

Применение полипропиленовых сетчатых имплантатов в торакальной хирургии

© С.А. БЕЛОВ¹, А.А. ГРИГОРЮК²

¹Приморский краевой противотуберкулёзный диспансер, ул. Пятнадцатая, д.2, Владивосток, 690041, Российская Федерация

²Тихоокеанский государственный медицинский университет, ул. Острякова, д.2, Владивосток, 690002, Российская Федерация

Широкое внедрение в клинику синтетических трансплантатов стало возможным после соответствующего развития фундаментальных наук и технологий их производства. Имплантаты прочно вошли в практику в таких разделах как ангиохирургия, ортопедия, гинекология, абдоминальная и торакальная хирургии. Наиболее часто синтетические материалы применяются в виде сетчатых протезов. По результатам обзора литературы показано развитие и совершенствование техники использования полипропиленовых сетчатых имплантатов в торакальной хирургии. Представлено применение полипропиленовой сетки в реконструкции грудной стенки, создании компрессии легкого, закрытии дефекта диафрагмы. Основная причина применения сетчатых трансплантатов в торакальной хирургии – это повышение эффективности хирургических методов лечения, устранение проблем нарушения механизма дыхания и осложнений, связанных с ним. Изучение биологических свойств сетчатых имплантатов и репаративных процессов позволяет расширить возможности и перспективы дальнейшего применения их в торакальной хирургии, как в резекционном и пластическом направлениях, так и при коллапсохирургии. Комбинации различных видов синтетических материалов, позволяет не только осуществлять механическую поддержку в хирургии грудной клетки, но и обеспечивать хорошие функциональные результаты работы органов.

Ключевые слова: торакальная хирургия; сетка; имплантат

Application of Polypropylene Mesh Implants in Thoracic Surgery

© S.A. BELOV¹, A.A. GRIGORYUK²

¹Seaside regional antituberculous dispensary, Vladivostok, Russian Federation

²Pacific State Medical University, Vladivostok, Russian Federation

The widespread introduction of synthetic grafts into the clinical practice became possible after recent advances in fundamental sciences and production technologies. Now implants are in common use in angiosurgery, orthopedics, gynecology, abdominal and thoracic surgery. Most often, synthetic materials are used in mesh prostheses. The results of literature review demonstrate rapid development and advances of the polypropylene mesh implant techniques in thoracic surgery. The authors highlight the application of polypropylene mesh in the reconstruction of the chest wall, the creation of lung compression, closing the diaphragm defect. The main reason for mesh transplant use in thoracic surgery is an increase in the effectiveness of surgical treatment methods, elimination of the mechanism of respiratory problems and associated complications. The study of the biological properties of mesh implants and reparative processes can considerably expand opportunities and prospects for their further application in thoracic surgery, both in resection and plastic directions, and during collapse surgery. Combinations of various types of synthetic materials provide not only mechanical support in chest surgery, but also ensure good functional results of the organs.

Keywords: thoracic surgery; mesh; implant

История применения аллотрансплантатов в хирургической практике насчитывает не одно столетие. Однако широкое внедрение в клинику синтетических материалов стало возможным после должного развития фундаментальных наук и технологий их производства. Имплантаты прочно вошли в практику в таких разделах как ангиохирургия, ортопедия, гинекология, абдоминальная и торакальная хирургии. Наиболее часто синтетические материалы применяются в виде сетчатых протезов [1, 2].

Еще в 1950 году Cumbeland V.H. и Scales J.T. сформулировали критерии «идеального» пластического материала, который: не должен изменять своих физических свойств под воздействием тканей пациента, вызывать воспаления, отторжения, аллергию или сенсибилизацию. Должен быть химически инертным, об-

ладать достаточной механической прочностью, быть пригоден для фабричного изготовления и стерилизации [3, 4].

Полипропилен относится к группе кристаллических полиолефинов, которые отличаются гидрофобностью, высокой химической стойкостью, радиационной стойкостью, сравнительной дешевизной и технологичностью. Francis Cowgil Usher первым внедрил новую полипропиленовую сетку, в серии экспериментальных и ранних клинических исследований в 1958-59 гг. Автор представил данные о применении высокоплотного полиэтилена при пластике дефектов грудной и брюшной стенок. Описал свойства нового материала в тканях, отметив, что в сетку хорошо прорастает соединительная ткань [1, 4].

Имплантаты из полипропиленовой сетки впервые появились в 1962 году, получили общее название «сетка» и быстро нашли широкое применение в связи с высокой эластичностью, формой плетения и оптимальным размером пор. Благодаря работам Lichtenstein (1989) полипропиленовые сетки стали стандартным материалом, используемым в настоящее время при герниопластике [1, 2].

Реакция тканей на сетку

Биологическая роль имплантируемых сеток большинством авторов определяется, как выполнение ими роли матрикса, решающих задачи тканевой организации, пролиферации и дифференцировки клеток. Итогом этих процессов является внутреннее армирование новообразованной соединительной ткани, составляющей основу послеоперационного рубца. При этом всех их объединяет способность к стимуляции тканевой индукции – процесса прорастания соединительной ткани сквозь структуру имплантата [5, 6]. Важнейшую роль в заживлении ран играют клетки фибробластического ряда и гранулоциты. Многие авторы подчеркивают значение различных пулов этих клеток, выделяя папиллярные, ретикулярные и репаративные фибробласты. Взаимодействие эндопротеза с клетками претерпевает переход от нулевой фазы регенерации к фазе воспаления, затем фазе заживления [7, 8].

Процессы, наблюдаемые при имплантации сетчатых имплантатов, развиваются по типу реакции на внедрение инородного агента. Среди адгезирующихся белков присутствуют альбумины, иммуноглобулины, факторы свертывания крови и цитокины. Контакт поверхностно адсорбированных иммуноглобулинов со специфическим рецепторным аппаратом макрофагов инициирует процесс распознавания инородного материала. Многочисленные выделяемые при этом медиаторы и сигнальные молекулы стимулируют миграцию в область патологического процесса фибробластов, лимфоцитов, макрофагов [9, 10].

Репаративный процесс в целом представляет собой сложный комплекс биологических реакций, возникающий в ответ на повреждение тканей организма и обычно заканчивающийся их заживлением. В данном процессе присутствуют восстановительные и деструктивные изменения всех тканей под влиянием нервной и гуморальной регуляции. Имплантация в организм любого чужеродного материала вызывает воспалительно-репаративную реакцию, которая является выражением защитной и восстановительной функцией соединительной ткани. Воспалительный процесс в окружающей ткани ведет к пролиферации фибробластов, которые продуцируют коллагеновые волокна и другие компоненты экстрацеллюлярного матрикса. Формируется соединительнотканная капсула, изолирующая инородное тело. От типа эндопротеза зависит длительность и выраженность воспаления, а также сроки формирования соединительнотканной капсулы и ее прочность [11-13].

Виды сетчатых имплантатов

В настоящее время выпускается более 200 видов сетчатых имплантатов, и их количество увеличивается каждый год на несколько десятков наименований. Все они изготавливаются из различных материалов (полипропилен, полиэтилентерифтолат, политетрафторэтилен и поливинилиденфторид и др.) и их комбинаций, что в результате обуславливает разнообразие механических и реологических свойств [2, 4]. Существует несколько классификаций имплантатов. На основе пористости биоматериалов выделяют 4 типа: I тип – крупнопористые имплантаты (текстильная пористость: >60%), II тип – мелкопористые (<60%), III тип – имплантаты со специальными свойствами, IV тип – имплантаты с пленками, V тип – 3D-сетки, VI тип – биологические протезы. Величина отверстий в имплантате, а также количество материала для его изготовления напрямую связаны с его плотностью: тяжелые имплантаты (удельный вес 90 г/м³), средней плотности (50–90 г/м³), легкие (35–50 г/м³) и ультралегкие (менее 35 г/м³) [4].

Области применения сеток

Ликвидация дефектов каркаса грудной стенки, образующихся при резекции трех и более ребер на переднебоковой стенке, субтотальной резекции грудины или тотального ее удаления, а также дефектов, превышающих 100 см² на боковой или подлопаточной областях, применяют комбинированную пластику дефекта [14-16]. При этом используются собственные ткани и синтетические сетки из политетрафторэтилена, полипропилена, викрила и пролена. Кроме того, для замещения дефектов ребер, грудины и ключицы используют эндопротезы из углеродсодержащего материала «остек», фторопластовые протезы, никелидтитановые пластины [17-19].

Четверть всех резекций грудной стенки сопровождающихся образованием обширных дефектов, связано с манипуляциями на груди. Резекцию грудины выполняют при лечении остеомиелита, возникающего как послеоперационное осложнение стернотомии при операциях на сердце, либо появляющегося спонтанно при туберкулезе. Другие распространенные показания к резекции — первичные опухоли и вызванный радиацией некроз тканей после интенсивного лечения злокачественного новообразования молочной железы [15]. Обширные дефекты грудины, возникшие вследствие травмы или некроза, не способны заживать самостоятельно. Поэтому с целью закрытия дефектов грудной стенки были предложены и выполнялись различные виды пластики. Для создания стабильного и эластичного каркаса грудной клетки применяли в качестве протезов пластинки и сетки из тантала и нержавеющей стали, полиэтилен в виде крупноячеистого сита, резецированные сегменты ребер или широкую пластину из подвздошной кости, аутодермальные имплантаты, сетчатые протезы [15, 20]. Для замещения пострезекционных дефектов перикарда, диафрагмы, в

качестве профилактики медиастинальных грыж, так же используются сетчатые имплантаты [21-23]. Помимо этого, полипропиленовые сетки применяются в лечении хронической эмпиемы плевры, как осложнения основного заболевания либо хирургического вмешательства [24, 25].

Известен ряд способов восстановления целостности грудной стенки при стерномедиастинитах. На этапе пластики дефекта грудной клетки используют различные шовные и скрепляющие материалы [26]. Например, Медведчиков-Ардия М.А. с соавт. (2013) поверх пряди большого сальника укладывает крупноячеистый сетчатый протез с нахлестом на ребра с обеих сторон под препарированные большие грудные мышцы (Патент России RU №2548508).

Чудных С.М. с соавт. (2004) предложил способ хирургического лечения деструктивных форм туберкулеза легких методом экстраплеврального пневмолита с наложением на легкое сетки из полипропилена, как вариант коллапсохирургического лечения больных туберкулезом (Патент России RU №2280413).

Другой способ применения полипропиленовой сетки при торакопластике, предложен Беловым С.А. с соавт. (2012) для лечения больных туберкулезом легких. Который заключается в формировании нового плеврального купола и контролируемого коллапса верхушки легкого путем натягивания сетчатого трансплантата от I либо II грудинно-реберного сочленения к реберно-позвоночному отрезку не резецированного ребра (Патент России RU №2634681). Это позволяет осуществить избирательный коллапс полости деструкции, устранить проблемы развития механизма парадоксального дыхания и осложнений, связанных с ним [27].

Одним из способов решения проблемы стабилизации при синдроме флотирующей грудной клетки, или окончатого перелома, который возникает в результате транспортных травм, является наложение чрескожных погружных перикостальных швов, под контролем торакоскопа, либо путем фиксации отломков ребер полипропиленовой сеткой, подшиваемой со стороны плевры, или металлическими пластинами, располагаемыми снаружи [28-30].

Для замещения окончатых дефектов шейного отдела трахеи используются кожно-мышечные, трехслойные кожно-мышечно-кожные аутолоскуты, сформированные из разных областей шеи или перемещенные на питающей ножке с верхней половины грудной клетки. В качестве каркасной структуры для ауто-трансплантата при замещении обширных окончатых дефектов трахеи предлагались различные имплантаты: сетки из медицинской стали, тантала, титана, серебра, полипропилена, марлекса, политетрафторэтилена. [31, 32]. На сегодняшний день лечение больших и гигантских грыж пищеводного отверстия диафрагмы является актуальной проблемой в хирургии пищевода. С 2000-х гг. в хирургии больших и гигантских грыж

пищеводного отверстия диафрагмы широко применяются сетчатые импланты. По аналогии с пластикой передней брюшной стенки синтетические материалы при этой патологии стали использовать, чтобы снизить риск рецидива грыжи. Наиболее эффективным способом пластики является комбинированная пластика пищеводного отверстия диафрагмы установкой и фиксацией сетчатого импланта в заднее средостение над ножками диафрагмы в сочетании с задней крурорафией [33, 34].

Дубликационный способ пластики диафрагмы по поводу ее релаксации с применением сетчатого трансплантата имеет ряд преимуществ перед другими способами: равномерное распределение нагрузки на всю площадь имплантата, отсутствие чрезмерного натяжения в области шва истонченной ткани диафрагмы, формирование плотно-эластичного рубца, меньшая вероятность рецидива [35]. Кроме того, сетчатые имплантаты применяются для восстановления посттравматических повреждений и закрытия врожденных дефектов диафрагмы [36-38].

В 2002 году С. Amanti впервые сообщил о результатах использования полипропиленовых сетчатых имплантатов для одномоментной реконструкции молочной железы после мастэктомии по Madden. Первичная реконструкция молочной железы при правильном отборе больных является перспективным и в ряде случаев наиболее предпочтительным методом лечения рака молочной железы [39, 40].

Коррекция стенки грудной клетки при различных изменениях формы грудной клетки, обусловленных врожденными факторами, реализуется оперативной реконструкцией с применением сетчатых имплантатов [41-43].

Важным преимуществом применения сетчатых протезов в торакальной хирургии является возможность не только осуществлять механическую поддержку, но и обеспечивать беспрепятственную работу органов.

Заключение

Восстановление дефектов покровных тканей и костного каркаса грудной клетки посвящено много работ. В большинстве из них описываются закрытие дефектов хорошо васкуляризованными лоскутами. Однако пластика собственными тканями оказалась недостаточно прочной для коррекции в местах, несущих значительную нагрузку. Полипропиленовая сетка в торакальной хирургии, как самостоятельно, так и в комбинации с другими материалами более успешно выполняет механическую поддержку с хорошим функциональным результатом.

Дополнительная информация

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Список литературы

- Plencner M, Prosecká E, Rampichová M, East B, Buzgo M, Vyslouzilová L, Hoch J, Amler E. Significant improvement of biocompatibility of polypropylene mesh for incisional hernia repair by using poly-ε-caprolactone nanofibers functionalized with thrombocyte-rich solution. *Int J Nanomedicine*. 2015; 10: 2635–46. doi: 10.2147/IJN.S77816
- Жуковский В.А. Полимерные имплантаты для реконструктивной хирургии. *Научный электронный журнал «INNOVA»*. 2016; 2(3): 51–59.
- Harslof S, Zinther N, Harslof T, Danielsen C, Wara P, Friis-Andersen H. Polypropylene-mesh properties and type of anchoring do not influence strength of parietal ingrowth. *Langenbecks Arch Surg*. 2017; 402(7): 1047–1054. doi: 10.1007/s00423-017-1602-9
- Sengupta P, Prasad BLV. Surface Modification of Polymeric Scaffolds for Tissue Engineering Applications *Regen. Eng. Transl. Med*. 2018; 4(2): 75–91 doi: 10.1007/s40883-018-0050-6
- Boersema GSA, Grotenhuis N, Bayon Y, Lange JF, Bastiaansen-Jenniskens YM. The Effect of Biomaterials Used for Tissue Regeneration Purposes on Polarization of Macrophages. *BioResearch Open Access*. 2016. 5(1): 6–14. doi: 10.1089/biores.2015.0041
- Kokotovic D, Burcharth J, Helgstrand F, Gögenur I. Systemic inflammatory response after hernia repair: a systematic review. *Langenbecks Arch Surg*. 2017; 402(7): 1023–1037. doi: 10.1007/s00423-017-1618-1
- Алексеева Н.Т., Глухов А.А., Остроушко А.П. Роль клеток фибробластического дифферона в процессе заживления ран. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2012; 3(5): 601–608.
- Григорюк А.А., Белов С.А., Коцюба А.Е. Реакция тучных клеток в зоне имплантации полипропиленовой сетки. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2019; 167(5): 640–644.
- Арутюнян И.В., Цедик Л.В., Черников В.П., Кананыхина Е.Ю., Фатхудинов Т.Х., Макаров А.В., Ельчанинов А.В., Большакова Г.Б. Методические особенности оценки клеточной адгезии сетчатых носителей на основе моно- и мультифиламентных нитей. *Клиническая и экспериментальная морфология*. 2015; 16(4): 48–55.
- Сарбаева Н.Н., Пономарева Ю.В., Милякова М.Н. Макрофаги: разнообразие фенотипов и функций, взаимодействие с чужеродными материалами. *Гены и клетки*. 2016; 11(1): 9–17.
- Должиков А.А., Колпаков А.Я., Ярош А.Л., Молчанова А.С., Должикова И.Н. Гигантские клетки инородных тел и тканевые реакции на поверхности имплантатов. *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье»*. 2017; (3): 86–94.
- Запорожец Т.С., Пузь А.В., Синебрюхов С.Л., Гнеденков С.В., Иванушко Л.А., Беседнова Н.Н. Роль покрытий на имплантатах в индукции провоспалительных медиаторов. *Цитокины и воспаление*. 2016; 15(1): 86–90.
- Самарцев В.А., Вильдеман В.Э., Словиков С.В., Гаврилов В.А., Паршаков А.А., Кузнецова М.П., Сидоренко А.Ю. Оценка биомеханических свойств современных хирургических сетчатых имплантатов: экспериментальное исследование. *Российский журнал биомеханики*. 2017; 21(4): 442–448.
- Aghajanzadeh M, Alavi A, Aghajanzadeh G, Ebrahimi H, Jahromi SK, Massahnia S. Reconstruction of Chest Wall Using a Two-Layer Prolene Mesh and Bone Cement Sandwich. *Indian J Surg*. 2015; 77(1): 39–43. doi: 10.1007/s12262-013-0811-x
- Basharkhah A, Saxena AK. *Thoracic Reconstruction in Chest Wall Tumors. Chest Wall Deformities*. Springer, Berlin, Heidelberg. 2017; 313–325. doi.org/10.1007/978-3-662-53088-7_58
- Kawana S, Yamamoto H, Maki Y, Sugimoto S, Toyooka S, Miyoshi S. Reconstruction of Anterior Chest Wall with Polypropylene Mesh: Two Primary Sternal Chondrosarcoma Cases. *Acta Med Okayama*. 2017; Jun; 71(3): 259–262. doi: 10.18926/AMO/55210
- Leuzzi G, Facciolo F. Lateral Chest Wall Defects: Reconstructive Strategies. *Curr Surg Rep*. 2015; 3: 13. doi: 10.1007/s40137-015-0093-2
- Nazerali R, Rogers J, Canter R, Hinchliff KM, Stevenson TR. The use of polypropylene mesh in chest wall reconstruction; a novel approach. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2015; Feb; 68(2): 275–6. doi: 10.1016/j.bjps.2014.09.036
- Qi F, Xiao G, Chen Y, Qian Y, Zhang Y, Yang J, Wang D. *Repair and Reconstruction of Defects After Resection of Chest Wall and Abdominal Tumors. Oncoplastic surgery. Plastic and Reconstructive Surgery*. Springer, Singapore. 2018; 401–432. doi.org/10.1007/978-981-10-3400-8_16
- Li W, Zhang G, Ye C, Yin D, Shen G, Chai Y. Autogenous rib graft for reconstruction of sternal defects. *J Thorac Dis*. 2014; 6(12): 1851–2. doi: 10.3978/j.issn.2072-1439.2014.11.37
- Багиров М.А., Красникова Е.В., Эргешова А.Э., Ловачева О.В., Карпина Н.Л., Пенаги Р.А. Пластика переднего средостения во время пневмонэктомии как профилактика и лечение медиастинальных грыж у больных фиброзно-кавернозным туберкулезом легких. *Туберкулез и болезни легких*. 2017; 95(11): 36–40.
- Топольницкий Е.Б., Дамбаев Г.Ц., Шефер Н.А., Ходоренко В.Н., Фомина Т.И., Гюнтер В.Э. Замещение пострезекционных дефек-

References

- Plencner M, Prosecká E, Rampichová M, East B, Buzgo M, Vyslouzilová L, Hoch J, Amler E. Significant improvement of biocompatibility of polypropylene mesh for incisional hernia repair by using poly-ε-caprolactone nanofibers functionalized with thrombocyte-rich solution. *Int J Nanomedicine*. 2015; 10: 2635–46. doi: 10.2147/IJN.S77816
- Zhukovsky VA. Polymer implants for reconstructive surgery. *Nauchnyi elektronnyi zhurnal «INNOVA»*. 2016; 2(3): 51–59. (in Russ.) doi: https://doi.org/10.21626/innova/2016.2/05
- Harslof S, Zinther N, Harslof T, Danielsen C, Wara P, Friis-Andersen H. Polypropylene-mesh properties and type of anchoring do not influence strength of parietal ingrowth. *Langenbecks Arch Surg*. 2017; 402(7): 1047–1054. doi: 10.1007/s00423-017-1602-9
- Sengupta P, Prasad BLV. Surface Modification of Polymeric Scaffolds for Tissue Engineering Applications *Regen. Eng. Transl. Med*. 2018; 4(2): 75–91 doi: 10.1007/s40883-018-0050-6
- Boersema GSA, Grotenhuis N, Bayon Y, Lange JF, Bastiaansen-Jenniskens YM. The Effect of Biomaterials Used for Tissue Regeneration Purposes on Polarization of Macrophages. *BioResearch Open Access*. 2016. 5(1): 6–14. doi: 10.1089/biores.2015.0041
- Kokotovic D, Burcharth J, Helgstrand F, Gögenur I. Systemic inflammatory response after hernia repair: a systematic review. *Langenbecks Arch Surg*. 2017; 402(7): 1023–1037. doi: 10.1007/s00423-017-1618-1
- Alekseeva NT, Glukhov AA, Ostroushko AP. The role of fibroblastic cells differona in the process of wound healing. *Vestnik eksperimental'noi i klinicheskoi khirurgii*. 2012; 3(5): 601–608. (in Russ.) doi: 10.18499/2070-478X-2012-5-3-601-608
- Grigoryuk AA, Belov SA, Kotsyuba AE. Mass cell reaction in the zone of implantation polypropylene mesh. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny*. 2019; 167(5): 640–644. (in Russ.)
- Arutyunyan IV, Tsedik LV, Chernikov VP, Kananykhina EY, Fatkhudinov TKh, Makarov AV, Elchaninov AV, Bolshakova GB. Methodical features of estimation of cell adhesion TO meshes based on mono- or multifilament fibers. *Klinicheskaya i eksperimental'naya morfologiya*. 2015; 16(4): 48–55. (in Russ.) doi: 10.1177/1553350612463444
- Sarbaeva NN, Ponomareva JV, Milyakova MN. Macrophages: diversity of phenotypes and functions, interaction with foreign materials. *Geny i клетки*. 2016; 11(1): 917. (in Russ.)
- Dolzhikov AA, Kolpakov AY, Yarosh AL, Molchanova AS, Dolzhikova IN. Giant foreign body cells and tissue reactions on the surface of implants. *Kurskii nauchno-prakticheskii vestnik «Chelovek i ego zdorovie»*. 2017; (3): 86–94. (in Russ.) https://doi.org/10.21626/2017-3/15
- Zaporozhets TS, Puz AV, Sinebryukhov SL, Gntdenkov SV, Ivanushko LA, Besednova NN. A role of implant coatings in the induction of pro-inflammatory mediators. *Tsitokiny i vospalenie*. 2016; 15(1): 86–90. (in Russ.)
- Samartsev VA, Vildeman VE, Slovikov SV, Gavrillov VA, Parshakov AA, Kuznetsova MP, Sidorenko AY. Evaluation of biomechanical properties of contemporary surgical meshes: experimental study. *Rossiiskii zhurnal biomekhaniki*. 2017; 21(4): 442–448. (in Russ.) doi: 10.15593/RZhBiomeh/2017.4.11
- Aghajanzadeh M, Alavi A, Aghajanzadeh G, Ebrahimi H, Jahromi SK, Massahnia S. Reconstruction of Chest Wall Using a Two-Layer Prolene Mesh and Bone Cement Sandwich. *Indian J Surg*. 2015; 77(1): 39–43. doi: 10.1007/s12262-013-0811-x
- Basharkhah A, Saxena AK. *Thoracic Reconstruction in Chest Wall Tumors. Chest Wall Deformities*. Springer, Berlin, Heidelberg. 2017; 313–325. doi.org/10.1007/978-3-662-53088-7_58
- Kawana S, Yamamoto H, Maki Y, Sugimoto S, Toyooka S, Miyoshi S. Reconstruction of Anterior Chest Wall with Polypropylene Mesh: Two Primary Sternal Chondrosarcoma Cases. *Acta Med Okayama*. 2017; Jun; 71(3): 259–262. doi: 10.18926/AMO/55210
- Leuzzi G, Facciolo F. Lateral Chest Wall Defects: Reconstructive Strategies. *Curr Surg Rep*. 2015; 3: 13. doi: 10.1007/s40137-015-0093-2
- Nazerali R, Rogers J, Canter R, Hinchliff KM, Stevenson TR. The use of polypropylene mesh in chest wall reconstruction; a novel approach. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2015; Feb; 68(2): 275–6. doi: 10.1016/j.bjps.2014.09.036
- Qi F, Xiao G, Chen Y, Qian Y, Zhang Y, Yang J, Wang D. *Repair and Reconstruction of Defects After Resection of Chest Wall and Abdominal Tumors. Oncoplastic surgery. Plastic and Reconstructive Surgery*. Springer, Singapore. 2018; 401–432. doi.org/10.1007/978-981-10-3400-8_16
- Li W, Zhang G, Ye C, Yin D, Shen G, Chai Y. Autogenous rib graft for reconstruction of sternal defects. *J Thorac Dis*. 2014; 6(12): 1851–2. doi: 10.3978/j.issn.2072-1439.2014.11.37
- Bagirov MA, Krasnikova EV, Ergeshova AE, Lovacheva OV, Karpina NL, Penagi RV. Anterior mediastinal plastics during pneumonectomy as prevention and treatment of a mediastinal hernia in fibrous cavernous pulmonary tuberculosis patients. *Tuberkulez i bolezni legkikh*. 2017; 95(11): 36–40. (in Russ.) doi: 10.21292/2075-1230-2017-95-11-36-40

- тов перикарда, диафрагмы, грудной стенки сетчатым имплантатом из никелида титана. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*. 2012; 15(1): 14–21.
23. Fang L, Chen YJ, Wu GY, Zou QY, Wang ZG, Zhu G, Hu XM, Zhou B, Tang Y, Xiao GM. Ribs Formed by Prolene Mesh, Bone Cement, and Muscle Flaps Successfully Repair Chest Abdominal Wall Defects after Tumor Resection: A Long-term Study. *Chin Med J (Engl)*. 2017; 130(12): 1510-1511. doi: 10.4103/0366-6999.207473
 24. Zardo P, Zhang R, Tawab G, Busk TK, Schilling T, Schreiber J, Kutschka I. Chest Wall Resection and Reconstruction. *Current Anesthesiology Reports*. 2016; 6(2): 111–116. doi: 10.1007/s40140-016-0154-9
 25. Мухаммедов Х.Б., Шевлюк Н.Н., Третьяков А.А., Стадников А.А., Фадеев С.Б. Морфофункциональная характеристика экспериментальной модели ограниченной хронической эмпиемы плевры и особенности репаративного гистогенеза при ликвидации полости путем имплантации композитного материала. *Вестник новых медицинских технологий*. 2016; 23(3): 149–153.
 26. Кохан Е.П., Долгих Р.Н., Асанов О.Н., Потапов В.А., Иванков М.П. Лечение послеоперационного медиастинита у кардиохирургических больных. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. 2018; 13(1): 127–131.
 27. Белов С.А., Григорюк А.А. Применение полипропиленовой сетки при верхнезадней торакопластике. *Вестник хирургии имени И.И. Грекова*. 2019; 178(1): 45–48.
 28. Akkas Y, Peri NG, Kocer B, Kaplan T. Repair of lung herniation with titanium prosthetic ribs and Prolene mesh. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2016; 24(3): 280–2. doi: 10.1177/0218492315619509
 29. Сатывалдаев М.Н., Аксельров А.М. Обзор проблемы лечения «реберного клапана». *Медицинская наука и образование Урала*. 2018; 1(93): 186–191.
 30. Witzke HJ, Simon NL, Kolvekar SK. *Acquired Chest Wall Deformities and Corrections. Chest Wall Deformities and Corrective Procedures*. Springer, Cham. December 2015; 99–108. doi: 10.1007/978-3-319-23968-2_14
 31. Трофимов Е.И., Акимов Р.Н., Пичугина Н.В. Возможности реконструкции комбинированных дефектов передней поверхности шеи и трахеи методом микрохирургической аутотрансплантации. *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии*. 2017; 3: 58–65.
 32. Ягудин Р.К., Ягудин К.Ф. Отдаленные результаты применения полипропиленовой сетки для пластики обширных ларинготрахеостом. *Вестник оториноларингологии*. 2016; 81(2): 67–69.
 33. Петлин Г.Ф., Дамбаев Г.Ц., Соловьев М.М., Попов А.М. Анализ результатов реконструкций кардио-эзофагеального перехода круглой связкой печени при лечении грыж пищеводного отверстия диафрагмы. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*. 2014; 1: 21–25.
 34. Розенфельд И.И., Чиликина Д.Л. Оценка результатов использования сетчатых имплантатов при аллопластике грыж пищеводного отверстия диафрагмы. *Исследования и практика в медицине*. 2018; 5(4): 82–90.
 35. Белов С.А., Григорюк А.А., Шульга И.В. Применение торакоскопии в лечении релаксации диафрагмы. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2018; 1: 62–63.
 36. Banchini F, Santoni R, Banchini A, Bodini FC, Capelli P. Right posterior diaphragmatic hernia (Bochdalek) with liver involvement and alteration of hepatic outflow in adult: a case report. *Springerplus*. 2016; 5: 1561. doi: 10.1186/s40064-016-3221-2
 37. Есаков Ю.С., Печетов А.А., Грицютта А.Ю. Выбор метода пластики диафрагмы при приобретенной релаксации с позиции доказательной медицины (обзор литературы). *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2014; 11: 88–91.
 38. Паршин В.Д., Хетагуров М.А. Хирургия релаксации диафрагмы. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2018; (3): 4–14.
 39. Зикиряходжаев А.Д., Широких И.М., Аблицова Н.В., Ермошченкова М.В., Харченко Н.В., Сарибекян Э.К., Тукмаков А.Ю., Сухот'ко А.С., Запиров Г.М., Хакимова Ш.Г. Использование биологических и синтетических материалов в реконструктивной хирургии при раке молочной железы (обзор литературы). *Онкологии женской репродуктивной системы*. 2018; 14(1): 28–37.
 40. Ходжамуродова Дж.А., Саидов М.С., Ходжамуродов Г.М. Применение силиконовых имплантатов в пластической хирургии молочной железы (обзор литературы). *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2018; 26(1): 133–149.
 41. Rasihashemi SZ, Ramouz A. Pectus excavatum repair using Prolene polypropylene mesh. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2016 Feb;24(2):140–4. doi:10.1177/0218492315625160
 42. Крупко А.В., Богос'ян А.Б., Крупко М.С. Применение полимерных сеток «реперен» в хирургическом лечении воронкообразной деформации грудной клетки. *Травматология и ортопедия России*. 2014; (3): 69–75.
 43. Чирков И.С. Коррекция обширных дефектов передней брюшной стенки у детей. *Детская хирургия*. 2016; 20(5): 248–254.
 22. Topolnitskiy EB, Dambaev GT, Shefer NA, Khodorenko VN, Fomina TI, Gyunter VYe. Restoration of postresection defects of pericardium, diaphragm, thorax with mesh titanium nickelide implants. *Voprosy rekonstruktivnoi i plasticheskoi khirurgii*. 2012; 15(1): 14–21. (in Russ.)
 23. Fang L, Chen YJ, Wu GY, Zou QY, Wang ZG, Zhu G, Hu XM, Zhou B, Tang Y, Xiao GM. Ribs Formed by Prolene Mesh, Bone Cement, and Muscle Flaps Successfully Repair Chest Abdominal Wall Defects after Tumor Resection: A Long-term Study. *Chin Med J (Engl)*. 2017; 130(12): 1510-1511. doi: 10.4103/0366-6999.207473
 24. Zardo P, Zhang R, Tawab G, Busk TK, Schilling T, Schreiber J, Kutschka I. Chest Wall Resection and Reconstruction. *Current Anesthesiology Reports*. 2016; 6(2): 111–116. doi: 10.1007/s40140-016-0154-9
 25. Mukhammedov KhB, Shevluk NN, Tretyakov AA, Stadnikov AA, Fadeev SB. Morphofunctional characteristics of experimental model of limited chronic empyema and the features of reparative histogenesis at cavity liquidation by implanting composite. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii*. 2016; 23(3): 149–153. (in Russ.)
 26. Kohan EP, Dolgih RN, Asanov ON, Potapov VA, Ivankov MP. The treatment of postoperative mediastinitis in cardiac surgery patients. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo Tsentra im. N.I. Pirogova*. 2018; 13(1): 127–131. (in Russ.)
 27. Belov SA, Grigoryuk AA. Use of polypropylene mesh in superior posterior thoracoplasty. *Vestnik khirurgii imeni I.I. Grekova*. 2019; 178(1): 45–48. (in Russ.) doi: 10.24884/0042-4625-2019-178-1-45-48
 28. Akkas Y, Peri NG, Kocer B, Kaplan T. Repair of lung herniation with titanium prosthetic ribs and Prolene mesh. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2016; 24(3): 280–2. doi: 10.1177/0218492315619509
 29. Satyvaldaev MN, Akselrov AM. Overview of the "rib valve" treatment problem. *Meditsinskaya nauka i obrazovanie Urala*. 2018; 1(93):186–191. (in Russ.)
 30. Witzke HJ, Simon NL, Kolvekar SK. *Acquired Chest Wall Deformities and Corrections. Chest Wall Deformities and Corrective Procedures*. Springer, Cham. December 2015; 99–108. doi: 10.1007/978-3-319-23968-2_14
 31. Trofimov EI, Akimov RN, Pichugina NV. Reconstruction of combined anterior neck and tracheal defects by using of microsurgical autotransplantation. *Annaly plasticheskoi, rekonstruktivnoi i esteticheskoi khirurgii*. 2017; 3: 58–65. (In Russ.)
 32. Yagudin RK, Yagudin KF. The long-term results of the application of the polypropylene mesh for the plastic correction of large laryngotracheostomas. *Vestnik otorinolaringologii*. 2016; 81(2): 67–69. (in Russ.) doi: 10.17116/otorino201681267-69
 33. Petlin G.F., Dambaev G.T., Solovyov M.M., Popov A.M. Analysis of the results of reconstructions of cardioesophageal junction by umbilical fissure at the treatment of esophageal hiatus hernias. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2014; 1: 21–25. (In Russ.)
 34. Rozenfel'd II, Chilikina DL. Evaluation of the results of the use of reticular implants in alloplastic hernia of the esophageal aperture of the diaphragm. *Issledovaniya i praktika v meditsine*. 2018; 5(4): 82–90. (in Russ.) doi: 10.17709/2409-2231-2018-5-4-8
 35. Belov SA, Grigoryuk AA, Shulga IV. The use of thoracoscopy in the treatment of diaphragm relaxation. *Tikhookeanskii meditsinskii zhurnal*. 2018; 1: 62–63. (in Russ.) doi: 10.17238/PmJ1609-1175.2018.1.62–63
 36. Banchini F, Santoni R, Banchini A, Bodini FC, Capelli P. Right posterior diaphragmatic hernia (Bochdalek) with liver involvement and alteration of hepatic outflow in adult: a case report. *Springerplus*. 2016; 5: 1561. doi: 10.1186/s40064-016-3221-2
 37. Esakov YUS, Pechetov AA, Gricyuta AYU. Choice of diaphragm plasty for acquired relaxation with evidence-based medicine. *Zhurnal imeni N.I. Pirogova*. 2014; 11: 88–91. (in Russ.)
 38. Parshin VD, Khetagurov MA. Diaphragm relaxation surgery. *Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova*. 2018; (3): 4–14. (in Russ.) doi: 10.17116/hirurgia2018324-14
 39. Zikiryakhodzaev AD, Shirokikh IM, Ablitsova NV, Ermoshchenkova MV, Kharchenko NV, Saribekyan EK, Tukmakov AYU, Sukhot'ko AS, Zapirov GM, Khakimova Sh.G. Biological and synthetic materials in reconstructive surgery for breast cancer treatment (literature review). *Opukhli zhenskoi reproductivnoi sistemy*. 2018; 14(1): 28–37. (in Russ.) doi: 10.17650/1994-4098-2018-14-1-28-37
 40. Khodjamurodova Dj.A., Saidov M.S., Khodjamurodov G.M. Application of silicone implants in mammoplasty (literature survey). *Rossiiskii mediko-biologicheskii vestnik imeni akademika I.P. Pavlova*. 2018; 26(1): 133–49. (in Russ.) doi: 10.23888/PAVLOVJ2018261113-149
 41. Rasihashemi SZ, Ramouz A. Pectus excavatum repair using Prolene polypropylene mesh. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2016 Feb;24(2):140–4. doi:10.1177/0218492315625160
 42. Krupko AV, Bogos'yan AB, Krupko MS. Use of reperen polymer meshes in surgical treatment of pectus excavatum. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2014; (3): 69–75. (in Russ.) doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-3-69-75
 43. Chirkov IS. Correction of extensive defects on the anterior abdominal wall in children. *Detskaya khirurgiya*. 2016; 20(5): 248–254. (in Russ.) doi: 10.18821/1560-9510-2016-20-5-248-254

Информация об авторах

1. Белов Сергей Анатольевич - к.м.н., Приморский краевой противотуберкулёзный диспансер, e-mail: sur_belove@mail.ru
2. Григорюк Александр Анатольевич - к.м.н., доцент, Тихоокеанский государственный медицинский университет, e-mail: aa_grig@mail.ru

Information about the Authors

1. Sergei Anatolievich Belov - Ph.D., Seaside regional antituberculous dispensary, e-mail: sur_belove@mail.ru
2. Alexander Anatolievich Grigoryuk - Ph.D., associate professor, Pacific State Medical University, e-mail: aa_grig@mail.ru

Цитировать:

Белов С.А., Григорюк А.А. Применение полипропиленовых сетчатых имплантатов в торакальной хирургии. Вестник экспериментальной и клинической хирургии 2020; 13: 2: 146-151. DOI: 10.18499/2070-478X-2020-13-2-146-151.

To cite this article:

Belov S.A., Grigoryuk A.A. The use of Polypropylene Mesh Implants in Thoracic Surgery. Journal of experimental and clinical surgery 2020; 13: 2: 146-151. DOI: 10.18499/2070-478X-2020-13-2-146-151.