

ВЛИЯНИЕ РАДИОЧАСТОТНОЙ ДЕСТРУКЦИИ НА МОРФОЛОГИЮ НЕРВНОЙ ТКАНИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Т.Г. Шарамко, А.А. Кулешов, А.М. Черкашов, В.И. Кузьмин, М.Е. Юдакова, М.А. Горохов

Многопрофильный медицинский центр Банка России, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва, РФ

Введение. Клиническая эффективность радиочастотной деструкции (РЧД) в лечении вертеброгенного болевого синдрома и боли при коксартрозе подтверждена многочисленными исследованиями. Однако остается открытым вопрос о морфологических изменениях нервной и окружающих ее тканей в результате направленного локального радиочастотного воздействия.

Материалы и методы. Исследование проведено на аутопсийном материале — фрагменты большеберцовых нервов от трупов 6 умерших в стационаре пациентов. Радиочастотную деструкцию проводили по стандартному протоколу: в течение 90 с при температуре 80°C. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином и по методу Бильшовского — Грос.

Результаты. Установлено, что РЧД приводит к коагуляционным повреждениям нервной ткани в виде спиралевидной деформации, фрагментации аксонов и диссоциации нервных волокон.

Заключение. Полученные данные являются морфологической основой клинической эффективности РЧД. Наличие неповрежденных шванновских клеток позволяет предполагать тропность воздействия к нервной ткани.

Ключевые слова: спондилоартроз, коксартроз, радиочастотная деструкция, морфология, миелиновая оболочка.

Influence of Radiofrequency Desrtruction on the Nerve Tissue Morfology in Experiment

T.G. Sharamko, A.A. Kuleshov, A.M. Cherkashov, V.I. Kuz'min, M.E. Yudakova, M.A. Gorokhov

Multi-profile medical center of the bank of Russia, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

Introduction. Clinical efficacy of radiofrequency destruction (RFD) for the treatment of vertebroгенic pain syndrome and pain in coxarthrosis is confirmed by multiple studies. However the matter on morphologic changes in the nerve and surrounding tissue after directed local radiofrequency effect.

Materials and methods. The study was performed on autopsy material — fragments of tibial nerve from 6 patients with lethal outcomes. Radiofrequency destruction was performed according to a standard protocol: within 90 sec under 80°C. The sections were stained with hematoxylin and eosin by Bilshowski-Gros method.

Results. It was shown that RFD causes the coagulation lesions of the nerve tissue such as spiral deformation, axon fragmentation and nerve fibers dissociation.

Conclusion. The data obtained may serve as a morphologic basis of RDF clinical efficacy. The presence of undamaged Schwann cells allows assuming the tropism of the effect upon the nerve tissue.

Key words: spondylarthrosis, coxarthrosis, radiofrequency destruction, morphology, myelin sheath.

Введение. Боли, обусловленные дегенеративными изменениями опорно-двигательного аппарата, — это не только страдания людей, но и большие социально-экономические потери. В патологический процесс вовлекаются как крупные суставы — коленный, тазобедренный, плечевой и т.д., так и мелкие, например межпозвонковые. У пациентов помимо боли зачастую выявляют нарушение функции пораженных сегментов, что в значительной степени снижает качество жизни и трудоспособность пациентов. Согласно данным эпидемиологических исследований, проведенных в странах с развитой экономикой и медициной, более 70% пациентов на первичном приеме жалуется на недомогание, связанное с заболеванием позвоночника. Это вызвано широкой распространенностью

патологических состояний позвоночника, таких как остеохондроз, спондилоартроз, спондилез и др. [1]. Дегенеративные заболевания тазобедренного сустава, такие как первичный и вторичный коксартроз, асептический некроз головки бедра и др., занимают первое место среди аналогичных поражений других суставов и составляют 1–2% от всей патологии опорно-двигательного аппарата. Заболевания тазобедренного сустава остаются наиболее частой причиной временной нетрудоспособности, а инвалидность, по данным разных авторов, составляет от 7 до 37,6% от числа всех инвалидов с поражениями опорно-двигательного аппарата [2]. Нередко артрозы требуют проведения объемных хирургических вмешательств, в том числе с использованием имплантатов, что в свою

Для цитирования: Шарамко Т.Г., Кулешов А.А., Черкашов А.М., Кузьмин В.И., Юдакова М.Е., Горохов М.А. Влияние радиочастотной деструкции на морфологию нервной ткани в эксперименте. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2017; 3: 27–31.

Cite as: Sharamko T.G., Kuleshov A.A., Cherkashov A.M., Kuz'min V.I., Yudakova M.E., Gorokhov M.A. Influence of radiofrequency destruction on the nerve tissue morfology in experiment. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2017; 3: 27–31.

очередь увеличивает риски развития осложнений и делает лечение более дорогостоящим.

В настоящее время в хирургической практике для купирования болевых синдромов, обусловленных дегенеративными изменениями, активно используются малоинвазивные технологии. Одна из них — радиочастотная деструкция (РЧД). При лечении вертеброгенного болевого синдрома применяется радиочастотная денервация межпозвонковых суставов, при лечении коксартроза — радиочастотная денервация тазобедренных суставов. В первом случае мишенью являются фасеточные нервы, во втором — запирающий нерв и суставная ветвь бедренного нерва. Клиническая эффективность данной методики доказана рядом исследований как в нашей стране, так и за рубежом [3–9]. Мы обладаем опытом лечения 66 пациентов с коксартрозом и 245 пациентов со спондилоартрозом, которым была выполнена РЧД с выраженным положительным эффектом [1, 10]. Однако остается открытым вопрос о морфологических изменениях нервной и окружающих ее тканей в результате направленного локального радиочастотного воздействия. Анализ отечественной и зарубежной литературы не выявил гистологических исследований, проведенных на нервных стволах человека, что и определило цель нашей работы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С целью оценки эффектов воздействия РЧД на ткани нами была проведена серия экспериментов на аутопсийном материале. Для этого использованы фрагменты большеберцовых нервов от трупов 6 умерших в стационаре пациентов с давностью наступления смерти не более 6 ч. Контролем служили симметричные нервные пучки контралатеральной конечности.

Осуществляли забор нервно-мышечных пучков, освобождали их от фасций и жировой клетчатки, проводили сепарирование нервного пучка на составляющие. Пучки укладывали на алюминиевый проводник (рис. 1). Наличие суправитальной реакции определялось замером сопротивления при инвазии электродом перинеурия.

Для РЧД использованы радиочастотный генератор Interventional spine MultiGen RF Console («Stryker», США), иглы и электрод длиной 10 см



Рис. 1. Нервно-мышечный пучок с установленным электродом.

с активной (неизолированной) частью 5 мм. Радиочастотную деструкцию проводили по стандартному протоколу в течение 90 с при температуре 80°C.

Исследуемую область дополнительно маркировали гистокраской. Сразу после эпизода РЧД фрагменты тканей длиной 2–2,5 см с небольшим участком подлежащей мышцы для первичной фиксации помещали на сутки в раствор забуференного 10% формалина. После первичной фиксации и дополнительной подрезки материала фрагменты тканей подвергали проводке в этиловых спиртах в гистопроцессоре карусельного типа Microm STP 120 («Thermo Scientific», США) с последующей заливкой в парафин в станции по заливке парафиновых блоков Microm EC350 («Thermo Scientific», США). Из парафиновых блоков на ротационном микротоме Microm HM 335F («Thermo Scientific», США) стандартным способом готовили гистологические срезы толщиной 2 мкм, которые затем подвергали депарафинированию и окрашивали гематоксилином и эозином (ГЭ). Дополнительно препараты окрашивали по методу Вильшовского — Грос (БГ). Импрегнируемый при этом краситель, 20% раствор азотнокислого серебра, имеющий тропность к нервной ткани, позволяет контрастировать и идентифицировать миелиновую оболочку и отростки нейронов.

Микроскопическое исследование гистологических препаратов и их фотофиксацию проводили при помощи светового микроскопа DMLS («Leica», Германия) под увеличением от 50 до 1000.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Макроскопические изменения. Непосредственно в процессе РЧД в зоне воздействия электродом определялись очаги с локальными признаками термовоздействия до 0,5 см в диаметре в виде «вскипания» с формированием коагуляционных изменений: потемнения окраски, уменьшения объема и увеличения плотности тканей.

Гистологические изменения. При изучении материала, окрашенного рутинным методом (ГЭ), определялся глыбчатый распад отдельных аксонов нейронов. В ряде случаев были отмечены гипербазофильные изменения, соответствующие коагуляционным повреждениям, с участками спиралевидной деформации, доходящей местами до фрагментации аксонов (рис. 2).

По периферии максимально поврежденных участков выявлялась диссоциация нервных волокон (рис. 3).

При осмотре оболочек нервных стволов определялось их неравномерное расслоение с формированием щелевидных пустот, заполненных воздухом, формирующихся, вероятнее всего, при термоплавлении межклеточной жидкости в процессе радиочастотного воздействия, что и проявлялось эффектом «вскипания» (рис. 4).

В отдельных полях зрения при увеличении 60 вдоль одного из краев аксонов, с нерезко выра-

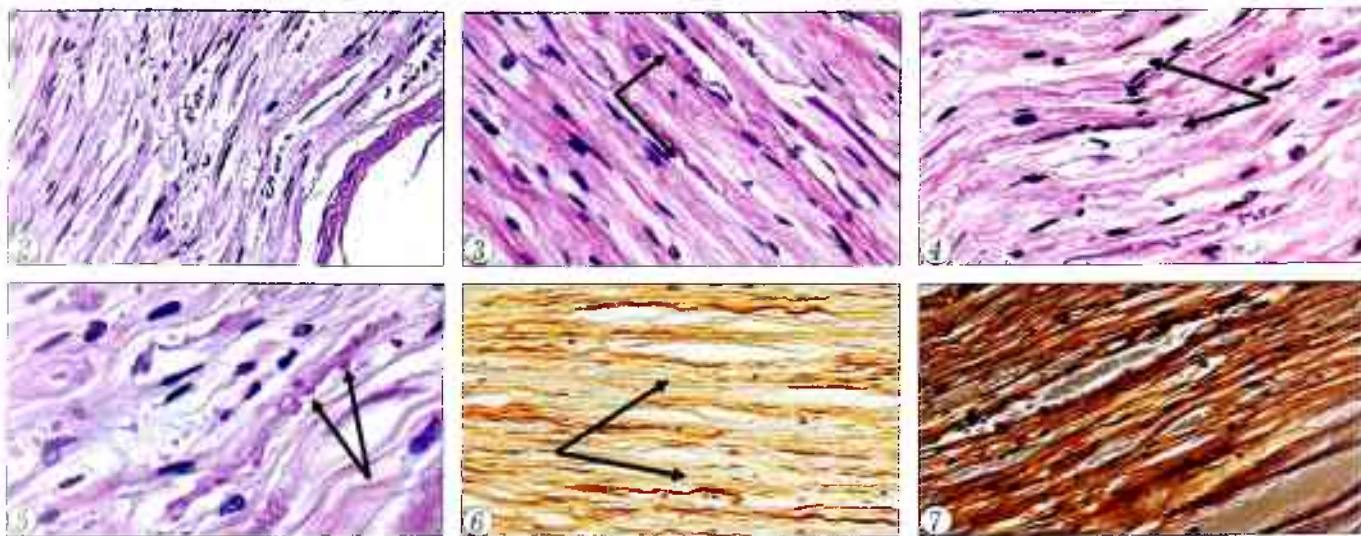


Рис. 2. Фрагмент большеберцового нерва, подвергнутого РЧД со спиралевидной деформацией (1) и фрагментацией (2) аксонов.

Здесь и на рис. 3–5: окраска гематоксилином и эозином. $\times 60$.

Рис. 3. Фрагмент большеберцового нерва, подвергнутого РЧД, с элементами диссоциации аксонов (указаны стрелками).

Рис. 4. Фрагмент большеберцового нерва, подвергнутого РЧД, с визуализируемым продольным расщеплением оболочек нервных стволов (указано стрелками).

Рис. 5. Фрагмент большеберцового нерва, подвергнутого РЧД, с гиперэозинофильными шаровидными включениями (указаны стрелками).

Рис. 6. Фрагмент большеберцового нерва, подвергнутого РЧД с цитолитическими изменениями, чередующимися с поперечной исчерченностью аксонов.

Здесь и на рис. 7 окраска по методу Бильшовского — Грос. $\times 60$.

Рис. 7. Фрагмент большеберцового нерва, подвергнутого РЧД. Шванновские клетки без признаков поперечных повреждений.

женными гиперкоагуляционными изменениями, были отмечены гиперэозинофильные шаровидные включения, расположенные линейно, отдаленно напоминающие аксональные шары, образующиеся в результате диффузных повреждений отростков нейронов (рис. 5).

При изучении срезов, дополнительно окрашенных гистохимическим методом (БГ), в аксональных структурах определялись неравномерно выраженные цитолитические изменения, чередующиеся с определенной поперечной исчерченностью, за счет чего аксоны приобрели характерную структуру, свидетельствующую об их повреждении (рис. 6).

Кроме того, отчетливо идентифицировались клетки миелиновой оболочки без признаков поперечных повреждений на всем протяжении (рис. 7).

Все указанные выше изменения носили локальный характер и не распространялись на всю протяженность изъятых фрагментов нервных стволов.

ОБСУЖДЕНИЕ

До настоящего времени было проведено несколько исследований, посвященных изучению морфологических изменений в тканях, возникающих в результате радиочастотного воздействия.

M. van Kleef и соавт. [11] оценили морфологические эффекты радиочастотного воздействия на спинномозговые ганглии коз. Были использованы электроды 22 G 100 мм с 5 мм активным кончиком. Электроды устанавливались кзади от спинномозговых ганглиев, деструкция выполнялась

при температуре 67°C в течение 60 с. В результате было отмечено полное разрушение миелиновых волокон в очаге поражения. Морфологических изменений в спинномозговом ганглии не выявлено, но было зарегистрировано увеличение активности моноклональных антител против рекомбинантной части антигена Ki-67 (MIB-1), что указывает на пролиферативную регенеративную активность нервной ткани после повреждения. S. Erdine и соавт. [12] сравнили морфологические изменения, возникающие после РЧД и пульсовой радиочастотной стимуляции спинальных ганглиев кролика [12]. В обеих группах было отмечено расширение цистерн эндоплазматического ретикулума и возрастание количества цитоплазматических вакуолей. В группе РЧД также были выявлены митохондриальные дегенерации, нарушение целостности или потеря ядерной мембраны, нейролема при этом оставалась неповрежденной. Миелиновые волокна оказались сохранены в обеих группах. В нашем исследовании мы также отметили сохранность окружающих аксон шванновских клеток.

В 2006 г. была проведена работа по сравнению морфологических эффектов пульсовой радиочастотной стимуляции и РЧД при воздействии на головной мозг крысы [13]. В обеих группах были обнаружены цитоплазматический отек, прозрачность митохондриальных крист и открытие пор в мембранах клеток, в группе РЧД эти изменения оказались более выражены. Количество поврежденных нейронов оказалось достоверно выше в группе

РЧД. После РЧД констатировали наличие участка некроза вокруг очага воздействия. Авторами был сделан вывод, что РЧД эффективна при селективном разрушении нервной ткани, однако сопряжена с высоким риском повреждения соседних здоровых нервных структур. В 2009 г. было выполнено аналогичное исследование на седалищных нервах у крыс [14]. Установлено, что РЧД приводит к разрушению миелиновых и немиелиновых волокон, цитоскелета и отеку митохондрий. Коллективом авторов из НИДОП им. Г.И. Турнера было изучено влияние радиочастотных токов на периферические нервы и мышечную ткань [15]. Мишенью являлись мышечная ткань задних конечностей и седалищный нерв кролика. Показано, что радиочастотные токи вызывают локализованные деструктивные изменения — от частичных, слабо выраженных дистрофических до тяжелых некротических. Выраженность изменений зависит как от температуры (в данной работе от 60 до 80°C), так и от продолжительности ее экспозиции (в эксперименте — от 60 до 120 с). Авторы считают необходимым дальнейшее тщательное изучение радиочастотного воздействия на ткани.

В целом во всех представленных исследованиях были получены свидетельства разрушения нервного волокна. Полученные нами результаты согласуются с данными ряда работ, свидетельствующими о сохранности миелиновой оболочки аксонов.

Заключение. Клиническая эффективность РЧД нервной ткани подтверждена многочисленными работами. В ходе настоящего исследования, впервые проведенного на аутопсийном материале, были выявлены изменения нервной ткани, а именно ее разрушение в очаге воздействия, являющиеся морфологической основой клинической эффективности РЧД, что сопоставимо с выводами отечественных и зарубежных авторов. Причина того, почему в одних исследованиях шванновские клетки оставались неповрежденными, а в других — разрушались, осталась неясной и для нас, и для других исследователей. Не вызывает сомнений, что РЧД представляет большой научный и практический интерес и требует дальнейших исследований с целью уточнения механизмов действия на органы и ткани и повышения ее эффективности, а также изучения результативности при болевых синдромах другой локализации.

ЛИТЕРАТУРА | REFERENCES |

1. Назаренко Г.И., Черкашов А.М., Кузьмин В.И. и др. Эффективность радиочастотной денервации позвоночных сегментов. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2013; 2: 26-31 [Nazarenko G.I., Cherkashov A.M., Kuz'min V.I., et al. Efficacy of spine segments radiofrequency denervation. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2013; 2: 26-31 (in Russian)].
2. Волокитина Е.А. Коксартроз и его оперативное лечение: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Курган; 2003 [Volokitina E.A. Coxarthrosis and its surgical treatment. Dr. med. sci. Diss. Kurgan; 2003 (in Russian)].
3. Акатов О.В., Древалъ О.Н., Гринев А.В. Чрескожная радиочастотная деструкция запирающего нерва при коксартрозе. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 1997; 4: 21-3 [Akotov O.V., Drevail O.N., Grinyov A.V. Percutaneous radiofrequency destruction of obturator nerve in coxarthrosis. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 1997; 4: 21-3 (in Russian)].
4. Назаренко Г.И., Черкашов А.М. Лечение спондилоартроза и дискоза шейного отдела позвоночника методом радиочастотной денервации. Хирургия позвоночника. 2004; 4: 57-62 [Nazarenko G.I., Cherkashov A.M. Treatment of spondylarthrosis and diskosis of the cervical spine by radio-frequency denervation. Khirurgiya pozvonochnika. 2004; 4: 57-62 (in Russian)].
5. Назаренко Г.И., Героева И.Б., Черкашов А.М., Рухманов А.А. Вертеброгенная боль в пояснице. Технологии диагностики и лечения: Учебное пособие для слушателей системы последилового образования. М.: Медицина; 2008 [Nazarenko G.I., Geroeva I.B., Cherkashov A.M., Rukhmanov A.A. Vertebrogenic low back pain. Diagnostic and treatment techniques. Textbook for postgraduates. Moscow: Meditsina; 2008 (in Russian)].
6. Черкашов А.М., Рухманов А.А., Назаренко А.Г. Фасеточный синдром и его лечение методом радиочастотной денервации. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2001; 4: 3-8 [Cherkashov A.M., Rukhmanov A.A., Nazarenko G.I. Facet syndrome and its treatment by radiofrequency denervation. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2001; 4: 3-8 (in Russian)].
7. Bogduk N. Evidence-informed management of chronic low back pain with facet injections and radiofrequency neurotomy. Spine J. 2008; 8: 56-64. doi: 10.1016/j.spinee.2007.10.010.
8. Fukui S., Nosaka S. Successful relief of hip joint pain by percutaneous radiofrequency nerve thermocoagulation in a patient with contraindications for hip arthroplasty. J. Anesth. 2001; 15 (3): 173-5. doi: 10.1007/s005400170023.
9. Malik A., Simopolous T., Elkersh M. et al. Percutaneous radiofrequency lesioning of sensory branches of the obturator and femoral nerves for the treatment of non-operable hip pain. Pain Physician. 2003; 6 (4): 499-502.
10. Назаренко Г.И., Черкашов А.М., Кузьмин В.И. и др. Исследование эффективности радиочастотной денервации для купирования боли при дегенеративных заболеваниях тазобедренного сустава. Травматология и ортопедия России. 2014; (2): 30-6 [Nazarenko G.I., Cherkashov A.M., Kuz'min V.I. et al. Effectiveness of radiofrequency denervation for pain relief in hip degenerative diseases. Traumatology and orthopedics of Russia. 2014; (2): 30-6 (in Russian)]. doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-30-36.
11. Van Kleef M. Radiofrequency lesions of the dorsal root ganglion in the treatment of spinal pain. Maastricht; 1996: 49-57. <https://cris.maastrichtuniversity.nl/portal/files/1354834/guid-9c6b94ca-ddec-4c5f-a590-854b7d1233c0-ASSET1.0>
12. Erdine S., Yucel A., Cimen A. et al. Effects of pulsed versus conventional radiofrequency current on rabbit dorsal root ganglion morphology. Eur. J. Pain. 2005; 9 (3): 231-6. doi: 10.1016/j.ejpain.2004.07.002.
13. Tun K., Savas A., Sargon M.F. et al. The histopathological and electron-microscopic examination of the stereotactic pulsed radiofrequency and conventional radiofrequency thermocoagulation lesions in rat brain. Neurol. Res. 2006; (28): 841-4. doi: 10.1179/016164106X110409.
14. Tun K., Cemil B., Gurcay A.G. et al. Ultrastructural evaluation of pulsed radiofrequency and conventional radiofrequency lesions in rat sciatic nerve. Surg. Neurol. 2009; 72 (5): 496-501. doi: 10.1016/j.surneu.2008.11.016.
15. Красногорский И.Н., Умнов В.В., Звозиль А.В., Новиков В.А. Изучение влияния радиочастотных токов на

состояние периферических нервов и мышечную ткань (морфологическое исследование). Нейрохирургия и неврология детского возраста. 2012; 4: 23-31 [Krasnogorskiy I.N., Umnov V.V., Zvozil' A.V., Novikov V.A. Study

of the effect of radio frequency currents on the state of the peripheral nerves and muscle tissue (morphological study). Neurokhirurgiya i nevrologiya detskogo vozrasta. 2012; 4: 23-31 (in Russian)].

Сведения об авторах: Шараenko Т.Г. — врач травматолог-ортопед многопрофильного медицинского центра Банка России; Кулешов А.А. — доктор мед. наук, рук. группы хирургии позвоночника НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Черкашов А.М. — доктор мед. наук, главный врач многопрофильного медицинского центра Банка России; Кузьмин В.И. — доктор мед. наук, зав. травматолого-ортопедическим отделением многопрофильного медицинского центра Банка России; Юдакова М.Е. — зав. патологоанатомическим отделением многопрофильного медицинского центра Банка России; Горохов М.А. — врач травматолог-ортопед многопрофильного медицинского центра Банка России.

Для контактов: Шараenko Тарас Георгиевич. E-mail: sharamko_t@mail.ru.

Contact: Sharamko Taras G. — trauma and orthopaedic surgeon of the multi-profile medical center of the bank of Russia. E-mail: sharamko_t@mail.ru.

ИНФОРМАЦИЯ

VII научно-образовательная конференция с международным участием «Проблема остеопороза в травматологии и ортопедии»

16–17 февраля 2018 г., Москва

Организаторы:

Министерство здравоохранения Российской Федерации,
Ассоциация травматологов-ортопедов России,
НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова Минздрава России,
Научно-клинический центр остеопороза НМИЦ ТО
им. Н.Н. Приорова Минздрава России,
Межрегиональная ассоциация хирургов-вертебрологов,
Медицинская ассоциация по остеонекрозу

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ:

- Диагностика, лечение, реабилитация пациентов с системным остеопорозом
- Подбор эффективной фармакотерапии
- Профилактика повторных переломов при системном остеопорозе
- Оперативное лечение пациентов с системным остеопорозом
- Методы купирования болевого синдрома у пациентов с остеопорозом
- Ортезирование у пациентов с системным остеопорозом и асептическим некрозом костей
- Сколиоз и остеопороз
- Осложнения терапии остеопороза
- Асептический некроз тазобедренного и коленного суставов
- Роль МРТ в диагностике асептического некроза
- Консервативные и оперативные методы лечения асептического некроза
- Замедленная консолидация переломов и влияние на этот процесс фармпрепаратов
- Способы влияния на процесс репаративной регенерации костной ткани
- Костнопластические материалы, эволюция развития и риски применения
- Патология суставного хряща и остеопороз

Официальный сайт мероприятия www.osteoporosis.trauma.pro