

УДК 616.718.41-021.4-002.4:616.728.2-007.24

***ПРИМЕНЕНИЕ ОПТОСОНОГРАФИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ
ДИАГНОСТИКИ АСЕПТИЧЕСКОГО НЕКРОЗА ГОЛОВКИ БЕДРЕННОЙ
КОСТИ***

Сигал З. М.

Д.м.н., профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии,

ФГБОУ ВО Ижевская государственная медицинская академия,

г. Ижевск, Россия

Чернов А. В.

Травматолог, врач УЗИ, детский ортопед, ортопед, ревматолог, спортивный врач, хирург, клиника «МедГрупп»,

г. Ижевск, Россия

Митрофанов В. Э.

Студент 3 курса лечебного факультета

ФГБОУ ВО Ижевская государственная медицинская академия,

г. Ижевск, Россия

Иванов С. А.

Студент 3 курса лечебного факультета

ФГБОУ ВО Ижевская государственная медицинская академия,

г. Ижевск, Россия

Аннотация. В данной статье представлена оценка возможности использования оптосонографического мониторинга для диагностики и контроля эффективности лечения асептического некроза головки бедренной кости на основании клинических наблюдений. Асептический некроз головки бедренной кости – тяжелое распространенное заболевание, которое требует высокоточной диагностики и правильно подобранного лечения. Оптосонографический мониторинг является одним из эффективных методов диагностики данного заболевания. В группу наблюдения входили 40 пациентов (27 мужчин и 13 женщин) в возрасте от 35 до 45 лет, которым была выполнена инъекция во внутрисуставную щель тазобедренного сустава под УЗ-контролем и при помощи оптосонографического мониторинга сняты показатели: осциллографический индекс и инфракрасная денситометрия. Анализируя полученные показатели, мы выявили достоверные улучшения гемодинамики в сосудах и уменьшение активности воспалительного процесса головки бедренной кости, при этом магнитно-резонансная томография, компьютерная томография и рентген не позволяли сделать подобных выводов. Использование оптосонографического мониторинга для подбора эффективной лечебно-диагностической тактики при асептическом некрозе головки бедренной кости является крайне актуальным. Применение оптосонографического мониторинга позволило улучшить качество диагностики. Мониторинг позволяет отслеживать динамику после проведенного лечения, позволяя оценить местную гемодинамику. Оригинальный метод является высокоточным для диагностики остеонекроза головки бедренной кости.

Ключевые слова: оптосонографический мониторинг, асептический некроз, эффективность диагностики, некроз головки бедренной кости.

***THE USE OF OPTOSONOGRAPHIC MONITORING FOR THE DIAGNOSIS
OF ASEPTIC NECROSIS OF THE FEMORAL HEAD***

Sigal Z. M.

M.D., Professor of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy,

Izhevsk State Medical Academy,

Izhevsk, Russia

Chernov A. V.

*Traumatologist, ultrasound doctor, pediatric orthopedist, orthopedist, rheumatologist,
sports doctor, surgeon, MedGroup clinic,*

Izhevsk, Russia

Mitrofanov V. E.

3rd year student of the Faculty of Medicine

Izhevsk State Medical Academy,

Izhevsk, Russia

Ivanov S. A.

3rd year student of the Faculty of Medicine

Izhevsk State Medical Academy,

Izhevsk, Russia

Annotation. This article presents an assessment of the possibility of using optosonographic monitoring for the diagnosis and control of the effectiveness of treatment of aseptic necrosis of the femoral head based on clinical observations. Aseptic necrosis of the femoral head is a severe common disease that requires high-precision diagnosis and well-chosen treatment. Optosonographic monitoring is one of the most effective methods of diagnosing this disease. The observation group included 40 patients (27 men and 13 women) aged 35 to 45 years who were injected into the intraarticular cleft of the hip joint under ultrasound control and with the help of optosonographic monitoring, the following indicators were taken: oscillographic index and infrared densitometry. Analyzing the obtained indicators, we revealed significant improvements in hemodynamics in blood vessels and a decrease in the activity of the inflammatory process of the femoral head, while magnetic resonance imaging, computed tomography and X-rays did not allow us to draw such conclusions. The use of optosonographic monitoring for the selection of effective therapeutic and diagnostic tactics for aseptic necrosis of the femoral head is extremely relevant. The use of optosonographic monitoring has improved the quality of diagnostics. Monitoring allows you to track the dynamics after the treatment, allowing you to assess local hemodynamics. The original method is highly accurate for the diagnosis of osteonecrosis of the femoral head.

Keywords: optosonographic monitoring, aseptic necrosis, diagnostic efficiency, femoral head necrosis.

Введение

Заболевания костей и суставов в мире занимают 3-е место среди всех классов болезней [10]. Асептический некроз головки бедренной кости (АНГБК) является тяжелым распространенным прогрессирующим заболеванием опорно-двигательного аппарата [8]. Причиной остеонекроза может служить повышенная локальная резорбция кости, которая сопровождается увеличением количества микропереломов трабекул, которые сдавливают мелкие сосуды и приводят к

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

венозному и артериальному стазу [14, 15, 16]. Развитие патологии обусловлено совокупностью факторов, включающих врождённые анатомо-функциональные дефекты тазобедренного сустава, метаболические нарушения и сосудистые дисфункции, в числе которых могут быть и рефлекторные расстройства [12]. Патогенез включает нарушение местного кровообращения, обусловленное нарушениями проходимости как артериальных сосудов, так и венозного оттока [10]. Данные многочисленных исследований указывают что причиной заболевания является нарушение проходимости артериальных стволов, обуславливающее развитие ишемии и последующего некроза костной ткани [1, 10]. На этом этапе при возобновлении гемодинамики процесс обратим. В худшем случае патологические процессы в ткани постепенно будут усугубляться и приведут к дисфункции тазобедренного сустава и инвалидизации человека [4]. Остеонекроз приводит к деформации, коллапсу головки бедренной кости и потере функции тазобедренного сустава. При увеличении площади некроза риск возникновения коллапса увеличивается [13]. Коллапс ГБК развивается у 67% больных в отсутствие симптомов болезни и у 85% больных с клинически выраженным остеонекрозом [11].

Среди работающего населения в России встречаемость патологии костно-мышечной системы составляет примерно 32,3% - 58,0% на 100 обследованных. Временная утрата трудоспособности в структуре заболеваний КМС – 4,5% - 6,2%, среди причин инвалидности – 13,3% - 16,5% [2]. Остеонекроз головки бедренной кости относится к распространенной патологии тазобедренного сустава. Заболевание обычно развивается в возрасте 35-55 лет. Только у 20 % лиц АНГБК развивается в возрасте старше 50 лет [10]. В России остеонекроз в структуре заболеваемости костно-мышечной системы взрослого населения не выделен, хотя по расчетам и экстраполяции зарубежных данных ежегодно должно выявляться от 5 до 8 тысяч новых случаев заболевания [9].

Актуальным вопросом в медицине является эффективно и адекватно подобранная терапия асептического некроза головки бедренной кости.

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

Проблемы возникают при несвоевременной и неточной диагностике заболевания, а в следствие неверной постановке диагноза и выбора тактики дальнейшего лечения.

Недостатками рентгенографии являются ограничения в проведении регулярных исследований, вызванные воздействием ионизирующего излучения. Главным недостатками рентгена являются высокая лучевая нагрузка, низкая информативность, которая снижается за счет малейших движений пациента, что приводит к искажению четкости снимка.

Еще одним методом диагностики асептического некроза головки бедренной кости является магнитно-резонансная томография. Однако данный метод имеет большое количество противопоказаний и недостатков: низкая информативность при сканировании костных структур, дорогая стоимость аппаратуры, наличие у пациента электронных медицинских приборов (кардиостимулятор) и металлических элементов в исследуемой области (протезы, клипсы, осколки), беременность, ожирение более 120 килограммов, длительность сканирования (от 15 минут до 1 часа) представляет сложность для людей, которым трудно долгое время сохранять неподвижность, неадекватное поведение исследуемого, панические атаки, клаустрофобия.

Оценить гемодинамику в исследуемой области можно при помощи УЗИ. Однако существует ряд минусов таких как, трудности при обследовании мелких сосудов, результат зависит от профессионализма врача.

Для более точной диагностики и выбора лечения заболевания разработан оптонографический мониторинг. Данный метод позволяет регистрировать то, как изменяется кровоток в конкретном месте до и после лечения [6]. Способ основан на определении изменений инфракрасной денситометрии и осциллографического индекса. Преимуществами оптонографического мониторинга являются неинвазивность и атравматичность метода, способ обладает высокой разрешающей способностью, а также в отличии от компьютерной и магнитно-резонансной томографии более доступен и имеет

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

меньшее количество противопоказаний (металлические предметы, высокая доза облучения) [3]. Одним из основных преимуществ оптосонографического мониторинга является возможность оценки гемодинамики в конкретном месте до и после процедуры лечения. На основании показателей гемодинамики можно судить об эффективности лекарственных препаратов и хирургических вмешательств. К тому же, данная процедура абсолютно безопасна и не представляет риска для пациента.

Таким образом, использование оптосонографического мониторинга в диагностике и лечении остеонекроза головки бедренной кости позволило повысить точность диагностики за счет указания конкретных показателей осциллографического индекса и инфракрасной денситометрии в точке выхода латеральной артерии, огибающей бедренную кость.

Цель исследования – выявить актуальность использования оптосонографического мониторинга для диагностики и контроля эффективности лечения асептического некроза головки бедренной кости.

Материал и методы. Исследования проводились на базе современного центра травматологии и ортопедии «МедГруп» Удмуртской Республики города Ижевск в период с 2022 по 2024 год. В группу наблюдения входили 40 пациентов (27 мужчин и 13 женщин) в возрасте от 35 до 45 лет, которым с целью консервативного лечения была выполнена инъекция во внутрисуставную щель тазобедренного сустава под УЗ-контролем, проводили аутолипосакцию с введением аутожира, хондропротектора, обогащенной тромбоцитами плазмы, в полость тазобедренного сустава в смешанном виде в двадцатиграммовом шприце для улучшения питания субхондриальной кости.

Исследование проводилось с помощью устройства и метода З.М. Сигала [5, 7]. Два светодиода АЛ 107 В и фотодатчик ФКД - 155, размещенных в герметичном цилиндрическом корпусе, соединяются с помощью электрического провода с самописцем. Для гемодинамических исследований применялся

специально сконструированный зонд. В качестве самописцев использовали электрокардиограф типа ЭК1Т-03М с усилением электрических сигналов 10 и 20 мм/Мв [6] (Рис 1). Скорость движения бумажной ленты - 5 мм/сек. Продолжительность одномоментной регистрации функциональных показателей колебалась от 10 до 20 сек. Во время исследования определяли осциллографический индекс и инфракрасную денситометрию. Место постановки датчика и щупа располагается на 1,5 см медиальнее большого вертела бедренной кости.

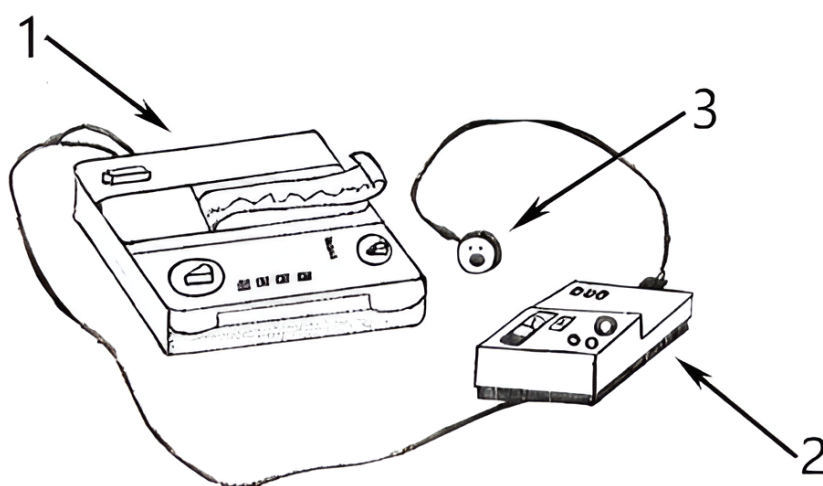


Рис 1. Устройство для проведения оптосонографического мониторинга (1 - электрокардиограф типа ЭК1Т-03М; 2 - амперметр; 3 - фотодатчик ФКД - 155)

Принцип работы прибора основан на измерении изменения пульсовых и неппульсовых уровней оптической плотности (осциллографический индекс и инфракрасная денситометрия) [6].

Пульсограмма (рис. 2, 3) отображает моторные и пульсовые волны в определенных областях. Рассчитывается амплитуда колебаний в мм, которые соответствовали осцилляциям пульса.

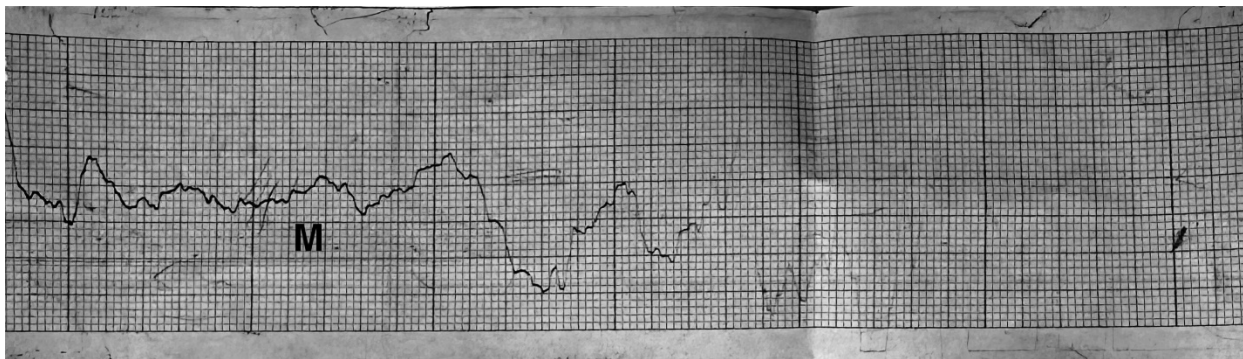


Рис 2. Показатели гемодинамики и моторики на пульсограмме до лечения, полученные при помощи оптосонографического мониторинга. (М – моторика)

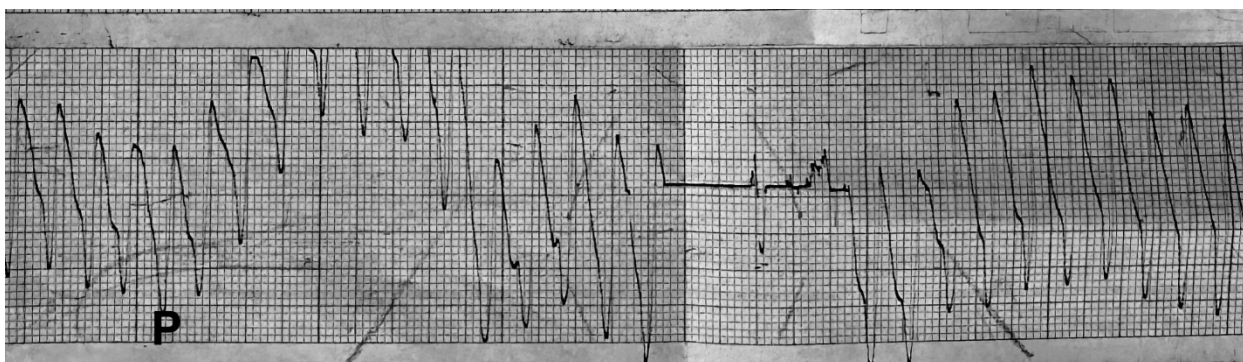


Рис 3. Показатели гемодинамики и моторики на пульсограмме после лечения, полученные при помощи оптосонографического мониторинга. (Р- пульсовые волны).

Статистическую обработку данных проводили с использованием прикладного пакета компьютерных программ Microsoft Excel 2010. Оценку различий между выборками проводили с использованием критерия Стьюдента (t) [10].

В программе Microsoft Excel 2010 были рассчитаны средние значения осциллографического индекса и инфракрасной денситометрии до и после лечения, стандартная ошибка и стандартное отклонение, t выборки и коэффициент свободы (f). Оценку различий между выборками проводили с использованием таблицы критериев Стьюдента, различия достоверны при $p < 0,01$.

Результаты исследования.

Оценку результатов проводили на основании показателей осциллографического индекса и инфракрасной денситометрии.

Осциллографический индекс – показатель, позволяющий локально оценить состояние кровоснабжения, регистрируя колебания стенок артерий. Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод о том, что в большинстве случаев состояние гемодинамики улучшалось после проведенного лечения ($p < 0, 01$).

Денситометрия – метод регистрации уровня плотности кости. Результаты показывают, что после лечения плотность костной ткани уменьшается в 100%, что доказывает эффективность лечения ($p < 0,01$).

Проведенный статистический анализ (таблицы 1,2) доказывает достоверность показателей и статистическую значимость различия.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика показателей осциллографического индекса до (1) и после (2) консервативного лечения асептического некроза головки бедренной кости.

	$X \pm dx$ $Y \pm dy$	S_x S_y	Эффект сравнения $\Delta \pm d$; $S\Delta$	t (выборки); p
1	7,33 \pm 0,18	1,15	6,49 \pm 3,90	2,96
2	9,44 \pm 0,17	1,13	0,91	<0,01

Примечания: $X \pm dx$; $Y \pm dy$ - среднее значение; S_x , S_y – стандартная ошибка; $d\Delta$ - стандартное отклонение разности; $S\Delta$ - стандартная ошибка разности средних величин статистики Стьюдент; t (выборки) - критерий достоверности (доверительный коэффициент Стьюдента); p - уровень значимости (вероятность ошибки); $t < 2,66 \rightarrow p > 0,01$ - различия статистически не значимы; $t > 2,66 \rightarrow p < 0,01$ - различия статистически значимы.

Среднее значение осциллографического индекса у пациентов до лечения составило 7,15-7,51, а после лечения 9,27-9,61, при этом они имеют достоверную разницу, так как $t > 2,66 \rightarrow p < 0,01$ - различия статистически значимы.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика показателей инфракрасной денситометрии до (3) и после (4) консервативного лечения асептического некроза головки бедренной кости.

	$X \pm dx$ $Y \pm dy$	S_x S_y	Эффект сравнения $\Delta \pm d$; $S\Delta$	t (выборки) p
3	$3,8 \pm 0,14$	0,92	$2,80 \pm 1,85$	2,95
4	$2 \pm 0,25$	1,63	0,40	$< 0,01$

Примечания: $X \pm dx$; $Y \pm dy$ - среднее значение; S_x , S_y – стандартная ошибка; $d\Delta$ - стандартное отклонение разности; $S\Delta$ - стандартная ошибка разности средних величин статистики Стьюдент; t (выборки) - критерий достоверности (доверительный коэффициент Стьюдента); p - уровень значимости (вероятность ошибки); $t < 2,66 \rightarrow p > 0,01$ - различия статистически не значимы; $t > 2,66 \rightarrow p < 0,01$ - различия статистически значимы.

Среднее значение инфракрасной денситометрии у пациентов до лечения составило 3,66-3,94, а после лечения 1,75-2,25, при этом они имеют достоверную разницу, так как $t > 2,66 \rightarrow p < 0,01$ - различия статистически значимы.

Во время обследования до и после лечения были получены результаты осциллографического индекса и инфракрасной денситометрии. По данным

таблиц видно, что имеется положительная динамика от проведенного лечения, которая отслеживалась при помощи оптосонографического мониторинга.

В зоне остеонекроза головки бедренной кости после лечения улучшилась гемодинамика, это отображает среднее значение осциллографического индекса, которое у пациентов после лечения увеличилось и составило 9,27-9,61, $t > 2,66 \rightarrow p < 0,01$ - различия статистически значимы (таб. 1).

Непульсовая оптическая плотность кости уменьшилась с 3,66-3,94 до 1,75-2,25, это значит, что в зоне очага после лечения начал ослабевать воспалительный процесс и спадать отек, $t > 2,66 \rightarrow p < 0,01$ - различия статистически значимы (таб. 2).

Таким образом, оптосонографический мониторинг дает возможность быстро и без особых усилий снять показания пульсовой и неппульсовой оптических плотностей, что важно для диагностики заболевания, оценки эффективности проводимого лечения и прогнозирования дальнейшего развития болезни.

Для оптосонографического мониторинга характерна высокая чувствительность к мягким тканям сустава, сосудам, нервам и жировой клетчатке. Данный метод имеет высокую точность в диагностике ($p < 0,01$).

Оптосонографический мониторинг может быть использован для проведения экспресс-диагностики АНГБК.

Обсуждение.

Описанный способ лечения асептического некроза головки бедренной кости с использованием оптосонографического мониторинга показали эффективность.

Осциллографический индекс оценивает локальное состояние кровоснабжения кости, которое до лечения было снижено из-за воспаления

костной ткани. После внутрисуставной инвазии тазобедренного сустава аутожиром, хондропротектором, плазмой, обогащенной тромбоцитами, увеличилось колебание стенок сосудов, кровообращения в зоне некроза, соответственно улучшилась жизнеспособность ткани, это отражает положительную динамику от проведенного лечения.

Инфракрасная денситометрия является непульсовым показателем минеральной плотности кости. На фоне возникшего воспаления плотность костной ткани увеличивается из-за развивающегося отека в области головки бедренной кости. После лечения плотность костной ткани нормализуется, приходит в более однородное, упорядоченное состояние, вследствие этого непульсовая оптическая плотность уменьшается.

Доказана чувствительность оптосонографического мониторинга к локальной гемодинамике костной ткани и к ее плотности. Оба показателя имеют важное значение в диагностировании патологии и определении восстановления структуры и жизнеспособности ткани. Оптосонографический мониторинг является универсальным методом исследования уровня кровоснабжения и плотности ткани из-за ряда преимуществ в виде доступности, легкости в использовании, атравматичности и неинвазивности.

Асептический некроз головки бедренной кости – это тяжелое заболевание, которое требует ранней диагностики и своевременного лечения, что предотвратить возможные осложнения. Диагностика и лечение данной патологии мало освещена авторами в научной литературе. Такая ситуация побуждает продолжать исследование этой темы с увеличением групп пациентов и дальнейшей оценкой результатов лечебно-диагностической тактики.

Практическое значение оценки консервативного лечения, которое установлено в нашем исследовании заключается в том, что современное использование нового метода лечения у данной группы больных привели к их

выздоровлению при асептическом некрозе головки бедренной кости. При этом доказательной базой являются показатели осциллографического индекса, статистически значимые до и после лечения. Клинические характеристики больных также подтверждают это.

У этой же группы больных сравнивали характеристики инфракрасной денситометрии, которые показали статистически значимый эффект сравнения с понижением, что тоже было подтверждено клиническими характеристиками этих больных.

Таким образом, впервые найдены количественные критерии осциллографического индекса и инфракрасной денситометрии, совпадающие с клинической динамикой, что является чрезвычайной перспективой в консервативных методах лечения.

Заключение.

Асептический некроз головки бедренной кости является тяжелым распространенным прогрессирующим заболеванием опорно-двигательного аппарата. Оно сопровождается обратимой и необратимой локальной ишемией. Актуальным является объективная дифференцировка диагноза и установление показаний к консервативному лечению.

Нами разработано устройство для локального определения пульсовой и неппульсовой оптических плотностей, выработаны показания к консервативному лечению. Рецидивов и осложнений после консервативного лечения не было.

Благодаря использованию оптосонографического мониторинга, качество диагностики и лечения было повышено. Наш метод имеет несколько преимуществ: он неинвазивен, доступен, не имеет противопоказаний, его легко использовать, и он полностью безопасен как для пациента, так и для врача. В сравнении с магнитно-резонансной томографией и компьютерной томографией, оптосонографический мониторинг не имеет лучевой нагрузки. Мониторинг

применяется для отслеживания позитивной динамики после проведения лечения, позволяя оценить местную гемодинамику. Оригинальный метод является высокоточным для диагностики.

Библиографический список:

1. Антонов А.В., Воловик В.Е. Асептический некроз головки бедренной кости: этиопатогенез, ранняя диагностика и лечение // *Acta Biomedica Scientifica*. – 2019. – Т.4, вып. 6. – С. 60-67. DOI: 10.29413/ABS.2019-4.6.9;
2. Башарова А.В., Пенина Г.О. Проблема инвалидизации при болезнях периферической нервной и костно-мышечной систем // *Bulletin of the International Scientific Surgical Association*. – 2017. – Т.6, вып. 3. – С. 9-11;
3. Волков К.Ю., Свинцицкая И.С., Тыренко В.В. и др. Ультразвуковая диагностика в ревматологии: возможности и перспективы // *Русский медицинский журнал*. – 2020. – вып. 7 – С. 9-13;
4. Лобашов В. В. Консервативное лечение асептического некроза головки бедренной кости у взрослых // *Гений ортопедии*. – 2020. – Т.26, вып. 4. – С. 585-592;
5. Сигал З.М., Сурнина О.В. Устройство для диагностики органной патологии // Патент РФ на изобретение № 2687775 С1 – 2019;
6. Сигал З.М., Сурнина О.В. Оптосонографический мониторинг в хирургии органной патологии. – Ижевск: ПАРАДИГМА, 2018. – с 55-57;
7. Сигал З.М., Сурнина О.В., Чернов А.В. [и др.] Способ выбора тактики лечения асептического некроза головки бедренной кости // Патент РФ на изобретение № 2829768 С1 – 2024;
8. Торгашин А.Н. Лечение асептического некроза головки бедренной кости. Клинические рекомендации // *Научно-практическая ревматология*. – 2020. – Т.58, вып. 6. – С. 637-645. DOI: 10.47360/1995-4484-2020-637-645;
9. Хужаназаров И.Э., Расулов М.Р. Диагностика и лечение асептического некроза головки бедренной кости // *Medicus*. – 2022. – Т.48, вып. 6. – С. 70-73;
10. Шарафутдинова Н.Х., Киреева Э.Ф., Николаева И.Е. и др. Статистические методы в медицине и здравоохранении: учеб. пособие – 2018– 131 с Уфа: ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России;
11. Шостак Н.А., Демидова Н.А. Остеонекроз головки бедренной кости, не связанный с травмой: патогенетические аспекты, клиническая и инструментальная картина (часть 1) // *Лечебное дело*. – 2021. – вып.2. – С. 4-16. Doi:10.24412/2071-5315-2021-12326;

12. Choi H.R., Steinberg M.E., Cheng E. // Curr Rev Musculoskelet Med. – 2015. – Т.8. – P. 210-220;
13. Li, B. A CARE-compliant article: Biomechanics of treating early-stage femoral-head osteonecrosis by using a β -tricalcium phosphate bioceramic rod system: a 3-dimensional finite-element analysis / B. Li, R. Hu, L. Sun, R. Luo, J. Zhao, X. Tian // Medicine (Baltimore). – 2018. – Vol. 97. – No 25. – P. 10808;
14. Mont M.A., Jones L.C., Hungerford D.S. Nontraumatic osteonecrosis of the femoral head: Ten years later // The Journal of bone and joint surgery. American volume. – 2006. – No 88(5). – P. 1117–1132. DOI: 10.2106/JBJS.E.01041;
15. Steffen R.T. Avascular necrosis associated with fracture of the femoral neck after hip resurfacing. Histological assessment of femoral bone from retrieval specimens / Steffen R.T., Athanasou N.A., Gill H.S., Murray D.W. // The Journal of bone and joint surgery. British volume. – 2010. – No 92(6). – P. 787–793. DOI: 10.1302/0301-620X.92B6.23377;
16. Varoga D. Differential expression of vascular endothelial growth factor in glucocorticoid-related osteonecrosis of the femoral head / Varoga D., Drescher W., Pufe M., Groth G., Pufe T. // Clinical orthopaedics and related research. – 2009. – No 467(12). – P. 3273–3282. DOI: 10.1007/s11999-009-1076-3.

Оригинальность 82%