

15. Graziani F, Cei S, Tonetti M, et al. Systemic inflammation following non-surgical and surgical periodontal therapy. *J Clin Periodontol* 2010; 37 (9): 848–54.

16. Koppolu P, Durvasula S, Palaparthy R, et al. Estimate of CRP and TNF-alpha level before and after periodontal therapy in cardiovascular disease patients. *Afr Med J* 2013; 10 (15): 92.

17. Ramich T, Asendorf A, Nickles K, et al. Inflammatory serum markers up to 5 years after comprehensive periodontal therapy of aggressive and chronic periodontitis. *Clin Oral Investig* 2018. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00784-018-2398-x>

УДК 616–092.4:616–01/09:616.72–007.248:617.583

Оригинальная статья

ФАКТОРЫ РОСТА ФИБРОБЛАСТОВ И ЭНДОТЕЛИЯ СОСУДОВ ПРИ НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЯХ АРТРОЗА КОЛЕННОГО СУСТАВА

Д. М. Пучиньян — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, отдел фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, главный научный сотрудник, профессор, доктор медицинских наук; **Е. В. Гладкова** — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, начальник отдела фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, кандидат биологических наук; **Е. В. Карякина** — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, отдел инновационных проектов в травматологии и ортопедии, главный научный сотрудник, доктор медицинских наук; **Н. А. Ромакина** — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, отдел инновационных технологий в травматологии и ортопедии, старший научный сотрудник, кандидат медицинских наук; **С. В. Белова** — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, отдел фундаментальных и клинико-экспериментальных исследований, старший научный сотрудник, доктор биологических наук.

GROWTH FACTORS OF FIBROBLASTS AND VASCULAR ENDOTHELIUM IN THE EARLY STAGES OF KNEE OSTEOARTHRITIS

D. M. Puchinyan — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Studies, Chief Research Assistant, Professor, Doctor of Medical Science; **E. V. Gladkova** — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Head of the Department of Fundamental, Clinical and Experimental Studies, Candidate of Biological Science; **E. V. Karyakina** — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Innovative Projects in Traumatology and Orthopedics, Chief Research Assistant, Professor, Doctor of Medical Science; **N. A. Romakina** — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Innovative Projects in Traumatology and Orthopedics, Senior Research Assistant, Candidate of Medical Science; **S. V. Belova** — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Fundamental, Clinical and Experimental Studies, Senior Research Assistant, Doctor of Biological Science.

Дата поступления — 24.08.2018 г.

Дата принятия в печать — 06.09.2018 г.

Пучиньян Д. М., Гладкова Е. В., Карякина Е. В., Ромакина Н. А., Белова С. В. Факторы роста фибробластов и эндотелия сосудов при начальных стадиях артроза коленного сустава. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2018; 14 (3): 583–586.

Цель: сравнить и изучить взаимосвязь содержания фактора роста сосудистого эндотелия и кислого фактора роста фибробластов у лиц с начальными клинико-рентгенологическими проявлениями дегенерации гиалиновых хрящей коленных суставов и здоровых людей. **Материал и методы.** У 27 женщин с начальными признаками остеоартроза коленных суставов (основная группа, средний возраст 50,1±4,5 года) и 21 практически здоровой женщины (контрольная группа, средний возраст 49,6±4,7 года) изучено содержание фактора роста эндотелия сосудов и кислого фактора роста фибробластов в сыворотке крови иммуноферментным методом. **Результаты.** Уровни васкулоэндотелиального фактора роста и кислого фактора роста фибробластов у обследованных лиц обеих групп статистически значимо не различались. Корреляционный анализ выявил положительную связь средней силы ($r=+0,52$; $p=0,09$) между этими цитокинами в контрольной группе и слабую отрицательную ($r=-0,43$; $p=0,037$) в основной. **Заключение.** Уровни васкулоэндотелиального фактора роста и кислого фактора роста фибробластов не могут выполнять роль маркеров начальных стадий остеоартроза коленного сустава, однако корреляционные связи между их содержанием отражают изменение характера локальной регуляции кровообращения в параартикулярной зоне в латентный период заболевания.

Ключевые слова: фактор роста фибробластов, фактор роста эндотелия сосудов, остеоартроз, коленный сустав.

Puchinyan DM, Gladkova EV, Karyakina EV, Romakina NA, Belova SV. Growth factors of fibroblasts and vascular endothelium in the early stages of knee osteoarthritis. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2018; 14 (3): 583–586.

Aim: to compare and study the relationship between the maintenance of vascular endothelial growth factor and acidic fibroblast growth factor in individuals with the initial clinical and radiological manifestations of the degeneration of the hyaline cartilage of the knee joints and healthy people. **Material and Methods.** 27 women with initial symptoms of knee osteoarthritis (main group, average age 50.1±4.5) and 21 healthy women (control group, average age 49.6±4.7) were investigated for the content of serum vascular endothelial growth factor and acidic fibroblast growth factor by ELISA. **Results.** Levels of vascular endothelial growth factor and acidic fibroblast growth factor in the examined individuals of both groups were not significantly different. Correlation analysis revealed a relatively strong positive relationship ($r=+0,52$; $p=0,09$) between these cytokines in the control group and a weak negative ($r=-0,43$; $p=0,037$) in the main group. **Conclusion.** Serum acidic fibroblast growth factor and vascular endothelial growth factor cannot serve as markers of the initial stages of knee osteoarthritis, but correlation links between their content reflect a change in the nature of local regulation of blood circulation in the para-articular zone during the latent period of the disease.

Key words: fibroblast growth factor, vascular endothelial growth factor, osteoarthritis, knee joint.

Введение. Остеоартроз коленных суставов — тяжелое заболевание опорно-двигательной системы, приводящее к ухудшению качества жизни и инвалидности. Широкое распространение гонартроза и социальные последствия, связанные с ним, выдвинули вопросы совершенствования диагностики и лечения пациентов с данной патологией в разряд медико-социальных и экономических проблем [1].

В основе патологического процесса при остеоартрозе лежат воспалительно-дегенеративные процессы, в которые вовлечены суставной хрящ, субхондральная кость, синовиальная оболочка, связки, капсула и периартикулярные мышцы [1–3]. Среди крупных суставов чаще всего встречается остеоартроз коленного сустава, от которого преимущественно страдают женщины. Особенности трофики суставного хряща позволяют предположить, что развитию остеоартроза могут способствовать нарушения васкуляризации в субхондральной зоне суставообразующих костей и пролиферации хрящевых клеток. В связи с этим интерес представляют исследования экспрессии семейств факторов роста эндотелия сосудов (VEGF) и факторов роста фибробластов (FGF) у лиц с начальными проявлениями остеоартроза.

Среди многочисленных веществ, стимулирующих ангиогенез, выделяются члены семейств VEGF и FGF [4].

В настоящее время семейство VEGF представлено 6 факторами: VEGF-A; VEGF-B; VEGF-C; VEGF-D; VEGF-E и плацентарным фактором роста (PLGF — placental growth factor) [5, 6]. Одним из активаторов VEGF является гипоксия [7]. Кроме того, экспрессию VEGF стимулируют проангиогенные факторы, включая эпидермальный ростовой фактор (EGF — epidermal growth factor), основной фактор роста фибробластов (FGF-2), тромбоцитарный фактор роста (PDGF — platelet-derived growth factor) и интерлейкин-1 β (IL-1 β).

Сосудистый эндотелиальный фактор роста типа А (VEGF-A) — один из главных медиаторов в ангиогенезе. Данный цитокин экспрессируется эндотелиоцитами, фибробластами, остеобластами, тромбоцитами, лимфоцитами, полиморфно-ядерными и гладкомышечными клетками.

Семейство FGF играет ключевую роль в регуляции хондрогенеза, остеогенеза, костного и минерального гомеостаза в процессе онтогенеза организма [8, 9].

В литературе обсуждаются сигнальные пути регуляции гомеостаза хряща такими факторами роста фибробластов? как FGF-2, FGF-18 и FGF-8. Так, установлено, что FGF-2 проявляет катаболические эффекты в суставных хондроцитах, заключающиеся в ингибировании накопления внеклеточного матрикса, угнетении синтеза протеогликанов и кластеризации клеток — явлений, характерных для развития артроза; FGF-18 вызывает анаболические эффекты в суставных хондроцитах человека, индуцируя образование внеклеточного матрикса, дифференцировку хондрогенной популяции клеток, а также ингибирование клеточной пролиферации. В эксперименте на кроликах и крысах установлено, что FGF-8 выполняет роль катаболического медиатора в поддержании гомеостаза суставного хряща [10]. Имеются также сведения о том, что FGF-2 может ингибировать ангиогенез и эндохондральную оссификацию путем по-

давления экспрессии матричной металлопротеиназы-13 в гипертрофических хондроцитах [11].

Таким образом, согласно данным литературы, в развитии остеоартроза могут быть заинтересованы проангиогенные факторы роста, в том числе VEGF и FGF.

Цель: сравнить и изучить взаимосвязь содержания фактора роста сосудистого эндотелия и кислого фактора роста фибробластов у лиц с начальными клинико-рентгенологическими проявлениями дегенерации гиалиновых хрящей коленных суставов и здоровых людей.

Материал и методы. Под наблюдением находилось 48 женщин, считающих себя практически здоровыми людьми, средний возраст их составил 49,6 \pm 4,7 года. Критериями включения в исследование были женский пол, возраст от 40 до 60 лет, отсутствие системных заболеваний соединительной ткани, травм опорно-двигательной системы, острых соматических заболеваний и хронических в стадии обострения, а также инфекционно-воспалительных заболеваний. Все обследуемые лица разделены на две группы: контрольную и основную.

Основную группу составили 27 женщин (средний возраст 50,1 \pm 4,5 года), у которых при опросе и проведении рентгенологического и ультразвукового исследований коленных суставов выявлены начальные проявления гонартроза. Так, 16 человек предъявляли жалобы на периодически возникающую умеренную боль в одном из коленных суставов после нагрузки, не сопровождающуюся ограничением движений и не влияющую на качество жизни, в том числе 6 — на кратковременно возникающее ощущение хруста в коленях, обычно утром при ходьбе. У всех 27 обследуемых, в том числе у 11 женщин, не предъявлявших жалоб (40,7%), при инструментальном исследовании (рентгенография, ультразвуковое исследование) коленных суставов обнаружены начальные проявления остеоартроза коленного сустава: минимальные признаки синовита, неровности суставных поверхностей, незначительные проявления неоднородности хряща и менисков, единичные остеофиты на суставных поверхностях, истончение хряща менее 2 мм. Остальные участники исследования составили контрольную группу: 21 практически здоровая женщина (средний возраст 49,0 \pm 4,9 года), не предъявлявшая жалоб и не имевшая клинико-рентгенологических признаков гонартроза. Все обследуемые дали письменное информированное согласие. Протокол исследования одобрен этическим комитетом СГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России.

У обследуемых лиц определяли уровни FGF и VEGF-A в сыворотке венозной крови, полученной утром, натощак, из кубитальной вены. Сыворотку хранили при -20°C в морозильнике. Исследование проводили методом иммуноферментного анализа, используя ридер ANTOS 2020 (Австрия), а также иммуноферментные наборы для количественного определения VEGF-A: Human VEGF-A Platinum ELISA (кат. №BMS277/2) фирмы Bender MedSystems (Австрия) и FGF «Human FGF acidic Immunoassay» (кат. №DF00B) фирмы RD Systems China Co., Ltd (Китай). Рентгенографию обоих коленных суставов выполняли в двух стандартных отведениях с помощью цифрового аппарата Opera Swing (Италия), ультразвуковое исследование проводили при помощи ультразвукового сканера Hitachi Aloka ProSound Alpha 10 (Япония).

Статистическая обработка результатов исследования выполнена с применением программы анализа данных AtteStat (версия 12.0.5) для Excel.

Ответственный автор — Пучиньян Даниил Миронович
Тел.: +7 (905) 0342063
E-mail: puchinyan@mail.ru

Проверку вариационных рядов на нормальность распределения проводили с вычислением критерия Шапиро — Уилка. В связи с отсутствием нормальности распределения статистическую обработку вариационных рядов осуществляли непараметрическим способом Манна — Уитни с определением медианы (Me), 25%-го и 75%-го квартилей, вычислением значения критерия Манна — Уитни. Функциональные связи между изучаемыми параметрами оценивали с помощью корреляционного анализа по Спирмену. Значимыми считали отличия при $p < 0,05$.

Результаты. Проведенные исследования показали, что по содержанию FGF и VEGF-A между контрольной и основной группами статистически значимой разницы нет (таблица).

Содержание FGF и VEGF-A в сыворотке крови женщин с начальными проявлениями артроза коленного сустава и женщин контрольной группы

| Исследуемые факторы роста Me (25%; 75%) | Группа контроля | Группа сравнения | p |
|---|------------------------------|------------------------------|-------|
| Кислый FGF | 28,4 (24,9; 34,0) n=12 | 34,0 (26,3; 35,4) n=21 | 0,227 |
| VEGF-A | 202,1 (104,2; 282,6) n=24 | 205,1 (161,7; 386,6) n=27 | 0,177 |

Примечание: кислый FGF — кислый фактор роста фибробластов, VEGF-A — фактор роста сосудистого эндотелия.

Интерпретация результатов выполненного корреляционного анализа с применением шкалы Чеддока позволила установить, что у лиц контрольной группы между содержанием кислого FGF и VEGF-A имеется положительная связь средней силы ($r = +0,52$; $p = 0,09$), в то время как у лиц основной группы эта слабая связь носит отрицательное значение ($r = -0,43$; $p = 0,037$).

Обсуждение. Клинический осмотр лиц, находившихся под наблюдением, показал, что у 16 женщин имеются жалобы, относящиеся к патологии коленных суставов, но не влияющие на их образ жизни и ее качество. Более того, все эти обследуемые считали, что у них отсутствуют какие-либо нарушения со стороны опорно-двигательной системы. Проведенные рентгенологические и ультразвуковые диагностические процедуры выявили начальные признаки остеоартроза коленного сустава не только у тех, кто отметил наличие субъективных ощущений, связанных с дегенеративными изменениями суставных структур, но и у 11 женщин, у которых отсутствовали жалобы. Эти результаты совпадают с данными эпидемиологического исследования, проведенного в Великобритании в начале этого века: при отсутствии клинической симптоматики заболевания у 17% обследованных женщин в возрасте 45–65 лет были обнаружены рентгенологические признаки артроза [12]. Верификация остеоартроза, в том числе и коленного сустава, строится на рентгенографическом обследовании пациентов, в связи с чем бессимптомный период затрудняет своевременность диагностики, а следовательно, и лечения больных [12]. При этом следует учитывать, что консервативное лечение оказывается эффективным только при I–II стадиях остеоартроза [13]. Важность доклинической диагностики заболевания, диктует необходимость поиска дополнительных методов выявления начальных изменений в гиалиновом хряще, в том числе и биохимических.

Проведенное исследование по изучению содержания факторов роста VEGF и FGF, имеющих непосредственное отношение и к ангиогенезу, и к пролиферации тканей у женщин с первичными признаками гонартроза при отсутствии клинических проявлений заболевания, не обнадёжили в отношении использования данных цитокинов в качестве ранних маркеров дегенеративного поражения коленных суставов, так как не была выявлена межгрупповая разница их концентрации. Однако анализ корреляционных связей между этими двумя ростковыми факторами позволяет высказать предположение о развитии конкурентных взаимоотношений между ними во время дегенеративного процесса. Действительно, при сохранности тканей коленного сустава оба ростковых фактора выступают в едином ключе: способствуют оптимальному развитию кровеносной сети параартикулярных тканей [14–16]. Этим достигается нормальное питание субхондральной кости, а следовательно, обеспечиваются благоприятные условия для пролиферации гиалинового хряща. С другой стороны, оптимальное кровообращение в зоне коленного сустава является условием для нормального образования синовиальной жидкости, которая выполняет также роль питательной среды для суставного хряща. У лиц с начальными проявлениями дегенерации тканей коленного сустава коррелятивный метод исследования взаимоотношений между VEGF-A и FGF выявил обратную зависимость между ними, что, вполне вероятно, может отражать первичные изменения, складывающиеся на местном метаболическом уровне в процессе дегенерации гиалинового хряща и других мягких тканей сустава.

Выводы:

1. Дебют остеоартроза коленного сустава может протекать бессимптомно при наличии рентгенологических и ультразвуковых признаков начальных стадий заболевания.

2. Уровни FGF и VEGF на начальных стадиях остеоартроза коленных суставов соответствуют референтным величинам, что исключает их использование в качестве ранних маркеров гонартроза. В то же время изменение корреляционных взаимоотношений между ними с положительных в норме на отрицательные в дебюте патологического процесса следует рассматривать как признак нарушения локальной регуляции кровообращения и, соответственно, трофики суставного хряща.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках государственного задания НИИТОН ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России «Разработка комплексной методики раннего выявления нарушений ремоделирования суставного хряща у лиц с повышенным риском развития остеоартроза крупных суставов». Регистрационный номер АААА-А18-118020290176-9.

Авторский вклад: концепция и дизайн исследования — Д.М. Пучиньян, Е.В. Карякина, Е.В. Гладкова; получение и обработка данных, анализ и интерпретация результатов, написание статьи — Д.М. Пучиньян, Е.В. Карякина, Е.В. Гладкова, Н.А. Ромакина, С.В. Белова; утверждение рукописи для публикации — Д.М. Пучиньян.

References (Литература)

1. Sazonova NV, Chepeleva MV, Volokitina EA, et al. Idiopathic osteoarthritis of the knee joint of the I–II stage: immunological aspects. Traumatology and orthopedics of Russia

- 2008; 3 (49): 11–4. Russian (Сазонова Н.В., Чепелева М.В., Волокитина Е.А. и др. Идиопатический остеоартроз коленного сустава I–II стадии: иммунологические аспекты. Травматология и ортопедия России 2008; 3 (49): 11–4).
2. Kotova OV. Osteoarthritis: issues of diagnosis and treatment. *Consilium Medicum* 2013; 15 (9): 45–9. Russian (Котова О.В. Остеоартроз: вопросы диагностики и лечения. *Consilium Medicum* 2013; 15 (9): 45–9).
3. Matveev RP, Bragina SV. Current problems of knee osteoarthritis study from the position of orthopedist (literature review). *Vestnik of Saint Petersburg University. Ser. 11* 2014; (4): 186–95. Russian (Матвеев Р.П., Брагина С. В. Актуальность проблемы остеоартроза коленного сустава с позиции врача-ортопеда (обзор литературы). *Вестник СПбГУ. Сер. 11* 2014; (4): 186–95).
4. Chertok VM, Chertok AG, Zenkina VG. Endothelium-dependent regulation of angiogenesis. *Cytology* 2017; 59 (4): 243–58. Russian (Черток В.М., Черток А.Г., Зенкина В.Г. Эндотелиозависимая регуляция ангиогенеза. *Цитология* 2017; 59 (4): 243–58).
5. Gavrilenko TI, Ryzhkov ON, Parkhomenko AN. Vascular endothelial growth factor in the clinic of internal diseases and its pathogenetic value. *Ukrainian Cardiology Journal* 2011; (4): 87–95. Russian (Гавриленко Т.И., Рыжкова Н.А., Пархоменко А.Н. Сосудистый эндотелиальный фактор роста в клинике внутренних заболеваний и его патогенетическое значение. *Український кардіологічний журнал* 2011; (4): 87–95).
6. Nefedova ON, Davydova SU. The role of vascular endothelial growth factor (VEGF) and hypoxia-inducible factor (HIF) in tumor angiogenesis. *Modern problems of science and education* 2015; (3). URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17924> (date of the application: 26.09.2018). Russian (Нефедова Н.А., Давыдова С. Ю. Роль сосудистого эндотелиального фактора роста (VEGF) и гипоксия-индуцибельного фактора (HIF) в опухолевом ангиогенезе. *Современные проблемы науки и образования* 2015; (3): URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17924>, дата обращения: 26.09.2018).
7. Potente M, Gerhardt H, Carmeliet P. Basic and therapeutic aspects of angiogenesis. *Cell* 2011; 146 (6): 873–87.
8. Ornitz DM, Marie PJ. Fibroblast growth factor signaling in skeletal development and disease. *Genes Dev* 2015; 29 (14): 1463–86.
9. Teven CM, Farina EM, Rivas J, Reid RR. Fibroblast growth factor (FGF) signaling in development and skeletal diseases. *Genes Dis* 2014; 1 (2): 199–213.
10. Ellman MB, Yan D, Ahmadinia K, Chen D, An HS, Im HJ. Fibroblast growth factor control of cartilage homeostasis. *J Cell Biochem* 2013; 114 (4): 735–42.
11. Nagai H, Aoki MJ. Inhibition of growth plate angiogenesis and endochondral ossification with diminished expression of MMP-13 in hypertrophic chondrocytes in FGF-2-treated rats. *Bone Miner Metab* 2002; 20 (3): 142–47.
12. Badokin VV. Osteoarthritis of the knee. *Medical Council* 2010; (9-10): 98–103. Russian (Бадокин В.В. Остеоартроз коленного сустава. *Медицинский совет* 2010; (9-10): 98–103).
13. Chichasova NV. Clinical rationale for the use of various forms of the drug teraflex with osteoarthritis. *Modern Rheumatology* 2010; (4): 59–64. Russian (Чичасова Н.В. Клиническое обоснование применения различных форм препарата терафлекс при остеоартрозе. *Современная ревматология* 2010; (4): 59–64).
14. Sagalovsky S. Physiological role of growth factors and bone morphogenetic proteins in osteogenesis and bone fracture healing: a review. *Almanac of Clinical Medicine* 2015; (38): 113–126. Russian (Sagalovsky S. Physiological role of growth factors and bone morphogenetic proteins in osteogenesis and bone fracture healing: a review. *Альманах клинической медицины* 2015; (38): 113–26).
15. Teven CM, Farina EM, Rivas J, Reid RR. Fibroblast growth factor (FGF) signaling in development and skeletal diseases. *Genes Dis* 2014; 1 (2): 199–213.
16. Li R, Wang B., He CQ, Yang YQ, Guo H, Chen Y, Du TH. Upregulation of fibroblast growth factor 1 in the synovial membranes of patients with late stage osteoarthritis. *Genetics and Molecular Research* 2015; 14 (3): 11191–9.

УДК 616.718.42–001.5–08

Клинический случай

ЦИРКУЛЯРНАЯ ФИКСАЦИЯ ПОЗВОНОЧНИКА ПРИ КОРРЕКЦИИ СКОЛИОТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

С. В. Степухович — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения №3, кандидат медицинских наук; **В. В. Зарецков** — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, ведущий научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, профессор кафедры травматологии и ортопедии, доктор медицинских наук; **В. Б. Арсениевич** — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, заведующий травматолого-ортопедическим отделением №3, кандидат медицинских наук; **С. В. Лихачев** — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, старший научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, кандидат медицинских наук; **А. Е. Шульга** — НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, научный сотрудник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, кандидат медицинских наук; **А. В. Зарецков** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, доцент кафедры травматологии и ортопедии, кандидат медицинских наук.

CIRCULAR ANCHORAGE OF THE SPINE IN THE CORRECTION OF SCOLIOTIC DEFORMITY

S. V. Stepukhovich — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Traumatologist and Orthopedist of the Third Traumatology and Orthopedics Department, Candidate of Medical Sciences; **V. V. Zaretskov** — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Neurosurgical and Vertebrological Innovations, Leading Research Assistant; Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Traumatology and Orthopedics, Professor, Doctor of Medical Sciences; **V. B. Arsenievich** — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Neurosurgical and Vertebrological Innovations, Head of the Third Traumatology and Orthopedics Department, Candidate of Medical Sciences; **S. V. Likhachev** — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Neurosurgical and Vertebrological Innovations, Senior Research Assistant, Candidate of Medical Sciences; **A. E. Shul'ga** — Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery of Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Neurosurgical and Vertebrological Innovations, Research Assistant, Candidate of Medical Sciences; **A. V. Zaretskov** — Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Department of Traumatology and Orthopedics, Associate Professor, Candidate of Medical Sciences.

Дата поступления — 24.08.2018 г.

Дата принятия в печать — 06.09.2018 г.