

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ NPWT ПРИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ШЕЙКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ У ПАЦИЕНТОВ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА

Кабанов М.Ю.^{1,2}, Семенов К.В.^{1,2}, Поликарпов А.В.*¹, Беседин И.И.²

¹ ГБУЗ Госпиталь для ветеранов войн, г. Санкт-Петербург

² ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова, г. Санкт-Петербург

DOI: 10.25881/20728255_2021_16_4_124

Резюме. В статье освещены вопросы современного состояния проблемы переломов проксимального отдела бедра пациентов пожилого и старческого возраста. Среди большого количества пациентов данной возрастной группы повышены риски развития инфекции в области хирургического вмешательства после эндопротезирования тазобедренного сустава. Подчеркнута важность использования NPWT в лечении и профилактики инфекции области хирургического вмешательства пациентов старшей возрастной группы с полиморбидной патологией.

Ключевые слова: перелом шейки бедренной кости, NPWT, инфекция области хирургического вмешательства, профилактика инфекции.

Введение

Перелом шейки бедренной кости довольно часто встречающаяся травма среди пациентов пожилого и старческого возраста на фоне остеопороза. Консервативный подход лечения не позволяет ожидать полного восстановления функции сустава. В большинстве случаев данное состояние требует оперативного лечения — эндопротезирование тазобедренного сустава в кратчайшие сроки после получения травмы, с целью полностью или частично восстановить двигательную активность пациента. Ежегодно отмечается увеличение количества оперативных вмешательств при переломе шейки бедренной кости, в связи с этим наблюдается прямопропорциональный рост инфекции в области хирургического вмешательства. Профилактика является основным методом борьбы и предупреждения случаев инфекционных осложнений при эндопротезировании крупных суставов, особенно для пациентов пожилого и старческого возраста.

Современное состояние проблемы

Перелом шейки бедренной кости пациентов пожилого и старческого возраста является распространенным типом остеопоротического перелома, который часто встречается среди женщин старше 65 и мужчин старше 70 лет. Эпидемиологический анализ показал, что в 2020 г. было обнаружено более 2 млн. новых случаев, а ежегодный рост ожидается на уровне 25%. Таким образом, к 2050 г. можно ожидать 6,3 млн. случаев заболевания [1]. Примерно 47% переломов бедренной кости идентифици-

USING NPWT IN HIP JOINT ARTHROPLASTY ASSOCIATED WITH FEMUR NECK FRACTURES IN ELDERLY PATIENTS

Kabanov M.Yu.^{1,2}, Semencov K.V.^{1,2}, Polikarpov A.V.*¹, Besedin I.I.²

¹ Hospital for veterans of wars, Saint-Petersburg

² NWSMU named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg

Abstract. The article deals with the current state of the problem of fractures of the proximal femur in elderly and senile patients. Among a large number of patients in this age group, there are high risk of developing infection in the area of surgical intervention after hip arthroplasty. The importance of using NPWT in the treatment and prevention of surgical site infection in older patients with polymorbid pathology is emphasized.

Keywords: femur neck fracture, NPWT, surgical site infection, prevention of infection.

руются как субкапитальные переломы шейки бедренной кости, а 38% локализируются в межвертельной области [2]. С увеличением продолжительности жизни заболеваемость, смертность и медицинские расходы при переломе шейки бедренной кости среди пожилых пациентов ежегодно увеличиваются. По данным Бронштейн А.С., уровень смертности пациентов старших возрастных групп составляет от 2,3 до 13,9% во время госпитализации. Несмотря даже на своевременное выполнение хирургического вмешательства, уровень смертности остается высоким и составляет от 12 до 23% через 6 недель после операции. Данные показатели в 6–15 раз выше, чем при плановых операциях на тазобедренном суставе [3].

Roberts K.S. et al. показали, что каждый третий случай приводит к летальному исходу в течение первого года после получения травмы, а среди остальной группы больных наблюдается снижение качества жизни. После эндопротезирования тазобедренного сустава по поводу перелома шейки бедренной кости, многие пожилые пациенты сталкиваются с снижением уровня двигательной активности, и более 30% пациентов не в состоянии самостоятельно передвигаться. Показатель выздоровления демонстрирует, что менее 15% пациентов полностью восстанавливаются до уровня активности, существовавшего до момента травмы [4]. При переломах шейки бедренной кости пациентов старшей возрастной группы с полиморбидной патологией выходят на первый план обострения хронических заболеваний, что сопровождается ухудшением общего состояния пострадавшего.

* e-mail: multifisher@mail.ru

Поэтому лечение данного перелома в пожилом возрасте, должно быть сосредоточено на восстановлении жизненно важных функций и общего состояния организма, в то время как лечение травматологической патологии не всегда является приоритетом. Принимая во внимание конкретное заболевание, все большее число экспертов советуют отклоняться от традиционного подхода к лечению травм и включать экстратравматологические факторы в практику хирурга. Данная тенденция существенно повлияла на лечение пожилых пациентов с переломом шейки бедренной кости [5].

По данным литературных источников эндопротезирование тазобедренного сустава является основным методом лечения переломов шейки бедренной кости. В первые 6 месяцев после травмы частота осложнений и летальность не оперированных пациентов в 6–8 раз выше, чем прооперированных, независимо от переносимости хирургического вмешательства [6; 12; 19]. Рекомендуют придерживаться индивидуального алгоритма лечения больного, который должен быть разработан на основе общего состояния пациента, психического и когнитивного состояния, социального функционирования, способности к самостоятельной жизни, качества плотности кости, рисков развития послеоперационных общих и инфекционных осложнений и т. д. [7].

Coleman M. et al. опубликовали сообщение, что несмотря на значительные успехи в данной области, эндопротезирование тазобедренного сустава может приводить к осложнениям. Одним из наиболее важных потенциальных является инфекция области хирургического вмешательства (ИОХВ) [8].

Развитию послеоперационных осложнений по данным Izakovikova P. et al., способствуют следующие причины:

1. Нарушения, вызванные основным заболеванием;
2. Нарушение функций жизненно важных систем (дыхательной; сердечно-сосудистой, печени, почек), обусловленными сопутствующими болезнями;
3. Последствия дефектов выполненных операций или использованием несоответствующих методик и физико-биологическими свойствами самой раны [9].

По данным отечественных и зарубежных авторов средняя частота послеоперационных осложнений близка к 10%. Доля инфекции области хирургического вмешательства достигает 80%, наиболее распространенными из них являются воспалительные осложнения послеоперационных ран, которые встречаются среди 2–30% оперированных [10; 11]. Поверхностные инфекции поражают только кожу и подкожную жировую клетчатку, тогда как «глубокие» инфекции поражают более глубокие слои и металлические конструкции и компоненты эндопротеза.

По данным J. Carres et al. глубокая перепротезная инфекция имеет серьезные последствия для пациентов с переломом шейки бедренной кости, приводит к ревизионным операциям с удалением компонентов имплантов

и постановкой антибактериальных спейсеров, при этом значительно увеличивается время пребывания в стационаре, как следствие в 4,5 раза выше риски летальных исходов [12].

В исследовании R.E. Redfern et al., частота глубокой инфекции при эндопротезировании тазобедренного сустава не изменилась в исследовательской группе с применением NPWT по сравнению с контрольной (1,0% против 1,25%), однако общий уровень инфекционных осложнений (включая инфекцию поверхностных ран) значительно снизился (3,5% против 1,0%, $P = 0,04$). Общая частота осложнений была ниже в группе с NPWT, чем в контрольной (1,5% против 5,5%, $P = 0,02$).

Таким образом, можно сделать вывод, что использование NPWT при артропластики крупных суставов в комплексной популяции пациентов снизила общую частоту осложнений, но не оказала существенного влияния на частоту развития глубокой инфекции. Авторы считают, что необходимы дальнейшие исследования для определения клинических и экономических преимуществ рутинного использования вакуум-терапии ран [13].

Исследования зарубежных авторов показали, что пожилые пациенты имеют более высокий риск возникновения осложнений после тяжелой травмы и хирургических вмешательств [14–16].

Norch R.E. et al. и C. Willy et al. сделали выводы о том, что использование NPWT имеет положительное влияние на заживление ран и снижает количество осложнений в послеоперационной ране в сочетании с безопасным применением и низким риском побочных эффектов [17; 18].

Риск осложнений возрастает при экстренных и длительных операциях. Фактор длительности операции — один из самых частых в развитии бактериальных осложнений. Нередко его называют маркером травматичности и технических проблем.

В последних публикациях специалистов специализированных центров эндопротезирования отмечается, что показатель возникновения инфекции после первичного вмешательства не превышает 3%, а ревизионного вмешательства — около 7%. Риск возникновения парапротезной инфекции сустава после первичной операции в области тазобедренного сустава в течение двухлетнего наблюдения составляет 0,5–2% [19]. С третьего года наблюдения риск гематогенного инфицирования составляет 2,3 случая инфекции на 1000 протезирований в год [20].

Патоморфологические особенности течения раневого процесса

Процесс заживления ран среди пациентов пожилого и старческого возраста может быть затруднен или остановлен множеством факторов, включая ожирение, сахарный диабет, курение, сосудистые заболевания, инфекции, почечную недостаточность и недоедание [39].

Помимо хронических заболеваний, преимущественно встречающихся среди пожилых, нарушения зажив-

ления ран также вносят основной вклад в возрастную инвалидность, и влияет на значительное ухудшение качества жизни [43].

Пожилые люди особенно предрасположены к аномальному заживлению ран в связи с естественным старением организма и наличием сопутствующих хронических патологических процессов [40]. Такой эффект «чистого старения» клинически проявляется к возрасту 60 лет и становится статистически значимым к 70 годам. В связи с этим для разработки и внедрения успешных терапевтических стратегий важно понять механизмы, лежащие в основе нарушения заживления ран для данной категории больных [42].

Известно, что все раны, в том числе и операционные, заживают в процессе ряда патофизиологических, биологических процессов, охваченных понятием «раневое воспаление», которое рассматривается как физиологическая реакция организма. Заживление ран происходит за счет комбинации перекрывающихся фаз, включая начальную воспалительную реакцию, пролиферативную фазу и финальную фазу ремоделирования [41]. Каждая операционная рана проходит две фазы раневого процесса гидратации и дегидратации, в связи с чем на определенных этапах устанавливаются соответствующие классические признаки острого воспаления. Так, первой реакцией на любую рану является сужение поврежденных кровеносных сосудов и активация тромбоцитов с образованием фибринового сгустка [20]. Сгусток фибрина прекращает кровоток и обеспечивает основу для поступающих воспалительных клеток. Нейтрофилы немедленно рекрутируются в сгусток в качестве первой линии защиты от бактерий. Моноциты рекрутируются внутри через 48–96 ч после травмы и превращаются в активированные тканями макрофаги в месте раны [22; 23].

Течение раневого процесса среди такой возрастной группы пациентов, сопровождается замедлением воспалительной реакции, функция макрофагов и фибробластов нарушается, ангиогенез снижается и реэпителизация подавляется. Также в послеоперационных ранах всегда имеет место инфекция, которая нарушает регенеративные процессы и заживление ран. Особенно бурное размножение микроорганизмов отмечается через 6–8 часов от начала операции, чему способствуют протеолитические и гидролитические ферменты, которые выделяются при разрушении клеток и создают благоприятные условия для развития раневой инфекции [21].

Наиболее частыми возбудителями инфекций послеоперационных ран являются *S.aureus* — 17%, энтерококки — 13%, коагулазонегативный стафилококк — 12%, *E.coli* — 10%, *P.aeruginosa* — 8%, *Enterobacter spp.* — 8%, *P. mirabilis* — 4%, *K. pneumoniae* — 3%, *Streptococcus spp.* — 3%, *C. albicans* — 2%, *Citrobacter spp.* — 2%, *S. marcescens* — 1%, *Candida spp.* — менее 1% [22].

J.E. Park et al. утверждают, что спектр микроорганизмов в послеоперационных ранах определяется видом и длительностью оперативного вмешательства, также

временем пребывания пациента в стационаре перед операцией [23].

Современные возможности в лечении при помощи NPWT

Терапия ран с применением отрицательного давления, в своем наиболее употребляемом варианте — вакуумное закрытие раны, была внедрена в США в 1997 г. Morykwas M.J. et al., который применил закрытие с помощью вакуума на модели раны свиньи. Первоначальная методика заключалась в наполнении раны пеной, закрытии и герметизации адгезивной салфеткой и применении 125 мм рт.ст. отрицательного давления либо непрерывно, либо периодически. Данный вид NPWT привел к увеличению кровотока, грануляционной ткани с уменьшением роста бактерий [24].

Субатмосферное давление применяется к раневой поверхности, которая герметизируется тонким слоем абсорбирующего материала и соединяется через трубку с всасывающим устройством и дренажной системой сбора. VAC приобретает все большую популярность как метод, который сокращает количество перевязок, может применяться сразу у постели больного и может уменьшить период ухода за раной в целом. VAC является вспомогательным методом заживления выборочных хирургических ран с высоким риском осложнений, острых ран и определенных хронических ран после неудачного первичного заживления [25].

Karlan M et al. показали более быстрое выздоровление пациентов которые пострадали от тяжелой травмы с дефектами мягких тканей, если устройство NPWT было применено раньше, то есть на 1 или 2 сутки после операции, по сравнению с пациентами, которые получили это лечение позже [32]. Согласно результатам Horch et al. раннее применение NPWT, по-видимому, оказывает положительное влияние на заживление ран [33]. NPWT ускоряет формирование грануляционной ткани за счет факторов местного субатмосферного давления и дренирования выделений из раны. Принципы VAC относительно хорошо отработаны [26].

Эффекты NPWT могут быть разделены на следующие группы:

- 1) внеклеточные (усиление кровотока и уменьшение отека, что положительно влияет на раневую среду);
- 2) клеточные (формирование грануляционной ткани и клеточный синтез);
- 3) комплексные (очищение раны, контроль инфекции, возможность анализа полученного экссудата) [35].

В представленных отчетах Gomoll et al., Reddix et al. и Stannard et al., которые опубликовали две оценки результатов лечения пациентов с высоким индексом массы тела, перенесших перелом шейки бедра с использованием традиционных устройств NPWT, установленных на — 75 мм рт. ст. на срок до трех дней на послеоперационной ране. В контрольной группе больных частота инфицирования и расхождения краев раны уменьшилась примерно в шесть раз, с 6% до 1% и с 3% до 0,5%, соот-

ветственно, по сравнению со стандартными случаями без использования NPWT [36–38].

Pauser et al. провели исследование, в котором изучали профилактическое использование NPWT после гемиаартропластики при переломах шейки бедренной кости. 11 пациентов были рандомизированы в группу NPWT и 10 — в контрольную группу (окклюзионная повязка). Конечными точками, выбранными для анализа, были количество смен повязки ($P < 0,0001$), дни секреции раны ($P = 0,0005$) и время ухода за раной ($P < 0,0001$). Статистическая значимость была достигнута по всем трем конечным точкам в пользу группы NPWT. Кроме того, в группе NPWT наблюдалось снижение заболеваемости серомами (36% против 80%) [34].

В научной литературе России вопрос применения VAC в лечении больных ортопедотравматологического профиля освещен мало. На сегодняшний день не опубликовано результатов перспективных клинических исследований, сравнивающих различные устройства и отдаленные результаты при применении VAC на отечественной выборке пациентов преклонного возраста. В основном литературные источники содержат доказательство эффективности VAC в лечении хронических диабетических ран [27], венозных язв [28] и пролежней [29].

Руссу И.И. и соавт. представили возможность использования вакуумной терапии в лечении перипротезной инфекции после артропластики тазобедренного сустава. Проведенные исследования демонстрируют эффективность метода вакуумной терапии при сочетании со стандартными методиками и лечения перипротезной инфекции. Клинический эффект проявляется уменьшением отека тканей, адекватным удалением раневого экссудата, уменьшением концентрации микрофлоры в зоне операционной раны, ростом грануляций, стимуляции эпителизации, сокращением длительности госпитализации. Все эти эффекты привели к тому, что число случаев, когда удалось сохранить имплант, увеличилось (в процентном соотношении) с 25% в ретроспективной до 50% в проспективной группах [30]. В другом исследовании авторы эффекты вакуумной терапии, заключающиеся в предотвращении появления струпа, уменьшении отека тканей, адекватном удалении раневого экссудата, уменьшении концентрации микрофлоры в зоне операции, позволяют сохранить имплант в 78,8% наблюдений (в отличие от 52,9% случаев при использовании стандартных методов лечения перипротезной инфекции) [31].

Заключение

На основании проведенного анализа литературы можно констатировать, что в настоящее время отсутствует алгоритм оптимального использования NPWT при лечении послеоперационных ран у пациентов пожилого и старческого возраста при эндопротезировании тазобедренного сустава связанного с переломами шейки бедренной кости. Анализ имеющихся данных позволяет

судить о необходимости детального изучения данного вопроса. Вакуум-терапия, используемая при эндопротезировании тазобедренного сустава, представляет собой развивающийся подход к лечению, который дает первые надежды на возможность снизить частоту послеоперационных инфекционных осложнений, ускорить заживление раны среди пациентов старших возрастных групп, как следствие приступить к раннему восстановительному этапу лечения, тем самым увеличить реабилитационный потенциал и повысить качество жизни больного с полиморбидной патологией.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Иругова Э.З., Мухадиева Л.Б., Мидов А.З., Сабанова Р.К. Переломы шейки бедра в структуре сочетанной травмы // Вестник молодого ученого. — 2020. — Т.9. — № . — С.3-5. [Irugova EZ, Mukhadieva LB, Midov AZ, Saubanova RK. Fractures of the femoral neck in the structure of combined trauma. Bulletin of the Young scientist. 2020; 9(1): 3-5. (In Russ).]
2. Агаджанян В.В., Пронских А.А., Евсюков А.В. и др. Тактика лечения переломов проксимального отдела бедренной кости у пациентов пожилого и старческого возраста // IX съезд травматологов-ортопедов России: тез. докл. — Саратов, 2010. — Т.1. — С.74-75. [Agadzhanyan VV, Pronskikh AA, Evsyukov AV, et al. Tactics of treatment of fractures of the proximal femoral in elderly and senile patients. In: IX congress of traumatologists-orthopedists of Russia; Saratov, 2010; (1): 74-75. (In Russ).]
3. Бронштейн А.С., Луцевич О.Э., Ривкина В.Л., Зеленина А.В. Пожилой хирургический больной: руководство для врачей. — М., 2012. — С.17-19, 42-43. [Bronstein AS, Lutsevich OE, Rivkina VL, Zelenina AV. Elderly Surgical Patient: A Guide for Physicians. 2012: 17-19, 42-43. (In Russ).]
4. Roberts KS, Brooks VV, Evseeva DS, Severino K. Treatment of femoral neck fractures in the elderly. About Am Acad Orthop Surg. 2015; 23(2): 131-7.
5. Chammout G, Murano, Laurencikas E, Body H, Kelly-Paterson P, Sjöo H, et al. There are more complications with uncemented than with cement legs of the femur in total hip replacement with hip neck fractures with displacement in the elderly. Acta Orthop. 2017; 88(2): 145–51.
6. Maja L, Piatti A, Pecoraro V, Ricci C, Virgili G, Salanti G, etc. In hip fracture surgery, time is important: patients operated on within 48 hours have the best results. Meta-analysis and meta-regression of more than 190,000 patients. PLoS One. 2012; 7(10): e46175.
7. Lewis PM, Waddell JP. When is the best time to operate on a patient with a hip fracture? Review of the available literature. Bone Joint J. 2016; 98-B(12): 1573-81.
8. Coleman M, Wright A, Green G, Sicca P, Page HC, Tarkin I. A long operation time increases the frequency of infection in fractures of the tibial plateau. Injury, damage. 2013; 44(2): 249-52.
9. Izakovikova P, Berens O, Trumpuz A. Infection of the periprosthetic joint: modern concepts and perspectives. EFORT Open Rev. 2019; 4(7): 482-94.
10. Noailles T., Brulefert K, Chalopin A, Long is PM, Goin F. What are the risk factors for postoperative infection after hip hemiarthroplasty? A systematic review of the literature. Int Orthop. 2016; 40(9): 1843-8.
11. Белов М.В., Дегтярев А.А., Ершова О.Б. и др. Опыт раннего оперативного лечения пациентов с остеопоротическими переломами проксимального отдела бедра // Остеопороз и остеопатии. — 2020. — Т. 23. — №1. — С.49-50. [Belov MV, Degtyarev AA, Ershova OB, et al. Experience of early surgical treatment of patients with osteoporotic fractures of the proximal femur. Osteoporosis and osteopathy. 2020; 23(1): 49-50. (In Russ).]
12. Carres J, Kievvet N, Ehrenberg JP, Wrowenraetz BC. Predicting Early Mortality After Hip Fracture Surgery: Estimating Hip Fracture Mortality, Amsterdam. J Orthop Trauma. 2018; 32(1): 27-33.

13. Roberta E, Redfern Ph, Da Claire Cameron-Ruetzb, Simone K, O'Drobinak PA-Cc, John T, Chen PhDd, Karl J, Beer MDc. Closed Incision Negative Pressure Therapy Effects on Postoperative Infection and Surgical Site Complication After Total Hip and Knee Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*. 2017; 32(11): 3333-3339.
14. Berstock JR, Beswick AD, Lenguerrand E, Whitehouse MR, Blom AW. Mortality after total hip replacement surgery: a systematic review. *Bone Joint Res*. 2014; 3: 175-82. doi: 10.1302/2046-3758.36.2000239.
15. Smith T, Pelola K, Ball M, Ong A, Myint PK. Pre-operative indicators for mortality following hip fracture surgery: a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing* 2014; 43: 464-71.
16. Belmont PJ Jr, Goodman GP, Hamilton W, Waterman BR, Bader JO, Schoenfeld AJ. Morbidity and mortality in the thirty-day period following total hip arthroplasty: risk factors and incidence. *J Arthroplasty* 2014; pii: S0883-5403(14)00356-8. doi: 10.1016/j.arth.2014.05.015.
17. Horch RE, Gerngross H, Lang W, Mauckner P, Nord D, Peter RU, Vogt PM, Wetzel-Roth W, Willy C. Indications and safety aspects of vacuum-assisted wound closure. *MMW Fortschr Med*. 2005; 147(1): 1-5.
18. Willy C, von Thun-Hohenstein H, von Lubken F, Weymouth M, Kossmann T, Engelhardt M. Experimental principles of the V.A.C.-therapy — pressure values in superficial soft tissue and the applied foam. *Zentralbl Chir*. 2006; 131(1): 50-61.
19. Endo A, Baer HJ, Nagao M, Weaver MJ. Model for the prognosis of hospital mortality after surgical treatment of a hip fracture. *J Orthop Trauma*. 2018; 32(1): 34-38.
20. Clark RA. Fibrin is a many splendored thing. *J Invest Dermatol* 121: xxi–xxii, 2003. doi:10.1046/j.1523-1747.2003.12575.x.
21. Kong HH, Segre JA. Skin microbiome: looking back to move forward. *J Invest Dermatol*. 2012; 132: 933-939. doi:10.1038/jid.2011.417.
22. Wilgus TA, Roy S, McDaniel JC. Neutrophils and Wound Repair: Positive Actions and Negative Reactions. *Adv Wound Care (New Rochelle)*. 2013; 2: 379-388. doi:10.1089/wound.2012.0383.
23. Park JE, Barbul A. Understanding the role of immune regulation in wound healing. *Am J Surg*. 2004; 187(5A): 11S-16S. doi:10.1016/S0002-9610(03)00296-4.
24. Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann Plast Surg*. 1997; 38: 563-76.
25. Ubbink DT, Westerbos SJ, Evans D, Land L, Vermeulen H. Topical negative pressure for treating chronic wounds. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008. 3: CD001898. doi: 10.1002/14651858.
26. McNulty AK, Schmidt M, Feeley T, Villanueva P, Kieswetter K. Effects of negative pressure wound therapy on cellular energetics in fibroblasts grown in a provisional wound (fibrin) matrix. *Wound Repair Regen* 2009; 17: 192-9. PMID: 19320887.
27. Зайцева Е.Л., Токмакова А.Ю. Вакуум-терапия в лечении хронических ран // Сахарный диабет. — 2012. — №3. — С. 45-9. [Zaitseva EL, Tokmakova AYU. Vacuum therapy in the treatment of chronic wounds. *Diabetes mellitus*. 2012; 3: 45-9. (In Russ).]
28. Никитин В.Г., Оболенский В.Н., Семенистый А.Ю., Сычев Д.В. Вакуум-терапия в лечении ран и раневой инфекции // Русский медицинский журнал. — 2010. — №17. — С. 064-1072. [Nikitin VG, Obolensky VN, Semenisty AYU, Sychev DV. Vacuum therapy in the treatment of wounds and wound infection. *Journal Russian medical*. 2010; 17: 1064-1072. (In Russ).]
29. Абрамов А.Ю. Вакуум-терапия в регуляции раневого процесса у больных пожилого и старческого возраста. [Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук]. — Ярославль, 1992. [Abramov AYU. Vacuum therapy in the regulation of the wound process in elderly and senile patients. [dissertation.] Yaroslavl; 1992. (In Russ).]
30. Руссу И.И., Линник С.А., Ткаченко А.Н. и др. Использование вакуумной терапии в лечении перипротезной инфекции после артропластики тазобедренного сустава // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. — 2017. — Т.19. — №8. — С.50-54. [Russu II, Linnik SA, Tkachenko AN, et al. The use of vacuum therapy in the treatment of periprosthetic infection after arthroplasty of the hip joint. *Journal of scientific articles Health and education in the XXI century*. 2017; 19(8): 50-54. (In Russ).]
31. Руссу И.И., Линник С.А., Ткаченко А.Н. и др. Применение метода локального отрицательного давления в комплексном лечении ранней перипротезной инфекции после эндопротезирования тазобедренного сустава // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. — 2018. — Т.177. — №1. — С.41-44. [Russu II, Linnik SA, Tkachenko AN, et al. Application of the method of local negative pressure in the complex treatment of early periprosthetic infection after hip arthroplasty. *Vestn Khir Im I I Grek*. 2016. 177(1): 41-44. (In Russ).] doi: 10.24884 / 0042-4625-2018-177-1-41-44.
32. Kaplan M, Daly D, Stemkowski S. Early intervention of negative pressure wound therapy using vacuum-assisted closure in trauma patients: impact on hospital length of stay and cost. *Adv Skin Wound Care*. 2009; 22: 128-32.
33. Horch RE, Münchow S, Dragu A. Erste Zwischenergebnisse der Perfusionsbeeinflussung durch Prevena: Gewebperfusionsmessung. *Zeitschrift für Wundheilung*. 2011; A16: 19-20.
34. Pauser J, Nordmeyer M, Bieber R, Jan J, Kopschina S, Bel HJ, Brem MH. Postoperative therapy of wounds with negative pressure after hemiarthroplasty for hip fractures-reduction of wound complications. *Int J Wound*. 2014; August 14.
35. Pitto RP, Sedel L. Periprosthetic joint infection in hip arthroplasty: is there a relationship between infection and bearing surface type? *Clin. Orthop. Relat. Res*. 2016; 474: 2213-2218.
36. Gomoll AH, Line, Harris MB. Postoperative closing therapy using a vacuum. *J Orthop Trauma*. 2006; 20: 705-709.
37. Reddick RN, Len XI, Woodall J, Jackson B, Dedmond B, Webb LX. The effect of postoperative negative pressure therapy on wound complications after acetabulum fracture surgery. *J Surg Orthop Adv*. 2010; 19: 91-7.
38. Stannard JP, Robinson JT, Anderson ER, McGavin J, Volga DA, Alonso JE. Negative pressure wound treatment for the treatment of hematomas and surgical incisions after high-energy trauma. *J Trauma*. 2006; 60: 1301-6.
39. Ansell DM, Izeta A. Pericytes in wound healing: friend or foe? *Exp Dermatol*. 2015; 24: 833-834. doi:10.1111/exd.12782.
40. Garro O, Hosein VN, Badr G. Wound healing: time to look for intelligent, "natural" immunological approaches? *BMC Immunol*. 2017; 18: 23.
41. Ansari S, Hassan M, Barry HD, et al. Risk factors associated with surgical site infections: a retrospective report from a developing country. *Cureus*. 2019; 11(6): e4801.
42. Gould L, Abadir P, Brehm X, et al. Healing and healing of chronic wounds in the elderly: current status and future research. *Regeneration of wound recovery*. 2015; 23(1): 1-13.
43. Kirchner S, Lei V, MacLeod AS. The Cutaneous Wound Innate Immunological Microenvironment. *Int J Mol Sci*. 2020; 21(22): 8748.