

П.С. Карусинов

**МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИЯХ СВЯЗОЧНЫХ СТРУКТУР КОЛЕННОГО СУСТАВА****ФГКУ «Главный военный клинический госпиталь имени Н.Н. Бурденко» Министерства обороны РФ (Москва)**

Целью исследования являлось изучение возможностей магнитно-резонансной томографии в оценке посттравматических изменений коленного сустава. Обследовано 660 пациентов с посттравматическими процессами в коленном суставе, всем пострадавшим выполнена магнитно-резонансная томография на различных классах томографов с напряженностью магнитного поля от 0,5 до 1,5 Тл. Показаны возможности магнитно-резонансной томографии в оценке связочного аппарата коленного сустава при посттравматических изменениях. Уточнены и дополнены магнитно-резонансно-томографические симптомы изменений фиброзно-хрящевых, связочных, мягкотканых и костных структур при повреждениях и посттравматических осложнениях связочного аппарата коленного сустава, что явилось основой дифференциальной диагностики. Проведена сравнительная оценка магнитно-резонансной томографии и артроскопии коленного сустава. На основе принципов доказательной медицины представлены значения эффективности магнитно-резонансной томографии коленного сустава при посттравматических изменениях. Точность МРТ составляет 96 % при диагностике поврежденных менисков, 90,5 % – при диагностике поврежденных связок, 71 % – при изменениях синовиальной оболочки, 37 % – при изменениях суставных хрящей.

**Ключевые слова:** магнитно-резонансная томография, связочный аппарат, коленный сустав

**MR-IMAGING AT THE INJURIES OF LIGAMENT STRUCTURES OF KNEE JOINT**

P.S. Karusinov

*General Clinical Hospital named after N.N. Burdenko, Moscow*

The aim of the research was to study possibilities of MR-imaging for estimation of posttraumatic changes in the knee joint. 660 patients with posttraumatic processes in the knee joint were examined, all of them had magnetic resonance imaging with use of tomographic scanners of various classes with magnetic field intensity from 0,5 to 1,5 TL. Abilities of MR-imaging in the estimation of ligamentous apparatus of knee joint at posttraumatic changes are showed. MR-imaging symptoms of changes of fibrocartilagenous, ligamentous, soft-tissue and bone structures at the injuries and post-traumatic complications of ligamentous apparatus of knee joint were specified and completed that was the basis of differential diagnostics. The comparative assessment of MR-imaging and knee joint arthroscopy was also conducted. On the basis of principles of evidentiary medicine we showed the indices of the knee joint MR-imaging effectiveness at the posttraumatic changes. MR-imaging accuracy is 96 % for diagnostics of meniscus injuries, 90,5 % for diagnostics of ligaments injuries, 71 % for the changes of synovial layer and 37 % for the changes of articular cartilages.

**Key words:** magnetic resonance imaging, ligamentous apparatus, knee joint

**ВВЕДЕНИЕ**

Повреждения коленного сустава представляют серьезную проблему клинической медицины, так как являются довольно частой причиной потери трудоспособности и инвалидизации. Травмы коленного сустава занимают одно из первых мест среди всех случаев патологии опорно-двигательной системы, а от 43 % до 80 % случаев приходится на повреждения его связочного аппарата [1, 2].

Одним из наиболее существенных факторов, влияющих на исход травмы, является точность и своевременность диагностики повреждений связочных структур коленного сустава, особенно на ранних стадиях, когда адекватное терапевтическое или хирургическое лечение может в значительной степени повлиять на характер излечения [3, 4].

В последние годы отмечено значительное совершенствование методов лучевой диагностики опорно-двигательного аппарата [5], однако ранняя диагностика повреждений связочных структур коленного сустава по-прежнему трудна. Несмотря на значительные успехи в развитии и совершенствовании клинико-диагностических методов обследования

коленного сустава с целью возможно раннего определения изменений связочного аппарата, сохраняется высокий процент несвоевременной или неполноценной диагностики [3, 4].

Внедрение методов магнитно-резонансной томографии в широкую клиническую практику открыло новые перспективы в диагностике повреждений связочных структур коленного сустава. Вместе с тем магнитно-резонансная томография постоянно совершенствуется и требует систематизации в визуализации разной степени выраженности повреждений анатомических структур коленного сустава. MR-томографическая симптоматика травматических изменений связочных структур коленного сустава и посттравматических осложнений представлена лишь отдельными MR-признаками процессов. Не до конца изучены возможности МРТ в дифференциальной диагностике травматических изменений и посттравматических осложнений.

Исходя из актуальности проблемы было предпринято настоящее исследование, в основу которого положен многолетний опыт магнитно-резонансного и артроскопического обследования коленных суставов.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Всего выполнили 734 МР-исследования структур коленного сустава (с учетом повреждения обоих коленных суставов у 660 больных).

В зависимости от локализации травматических изменений в коленном суставе выделили три группы больных.

**В первую группу** вошли 425 пациентов с травматическими изменениями в менисках (изолированные повреждения медиального или латерального мениска или обоих менисков вместе): 284 мужчины (56,8 %), 141 женщина (60,3 %).

**Во вторую группу** вошли 19 пациентов с травматическими изменениями в связках (изолированные повреждения крестообразных или коллатеральных связок или и тех и других вместе в различных вариантах); 12 мужчин (2,4 %), 7 женщин (2,9 %).

**В третью группу** вошли 290 пациентов с травматическими изменениями в менисках и связках (сочетанные повреждения медиального мениска с крестообразными или коллатеральными связками или и с теми, и с другими вместе; сочетанные повреждения латерального мениска с крестообразными или коллатеральными связками или и с теми, и с другими вместе; сочетанные повреждения обоих менисков с крестообразными или коллатеральными связками или и с теми, и с другими вместе в различных вариантах); 204 мужчины (40,8 %), 86 женщин (36,8 %).

По характеру повреждений капсульно-связочных структур коленного сустава, выявленному при МРТ, больных условно разделили на две большие группы (А и Б).

**В группу А** вошли 114 больных с неосложненными травматическими изменениями капсульно-связочных структур коленного сустава (менисков, связок, хрящей) без наличия дегенеративных и воспалительных изменений. Из них мужчин было 71 (14,2 %), женщин – 43 (18,4 %).

**В группу Б** вошли 620 больных с травматическими изменениями капсульно-связочных структур коленного сустава и посттравматическими осложнениями воспалительного, дегенеративного характера, с наличием кист. Из них мужчин было 429 (85,8 %), женщин – 191 (81,6 %).

Основными методами исследования явились диагностическая артроскопия (108 исследований), выполненная аппаратным комплексом «Akuflex» (США), и магнитно-резонансная томография (660 пациентов), выполненная на аппаратах фирмы «Philips» (Германия, Голландия) с напряженностью магнитного поля 0,5 и 1,5 ТЛ.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Повреждения одновременно обоих коленных суставов выявили в 13,4 % случаев у больных с травматическими изменениями капсульно-связочных структур; в 6,8 % – у больных с травматическими изменениями и посттравматическими осложнениями воспалительного характера; в 35,2 % – у больных с осложнениями дегенеративного характера; в 43 % – у больных с осложнениями воспалительного и

дегенеративного характера; в 1,3 % – у больных с наличием кисты.

В результате анализа характера повреждений капсульно-связочных структур коленного сустава в зависимости от возраста пациентов установили, что наиболее часто встречаются все перечисленные изменения у пациентов 31–50 лет. Так, на долю травматических изменений капсульно-связочных структур коленного сустава приходилось 49,9 % случаев; на долю травматических изменений с посттравматическими осложнениями воспалительного характера – 52,7 %; на долю травматических изменений с посттравматическими осложнениями дегенеративного характера – 45,8 %; на долю травматических изменений с посттравматическими осложнениями воспалительного и дегенеративного характера – 51,7 %; на долю травматических изменений с наличием кист – 35,7 %.

**Подгруппа больных с травматическими изменениями связочных структур коленного сустава и посттравматическими осложнениями воспалительного характера**

МР-симптомы, представленные разрывами, выявили у 129 (97,7 %) больных, воспалением менисков – у 30,5 %, разрывами – у 64 (48,2 %), воспалением связок – у 29 (22,1 %).

Воспаление суставного хряща диагностировали у 3 (2,2 %) больных, его гипертрофию – у 22 (16,7 %). У 110 (83,9 %) пациентов определили отек синовиальной оболочки, у 11,4 % – отёк мягких тканей. У 131 (100 %) больного выявлено избыточное количество жидкости в суставе, у 9 (6,8 %) – избыточное количество крови в суставе.

МР-исследование в динамике выполнили 3 (3,5 %) пациентам, в том числе 2 – после оперативного вмешательства, 1 – в процессе проведения консервативного лечения.

Артроскопию выполнили 18 (21,4 %) больным этой группы. Проанализировав результаты артроскопического и магнитно-резонансного исследований, установили, что не все изменения капсульно-связочных структур коленного сустава визуализировались обоими методами в одинаковой степени.

При интраоперационном исследовании затруднялось выявление частичных повреждений менисков, частичных внутрикапсулярных изменений волокон связок. Артроскопическая визуализация медиальной и латеральной коллатеральных связок затруднялась их анатомическими особенностями.

Вместе с тем при артроскопии лучше, чем при МРТ, удалось оценить состояние синовиальной оболочки (цвет, состояние ворсин, наличие отложений), состояние суставных хрящей коленного сустава.

В данной группе больных выявили МР-симптомы, представленные разрывами менисков (174 (99,3 %) случая) и их дегенеративными изменениями (133 (75,5 %) случая), разрывами связок (63 (35,8 %) случая) и их дегенеративными изменениями (53 (30,1 %) случая), повреждениями суставного хряща (3 (1,7 %) случая) и его дегенеративными изменениями (93 (52,8 %) случая), атрофией мягких тканей (22 (12,5 %) случая), повреждениями костей (4 (2,2 %) случая) и их дегенеративными изменениями (109 (61,9 %) случаев).

У 113 (64,2 %) больных этой группы травматические изменения визуализировали только в менисках, у 2 (1,1 %) – только в связках, у 61 (34,2 %) – и в менисках, и в связках. Изменения в менисках в 42 случаях (24,2 % от всех случаев повреждений менисков в данной группе) выявили в медиальном, в 6 (3,3 %) – в латеральном, в 126 (72,5 %) – в обоих менисках. В 60,6 % случаев повреждения локализовались в одном из рогов менисков, в 39,4 % повреждались оба рога. При этом при изолированном повреждении менисков изменения в медиальном выявили в 30 (26,5 %) случаях, в латеральном – в 6 (5,3 %), в обоих вместе – в 77 (68,2 %). При сочетанных повреждениях менисков и связок изменения в медиальном мениске выявили в 12 (19,6 %) случаях, в обоих вместе – в 49 (80,4 %). Изменений в латеральном мениске не выявляли.

При сочетанных повреждениях менисков и связок наиболее часто наблюдали изменения задней крестообразной связки, в 13 случаях (21,4 % от всех сочетанных повреждений в данной группе) они сочетались с повреждениями обоих менисков и латеральной коллатеральной связки, в 11 (17,9 %) – с повреждениями обоих менисков. Несколько реже визуализировали повреждения сразу трех связок: передней и задней крестообразных и латеральной коллатеральной в сочетании с повреждениями обоих менисков (6 (9,9 %) случаев).

У 4 человек (2,2 % от всего количества больных данной группы) наряду с повреждениями менисков и связок визуализировали повреждения костных структур, которые в 3 (1,7 %) случаях сопровождались повреждениями хрящей с наличием зоны изменения его структуры и формы, отображавшейся на МР-томограммах в виде повышения интенсивности МР-сигнала на Т2-изображениях.

Дегенеративные изменения в менисках проявлялись на МР-томограммах в виде снижения высоты и изменения контуров менисков, наличия зон измененной структуры различного размера и формы. Увеличивалась интенсивность МР-сигнала на Т1- и Т2-изображениях в сагиттальной и фронтальной проекциях. Дегенеративные изменения в виде одной, реже – двух зон, не достигающих до суставных поверхностей менисков, визуализировали в 66,2 % случаев; в виде одного или нескольких обширных участков, не достигающих до суставной поверхности менисков, – в 30,3 %; в виде обширных участков, достигающих до суставных поверхностей – в 3,5 % случаев. Степень дегенеративных изменений в одном суставе чаще была различной.

Дегенеративные изменения связок на МР-томограммах проявлялись неровностью контура и истончением связок, наличием зон измененной структуры, различных размеров и формы, отображались участками повышенного МР-сигнала на Т1- и Т2-взвешенных изображениях.

Дегенеративные изменения суставного хряща на МР-томограммах проявлялись в виде неровности и зазубренности контура, неравномерного снижения высоты. На ранних стадиях болезни изменения отображались в виде повышения интенсивности МР-сигнала на Т2-изображениях в сагиттальной и фронтальной проекциях.

В поздней стадии интенсивность МР-сигнала приближалась к среднеинтенсивному на Т1- и Т2-изображениях.

Атрофия мягких тканей на МР-томограммах проявлялась уменьшением объема мягких тканей коленного сустава с участками изменения мышечной структуры. У оперированных больных определялись послеоперационные рубцовые изменения, которые отображались снижением интенсивности МР-сигнала на Т1- и Т2-взвешенных изображениях.

Дегенеративные изменения в костях на МР-томограммах проявлялись костными разрастаниями, зонами разряжения структуры костей с разрушением суставных замыкательных пластинок. Данная патология отображалась в виде неоднородного МР-сигнала низкой интенсивности на Т1- и Т2-взвешенных изображениях.

МР-исследования в динамике провели 15 (8,5 %) больным, в том числе 6 больным – после оперативного вмешательства, 9 – после консервативного лечения. Артроскопию выполнили 21 (11,9 %) больному этой группы.

#### **Подгруппа больных с травматическими изменениями связочных структур коленного сустава и посттравматическими осложнениями воспалительного и дегенеративного характера**

В данной группе больных выявили МР-симптомы, представленные разрывами менисков (217 (94,5 %) случаев), воспалительными (45 (19,6 %) случаев) и дегенеративными (195 (85,1 %) случаев) их изменениями; разрывами связок (118 (51,1 %) случаев), воспалительными (38 (16,6 %) случаев) и дегенеративными (134 (58,5 %) случая) изменениями в них; повреждениями суставного хряща (2 (0,9 %) случая), воспалительными (40 (17,4 %) случаев) и дегенеративными (75 (32,7 %) случаев) изменениями в нем; гипертрофией синовиальной оболочки (114 (62,9 %) случаев) и ее отеком (179 (78,1 %) случаев); отеком мягких тканей (50 (21,8 %) случаев) и их атрофией (32 (13,9 %) случая); повреждением костей (1 (0,4 %) случай), воспалительными (4 (1,7 %) случая) и дегенеративными (94 (41,0 %) случая) изменениями в них; избыточным количеством жидкости в суставе (229 (100 %) случаев).

У 111 (48,4 %) больных этой группы травматические изменения визуализировали только в менисках, у 12 (5,2 %) – только в связках, у 106 (46,4 %) – и в менисках, и в связках. Изменения в менисках в 39 случаях (17,9 % от всех повреждений менисков в данной группе) выявили в медиальном, в 20 (9,3 %) – в латеральном, в 158 (72,8 %) – в обоих менисках. В 36,8 % повреждения локализовались в одном из рогов менисков, в 63,2 % повреждались оба рога. При этом при изолированном повреждении менисков изменения в медиальном выявили в 27 (24,4 %) случаях, в латеральном – в 14 (12,6 %), в обоих вместе – в 70 (63,0 %). При сочетанных со связками повреждениях менисков изменения в медиальном выявили в 12 (11,4 %) случаях, в латеральном – в 6 (5,6 %), в обоих менисках – в 88 (83,0 %).

При сочетанных повреждениях менисков и связок наиболее часто наблюдали изменения задней

крестообразной связки, в 19 случаях (18,0 % от всех сочетанных повреждений в данной группе) они сочетались с повреждениями обоих менисков.

МР-исследования в динамике выполнили 18 (7,8 %) пациентам, в том числе 7 – после оперативного вмешательства, 11 – в процессе проведения консервативного лечения. Артроскопию выполнили 41 (17,9 %) больному этой группы.

#### **Подгруппа больных с травматическими изменениями и посттравматическими осложнениями дегенеративного характера**

В данной группе больных выявили МР-симптомы, представленные разрывами менисков (82 (97,6 %) случаев), их воспалительными (12 (14,2 %) случаев) и дегенеративными (42 (50,0%) их изменениями; разрывами связок (26 (30,9 %) случаев), их воспалительными (7 (8,3 %) случаев) и дегенеративными (31 (36,8 %) случаев) изменениями в них; воспалительными (5 (5,9 %) случаев) и дегенеративными (11 (13,0 %) случаев) изменениями суставного хряща; гипертрофией синовиальной оболочки (25 (29,7 %) случаев) и ее отеком (51 (60,7 %) случаев); отеком мягких тканей (7 (8,3 %) случаев) и их атрофией (2 (2,3 %) случая); наличием кист (84 (100 %) случаев); воспалительными (2 (2,3 %) случая) и дегенеративными (24 (28,5 %) случая) изменениями в костях; избыточным количеством жидкости в суставе (10 (11,9 %) случаев).

У 58 (69,0 %) больных этой группы травматические изменения визуализировали только в менисках, у 2 (2,4 %) – только в связках, у 24 (28,6 %) – и в менисках, и в связках. Изменения в менисках в 18 случаях (21,9 % от всех повреждений менисков в данной группе) выявили только в медиальном, в 6 (7,3 %) – только в латеральном, в 58 (7,8 %) – в обоих менисках. В 21,6 % случаев повреждения локализовались в одном из рогов менисков, в 79,1 % случаев повреждались оба рога. При этом при изолированном повреждении менисков изменения в медиальном выявили в 17 (29,3 %) случаях, в латеральном – в 6 (10,3 %), в обоих вместе – в 35 (60,4 %). При сочетанных со связками повреждениях менисков изменения в медиальном выявили в 1 (4,2 %) случае, в обоих вместе – в 23 (95,8 %). Изменений в латеральном мениске не выявили.

При сочетанных повреждениях менисков и связок наиболее часто наблюдали изменения задней крестообразной связки, в 6 случаях (25,0 % от всех сочетанных повреждений в данной группе) они сочетались с повреждениями обоих менисков, в 3 (12,5 %) случаев – с повреждениями обоих менисков и передней крестообразной связки; в 3 (12,5 %) случаев отмечались повреждения латеральной коллатеральной связки в сочетании с повреждениями обоих менисков.

У 64 (76,2 %) больных этой группы визуализировали кисту подколенной ямки в виде патологического объемного образования с четкими ровными контурами и жидкостным содержимым, без признаков отека окружающих тканей, чаще между головками двухбрюшинной и полуперепончатой мышц. На МР-томограммах киста подколенной ямки отображалась повышенной интенсивностью МР-сигнала на Т2- и пониженной интенсивностью МР-сигнала на Т1-взвешенных изображениях.

У 67 (51,3 %) больных этой группы травматические изменения визуализировали только в менисках, у 2 (1,5 %) – только в связках, у 62 (47,2 %) – и в менисках, и в связках. Изменения в менисках в 54 случаях (41,9 % от всех повреждений менисков в данной группе) выявили в медиальном мениске, в 1 (0,8 %) – в латеральном, в 74 (57,3 %) – в обоих менисках. В 77,3 % повреждения локализовались в одном из рогов менисков, в 22,7 % случаев повреждались оба рога. При этом при изолированном повреждении менисков изменения в медиальном выявили в 29 (43,2 %) случаях, в латеральном – в 1 (1,6 %), в обоих – в 37 (55,2 %). При сочетанных со связками повреждениях менисков изменения в медиальном выявили в 25 (40,3 %) случаях, в обоих менисках вместе – в 37 (59,7 %). Изменений в латеральном мениске не выявили.

При сочетанных повреждениях менисков и связок наиболее часто наблюдали изменения латеральной коллатеральной связки, в 11 случаях (17,8 % от всех сочетанных повреждений в данной группе) – в сочетании с повреждениями медиального мениска, в 10 (16,2 %) – с обоими менисками вместе. Изменения в передней крестообразной связке у 6 (9,7 %) больных сочетались с повреждениями медиального мениска и латеральной коллатеральной связки (так называемая «злосчастная триада»), у 6 (9,7 %) – с повреждениями обоих менисков вместе. В 6 (9,7 %) случаях визуализировали повреждения задней крестообразной связки с обоими менисками.

Воспаление латерального мениска выявляли чаще, чем медиального. На МР-томограммах воспалительные изменения менисков отображались увеличением его размера, изменением конусообразности формы, нечеткостью контуров, «размытостью» структуры. Увеличение интенсивности МР-сигнала отмечали на Т2-изображении во фронтальной проекции.

Воспалительные изменения связок при МР-исследовании проявлялись наличием участков утолщения, «размытостью» контуров, нарушением структуры, отображались в виде изменения структуры, средней интенсивности МР-сигнала на Т1- и Т2-изображениях.

Гипертрофия синовиальной оболочки на МР-томограммах визуализировалась в виде участков от низкого до среднеинтенсивного МР-сигнала на Т1- и Т2-взвешенных изображениях, покрывающих поверхность заворотов, жировых ямок и фиброзной капсулы сустава.

Отек синовиальной оболочки визуализировали в виде участков высокоинтенсивного МР-сигнала на Т2- и низкоинтенсивного МР-сигнала – на Т1-изображениях.

Отек мягких тканей на МР-томограммах проявлялся увеличением интенсивности МР-сигнала на Т2-изображениях от структуры мышц, сухожилий, жировой клетчатки. Размеры зоны повышения МР-сигнала зависели от распространенности процесса в мягкие ткани, контуры не имели четких границ.

Выпот в сустав отображался низкой интенсивностью МР-сигнала на Т1- и повышенной интенсивностью МР-сигнала – на Т2-взвешенных изображениях.

Гемартроз при МР-изображении отличался от воспалительного экссудата: при остром и подостром гемартрозе визуализировали среднюю интенсивность МР-сигнала на T1- и высокую – на T2-взвешенных изображениях. При хроническом гемартрозе в центральной части гематомы визуализировали высокую интенсивность МР-сигнала на T1- и T2-взвешенных изображениях, а по наружному контуру МР-сигнал был низким на T1- и T2-изображениях.

К группе посттравматических осложнений воспалительного характера отнесли пигментно-вилезный синовит, выявленный у 7 (5,3 % от количества больных данной группы) пациентов. Чаще всего он развивался в результате повторных травм с наличием гематроза. При этом визуализировали отложения гемосидерина в гиперплазированной синовиальной сумке. В МР-изображении определяли массы неправильной формы, неоднородной структуры, с пониженным МР-сигналом на T1- и T2-взвешенных изображениях. Они отчетливо дифференцировались на фоне избыточного количества синовиальной жидкости. МР-исследования в динамике выполнили у 4 (3,1 %) пациентов: у 1 – после оперативного вмешательства, у 3 – в процессе консервативного лечения. Артроскопию выполнили 18 (13,7 %) больным этой группы.

#### ВЫВОДЫ

1. Магнитно-резонансно-томографическая картина повреждений связочных структур коленного сустава соответствует артроскопической классификации и позволяет практически безошибочно выявить даже незначительные повреждения всех его элементов. Изолированные повреждения менисков диагностировали при МРТ в 57,7 % случаев, при артроскопии – в 64,2 %; изолированные повреждения связок – в 2,7 и 0,9 % случаев; сочетанные повреждения менисков и связок – в 39,6 % и 31,2 % случаев; изменения синовиальной оболочки – в 72,4 % и 96,3 % случаев соответственно; изменения суставного хряща

– в 31,6 % и 92,7 % случаев соответственно; прооперированно 19,8 % больных.

2. Магнитно-резонансная томография коленного сустава является высокоэффективным методом лучевой диагностики, позволяющим за счет высокой тканевой специфичности и многопроекции исследования детально изучать структуру и одновременно оценивать состояние всех элементов коленного сустава: костей, менисков, связок, суставных хрящей, синовиальной оболочки, мышц, сосудисто-нервного пучка. Точность МРТ составляет 96 % при диагностике повреждений менисков, 90,5 % – при диагностике повреждений связок, 71 % – при изменениях синовиальной оболочки, 37 % – суставных хрящей.

#### ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Брайтензеер М., Покиезер П., Лехнер Г. Учебник по клинической и радиологической диагностике. – Вена: University Publisher, 2014. – С. 239–262.

Breitenseher M., Pokieser P., Lechner G. Textbook of clinical and radiological diagnostics. – Vienna: University Publisher, 2014. – P. 239–262. (in Russian)

2. Брюханов А.В., Васильев А.Ю. Магнитно-резонансная томография в остеологии. – М.: Медицина, 2006. – 199 с.

Bryukhanov A.V., Vasilyev A.Yu. Magnetic-resonance imaging in osteology. – Moscow: Medicine, 2006. – 199 p. (in Russian)

3. David W. Magnetic resonance imaging in orthopaedics and rheumatology. – Philadelphia, 1989. – P. 34–122.

4. Stoller D.W. et al. Magnetic resonance imaging in orthopaedics and sports medicine. – Philadelphia, 1997. – 251 p.

5. Vasiliev A.Yu., Blinov N.N., Egorova E.A., Makarova D.V. et al. Capabilities of cone-beam computed tomography in the assesment of the structure of wrist and hand bones // Int. J. Biomed. – 2013. – Vol. 3 (2). – P. 119–121.

#### Сведения об авторах

**Карусинов Павел Сергеевич** – доктор медицинских наук, начальник отделения МРТ ФГКУ «Главный военный клинический госпиталь имени Н.Н. Бурденко» Министерства обороны РФ (105229, г. Москва, Госпитальная площадь, 3; e-mail: kps10@mail.ru)

#### Information about the authors

**Karusinov Pavel Sergeevich** – M. D., head of the MRI department of General Clinical Hospital named after N.N. Burdenko (Gospitalnaya Square, 3, Moscow, 105229; e-mail: kps10@mail.ru)