenile idiopathic arthritis. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*. 2015;14(1):110–119. (In Russian).
- Nasonov Ye.L., Karateyev D.Ye., Satybaldyyev A.M. i dr. Rheumatoid arthritis in the Russian Federation according to the Russian registry of arthritis patients (report I). *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya*. 2015;53(5):472–484. (In Russian).
- McInnes I.B., Schett G. The pathogenesis of rheumatoid arthritis. *New Engl J Med*. 2011;365:2205–2219. DOI: 10.1056/NEJMra1004965.
- Martini A. Systemic juvenile idiopathic arthritis. *Autoimmun Rev*. 2012;12:56–59.
- Drozдова E.A., Yadykina E.V. Clinical parallels in the course of uveitis and arthritis in patients with juvenile idiopathic arthritis. *Vestnik SMUS*. 2014; 74(1-2):41–44. (In Russian).
- Baranov A.A., Alekseeva E.I., Bzarova T.M., Valieva S.I., Denisova R.V., Isaeva K.B., Karagulyan N.A., Litvitsky P.F., Mitenko E.V., Sleptsova T.V., Fetisova A.N., Chistyakova E.G., Taibulatov N.I., Morev S.Yu. Protocol for the management of

- patients with juvenile arthritis. *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2013;12:37–56. (In Russian).
9. Kim K.H., Kim D.S. Juvenile idiopathic arthritis: Diagnosis and differential diagnosis. *Korean J Pediatr*. 2010;53:931–935.
  10. Traudt A.K., Zavadovskaya V.D., Ogorodova L.M., Maevskaya Z.A., Chasovskikh Yu.P., Zhogina T.V., Kailina A.N. Possibilities of magnetic resonance imaging in assessing the condition of the hands in patients with juvenile idiopathic arthritis. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*. 2012;11(5):72–79. (In Russian).
  11. Roshchina V.O., Zavadovskaya V.D., Zavyalova N.G., Kailina A.N., Chasovskikh Yu.P. The role of ultrasound examination in assessing the condition of knee joints in patients with juvenile idiopathic arthritis. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*. 2012;11(5):16–22. (In Russian).
  12. Nudnov N.V., Nikolaeva M.V. Ultrasound signs of the inflammatory process in various parts of the knee joint. *Vestnik RNTSRR*. 2013;13:6. (In Russian).
  13. Osipova N.V., Namazova L.S., Zakharova E.S. Possibilities of echography in diagnostics of knee joint damage in juvenile arthritis. *Pediatricheskaya farmakologiya*. 2008;5(6):87–93. (In Russian).
  14. Ostendorf B., Scherer A., Mödder U., Schneider M. Diagnostic value of magnetic resonance imaging of the forefeet in early rheumatoid arthritis when findings on imaging of the metacarpophalangeal joints of the hands remain normal. *Arthritis Rheum*. 2004;50:2094–2102.
  15. Hermann K.G., Bollow M. Magnetic resonance imaging of the axial skeleton in rheumatoid disease. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. 2004;18(6):881–907.
  16. Walter M., Hunter J.C. MRI for earlier diagnosis of inflammatory arthritis. Published on Rheumatology Network. December 10, 2009.
  17. Navallas M., Inarejos E.J., Iglesias E., Cho Lee G.Y., Rodriguez N., Antón J. MR imaging of the temporomandibular joint in juvenile idiopathic arthritis: technique and findings. *RadioGraphics*. 2017;37(2):595–612.