

УДК 004.9:621.386

<https://doi.org/10.47533/2023.1606-146X.27>

**М. А. СИЛАНТЬЕВА^{1*}, Н. А. САТЫБАЕВА², Қ. Т. МУХАНБЕТЖАНОВА²,
А. В. СИЛАНТЬЕВ²**

¹Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

²НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
имени Жангир хана»

ПРИМЕНЕНИЕ НОВОЙ МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ STIRSAG В МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ПО ПРОТОКОЛУ WHOLE-BODY

Основная цель данной статьи – рассмотреть и проанализировать проведенную методику, полученную при исследовании группы пациентов, имеющих хроническое ревматическое заболевание «ювенильный идиопатический артрит» в детском возрасте с применением новой мехатронной системы, с использованием специальных катушек и программ Survey body и Survey по протоколу whole-body магнитно-резонансной томографии, оценивая эффективность при диагностики воспалительных и структурных изменений больных суставов по сравнению с рутинным методом исследования данного заболевания.

В данной работе рассмотрена новая методика с применением усовершенствованной мехатронной системы, магнитно-резонансного томографа для исследования по whole-body протоколу. Приведенные результаты исследований сведены в таблицы и проанализированы. Анализ полученных клинических исследований показал, что, применяя дополнительную мехатронную систему с импульсной последовательностью, STIRSag дало возможность полностью оценить характер патологии срезов в сагитальной плоскости всех видов больных суставов.

В исследованиях был применен новый вид укладки рук у пациентов вместо стандартной, когда руки лежат по швам: была применена укладка, когда руки ладонной поверхностью лежат к телу. Это позволило полностью визуализировать мелкие кистевые суставы, что облегчает обследование больного.

Ключевые слова: мехатронная система, специальная катушка, программа Survey body, программа Survey, протокол whole-body, последовательность, укладка, стакс сканирования, магнитно-резонансная томография.

Одно из наиболее распространенных хронических ревматических заболеваний детского возраста – это ювенильный идиопатический артрит, который характеризуется хроническим воспалением суставов неизвестной этиологией происхождения. Воспаление проявляется болью в суставах, скованностью в движении и повышением температуры кожи над суставом [1, 6]. Лучевые методы исследования являются главным

* E-mail корреспондирующего автора: msylantyeva@gmail.com

при проведении диагностики данного заболевания. Высокотехнологичная мехатронная система магнитно-резонансной томографии (МРТ) обеспечивает визуализацию состояния всех составляющих сустава, поэтому она применяется по протоколу whole-body. Этот метод диагностики позволяет получить изображение всего тела больного, включая и периферические суставы, за одно сканирование [5].

При применении этого протокола используются следующие импульсные последовательности:

- T1-ВИ пре – и постконтрастное;
- T2-ВИ с жиродавлением;
- STIR, DWI, DWIBS в различных плоскостях и комбинациях [3, 4].

Цель данной статьи заключается в следующем:

- проведение сравнительного анализа рутинного МРТ исследования суставов по стандартным и сокращенным протоколам;
- мехатронное усовершенствование проведения исследования по протоколу whole-body с рекомендациями по применению в клинической практике.

Клинические исследования проводились с 13 пациентами в возрасте 8-17 лет, из которых четверо было мальчиков и девять девочек, на базе педиатрического отделения №3, клиники ФГБОУ ВО СПбГПМУ.

Таблица 1 – Распределение обследованных пациентов с ювенильным идиопатическим артритом по возрасту

№	Возраст пациента	Количество пациентов данного возраста
1	8 лет	1
2	10 лет	1
3	12 лет	1
4	13 лет	2
5	14 лет	4
6	15 лет	2
7	16 лет	1
8	17 лет	1

Таблица 2 – Распределение обследованных пациентов с ювенильным идиопатическим артритом по длительности заболевания

№	Длительность заболевания (лет)	Возраст обследуемого (лет)
1	2	3
1	7	8
2	10	17
3	2,5	14
4	2,7	13
5	1	14
6	1	12

Окончание таблицы 2

1	2	3
7	1,5	14
8	14	16
9	2,5	13
10	11	14
11	2	10
12	14	15
13	6 месяцев	15

Из таблиц видно, что средний возраст пациентов 13 лет, а наибольшая длительность заболевания преобладала у детей в возрасте 13-17 лет со средней продолжительностью 5,4 года.

Все лабораторно-клинические данные обследуемых собраны по следующим показателям: клиническая форма патологии, лабораторные данные: СОЭ, количество лейкоцитов, увеит, СРБ, РФ, суставной статус пациента, состояние на момент поступления в стационар. Эти данные также были проанализированы [6-14].

Было проведено 18 исследований по протоколу whole-body магнитно-резонансной томографии и 116 МРТ исследований следующих суставов: коленных, голеностопных, тазобедренных, плечевых, локтевых, лучезапястных, мелких суставов кисти и стопы.

Методы обследования пациентов применялись следующие:

1 метод – рутинная магнитно-резонансная томография суставов;

2 метод – магнитно-резонансная томография всего тела с применением мехатронных специальных катушек по протоколу whole-body .

При первом методе пациентам проводилась рутинная магнитно-резонансная томография суставов. Здесь использовались стандартные протоколы для каждого сустава, а также сокращенные протоколы на основании предварительной оценки результатов сканирования суставов по стандартным протоколам.

Проведя обследование по стандартным протоколам МР-исследования голеностопного, коленного, тазобедренного, плечевого, локтевого, лучезапястного суставов и мелких суставов кисти, общее время сканирования составило 232 минут 9 секунд. А общее время сканирования с применением сокращенных протоколов для поиска патологий составило 40 минут 35 секунд, это видно из таблицы 3.

Таблица 3 – Импульсные последовательности сокращенного протокола и их параметры

№	Последовательность	TR мс	TE мс	FOV мм	Толщина среза, мм	Число срезов, мм	Время сканирования
1	2	3	4	5	6	7	8
Голеностопный сустав							
1	Survey	12	7	300	10/10	9	14,7сек
2	STIR foot sag	3500	45	255	3,0/3,0	22	1мин 51сек

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
3	PDW_SPAIR ax	3800	30	245	3,0/0,3	34	4мин 43сек
Общее время сканирования 6мин 49сек							
Коленный сустав							
1	Survey	12	7	300	10/10	9	14,7сек
2	STIR ax	6700	30	160	3,0/0,9	25	3мин 15сек
3	PDW_SPIR sag	3000	30	174	3,0/0,3	25	1мин 42сек
Общее время сканирования 5мин 12сек							
Тазобедренный сустав							
1	Survey	8	5	450	15/10	11	11,4сек
2	T2W_SPAIR sag	3900	75	180	4,5/2,0	30	1мин 40сек
3	PDW_SPAIR ax	3300	30	350	3,0/0,3	27	4мин
Общее время сканирования 5мин 52сек							
Плечевой сустав							
1	Survey	8	5	450	15/10	11	11,4сек
2	T2W_SPAIR sag	3600	75	200	4,5/0,9	40	3мин 59сек
3	PDW_SPAIR ax	3300	30	374	3,0/0,3	28	2мин 31сек
Общее время сканирования 6мин 31сек							
Локтевой сустав							
1	Survey	5,5	1,7	280	5,0/5,0	15	13сек
2	PD fat sat sag	2800	29	160	3,0/1,0	18	1мин 54сек
3	T2W fr_FSE fat sat ax	3900	107	160	3,0/1,0	20	3мин 15сек
Общее время сканирования 5мин 22сек							
Лучезапястный сустав и мелкие суставы кисти							
1	Survey	14	7	250	10/10	15	26,2сек
2	T2W_SPIR sag	3000	80	219	3,0/0,3	32	5мин 48сек
3	T2W_SPAIR ax	9600	60	113	3,5/0,4	44	5мин 15сек
Общее время сканирования 11мин 29сек							

Такая разница во времени, без утраты качества полученных результатов, сокращает общее время сканирования и уменьшает нагрузку на пациента. Пациенты с ювенильным артритом даже в ремиссии имеют болевой синдром в пораженных суставах, поэтому сокращение времени сканирования позволило провести процедуру с минимальным дискомфортом для пациентов. Из этого проведенного анализа можно сказать, что применение сокращенного протокола является более предпочтительным [3, 9-11].

При втором методе использовалась мехатронная система магнитно-резонансного томографа Philips Ingenia 1,5T, исследование выполнялось согласно протоколу whole-

body с применением мехатронной катушки для головы, мехатронной встроенной катушки для тела и мехатронной передней катушки. Пациенты были в состоянии покоя, седация не проводилась.

Применялся следующий алгоритм сканирования:

Survey области для определения положения пациента и выставления стаксов сканирования _____ 17,4 сек.

Survey body _____ 39,8 сек.

T2W cor _____ 4 мин.

STIR cor _____ 2 мин.45 сек.

T1Wsag _____ 5 мин.26 сек.

DWI cor _____ 11 мин.

Итого общее время сканирования _____ 24 мин.8 сек.

Использовалась быстрая поисковая программа Survey, чтобы получить срезы стоп и голеней для выставления стаксов в сагиттальной, аксиальной и коронарной плоскостях [14-16]. Затем использовалась программа Survey body для корректировки выставления плоскостей сканирования и поля обзора в плоскостях. Survey – это модифицированное градиентное эхо с TR/TE=7/5 и

TR/TE=9/7 для Survey body с низким пространственным разрешением. Далее использовались следующие 4-х импульсные последовательности протокола whole-body: T2W, STIR, T1W, DWI в коронарных плоскостях. После проведенных серий исследований и получения результатов было принято решение о добавлении дополнительной мехатронной системы импульсной последовательности STIR sag в сагиттальной плоскости со следующим алгоритмом сканирования:

Survey области для определения положения пациента и выставления стаксов сканирования _____ 17,4 сек.

Survey body _____ 39,8 сек.

T2W cor _____ 4 мин.

STIR cor _____ 2 мин.45 сек.

STIR sag _____ 3 мин.50 сек.

T1Wsag _____ 5 мин.26 сек.

DWI cor _____ 11 мин.

Итого общее время сканирования _____ 27 мин.58 сек.

При добавлении в протокол whole-body, новой импульсной последовательности время сканирования увеличилось на 4 минуты, это видно из таблицы 4.

Таблица 4 – Время сканирования по протоколу whole-body

Общее время сканирования	
4 импульсных последовательности (T2W cor, STIR cor, T1Wsag, DWI cor)	5 импульсных последовательностей (T2W cor, STIR cor, STIR sag, T1Wsag, DWI cor,)
24 мин.8 сек.	27 мин.58 сек.

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
Количество срезов, шт	40	40	40	40	40	40
Время сканирования	1 мин. 50 сек.	1 мин. 50 сек.	1 мин. 50 сек.	1 мин. 50 сек.	1 мин. 50 сек.	1 мин. 50 сек.
Общее время сканирования 11 мин.						
Общее FOV=1609×490мм						

где TR – время повторений, TE – время эхо, FOV – поле обзора.

Применение 4-х импульсных последовательностей не позволяло в полной мере оценить характер патологии, поэтому было принято решение добавить новую механическую систему импульсной последовательности STIR sag в сагиттальной плоскости со значениями параметров, приведенных в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры дополнительно добавленной 5 новой импульсной последовательности STIR sag

Последовательность, параметры	Голеностоп	Колено	Таз	Поясничный отдел позвоночника	Грудной отдел позвоночника	Голова, шея
STIR sag, сагиттальная плоскость						
TR, мс	19100	19100	19100	19100	19100	19100
TE, мс	70	70	70	70	70	70
FOV, мм	300	300	300	300	300	300
Толщина среза, мм	6,0/1,0	6,0/1,0	6,0/1,0	6,0/1,0	6,0/1,0	6,0/1,0
Количество срезов, шт	65	65	65	65	65	65
Время сканирования	38,3 сек.	38,3 сек.	38,3 сек.	38,3 сек.	38,3 сек.	38,3 сек.
Общее время сканирования 3 мин. 50 сек.						
Общее FOV=1607×300мм						

где TR – время повторений, TE – время эхо, FOV – поле обзора

С применением импульсной последовательности STIRsag была получена серия срезов в сагиттальной плоскости, что позволило в полной мере оценить характер патологии.

Первоначально исследования пациентам проводились в стандартной укладке, когда руки свободно лежат по швам (рис. 1). В дальнейшем использовалась измененная укладка, когда пациент кладет руки под таз, при этом первый палец располагается

медиально (рис.2). За счет изменения укладки кисть располагается параллельно телу, что визуализирует лучезапястный сустав в коронарной плоскости полностью, а также полностью визуализируются мелкие суставы кисти, все это облегчает результаты исследования.

Полученные результаты сканирования по каждому пациенту заносились в таблицу и статистически обрабатывались.



Рисунок 1 – Стандартная укладка пациента, руки лежат по швам

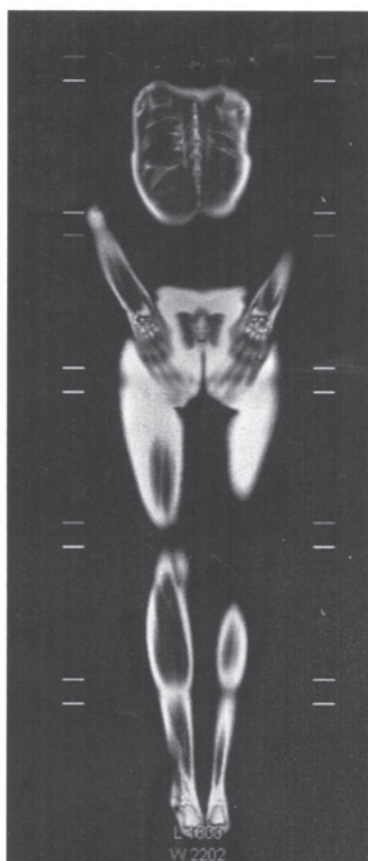


Рисунок 2 – Измененная укладка пациента, руки лежат ладонной поверхностью к телу

При проведении МР-исследования с использованием измененной укладки у 2-х пациентов возникли болевые ощущения в руках, но после анализа клинических данных и опроса было выяснено, что болевые ощущения присутствуют и в обычном состоянии. У других пациентов болевые ощущения при проведении сканирования не отмечались. Такая укладка позволила решить проблему затруднения описания лучезапястных суставов и мелких суставов кисти, которые часто поражаются при ювенильном идиопатическом артрите. Так как ладони пациента стали располагаться параллельно коронарной плоскости сканирования, хорошо стали визуализироваться все мелкие суставы кисти и поэтому определение места патологии не затруднено.

После проведенного анализа и разработки алгоритма мехатронной системы импульсного сканирования, с решением о добавлении новой импульсной последовательности STIR в сагиттальной плоскости, максимально решилась проблема с определением точного места патологии, и его верификацию в другую плоскость. Применение новой укладки при проведенном исследовании решила проблему визуализации мелких суставов кисти при определении места патологии и ее качественного описания.

Применение новой мехатронной системы по протоколу whole-body, МРТ является диагностически эффективной методикой: при обнаружении изменений суставов пациентов по сравнению с рутинным исследованием и позволяет оценить состояние всего тела пациента по результатам одного исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1 Алексеева Е.А. Ювенильный идиопатический артрит: клиническая картина, диагностика, лечение // Вопросы современной педиатрии. 2015. Т.14. №1. С. 78-94.

2 Траудт А.К., Завадовская В.Д., Жогина Т.В., Федорова Е.И. Магнитно-резонансная томография в диагностике ювенильного идиопатического артрита// Бюл. сиб. медицины. 2015. том Т.14. №1. С. 110-119.

3 Анисимов Н.В., Гуляев М.В., Корецкая С.В. и др. Магнитно-резонансная томография всего тела – техническая реализация и диагностические применения//Альманах клинической медицины. 2008. Т.17. №1. С.143-146.

4 Михайлов А.И., Панов В.О., Тюрин И.Е. Оптимизация протокола магнитно-резонансной томографии всего тела для стадирования лимфомы Ходжкина//Вестник рентгенологии и радиологии. 2014.№6. С. 18-28.

5 Гоголева Т.В. Особенности поражения и механизмы деформации лучезапястного сустава и кисти при ювенильном хроническом артрите. Методика функционального лечения// Научно-практическая ревматология. 2002. №4. С.47-50.

6 Насонов Е.Л., Каратеев Д.Е., Сатыбалдыев А.М. и др. Ревматоидный артрит в Российской Федерации по данным Российского регистра больных артритом (сообщение1)//Научно-практическая ревматология. 2015. Т.53. №5. С.472-484.

7 Эрдес Ш.Ф., Галушко Е.А., Бахтина Л.А. и др. Распространенность артралгий и припухания суставов у жителей разных регионов РФ (предварительные результаты)//Научно-практическая ревматология. 2004. №4 С.42-46.

8 Балабанова Р.М., Эрдес Ш.Ф. Распространенность ревматических заболеваний в России в 2012-2013 годах //Научно-практическая ревматология. 2015. Т. 53. №2. С.120-124.

9 Малиевский В.А. Территориальный регистр больных ювенильными артритами//Научно-практическая ревматология. 2005.№4. С .95-97.

10 Дроздова Е.А., Ядыкина Е.В. Клинические параллели течения увеита и артрита у пациентов с ювенильным идиопатическим артритом//Вестник СМУС74. 2014. №1-2. С.41-44.

11 Баранов А.А., Алексеева Е.И., Бзарова Т.М. и др. Протокол ведения пациентов с ювенильным артритом//Вопросы современной педиатрии.2013. №12. С.37-56.

12 Свиридова В.С., Кологривова Е.Н., Пронина Н.А. и др. Цитокиновая регуляция иммунных реакций при ревматоидном артрите. Цитокины и воспаление//Научно-практическая ревматология. 2010.Т.9, №2.С.3-6.

13 Кожевников А.Н., Поздеева Н.А., Конев М.А. и др. Ювенильный артрит: клинико-инструментальная картина и дифференциальная диагностика//Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2014.№4. С.66-73.

14 Трауд А.К., Завадовская В.Д., Огородова Л.М. и др. Возможности магнитно-резонансной томографии в оценке состояния кистей у больных ювенильным идиопатическим артритом// Бюл. сиб. медицины. 2012. Т.11. №5. С.72-79.

15 Рощина В.О., Завадовская В.Д., Завьялова Н.Г. и др. Роль ультразвукового исследования в оценке состояния коленных суставов у пациентов с ювенильным идиопатическим артритом//Бюл. сиб. медицины. 2012. Т.11. №5. С.16-22.

16 Нуднов Н.В., Николаева М.В. Ультразвуковые признаки воспалительного процесса в различных отделах коленного сустава//Вестник РНЦРР.2013. №13.С.6.

17 Осипова Н.В., Намазова Л.С., Захарова Е.С. Возможности эфографии в диагностике поражения коленных суставов при ювениальных артритах//ПФ. 2008. №6. С.87-93.

18 Салугина С.О., Кузьмина Н.Н., Филипова Н.В. Современные подходы к диагностике ювенильных артритов//Научно-практическая ревматология. 2008. №4. С.65-72.

19 Кельцев В.А., Гребенкина Л.И., Лимарева Л.В. и др. Ранние артриты у детей и подростков – иммунный статус больных и перспективы лечения//Научно-практическая ревматология. 2008. №2. С.64-68.

REFERENCES

1 Alekseeva E.A. YUvenil'nyj idiopaticeskij artrit: klinicheskaya kartina, diagnostika, lechenie // Voprosy sovremennoj pediatrii. 2015. T.14. №1. S. 78-94.

2 Traudt A.K.,Zavadovskaya V.D., ZHogina T.V., Fedorova E.I. Magnitno-rezonansnaya tomografiya v diagnostike yuvenil'nogo idiopaticeskogo artrita// Byul. sib. mediciny. 2015. tom T.14. №1. S. 110-119.

3 Anisimov N.V., Gulyaev M.V., Koreckaya S.V. i dr. Magnitno-rezonansnaya tomografiya vsego tela – tekhnicheskaya realizaciya i diagnosticheskie primeneniya//Al'manah klinicheskoy mediciny. 2008. T.17. №1. S.143-146.

4 Mihajlov A.I., Panov V.O., Tyurin I.E. Optimizaciya protokola magnitno-rezonansnoj tomografii vsego tela dlya stadirovaniya limfomy Hodzhkina//Vestnik rentgenologii i radiologii. 2014.№6. S. 18-28.

5 Gogoleva T.V. Osobennosti porazheniya i mekhanizmy deformacii luchezipyastnogo sustava i kisti pri yuvenil'nom hronicheskom artrite. Metodika funkcional'nogo lecheniya// Nauchno-prakticheskaya revmatologiya. 2002. №4. S.47-50.

6 Nasonov E.L., Karateev D.E., Satybaldyev A.M. i dr. Revmatoidnyj artrit v Rossijskoj Federacii po dannym Rossijskogo registra bol'nyh artritom (soobshchenie1)//Nauchno-prakticheskaya revmatologiya. 2015. T.53. №5. S.472-484.

7 Erdes SH.F., Galushko E.A., Bahtina L.A. i dr. Rasprostranennost' artralgiy i pripuhaniya sustavov u zhitelej raznyh regionov RF (predvaritel'nye rezul'taty)//Nauchno-prakticheskaya revmatologiya. 2004. №4 S.42-46.

8 Balabanova R.M., Erdes SH.F. Rasprostranennost' revmaticheskikh zabolevanij v Rossii v 2012-2013 godah //Nauchno-prakticheskaya revmatologiya. 2015. T. 53. №2. S.120-124.

9 Malievskij V.A. Territorial'nyj registr bol'nyh yuvenil'nymi artritami//Nauchno-prakticheskaya revmatologiya. 2005.№4. S. 95-97.

10 Drozdova E.A., YAdykina E.V. Klinicheskie paralleli techeniya uveita i artrita u pacientov s yuvenil'nym idiopaticeskim artritom//Vestnik SMUS74. 2014. №1-2. S.41-44.

11 Baranov A.A., Alekseeva E.I., Bzarova T.M. i dr. Protokol vedeniya pacientov s yuvenil'nym artritom//Voprosy sovremennoj pediatrii.2013. №12. S.37-56.

12 Sviridova V.S., Kologrivova E.N., Pronina N.A. i dr. Citokinovaya regulyaciya immunnyh reakcij pri revmatoidnom artrite. Citokiny i vospalenie//Nauchno-prakticheskaya revmatologiya. 2010.T.9, №2.S.3-6.

13 Kozhevnikov A.N., Pozdeeva N.A., Konev M.A. i dr. YUvenil'nyj artrit: kliniko-instrumental'naya kartina i differencial'naya diagnostika//Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya hirurgiya detskogo vozrasta. 2014.№4. S.66-73.

14 Traud A.K., Zavadovskaya V.D., Ogorodova L.M. i dr. Vozmozhnosti magnitno-rezonansnoj tomografii v ocenke sostoyaniya kistej u bol'nyh yuvenil'nym idiopaticeskim artritom//Byul. sib. mediciny. 2012. T.11. №5. S.72-79.

15 Roshchina V.O., Zavadovskaya V.D., Zav'yalova N.G. i dr. Rol' ul'trazvukovogo issledovaniya v ocenke sostoyaniya kolennyh sustavov u pacientov s yuvenil'nym idiopaticeskim artritom//Byul. sib. mediciny. 2012. T.11. №5. S.16-22.

16 Nudnov N.V., Nikolaeva M.V. Ul'trazvukovye priznaki vospalitel'nogo processa v razlichnyh otdeleniyah kolennogo sustava//Vestnik RNCRR.2013. №13.S.6.

17 Osipova N.V., Namazova L.S., Zaharova E.S. Vozmozhnosti efografii v diagnostike porazheniya kolennyh sustavov pri yuvenil'nyh artritah//PF. 2008. №6. S.87-93.

18 Salugina S.O., Kuz'mina N.N., Fillipova N.V. Sovremennye podhody k diagnostike yuvenil'nyh artritov//Nauchno-prakticheskaya revmatologiya. 2008. №4. S.65-72.

19 Kel'cev V.A., Grebenkinav L.I., Limareva L.V. i dr. Rannie artrity u detej i podrostkov – imunnyj status bol'nyh i perspektivy lecheniya//Nauchno-prakticheskaya revmatologiya. 2008. №2. S.64-68.

**М. А. СИЛАНТЬЕВА¹, Н. А. САТЫБАЕВА²,
Қ. Т. МУХАНБЕТЖАНОВА², А. В. СИЛАНТЬЕВ²**

¹Санкт-Петербург мемлекеттік педиатриялық медицина университеті,
Ресей Федерациясы

²«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті»
КЕАҚ

WHOLE-BODY ПРОТОКОЛЫ БОЙЫНША МАГНИТТИ-РЕЗОНАНСТЫҚ ТОМОГРАФИЯДА STIRSAG РЕТТІЛІГІ БАР ЖАҢА МЕХАТРОНДЫҚ ЖҮЙЕНІ ҚОЛДАНУ

ЮНЕСКО-ның тұрақты даму аясында сапалы білім берудің әмбебап мақсатына жетуде білім берудің онлайн технологиялары тиімді болып табылады. Мақалада онлайн емтихан технологияларын қолданудағы ерекшеліктер сипатталады. Онлайн форматтағы емтихан жүргізудің қолданыстағы формаларына, әдістері мен құралдарына талдау жасалып, оларды қолданудағы мүмкіндіктері мен келеңсіз жақтары сипатталады. Онлайн бақылауды жүргізудің қолдану әдістері мен құралдарының кемшіліктері ретінде олардың сынақ кезіндегі көп уақыт шығыны мен оқушылардың зерттеу есептерін шешудегі олардың негізгі жүйелі білімдері мен дағдыларын бағалауды ескеру мүмкіндіктерінің күрделілігі сипатталады.

Бұл жұмыста терең оқыту технологиясы ретінде ұсынылған Yolo алгоритміне негізделген инновациялық прокторинг жүйесі келтірілген. Жүйенің негізгі мақсаты жалғыз сигнал көзі ретінде стандартты веб камерасын қолдана отырып емтихан тапсырушының көзін бақылау және таңу. Терең оқыту моделінде алынған нәтижелер қорытынды шешім алу мақсатында Хаар каскадтық классификаторы арқылы өңделеді. Ұсынылған әдіс жоғарғы дәлдікпен емтихан тапсырушының көзінің шынайы кескінінің тұрақты кескіннен айырмашылығын анықтап береді. Терең оқыту технологиясын каскадты классификатормен үйлестіре қолдану мүмкіндігі нақты уақыт режимінде ұсынылған кескіндегі немесе видеокадрларда емтихан тапсырушының көзінің шынайы кескінін дәл

тануға мүмкіндік береді, ал ол кезегінде онлайн емтихан кезінде академиялық адалдықты сақтау мақсатында прокторинг жүйесінің тиімділігін және сенімділігін білдіреді.

Түйін сөздер: қашықтан оқыту технологиясы, онлайн емтихан, айтрекинг, Yolo, Darknet Framework, Хаар каскадты классификаторы, прокторинг жүйесі.

**M. A. SILANTEVA¹, N. A. SATYBAYEVA², K. T. MUKHANBETZHANOVA²,
A. V. SILANTEV²**

¹St. Petersburg State Pediatric Medical University,

²NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan»

APPLICATION OF A MECHATRONIC SYSTEM WITH A STIRSAGE SEQUENCE IN MAGNETIC RESONANCE IMAGING USING THE WHOLE-BODY PROTOCOL

The main purpose of this article is to review and analyze the conducted methodology obtained in the study of a group of patients with chronic rheumatic disease juvenile idiopathic arthritis in childhood using a new mechatronic system, using special coils and programs Survey body and Survey according to the whole-body magnetic resonance imaging protocol, evaluating the effectiveness in diagnosing inflammatory and structural changes of diseased joints compared with the routine method of studying this disease.

In this paper, a new technique is considered, using an improved mechatronic system, magnetic resonance imaging for whole-body protocol research. The above research results are tabulated and analyzed. Analysis of the obtained clinical studies showed that using an additional mechatronic system with a STIRsag pulse sequence made it possible to fully assess the nature of the pathology of sections in the sagittal plane of all types of diseased joints.

In the studies, a new type of laying was applied in patients with hands, instead of the standard one when the hands lie at the seams, laying was applied when the hands of the palm surface lie to the body. This made it possible to fully visualize the small wrist joints, which facilitates the examination of the patient.

Key words: distance learning technology, online exam, eyetracking, Yolo, Darknet Framework, Haar cascade classifier, proctoring system.