

Использование МРТ-визуализации при обследовании пациентов с *hallux valgus*

Леонова С.Н., Усольцев И.В.

ФГБНУ "Иркутский научный центр хирургии и травматологии", Иркутск, Россия

Using MRI at the Examination of Patients with *Hallux Valgus*

Leonova S.N., Usoltsev I.V.

Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Irkutsk, Russia

Цель исследования: оценка использования МРТ-визуализации при обследовании пациентов с вальгусным отклонением I пальца стопы.

Материал и методы. Под наблюдением находилось 22 пациента с вальгусным отклонением I пальца стопы (*hallux valgus*), поступивших на оперативное лечение в ортопедическое отделение ФГБНУ "ИНЦХТ". Пациентами являлись женщины в возрасте от 19 до 57 лет (в среднем $32 \pm 2,07$ года).

Перед операцией и в послеоперационном периоде пациентам проводилось рентгенологическое, магнитно-резонансное и интраоперационное исследование пораженной стопы.

У всех пациентов при оперативном лечении остеосинтез выполняли биodeградируемыми винтами, что позволяло выполнять МРТ-исследование в послеоперационном периоде.

Результаты. При рентгенологическом исследовании был определен угол вальгусного отклонения I пальца (M1P1), который составил в среднем $30,67 \pm 0,68^\circ$, угол варусного отклонения I плюсневой кости (M1M2) – $14,67 \pm 0,66^\circ$.

Угол наклона суставной поверхности головки I плюсневой кости (PASA) вычисляли по данным рентгенографии, МРТ и интраоперационно и сравнивали полученные результаты. PASA, определенный по рентгенограммам, в среднем составил $13,67 \pm 0,78^\circ$, вычисленный по МР-томограммам – $21,5 \pm 0,35^\circ$, соответствовал его истинным интраоперационным параметрам и значимо превышал рентгенологические значения угла.

Учитывая более точные МРТ-значения PASA, была выбрана оптимальная хирургическая методика и до операции определен предполагаемый уровень остеотомии I плюсневой кости.

После операции по контрольным рентгенограммам установлено, что достигнута коррекция угла M1P1 до $9,67 \pm 0,78^\circ$, угла M1M2 – до $10,17 \pm 0,56^\circ$, то есть до нормальных значений.

По данным послеоперационного МРТ-исследования коррекция PASA была выполнена до нормы ($4,17 \pm 0,09^\circ$).

В результате лечения было полностью устранено вальгусное отклонение I пальца стопы у всех пациентов. Неудовлетворительных результатов и рецидивов *hallux valgus* выявлено не было.

Заключение. МРТ по сравнению с рентгенографией позволяет более точно определить параметры PASA за счет визуализации хондрального слоя суставной поверхности головки I плюсневой кости. Комплексное использование рентгеновской и МРТ-визуализации при обследовании пациентов с *hallux valgus* способствует повышению качества диагностики патологических изменений и улучшению результатов лечения. МРТ-исследование стопы должно быть включено в план обследования пациентов с *hallux valgus*.

Ключевые слова: МРТ-визуализация, вальгусное отклонение I пальца стопы (*hallux valgus*), угол наклона суставной поверхности головки I плюсневой кости (PASA).

The aim: to estimate the use of MRI at the examination of patients with hallux valgus.

Materials and methods. We examined 22 patients with hallux valgus getting surgical treatment in the orthopedic department of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology. All the patients were women from 19 to 57 years (32 ± 2.07).

All patients had X-ray, MRI and intraoperative examination of the affected foot before the surgery and in postoperative period.

All patients had osteosynthesis conducted with the use of biodegradable screws, that allowed to carry out MRI in postoperative period.

Results. X-ray examination determined hallux valgus angle (M1P1) – $30.67 \pm 0.68^\circ$ on average, intermetatarsal angle (M1M2) – $14.67 \pm 0.66^\circ$ on average.

Proximal articular set angle (PASA) was calculated according to X-ray, MRI and intraoperative data, and the results were compared. PASA calculated by X-ray pictures was $13.67 \pm 0.78^\circ$ on the average. PASA calculated by MRI



scans was $21.5 \pm 0.35^\circ$ on the average and significantly exceeded the value obtained with use of X-ray imaging.

Considering more precise PASA values obtained with the use of MRI, an optimal surgical procedure was chosen and the expected level of I metatarsal osteotomy was determined before the operation.

After the operation we revealed the M1P1 angle correction down to $9,67 \pm 0,78^\circ$, M1M2 angle correction – down to $10.17 \pm 0.56^\circ$, i.e. to the normal values.

According to the postoperative MRI, PASA correction was conducted down to normal values ($4.17 \pm 0.09^\circ$).

The treatment caused complete correction of hallux valgus in all patients. No poor results and hallux valgus relapses was found.

Conclusion. MRI as compared to the X-ray allow to define PASA values more precisely by means of the visualization of chondral layer of I metatarsal articular surface. Complex use of X-ray and MRI in hallux valgus patients improves the quality of diagnosis of pathological changes and the treatment outcomes. MRI of the foot should be included in the plan of examination of hallux valgus patients.

Key words: magnetic-resonance imaging, hallux valgus, proximal articular set angle.

Введение

Вальгусное отклонение I пальца стопы, или *hallux valgus*, является самым частым ортопедическим заболеванием [1]. Для определения степени деформации, правильного выбора хирургической тактики, оценки эффективности лечения имеет значение расчет рентгенологических параметров таких углов, как угол вальгусного отклонения I пальца (M1P1) и угол варусного отклонения I плюсневой кости (M1M2). Анализ литературных данных позволил сделать вывод, что не менее важное значение имеет угол наклона суставной поверхности головки I плюсневой кости (PASA), с коррекцией которого связаны неблагоприятные исходы и рецидивы *hallux valgus* [2, 3]. Однако проведенные нами исследования показали несоответствие между рентгенологическими параметрами PASA и значениями угла, вычисленными во время операции [4].

Поиск метода визуализации, позволяющего более детально оценить суставную поверхность головки I плюсневой кости стопы, привел нас к использованию магнитно-резонансной томографии

(МРТ) при обследовании пациентов с *hallux valgus*. В последние годы МРТ зарекомендовала себя в качестве метода выбора в оценке патологических состояний голеностопного сустава и стопы [5]. Использование современных томографов позволяет визуализировать мышцы, сухожилия, связочный аппарат и суставные поверхности.

Цель исследования

Оценить использование МРТ-визуализации при обследовании пациентов с вальгусным отклонением I пальца стопы.

Материал и методы

Под наблюдением находилось 22 пациента с вальгусным отклонением I пальца стопы (*hallux valgus*), поступивших на оперативное лечение в ортопедическое отделение ИНЦХТ. Пациентками являлись женщины, средний возраст которых составил $32 \pm 2,07$ года (от 19 до 57 лет).

Перед проведением оперативного лечения и в послеоперационном периоде всем пациентам выполняли рентгенологическое и МРТ-исследование пораженной стопы.

Рентгенологическое исследование стопы выполняли на аппарате Agfa DX-D 300 в трех проекциях в условиях естественной статической нагрузки. По рентгенограммам, выполненным в натуральную величину, рассчитывали: угол M1P1, угол M1M2, PASA, учитывали сопутствующую вальгусную деформацию I пальца стопы (*hallux valgus interphalangeus*) и длину необходимого укорочения I плюсневой кости.

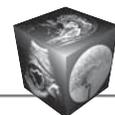
МРТ-исследование пораженной стопы выполняли на МР-томографе Magnetom Espree (Siemens). Пациента располагали в положении лежа на спине, в направлении ногами к тоннелю томографа, исследуемую стопу помещали в 8-канальную высокочастотную катушку для исследования голеностопного сустава и стопы (8Ch Foot Ankle). Затем позиционировали исследуемую область в изоцентр МР-томографа. Исследование проводили с применением следующих импульсных последовательностей с указанными параметрами:

Для корреспонденции: Леонова Светлана Николаевна – 664040 Иркутск, ул. Ярославского, 188. Тел. 8-914-880-54-23. E-mail: svetlana.leonova.1963@mail.ru

Леонова Светлана Николаевна – доктор мед. наук, ведущий научный сотрудник научно-клинического отдела травматологии ФГБНУ “Иркутский научный центр хирургии и травматологии”, Иркутск; **Усолтsev Иван Владимирович** – научный сотрудник научно-клинического отдела травматологии ФГБНУ “Иркутский научный центр хирургии и травматологии”, Иркутск.

Contact: Leonova Svetlana Nikolaevna – 664040 Irkutsk, Yaroslavskogo str., 188. Phone: 8-914-880-54-23. E-mail: svetlana.leonova.1963@mail.ru

Leonova Svetlana Nikolaevna – doct. of med. sci., leading research officer at the clinical research department of traumatology of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Irkutsk; **Usoltsev Ivan Vladimirovich** – research officer at the clinical research department of traumatology of Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, Irkutsk.



1. PD, TSE, FS (TR 3880 мс, TE 38 мс, FoV 220 мм, толщина среза 3 мм).
2. T1, TSE (TR 500 мс, TE 10 мс, FoV 220 мм, толщина среза 3 мм).
3. T2, DE3D, WE (TR 20,68 мс, TE 7,65 мс, FoV 150 мм, толщина среза 1,5 мм).
4. PD, SPC, RST iso (TR 1200 мс, TE 39 мс, FoV 150 мм, толщина среза 0,6 мм).

Направление срезов ориентировали в коронарной плоскости по оси I плюсневой кости. Продолжительность исследования составляла 15–20 мин. По МР-томограммам производили расчет PASA следующим образом. Визуализировали I плюсневую кость и хондральный слой головки I плюсневой кости. Определяли границу хондрального слоя головки I плюсневой кости. Отмечали на снимке МРТ латеральную и медиальную крайние точки на суставной поверхности головки I плюсневой кости, расположенные на границе соединения хряща с костью и проводили первую линию, соединяющую эти точки. Затем проводили вторую линию по продольной оси диафиза I плюсневой кости до их пересечения друг с другом. Из точки пересечения этих линий строили перпендикуляр к первой линии. Измеряли угол между второй линией, проведенной по продольной оси диафиза, и перпендикуляром, который показывает PASA.

После обследования пациентов выполняли оперативное вмешательство, которое включало: артролиз I плюснефалангового сустава, медиальную экзостозэктомию, мобилизацию сесамовидного “гамака”, корригирующую остеотомию I плюсневой кости и остеосинтез винтом, латеральный релиз, корригирующую остеотомию основной фаланги I пальца и остеосинтез винтом. У всех пациентов остеосинтез выполнялся биодеградируемыми винтами (из биоабсорбируемого сополимера L-лактида с гликодиллом (PLGA)), что позволяло выполнять МРТ-исследование в послеоперационном периоде.

Во время операции выполняли фотосъемку головки I плюсневой кости с ее суставной поверхностью. Затем на фотоснимках производился расчет угла наклона суставной поверхности головки I плюсневой кости следующим образом: выбирались крайние точки (граница хрящ–кость) суставной поверхности головки I плюсневой кости, через которые проводилась прямая линия (суставная), параллельная суставной поверхности. Вторая линия (диафизарная) проводилась через продольный центр диафиза I плюсневой кости. Из точки пересечения этих линий проводился перпендикуляр к суставной линии. Угол, образованный между

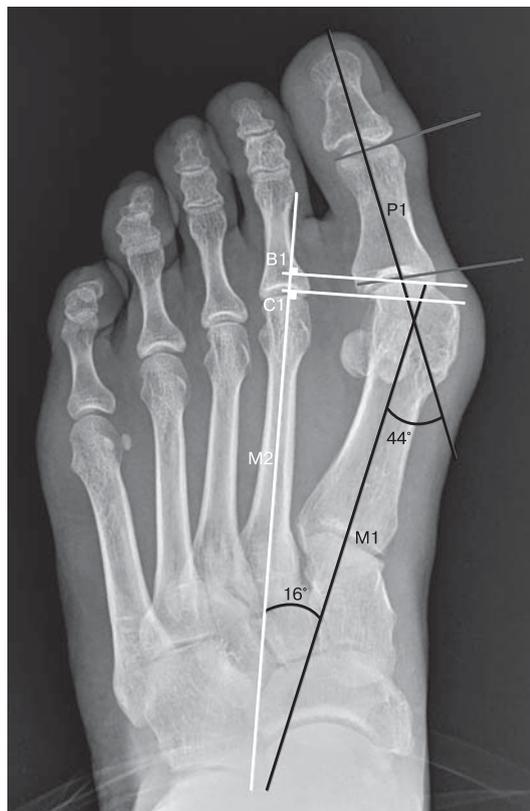


Рис. 1. Рентгенограмма левой стопы пациентки П. до операции (прямая проекция); M1P1 44°, M1M2 16°.

этим перпендикуляром и диафизарной линией, составлял истинный PASA.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программы Statistica 8.0. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез $p < 0,05$.

Работу выполняли в соответствии со стандартной надлежащей клинической практикой, принципами Хельсинской декларации и “Этическом кодексом Российского врача”.

Результаты

Первым этапом перед оперативным лечением было выполнено рентгенологическое исследование пораженной стопы с вычислением по рентгенограммам параметров основных углов. Расчет угла вальгусного отклонения I пальца стопы (M1P1) позволяет определить величину деформации I пальца, оценить эффективность проведенного лечения, диагностировать осложнения и рецидивы заболевания после оперативного лечения. Угол M1P1, образованный осью основной фаланги I пальца и I плюсневой кости, в норме находится в пределах 8–16° (рис. 1).



Рис. 2. Рентгенограмма левой стопы пациентки П. до операции (прямая проекция); PASA 4°.



Рис. 3. МР-томограмма левой стопы пациентки П. до операции; PASA 22°.

Среднее значение угла M1P1 у обследованных пациентов составило $30,67 \pm 0,68^\circ$, средняя величина угла M1M2 (угол между осями I и II плюсневых костей, в норме до $8-10^\circ$) была равна $14,67 \pm 0,66^\circ$, что вместе с клинической картиной обуславливало необходимость выполнения оперативного лечения.

Таблица 1. Параметры PASA у пациентов с *hallux valgus* при рентгенологическом и МРТ-исследовании ($^\circ$)

Пациенты с <i>hallux valgus</i> (n)	PASA на пораженной стопе	
	по рентгенограммам	по МР-томограммам
1	4	22
2	12	32
3	10	18
4	20	21
5	18	19
6	20	21
7	12	22
8	14	31
9	26	37
10	34	38
11	16	23
12	10	19
13	26	26
14	14	20
15	24	24
16	13	16
17	10	21
18	18	20
19	18	24
20	10	21
21	12	23
22	14	20
	$13,67 \pm 0,78^\circ$	$21,5 \pm 0,35^\circ$

Примечание. $p < 0,01$.

Угол наклона суставной поверхности головки I плюсневой кости (PASA) – это угол между перпендикуляром к эффективной суставной поверхности головки I плюсневой кости и ее осью. В норме PASA составляет $3-6^\circ$. PASA был вычислен стандартно по рентгенограммам (рис. 2).

PASA на пораженной стопе, определенный у всех пациентов при рентгенологическом исследовании, в среднем составил $13,67 \pm 0,78^\circ$.

Вторым этапом всем пациентам до операции было проведено МРТ-исследование пораженной стопы. Произведен анализ полученных томограмм и выполнены расчеты PASA (рис. 3).

PASA на пораженной стопе, вычисленный у пациентов при МРТ-исследовании, в среднем составил $21,5 \pm 0,35^\circ$ и достоверно отличался от рентгенологического значения угла (табл. 1).

МРТ-значения угла наклона суставной поверхности головки I плюсневой кости значительно превышали рентгенологические параметры PASA (за исключением двух случаев, когда величины угла совпадали).

Исходя из того, что МРТ-исследование позволяет визуализировать суставную поверхность головки I плюсневой кости и более точно определить параметры PASA, при планировании и выпол-

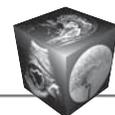


Таблица 2. Параметры PASA у пациентов с *hallux valgus* при интраоперационном и МРТ-исследовании (°)

Пациенты с <i>hallux valgus</i> (n)	PASA на пораженной стопе	
	по интраоперационным снимкам	по МР-томограммам
1	18	22
2	32	32
3	18	18
4	20	21
5	19	19
6	20	21
7	24	22
8	30	31
9	30	37
10	38	38
11	22	23
12	18	19
13	26	26
14	20	20
15	24	24
16	16	16
17	20	21
18	20	20
19	24	24
20	20	21
21	22	23
22	20	20
	$21 \pm 0,36^\circ$	$21,5 \pm 0,35^\circ$

Примечание. $p < 0,05$.

нении оперативного лечения мы ориентировались именно на эти показатели. Учитывая МРТ-параметры угла наклона суставной поверхности головки I плюсневой кости, мы выбрали оптимальную хирургическую методику и до операции определили предполагаемый уровень остеотомии I плюсневой кости.

Параметры PASA на пораженной стопе, определенные во время операции, соответствовали МРТ-значениям угла и в среднем составили $21 \pm 0,36^\circ$, что явилось подтверждением точности используемого метода МРТ для расчета PASA (табл. 2).

После проведенного оперативного лечения всем пациентам были выполнены контрольные рентгенологические и МРТ-исследования. По рентгенограммам произведен контроль коррекции угла M1P1 и M1M2 (рис. 4).

В результате оперативного лечения достигнута коррекция угла M1P1 с $30,67 \pm 0,68^\circ$ до $9,67 \pm 0,78^\circ$ и угла M1M2 с $14,67 \pm 0,66^\circ$ до $10,17 \pm 0,56^\circ$.

Послеоперационные МРТ-исследования позволили установить, на какую величину выполнена коррекция PASA (рис. 5).

У всех пациентов МРТ-параметры PASA составили от 3 до 6° , то есть находились в пределах



Рис. 4. Рентгенограмма левой стопы пациентки П. после операции (прямая проекция); M1P1 4° , M1M2 7° .

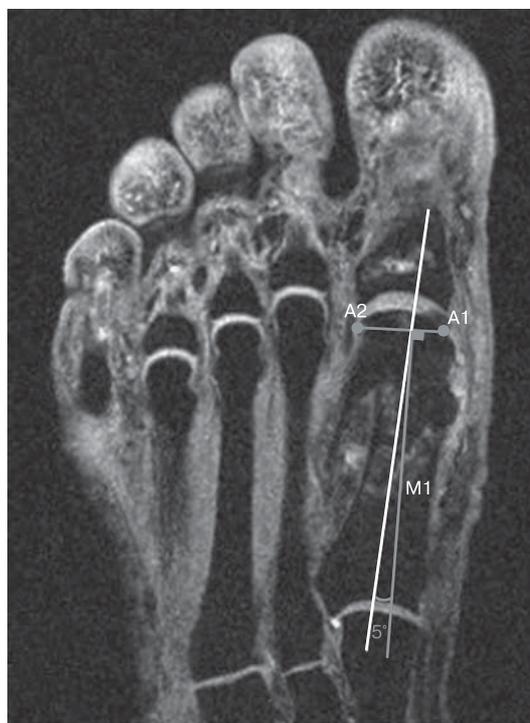


Рис. 5. МР-томограмма левой стопы пациентки П. после операции, PASA 5° .



нормальных значений. Коррекция PASA была выполнена с $21,5 \pm 0,35^\circ$ до $4,17 \pm 0,09^\circ$.

Пациенты после операции находились под наблюдением от 6 мес до 1,5 лет. У всех прооперированных пациентов было полностью устранено вальгусное отклонение I пальца стопы. За период наблюдения пациенты жалоб не предъявляли. Неудовлетворительных результатов и рецидивов *hallux valgus* нами выявлено не было.

Обсуждение

Проведение рентгенологического исследования стопы при *hallux valgus* позволяет визуализировать костные структуры, деформацию I пальца, фаланг пальца и I плюсневой кости, подвывих сесамовидных костей, признаки и степень деформирующего артроза. Точные параметры таких углов, как угол вальгусного отклонения I пальца стопы (M1P1) и угол варусного отклонения I плюсневой кости (M1M2), вычисленные при рентгеновской визуализации, указывают на степень вальгусной деформации I пальца. Полученные данные способствуют правильному определению консервативной или оперативной тактики лечения, выбору той или иной хирургической методики. После операции выполняют рентгеновскую визуализацию необходимо для контроля коррекции деформации и оценки эффективности проведенного лечения.

Выполнить точный расчет угла наклона суставной поверхности головки I плюсневой кости (PASA) возможно только при визуализации эффективной суставной поверхности, определяемой по хондральному слою головки I плюсневой кости [6]. Рентгенологическое исследование исключает возможность визуализации хрящевых структур. В отличие от рентгенографии МРТ позволяет визуализировать не только кости стопы, но и суставной хрящ, покрывающий головку I плюсневой кости стопы. На МР-томограмме можно объективно определить эффективную суставную поверхность головки I плюсневой кости, выделить границу хондрального слоя, отметить латеральную и медиальную крайние точки на суставной поверхности головки I плюсневой кости, расположенные на границе соединения хряща с костью, соединить эти точки на суставной поверхности головки I плюсневой кости и произвести более правильное определение PASA.

Исходя из того, что неверный расчет PASA может привести к неправильному выбору методики и неудовлетворительному результату лечения и что МРТ позволяет более точно рассчитать угол наклона суставной поверхности головки I плюсневой кости, перед оперативным лечением пациен-

там с *hallux valgus* выполняли МРТ-исследование стопы. Это способствовало правильному выбору хирургической методики и определению уровня остеотомии I плюсневой кости.

Использование тех или иных хирургических методик лечения *hallux valgus* может быть неэффективно в связи с невозможностью выполнения правильной интраоперационной коррекции PASA. При лечении пациентов с *hallux valgus*, у которых PASA $\leq 13^\circ$, остеотомия по методике scarf является эффективной, в остальных случаях использование данной методики приводит к неудовлетворительным результатам и рецидивам заболевания [7]. Использование остеотомии scarf в модификации М. Maestro также имеет границы, так как не позволяет произвести коррекцию PASA, если его показатель $>20^\circ$ [8]. Это обусловлено V-образной формой остеотомии проксимальной части подошвенного фрагмента I плюсневой кости, которая ограничивает ротацию головки I плюсневой кости во фронтальной плоскости. При значениях PASA $>20^\circ$ используют дистальные остеотомии I плюсневой кости (шеvronная остеотомия, остеотомия Митчелла и др.), имеющие немалый процент осложнений, требующих повторных операций: нарушение кровоснабжения головки I плюсневой кости и ее аваскулярный некроз, метатарзалгия, поверхностное или глубокое нагноение [9].

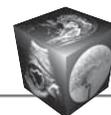
Проведенное нами вычисление PASA во время операции, несмотря на точность расчетов, не позволяет провести дооперационное планирование, выбрать заранее тактику и хирургическую методику, увеличивает травматичность вмешательства и время операции.

Послеоперационные МРТ-исследования проводили для точного вычисления PASA, то есть для контроля его коррекции, от которой напрямую зависят результаты лечения пациентов и рецидивы вальгусного отклонения I пальца стопы.

Таким образом, использование наряду с рентгеновской МРТ-визуализации при обследовании пациентов с *hallux valgus* в дооперационном и послеоперационном периоде имеет важное значение для улучшения результатов лечения, так как позволяет более точно рассчитать параметры деформации, провести предоперационное планирование, выбрать оптимальную хирургическую методику и оценить эффективность проведенного лечения.

Выводы

1. МРТ по сравнению с рентгенографией позволяет более точно определить параметры PASA за счет визуализации хондрального слоя суставной поверхности головки I плюсневой кости.



2. Комплексное использование рентгеновской и МРТ-визуализации при обследовании пациентов с *hallux valgus* способствует повышению качества диагностики патологических изменений и улучшению результатов лечения.

3. МРТ-исследование стопы должно быть включено в план обследования пациентов с *hallux valgus*.

Список литературы

1. Беленький А.Г. Плоскостопие: проявление и диагностика. *Consilium medicum*. 2005; 8 (7): 618–622.
2. Карданов А.А., Загородний Н.В., Лукин М.П., Макинян Л.Г. Влияние угла наклона суставной поверхности плюсневой кости на результат хирургического лечения *hallux valgus* (рентгенологический аспект). *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2007; 5: 42–46.
3. Корж Н.А., Прозоровский Д.В., Романенко К.К. Современные рентгеноанатомические параметры в диагностике поперечно-распластанной деформации переднего отдела стопы. *Травма*. 2009; 4 (10): 444–449.
4. Леонова С.Н., Усольцев И.В. Новый способ определения наклона суставной поверхности головки первой плюсневой кости при вальгусном отклонении I пальца стопы. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. 2014; 8: 59–64.
5. Звездкина Е.А., Лесняк В.Н., Силин А.Ю. Магнитно-резонансная томография голеностопного сустава и стопы. *Клиническая практика*. 2012; 1: 74–80.
6. Кондрашова И.А., Кондрашов А.Н. Клинико-рентгенологические аспекты диагностики *hallux valgus* и поперечного плоскостопия. *Травма*. 2013; 4 (14): 81–86.
7. Карданов А.А., Загородний Л.Г., Макинян Л.Г., Лукин М.П. Наш опыт хирургического лечения вальгусного отклонения первого пальца стопы посредством остеотомии SCARF. *Травматология и ортопедия России*. 2008; 2 (48): 37–43.

8. Besse J.-L., Maestro M. Osteotomies SCARF du 1er metatarsien (First metatarsal SCARF osteotomies). *Revue de chirurgie orthopedique*. 2007; 93: 515–523.
9. Сорокин Е.П., Карданов А.А., Ласунский С.А. и др. Хирургическое лечение вальгусного отклонения первого пальца стопы и его возможные осложнения (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2011; 4 (62): 123–130.

References

1. Belenkiy A.G. Platypodia: manifestation and diagnostics. *Consilium medicum*. 2005; 8 (7): 618–622. (In Russian)
2. Kardanov A.A., Zagorodniy N.V., Lukin M.P., Makinyan L.G. Influence of proximal articular set angle on the results of surgical treatment of *hallux valgus*. *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2007; 5: 42–46. (In Russian)
3. Korzh N.A., Prozorovskiy D.V., Romanenko K.K. Modern X-ray anatomical parameters in the diagnostics of broad forefoot. *Travma*. 2009; 4 (10): 444–449. (In Russian)
4. Leonova S.N., Usoltsev I.V. New method of determination of proximal articular set at *hallux valgus*. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk)*. 2014; 8: 59–64. (In Russian)
5. Zvezdkina E.A., Lesnyak V.N., Silin A.Y. MRI of ankle joint and foot. *Klinicheskaya praktika*. 2012; 1: 74–80. (In Russian)
6. Kondrashova I.A., Kondrashov A.N. Clinicoroentgenologic aspects of diagnostics of *hallux valgus* and transverse platypodia. *Travma*. 2013; 4 (14): 81–86. (In Russian)
7. Kardanov A.A., Zagorodniy L.G., Makinyan L.G., Lukin M.P. Our experience of surgical treatment of *hallux valgus* using SCARF osteotomy. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2008; 2 (48): 37–43. (In Russian)
8. Besse J.-L., Maestro M. Osteotomies SCARF du 1er metatarsien (First metatarsal SCARF osteotomies). *Revue de chirurgie orthopedique*. 2007; 93: 515–523.
9. Sorokin E.P., Kardanov A.A., Lasunskiy S.A. et al. Surgical treatment of *hallux valgus* and its possible complications. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2011; 4 (62): 123–130. (In Russian)