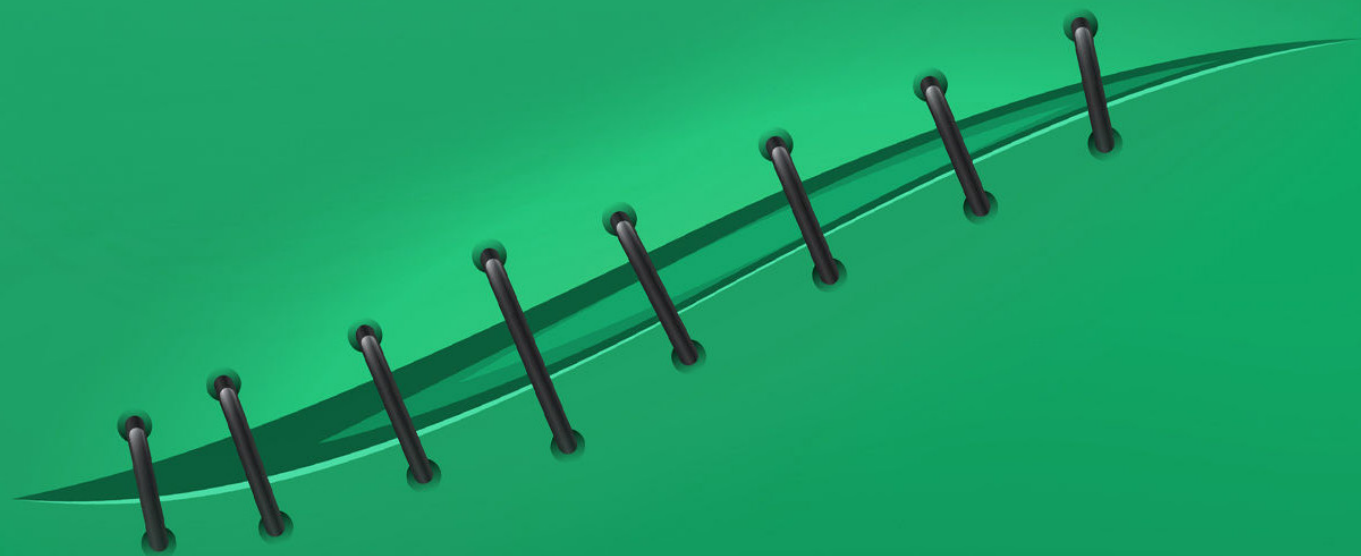


SURGERY+

ШОВНЫЙ МАТЕРИАЛ

Актуальная информация



MEDACH

ШОВНЫЙ МАТЕРИАЛ

Авторы: Оганнес Зардарян, Павел Донченко
Редакция: Дарья Филатова
Оформление: Никита Родионов
Верстка: Cornu Ammonis

Веб-версия от 18.01.2021

В прошлой статье мы писали о способах соединения тканей и рассказывали о шовных и бесшовных методах восстановления целостности анатомических структур. Клеи, молнии, пластыри и пр. способы бесшовного соединения — это хорошо в идеальных условиях раневого процесса и оснащения, но далеко не всегда уместно или доступно. В большинстве стационаров и медицинских организациях в принципе из материалов для соединения тканей есть только шовный материал. Это не так плохо, ведь та же нить — универсальный материал для соединения любых тканей. Просто такова данность.

Но и тут есть тонкости, ведь идеального и универсального шовника не существует. Компромисс при выборе лучшего шовного материала для конкретного применения достигается хирургом, который исходит из конкретных показателей: возраста, веса, состояния здоровья и коморбидности, наличия или отсутствия очагов инфекции в ране и за ее пределами. При этом должны учитываться и свойства самих тканей, т. к. разные участки тела отличаются друг от друга по толщине, эластичности и скорости заживления. Потому выбор шовного материала должен основываться на понимании многих факторов.

Понимая всю сложность такого важного, хоть и повседневного, дела, мы подробно расскажем про шовный материал.

НИТИ

Говоря о шовнике, имеют в виду прежде всего хирургические нити. Для того, чтобы нитка могла использоваться в хирургии, ей необходимо обладать определенными свойствами. «Идеальная» хирургическая нить должна [1, 2]:

- быть прочной и иметь адекватные эластические свойства;
- обеспечивать надежность завязанного узла;
- быть минимально реактивной для прошиваемых/здоровых тканей;
- адекватно управляться, не препятствовать обработке послеоперационной раны;
- легко удаляться или рассасываться без повреждения прошитых ранее тканей;
- быть бактериорезистентной.

Свойства и характеристики

Как уже говорилось, идеального шовного материала не существует. Но есть свойства и критерии нити и тканей, при учете которых можно выбрать оптимальный в конкретной ситуации шовник. Кратко расскажем про основные из них.

Прочность и ее предел при растяжении

Предел прочности нити при ее растяжении определяется Фармакопеей США (USP — U.S. Pharmacopeia) как необходимый вес для разрыва нити, разделенный на половину площади сечения шва. Шовный материал должен уметь сохранять адекватную прочность для указанного назначения.

Важно понимать, что клинически важно оценивать этот критерий у влажных швов, так как швы имплантируются в

ткань и пропитываются внеклеточной жидкостью, кровью и пр.

Также относительно рассасывающихся нитей существует понятие биологической прочности или поддержки тканей. Это срок, в течение которого рассасывающаяся нить, находясь в организме человека, сохраняет еще 10–20 % от своей первоначальной прочности [3, 6].

Абсорбция тканей

Абсорбция — способность тканей со временем разрушать и поглощать элементы шовного материала. Рассасывающиеся нити управляемо теряют прочность, поскольку можно предсказать, через сколько именно они подвергнутся деградации и будут поглощены тканями.

Нерассасывающиеся же нити устойчивы, хотя и подвержены разложению. Они дольше сохраняют предел своей прочности.

Зачастую рассасывающиеся нити определяют как материал, который теряет большую часть своей прочности в течение 60 дней после имплантации, в то время как нерассасывающиеся нити сохраняют прочность на разрыв более 60 дней.

Также отдельно выделяется понятие срока полного рассасывания — времени, которое нужно рассасывающейся нити, чтобы полностью раствориться в организме [1, 3].

Диаметр или толщина нити

При выборе толщины шовного материала следует учитывать наименьший диаметр, необходимый для того, чтобы соединить края раны без их избыточного натяжения.

Такой выбор сведет к минимуму имплантационную трав-

Таблица 1 | Размеры нитей по системам USP, EP и диаметру

Размер USP для органических нитей*	Размер USP для синтетических нитей	Диаметр нити, мм	Метрическая система (EP, Metric**)
-	12/0	0,001–0,009	0,01
-	11/0	0,010–0,019	0,1
-	10/0	0,020–0,029	0,2
-	9/0	0,030–0,039	0,3
9/0	8/0	0,040–0,049	0,4
8/0	7/0	0,050–0,069	0,5
7/0	6/0	0,070–0,099	0,7
6/0	5/0	0,100–0,149	1
5/0	4/0	0,150–0,199	1,5
4/0	3/0	0,200–0,249	2
3/0	2/0	0,250–0,299	2,5
2/0	1/0	0,300–0,349	3
1/0	0	0,350–0,399	3,5
0	1	0,400–0,499	4
1	2	0,500–0,599	5
2	3–4	0,600–0,699	6
3	5	0,700–0,799	7
4	6	0,800–0,899	8

*Размер органических нитей по системе USP отличается от других. Это связано с изменением их размера после набухания нити в ткани.

**EP — European Pharmacopoeia, которая также обозначается как Metric.

му и уменьшит количество инородных тел в послеоперационной ране.

Наиболее часто используемым стандартом для регистрации размера шовного материала является USP, который обозначает размеры в числовой шкале. Он чаще всего используется в хирургической практике.

Шовный материал меньше 0 указывают по убыванию: 1–0 > 2–0 > 3–0 и т. д. Однако при размере больше 0 размер нити увеличивается по возрастанию: 1 < 2 < 3 и т. д. [3, 5]. Для понимания размеров различных нитей см. таблицу 1 [5].

Коэффициент трения

Коэффициент трения — показатель, который демонстрирует, насколько легко шовный материал проходит через ткань. Отражает количество травм, которые вызывает шов для конкретной ткани.

Естественно, гладкие поверхности вызывают меньше травм, потому что коэффициент трения особенно важен для нежных тканей, таких как структуры глазного яблока.

Однако более гладкие швы требуют большего натяжения для обеспечения хорошего прилегания тканей и меньшей надежности узлов.

Безопасность и прочность узла

Наименее надежный компонент любого шва — узел. Он должен крепко держаться, не изнашиваясь. Сила узла определяется путем расчета силы, необходимой для того, чтобы он соскользнул или разорвался. Эта мера прямо пропор-

циональна коэффициенту трения. Узел остается связанным благодаря взаимной силе трения его компонентов, потому что шовник с высоким коэффициентом трения имеет высокую надежность узлов, но имеет тенденцию быть абразивным и испытывает нежелательное сопротивление или сопротивление при протягивании через ткани.

В целях безопасности узел должен быть завязан минимум тремя бросками с концами 3 мм (в целях безопасности необходимо сформировать три узла с длиной концов нити 3 мм). Дополнительные узлы нужны в случаях, когда применяются швы с более гладкой поверхностью (преимущественно монофиламентные), чтобы узел надежно держался, не развязывался и не соскальзывал.

Эластичность

Это способность материала растягиваться при отеке раны и возвращаться к своей исходной длине после исчезновения отека. Высокая эластичность позволяет шовному материалу растягиваться при набухании ран без прорезания краев ткани, а затем восстанавливаться в исходное состояние по мере исчезновения отека. Большинство швов обладает хорошей эластичностью.

Пластичность

Пластичность и эластичность взаимосвязаны. Пластичность определяется как способность нити растягиваться при отеке раны, но сохранять изменения или деформироваться после исчезновения отека. Пластичность обычно является нежелательной характеристикой. Швы с высокой пластичностью могут ослабнуть, когда опухшие раны станут нормальными, что приведет к нарушению заживления и расхождению ран.

Память формы

Это способность нити запоминать деформации от упаковки после ее извлечения и растяжения. Швы с большой памятью формы неподатливы. Это может привести к несостоятельности шва и ненадежному узлу.

Реактивность тканей

Шовный материал — инородное тело, которое может вызвать тканевую реакцию. В таких случаях нить может мешать заживлению раны и потенциально увеличивать риск гнойных осложнений.

Выраженность и продолжительность реакции связаны с типом, количеством, происхождением шовника. Натуральные швы рассасываются при помощи протеолиза, что вызывает выраженную воспалительную реакцию, в то время как синтетические швы поглощаются гидролизом, который приводит к незначительному местному ответу.

Идеальный шовный материал должен быть не электролитическим, не капиллярным, не аллергенным и не канцерогенным.

Происхождение шовного материала

Шовный материал может быть как органическим, так и синтетическим. Натуральные волокна, такие как кетгут или шелк, вызывают более сильное воспаление, чем синтетические материалы. Швы могут быть однонитевыми (монопить или монофиламентные) или многониточными (композитные или мультифиламентные).

Монофиламентные швы прочные, имеют низкое сопротивление ткани и в меньшей степени подвержены инфицированию.

Мультифиламентные нити более податливы и могут быть заплетены или скручены, что увеличивает реактивность тканей и риск инфицирования за счет

повышенной капиллярности (объяснение далее в тексте). Почему так? Просто бактерии могут находиться в щелях плетеных швов и избегать фагоцитоза.

Капиллярность

Это способность швов распределять жидкость по своей длине. Данная характеристика важна при наличии бактерий.

Нейтрофилы и макрофаги слишком велики, чтобы проникать в промежутки между волокнами, поэтому инфекция может сохраняться даже при наличии системной антимикробной терапии. Монофиламенты не проявляют капиллярности, тогда как мультифиламентные швы имеют переменную капиллярность, которая связана с их строением. Плетеные нити обладают капиллярностью и могут способствовать распространению инфекции.

Также на капиллярность влияет покрытие шовного материала. Если покрыть плетеный шовник тефлоном, силиконом или парафином, капиллярность может уменьшиться.

Поглощение жидкости

Абсорбция жидкости отличается от капиллярности, но оба этих свойства способствуют повышенному риску бактериального заражения. Химическая природа и физическая структура шва определяют уровень абсорбции жидкости.

Например, органические монофиламентные нити имеют самый высокий уровень абсорбции жидкости. Органический шовник обладает большей способностью впитывать жидкость по сравнению с синтетическими нитями, которые более гидрофобны. В случае со структурой, мультифиламентные нити абсорбируют больше жидкости, чем монофиламентные.

К этой же характеристике можно отнести фитильный эффект — способность нити удерживать содержимое раны.

Антимикробные свойства

Они обеспечиваются множеством антимикробных покрытий. Доступные в настоящее время продукты (антибактериальное покрытие Vicryl Plus, Monocryl Plus Antibacterial, PDS Plus Antibacterial) используют триклозан — антимикробный биоцид, который снижает колонизацию швов метициллин-резистентными и метициллин-чувствительными *Staphylococcus aureus* и *Staphylococcus epidermis*.

Другие антимикробные шовные покрытия, такие как полимеры полиаминоэтилметакрилата и бутилметакрилата, обеспечивают бактерицидное действие в отношении золотистого стафилококка по сравнению с бактериостатическим действием триклозана.

Покрытые хлоргексидином нити с использованием пальмитиновой и лауриновой кислот в качестве носителей показали антимикробную активность против золотистого стафилококка в течение 96 часов.

Легкость снятия шва и окраска нити

Шовный материал бывает окрашенным и неокрашенным. Окрашенный шовник позволяет с большим удобством прошивать ткани во время операции за счет лучшей видимости нити во время работы хирурга. Во время заживления и рубцевания послеоперационной раны шов с окрашенной

нитью становится более заметным и легче снимается. Если же удаление не требуется, можно воспользоваться неокрашенным шовным материалом, который менее заметен в тканях [3, 6, 7].

Классификация

Существуют различные виды шовного материала, а потому и есть различные классификации, которые описывают его свойства. Вот по каким критериям можно разделить шовные материалы [3, 4]:

- по химическому составу — разнообразные;
- по природе материала, из которого произведена нить: природные органические, природные неорганические и синтетические;
- по структуре нити: монофиламентные, полифиламентные;
- по наличию/отсутствию покрытия нити (нити, имеющие покрытие, также называются комбинированными);
- по толщине — разнообразные (в соответствии с USP);
- по способности к биодеградации: рассасывающиеся, условно рассасывающиеся и нерассасывающиеся.

Распространенные виды и их характеристика

Конечно, во всем этом материале не было бы смысла, если не обсудить распространенные виды шовного материала: их свойства, где и для чего лучше применять.

Рассасывающиеся нити

Кетгут

Это натуральная мультифиламентная рассасывающаяся нить, которая приготовлена из очищенной соединительной ткани, полученной либо из подслизистой оболочки кишечника овец, либо из серозного слоя бычьего кишечника.

Кетгут раньше был стандартом в хирургии, но сегодня утратил популярность из-за низкой прочности на разрыв и надежности узлов по сравнению с новыми синтетическими шовными материалами. В Европе его больше не используют из-за риска развития болезни Крейтцфельда-Якоба, а вот в России его еще можно встретить.

Полигликолевая кислота (Dexon, Dexon II)

Dexon был первым коммерчески доступным рассасывающимся синтетическим шовным материалом. Это плетеная синтетическая рассасывающаяся нить из синтетического гомополимера гликолевой (уксусной) кислоты. Dexon II также имеет покрытие из поликапролата для снижения коэффициента трения. Полигликолевая кислота изначально прочнее, чем кетгут, но имеет меньше прочность на разрыв по сравнению с другими синтетическими рассасывающимися нитями. Он сохраняет 89 % прочности через 7 дней, 63 % — через 14 дней, 17 % — через 21 день и полностью рассасывается к 90–120 дням.

Dexon расщепляется в результате гидролиза, а не ферментативных процессов, что приводит к меньшей реакции тканей и замедленному всасыванию по сравнению с кетгу-

том, а конечные продукты распада не обеспечивают рост бактерий.

Сообщалось, что полигликолевая кислота непригодна для использования в полости рта или в присутствии инфицированной мочи, в которой щелочной pH увеличивает скорость разложения.

Нити из полигликолевой кислоты подходят для использования там, где не требуется сближения большого массива тканей под нагрузкой. Например, при формировании кишечного анастомоза или закрытии раны после кесарева сечения.

Полиглекапрон (Monocryl, антибактериальный Monocryl Plus)

Полиглекапрон — это синтетическая рассасывающаяся мононить, изготовленная из сополимера гликолида и эпсилон-капра лактона. Благодаря своей структуре обладает низким коэффициентом трения. Бывает в окрашенном и неокрашенном виде.

Монокрил — один из самых быстро рассасывающихся шовных материалов. После имплантации он быстро теряет прочность. Что интересно, окрашенный Монокрил сохраняет 30–40 % прочности через две недели, тогда как неокра-

шенный — только 25 %. К третьей неделе прочность нити полностью теряется.

Абсорбция происходит путем гидролиза и завершается через 90–120 дней.

Монокрил вызывает минимальную реакцию тканей, обладает хорошей надежностью узлов и имеет наименьшую память формы среди всех синтетических швов. Рекомендуется для сведения и соединения мягких тканей, в т. ч. подкожного.

В Monocryl Plus Antibacterial используется покрытие из антимикробного вещества триклозана.

Полиглактин 910 (Vicryl, Vicryl Rapide, Vicryl Plus Antibacterial)

Vicryl был второй синтетической рассасывающейся нитью, введенной после Dexon (полигликолевая кислота). Викрил — синтетический плетеный рассасывающийся шовный материал из полиглактина 910, сополимера гликолида (90 %) и L- лактида (10 %), покрытый стеаратом кальция.

Викрил бывает как в прозрачном, так и в окрашенном виде и похож по многим своим характеристикам на Dexon. Он имеет большую прочность, чем кетгут, и незначительно прочнее, чем Дексон, что клинически незначительно. Викрил сохраняет 50–65 % своей прочности, полностью теряя ее через три недели. Полностью рассасывается при помощи гидролиза за 60–90 дней и вызывает минимальную воспалительную реакцию. Такие характеристики делают его пригодным для использования в различных тканях.

Vicryl Rapide представляет собой синтетическую рассасывающуюся мультифиламентную нить из полиглактина 910, которую стерилизовали γ -излучением. Такая обработка увеличивает абсорбцию, что приводит к более быстрому рассасыванию. Например, при использовании нити в ротовой полости шовник начнет разрушаться через неделю, а полная абсорбция нити произойдет через 21 день.

Vicryl Rapid подходит для тканей, которые быстро заживают и которым не нужна длительная поддержка тканей, например, структур ЖКТ и мочевыводящих путей.

Покрытие Vicryl Plus Antibacterial включает покрытие из антимикробного вещества триклозана, поэтому его часто используют в детской хирургии.

Полидиоксанон (PDS, PDS II, PDS Plus Antibacterial)

PDS представляет собой синтетическую рассасывающуюся мононить из полимера парадиоксанона. Имеет большую прочность по сравнению с нитями из полигликолевой кислоты и полиглактина 910, но имеет самую низкую из них надежность узлов.

Шовный материал сохраняет 74 % своей прочности через две недели после имплантации, 50 % — через четыре недели и 25 % — через шесть недель. Полное рассасывание происходит не менее, чем через 6–7 месяцев после имплантации. Благодаря своим свойствам может использоваться везде, где требуется длительное сближение краев тканей (до шести недель) под натяжением. Полидиоксанон жесткий, с ним труднее работать, чем с Дексоном или Викрилом, зато он легко скользит по тканям и меньше травмирует их.

PDS II — модификация первой ревизии нитей из полидиоксанона. Он имеет низкую реактивность и сохраняет целостность в инфицированных тканях и в моче, поэтому его часто используют в хирургии мочевого пузыря.

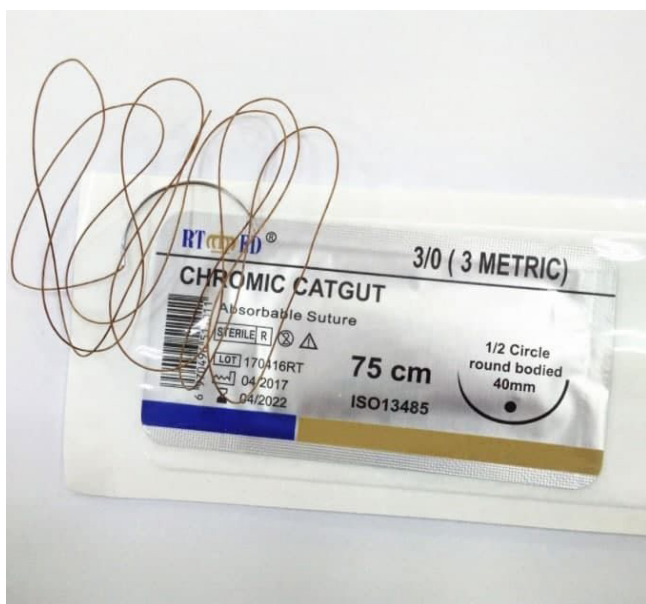


Рисунок 1 | Кетгут с хромированным покрытием; хранится в стандартной стерильной упаковке



Рисунок 2 | Vicryl Plus, запечатанная упаковка и размеры шовного материала

В PDS Plus Antibacterial используется покрытие из анти-микробного триклозана.

Полигликолид-триметиленкарбонат (Махон)

Махон — синтетический абсорбируемый моноволоконный сополимер гликолида и триметиленкарбоната.

Сообщается, что Махон обеспечивает большую безопасность узлов, чем PDS II. Имеет большую прочность после имплантации по сравнению с большинством других рассасывающихся швов, но после имплантации прочность снижается до 81 % через 14 дней, до 59 % — через 28 дней и до 30 % — через 42 дня. В среднем Махон сохраняет прочность на разрыв в течение 42–92 дней по сравнению с 64–80 днями для PDS II. Нить абсорбируется гидролизом, как и другие синтетические рассасывающиеся нити и PDS II, потеря прочности происходит задолго до того, как произойдет значительная абсорбция нити. Полное поглощение нити местными тканями завершается к шести месяцам.

Полиглутон (Сарпосун)

Сарпосун — это синтетическая рассасывающаяся мононить, изготовленная из синтетического полиэстера полиглутона, который состоит из гликолида, капролактона, триметиленкарбоната и лактида. Этот недавно разработанный шовный материал быстро впитывается. Сарпосун сохраняет как минимум 50–60 % прочности узлов через пять дней после имплантации и около 20–30 % прочности узла за 10 дней. Нить теряет свою прочность к 21 дню после имплантации и полностью всасывается за два месяца.

Нить из полиглутона разработана для пластической хирургии, акушерства, гинекологии и урологии, где важны быстрая абсорбция и минимальное рубцевание.

Гликомер 631 (Биосин)

Биосин — это синтетические моноволоконные рассасывающиеся нити, изготовленные из синтетического полиэфира гликолида (60 %), диоксанона (14 %) и триметиленкарбоната (26 %). Прочность узлов такой нити быстро теряется: она снижается до 50–60 % через пять дней после имплантации. Биосин теряет 25 % своей прочности за 14 дней и больше половины — за три недели. Полностью всасывается к 3–4 месяцу путем гидролиза. Вызывает минимальную реактивность тканей и потому успешно используется для наложения подкожных швов.

Поли-4-гидроксипутират (МоноМах)

МоноМах — это рассасывающаяся моноволоконная нить длительного действия, разработанная с использованием поли-4-гидроксипутирата, изготовленного из биосинтетического гомополимера природного метаболита 4-гидроксипутирата.

Шовный материал имеет большой временной запас прочности: МоноМах сохраняет 50 % своей прочности через 12 недель *in vivo* и абсорбируется в течение одного года с минимальной тканевой реакцией.

Нерассасывающиеся нити

Шелк (Mersilk, Sofsilik, Perma-hand)

Шелк был представлен в конце 1800-х годов как альтернатива кетгуту. Это натуральная нерассасывающаяся плетеная нить, производимая из шелка тутового шелкопряда. Она заплетена для удобства использования и окрашена для большей видимости.

Шелк вызывает значительную местную воспалительную реакцию, уступая по этому критерию все тому же кетгуту; также он имеет значительную капиллярность.

Шелковая нить с самого начала ее использования в хирургии погружалась в воск, масло и другие жидкости для нанесения на нее покрытия. Сейчас это также практикуют, используя в качестве покрытия силикон (Mersilk). Подобные покрытия снижают капиллярность и увеличивают надежность наложенных узлов.

Шелковая нить достаточно податлива и послушна, поэтому является эталоном в этом отношении. Имеет большую прочность по сравнению с кетгутом, но не так прочна, как большинство синтетических швов. Она сохраняет 50 % прочности в течение одного года, а абсорбция может занять два года.

Ввиду того, что шелковая нить является плетеной, элементы крови скапливаются между волокнами и являются предрасполагающими факторами для развития инфекции. Вместе с выраженной реакцией тканей на нить это создает благоприятные условия для развития инфекционных осложнений, поэтому шелковую нить не рекомендуется использовать в полых органах и протоках.

А вот где можно использовать нить, так это в качестве фиксирующего кожу шва и при операциях на коже вокруг губ и век.

Полибутестер (Новafil)

Novafil образован из моноволокна полибутилентерефталата и политетраметиленафиргликоля. Он был разработан, чтобы объединить преимущества полипропилена и полиэстера. Он имеет большую прочность, менее податлив, а также его коэффициент трения ниже, чем у полипропилена или нейлона.

Показывает хорошую надежность узлов, вызывает минимальную тканевую реакцию. Будучи мононитью, он с меньшей вероятностью способствует колонизации инфекционных агентов.

Novafil обладает высокой степенью эластичности при низких нагрузках, что дает явные преимущества перед другими нерассасывающимися шовными материалами. Он способен растягиваться до 50 % от своей исходной длины при нагрузке 25 % от известного предела прочности. Такая эластичность обеспечивает клинические преимущества, поскольку поддерживает сближение тканей, не прорезая их, на протяжении всего периода заживления.

Novafil подходит для восстановления тканей, таких как сухожилия, где его эластичные свойства могут быть преимуществом, особенно на ранних этапах заживления.

Плетеный полиэстер (Mersilene, Ethibond, Surgidac, TiCron)

Полиэстер — это нерассасывающийся мультифиламентный шовный материал, образованный конденсационной полимеризацией. Может быть с покрытием (полибутилат) или без него. Формы без покрытия имеют высокий коэффициент трения и сопротивления ткани. Форма с покрытием была разработана для решения этой проблемы, но было отмечено, что покрытие после имплантации повреждается, и нить может вызывать воспалительные реакции.

Плетеный полиэстер был разработан, чтобы уменьшить реактивность тканей при сохранении удобного обраще-

ния с плетеными мультифиламентными швами. На данный момент, демонстрируя пониженную реактивность тканей по отношению к другим многонитевым шовным материалам, плетеные полиэфиры не соответствуют необходимым инертным свойствам других синтетических нерассасывающихся монофиламентных нитей.

Как правило, они демонстрируют плохую надежность узлов, особенно покрытые формы. Рекомендовано формирование как минимум пяти узлов при использовании данной нити. Плетеные полиэфиры прочнее шелка или кетгута и уступают по прочности только металлическим швам.

Цена данных нитей выше большинства других нитей, притом они не дают значительных преимуществ перед другими менее дорогими шовными материалами, и потому используются реже.

Плетеные полиэфирные нити не следует использовать при манипуляциях на загрязненных и инфицированных ранах, поскольку бактерии могут остаться между волокнами. Это делает фагоцитоз невозможным, что приводит к инфицированию.

Шовный материал Ethibond имеет полибутилатное покрытие, которое улучшает рабочие характеристики и снижает коэффициент трения по сравнению с формами без покрытия.

Нейлон (Ethilon, Monosof, Monosol, Dermalon, Nurolon, Surgilon, Supramid)

Нейлон — это нерассасывающаяся синтетическая моно- (Ethilon, Monosof) или мультифиламентная (Nurolon, Surgilon, Supramid) нить, изготовленная из химически инертного полиамидного термопласта гексаметилендиамина и адипиновой кислоты. Он доступен в виде мононити или мультифиламента.

Монофиламентная нить из нейлона нестабильна: во время имплантации она теряет около трети своей прочности из-за деградации, после чего процесс разрушения регрессирует. Большая часть прочности (до 70 %) теряется через два года из-за прогрессирующего гидролиза.

Благодаря химически инертным свойствам нейлона и медленному гидролизу он вызывает меньшую воспалительную реакцию, чем швы из поликислотной кислоты. Также нить сохраняет высокий уровень эластичности после имплантации в ткани, что является важным фактором при развитии отека и воспаления. Эти свойства обычно используются для прошивания медленно заживающих тканей.

Нейлон — наиболее часто используемая нить при наложении кожного шва. Основные недостатки: выраженная память формы, не очень хорошая податливость нити и сниженная надежность узлов.

Пропитывание моноволокна спиртом улучшает рабочие свойства. Формы из мультифиламента, как правило, обладают более хорошими характеристиками.

Супрамид представляет собой скрученный мультифиламентный полимеризованный капролактан, заключенный в гладкий слой белкового материала. Нить имеет превосходную прочность по сравнению с другими нейлоновыми шовниками, но имеет более низкую надежность узлов.

Полипропилен (Prolene, Surgipro II)

Представляет собой синтетическую нерассасывающуюся мононить, изготовленную путем каталитической полимеризации полипропилена.

зации полипропилена.

Полипропилен обладает наибольшей прочностью среди всех синтетических нерассасывающихся шовных материалов. Имеет низкую реактивность тканей и является наименее тромбогенным шовным материалом, поэтому часто используется в сосудистой хирургии. Полипропилен обладает высокой эластичностью, однако при растяжении нить теряет свою форму.

Полипропиленовый шовник имеет очень гладкую поверхность, что обеспечивает низкий коэффициент трения, однако эта особенность наряду с большим объемом памяти способствует снижению безопасности узлов. Если узлы плотно завязаны, полипропилен сплющится там, где пряди пересекают друг друга.

Долговечность без значительной потери прочности, сопротивление инфекциям и низкая реактивность тканей делают эту нить подходящим шовником для кожи.

Полигексафторпропилен (Pronova)

Это мононить, изготовленная из поливинилиденфторида и поливинилиденфторида-когексафторпропилена. Инертный шовник, который не прилегает к тканям, обладает минимальной реактивностью и не ослабляется ферментами тканей. Такие свойства делают его полезным для инфицированных тканей при наложении «вытягивающего» шва. Он используется в общей аппроксимации мягких тканей.

ePFTe (Gore-Tex CV4)

Gore-Tex CV4 — это синтетическая нерассасывающаяся монофиламентная нить, изготовленная из политетрафторэтилена, расширяется до приобретения пористой микроструктуры, которая на 50 % состоит из воздуха. Этот шов белого цвета и вызывает минимальную реакцию тканей. Прочность на разрыв *in vivo* не меняется. Он мягкий и эластичный, обеспечивает отличные манипуляционные характеристики. Gore-Tex CV4 не разлагается в присутствии инфекции и не подвержен действию тканевых ферментов.

Нержавеющая сталь

Нержавеющая сталь — это сплав хрома и молибдена, доступный в виде мононити или мультифиламентной нити. Нить биологически инертна и предлагает самую высокую прочность среди всех шовных материалов. Чаще всего используется в ортопедической хирургии, а также при восстановлении сухожилий или связок.

Нити из нержавеющей стали имеют тенденцию прорезать ткани. Перемещение концов узла и вовсе может вызвать некроз тканей.

«Нержавейка» вызывает низкую реактивность тканей, что делает ее наименее тромбогенной из всех швов и полезной для сосудистой хирургии. Обладает высокой пластичностью, но плохими характеристиками эластичности и надежности узла.

А как быть в практическом плане?

Чтобы не приходилось каждый раз сходить с ума при выборе нити, авторы сделали для вас таблицу-памятку (см. таблицу 2).

Также, учитывая податливость и прочность узлов различных нитей, рекомендуется завязывать не менее трех узлов для мультифиламентных нитей и не менее четырех — для мононитей.

Таблица 2 | Размеры нитей по системам USP, EP и диаметру

Тип ткани	Размер нити (по USP)	Тип нити
Кожа	от 2/0 до 2	Нерассасывающаяся мононить (нейлон, полипропилен)
Подкожно-жировая клетчатка («подкожка» в быту)	от 3/0 до 2/0	Рассасывающаяся моно- (полиглекапрон) или мультифиламентная (полиглактин 910) нить
Фасции	от 0 до 3	Медленно рассасывающаяся моно- (полидиоксанон) или мультифиламентная (полиглактин 910) нить
Мышцы	от 2/0 до 2	Медленно рассасывающаяся моно- (полидиоксанон) или мультифиламентная (полиглактин 910) нить
Сухожилия	2	Нейлоновые нити. Полидиоксанон и полиглактин 910
Сосуды (лигатура)	от 3/0 до 0	Рассасывающиеся моно- (полиглекапрон) или мультифиламентные (полиглактин 910) нити
Сосуды (шов)	от 6/0 до 5/0	Нерассасывающаяся мононить (полипропилен, нейлон)
Нерв	от 10/0 до 8/0	Нерассасывающаяся моно- (нейлон) или мультифиламентная (шелк) нить

Особые нити

Нить с зазубринами

(Quill SRS, Monoderm, PDO, Coveidin V-Loc 90)

Это синтетический шовный материал без узлов, производящийся из различных нерассасывающихся и рассасывающихся материалов; на сегодняшний день весь представлен мононитями. Первой одобренной нитью с зазубринами был полидиаксанон с зазубринами в двух направлениях. С тех пор двунаправленная шовная нить с зазубринами также стала доступной из полиглекапрона 25, а теперь как нерассасывающаяся нить — из нейлона и полипропилена.

Нити с зазубринами эффективны за счет двусторонней фиксации в ране. Необходимо адаптировать геометрию и дизайн зазубрин для достижения адекватной механической фиксации швов в различных тканях. Зубцы расположены вокруг шва друг напротив друга на расстоянии 0,88–0,98 мм с каждой стороны короткого сегмента без фиксатора.

Это достигается за счет техники микрообработки, при которой зазубрины спиралевидно нарезаются на моноволокна по окружности. Исследования показали, что угол среза 170° и глубина среза 0,18 мм обеспечивают адекватное закрепление шовных материалов с зазубринами в мягких тканях. Из-за уменьшения эффективного диаметра во время микрообработки шовный материал с зазубринами обычно оценивается по размеру шовного материала USP на 1 меньше, чем его обычный эквивалент. Таким образом, нить 2–0 с зазубринами будет оценена как размер 3–0 обычной нити. С поправкой на размер шовная нить с зазубринами демонстрирует равную, если не лучшую, прочность на разрыв ран *in vivo* по сравнению с обычными монофиламентными швами.

Сообщается, что нити с зазубринами без узлов имеют прочность на разрыв, сопоставимую с гладкими типами ни-

тей на фасциальной пластике без побочных эффектов. Однако стоит отметить, что обычные швы теряют прочность в местах сформированных узлов и вокруг них, в то время как шов с зазубринами не имеет узлов, а значит, не способствует образованию слабых мест.

Закрытие раны начинается в ее середине с наложения швов в двух направлениях с иглами на каждом конце нити.

Зубцы внутри шовного материала равномерно распределяют натяжение по ране, устраняя необходимость в завязывании узлов. Этот материал облегчает использование техники непрерывного наложения швов вместо простых узловых швов в более глубоких слоях ткани; упрощает и ускоряет работу хирурга. Зубцы не могут соскользнуть назад, поэтому удерживающая сила и прилегание тканей улучшается, и разрез в зонах натяжения не образуется. Подкожное ушивание меньшим количеством первичных погружных швов и элиминация узла снижают количество инородного материала в ране и последующую реакцию тканей. Это предлагается для создания более водонепроницаемого соединения краев раны и предотвращения неравномерного заживления по линии шва.

Технологии наложения данного типа швов привели к усовершенствованию техники работы с мягкими тканями и улучшению косметического эффекта, особенно в пластической хирургии. К тому же особенности такого шовного материала делают его привлекательным вариантом для других специальностей, включая общую хирургию, ортопедию, акушерство, гинекологию, урологию и др. Теоретически конструкция зазубрин представляет опасность для перчатки, увеличивая шанс нарушения ее целостности и инфицирования, однако недавний отчет предполагает, что повреждение перчаток при использовании нитей с зазубринами ниже, чем при использовании других видов швов.

Совсем недавно был выпущен однонаправленный шовный материал с зазубринами и петлей на дистальном конце для инициирования начального шва. Существует предположение, что некроз ткани на конце петли может ограничить прочность раны с такой конфигурацией шва. Доступные в настоящее время нити с зазубринами производятся только для ограниченного количества шовных материалов и размеров игл.

Швы с антимикробным и лекарственным покрытием

1. Серебро как антибактериальное средство вызывает образование радикалов кислорода в бактериях, которые напрямую воздействуют на ДНК и клеточную мембрану микроорганизмов. Использование наночастиц серебра для покрытия нити или (в качестве альтернативы) нанесение наночастиц серебра в волокна во время производства с сохранением при этом механической прочности и свойств, чтобы преодолеть прилипание бактерий или образование биопленки, может быть эффективным для уменьшения инфицирования в области хирургического вмешательства.

Недавно было разработано долговременное покрытие шовной нити из полигликолевой кислоты с наночастицами серебра и сверхразветвленным полилизинном. Этот шовник показал снижение адгезии *Staphylococcus aureus* на 99,5 % без цитотоксичности по отношению к фибробластам по сравнению с шовным материалом без покрытия. Другие исследования показали, что наночастицы серебра об-

ладают антимикробной активностью и снижают адгезию *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*, а также оказывают противовоспалительное действие.

В настоящее время устойчивость бактерий к серебру встречается редко, и большое отношение площади поверхности к объему нанокластерной технологии позволяет снизить общую дозу серебра, которая будет использоваться во время вмешательства, что приведет к снижению риска токсичности.

- Нити с лекарственным покрытием могут уменьшить послеоперационные осложнения и улучшить заживление ран. Это снижает потребность в системных лекарствах и уменьшает вероятность побочных эффектов.

Было доказано, что тетрациклин, левофлоксацин и ванкомицин обладают местной антимикробной активностью с минимальными побочными эффектами для пациента или самого шва.

Также доказано, что включение в шов местных анестетиков — лидокаина и бупивакаина — существенно продлевает срок действия анестетика. Действие лидокаина продлевается с 2–6 ч до почти 75 часов, в то время как действие бупивакаина (6–8 часов) увеличивается дозозависимым образом, обеспечивая оптимальную анальгезию в течение трех дней.

Швы, используемые в регенеративной медицине

По сути, это посев плюрипотентных стволовых клеток на плетёный поли-L-лизин.

Было доказано, что использование швов, засеянных мезенхимальными стволовыми клетками человека, является более эффективным подходом для доставки стволовых клеток к сердцу, чем традиционные подходы, такие как инъекции.

Шовный материал обеспечивает живые, метаболически активные клетки, способные повторно заселять бесклеточную зону в поврежденных сухожилиях кролика, в то время как клетки костного мозга, имплантированные на швы, способствуют раннему восстановлению ахиллова сухожилия крысы *in vivo*.

Аналогичные исследования, проведенные с использованием стволовых клеток жировой ткани, имплантированных на швы, используемые для анастомоза трахеи, подавили местное воспаление.

Они еще проходят испытания. Необходима дальнейшая работа по определению и уточнению роли таких нитей в качестве доставщика стволовых клеток при заживлении ран.

«Умный» шовный материал

«Умный» шовник состоит из полимеров с программируемой памятью формы, способных возвращаться из деформированного (временного) состояния в исходную (постоянную) форму после применения источника энергии. В случае умных нитей этот источник энергии — тепло. Умные швы обладают большей гибкостью, и их легче завязывать в узлы, особенно в узком пространстве, что делает такой шовник особенно актуальным при закрытии глубоких ран и в минимально инвазивной хирургии.

Электронные нити

Это специальные нити с датчиками, способными отслеживать биологические реакции на участке раны, включая температуру, pH, объем и характер раневого экссудата, обсемененность и концентрацию O_2 , что может улучшить динамику раневого процесса.

В настоящее время электронный шовный материал изготавливается со встроенными кремниевыми и платиновыми наномембранными сенсорами и золотым нагревателем, способным контролировать и поддерживать оптимальную температуру. Но все это, конечно, еще на стадии тестирования.

СКОБЫ

Скобы для тканей представляют собой быструю и эффективную альтернативу ручному наложению швов. Они используются в абдоминальной хирургии, при резекции печени и легких и в репродуктивной хирургии, но могут иметь еще более широкое применение.

Сшивающие инструменты сокращают манипуляции с тканями, уменьшают время операции, сводят к минимуму загрязнение, обеспечивают надежное закрытие внутренних органов, сосудов и кожи с сохранением кровоснабжения.

Однако они могут быть неэффективными при использовании на чрезмерно толстых тканях и не могут обеспечивать эффективный гемостаз при наложении аппаратного шва на крупных кровеносных сосудах.

Кожные скобки

Кожные скобки бывают как нерассасывающиеся, так и рассасывающиеся.

Нерассасывающиеся скобки

Эти скобки изготовлены из нержавеющей стали и обладают самой высокой прочностью среди всех шовников. Дополнительным преимуществом является то, что они имплантируются с низкой реактивностью тканей. Металлические скобки бывают двух размеров: обычные (от 4,8 до 6,1 мм) и широкие (от 6,5 до 7 мм).

Они обеспечивают более быстрое закрытие по сравнению с швами и предотвращают пережатие и избыточное натяжение тканей (в случае правильного наложения), тем самым снижая частоту рубцевания и повреждения тканей.

Однако нерассасывающиеся скобки требуют удаления, и это может занять больше времени, чем снятие шва. Скобки могут обеспечить превосходный косметический результат (при определенных условиях) и снизить частоту инфекционных осложнений.

Рассасывающиеся скобки (Insorb)

Состоят из абсорбируемого сополимера полилактида и полигликолида.

Эти подкожные скобки представляют собой новый метод закрытия кожи, который является быстрым и исключает необходимость прокола эпидермиса нерассасывающимися скобами или нитями. Они теряют 60 % своей удерживающей силы в течение двух недель, имеют период полураспада (т. е. теряют половину своей прочности) 10 недель. По сравнению с подкожным швом или кожными скобами из нержавеющей стали, рассасывающиеся скобки приводят к меньшей реакции местных тканей.



Рисунок 3 | Кожный степлер



Рисунок 4 | Линейный сшивающий аппарат

Они также полезны и в загрязненных ранах, в которых, по сравнению с викрилом, частота инфицирования ниже.

Сшивающие устройства в абдоминальной и торакальной хирургии

Эти устройства выпускаются как одноразовые или много-разовые инструменты, которые создают перевернутый или вывернутый тканевой элемент, закрепленный двумя или более рядами В-образных скоб из нержавеющей стали, титана, а иногда из рассасывающихся скоб. В-образная конфигурация не допускает раздавливания, и в то же время обеспечивает сдавливание тканей, необходимое для гемостаза без некротизирования тканей. Бывают линейные и нелинейные.

Сшивающие линейные аппараты GIA (желудочно-кишечный анастомоз) / ILA (кишечный линейный анастомоз) поставляются с одноразовыми картриджами, которые «выстреливают» двумя рядами титановых скоб, расположенных в шахматном порядке.

Линии скоб устанавливаются на расстоянии 3,5 мм друг от друга, и устройство разрезает прошитые ткани между вторым и третьим рядами скоб.

Картриджи GIA бывают разных размеров: 50, 60, 80 и 90 мм, а картриджи ILA — 52 и 100 мм. Скобы имеют ширину



Рисунок 5 | Циркулярный сливающий аппарат

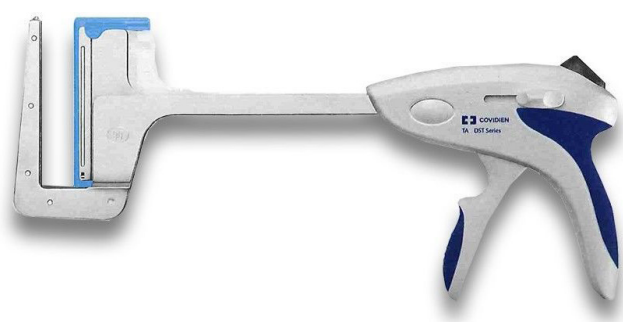


Рисунок 6 | П-образный сшивающий аппарат компании Medtronic

4,0 мм; бывают длины ножек 4,8 и 3,8 мм, которые сжимаются до 2,0 и 1,5 мм, соответственно. Разрядка устройства приводит к заворачиванию краев анастомоза в просвет полых органов.

Также доступны аппараты для циркулярного кишечного анастомоза. Устройства ЕЕА (анастомозирование конец в конец) содержат скобы шириной 4 мм с длиной ножки 4,8 мм, которые закрываются до высоты 2,0 мм. Соответствующий размер инструмента для просвета измеряется яйцевидными измерителями, которые также можно использовать для умеренного растяжения кишечника.

Как только подбирается подходящий диаметр, устройство вводится в просвет кишечника к краю кишки, подлежащему анастомозированию. Концы устройства сводятся, после чего аппарат выстреливает круговым двойным рядом В-образных титановых скобок.

Есть специальные степлеры торакоабдоминального профиля, которые запускают два или более рядов титановых скоб В-образной формы для герметизации органов грудной клетки и брюшной полости. Размеры картриджей бывают 30, 55 или 90 мм для многоразовых устройств и 30, 45, 60 и 90 мм для одноразовых устройств.

Картриджи обычно заряжены двумя рядами скоб, однако 90-миллиметровые версии также доступны с тремя или четырьмя рядами скоб. Скобы 4,0 мм в ширину, но с длиной ножек 4,8 и 3,5 мм, которые сокращаются до 2 и 1,5 мм, соответственно.

Некоторые аппараты имеют П-образную конфигурацию, что позволяет добраться до труднодоступных мест. С той

же целью были разработаны устройства с шарнирными головками.

Сшивающие аппараты при использовании не приводят к разгерметизации полого органа, потому можно «спокойно» прошивать, не боясь истечения физиологических жидкостей. Хотя, зная особенность хирургического профиля, это никогда не следует упускать из внимания.

ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Шовный материал, имея богатую историю и такое же разнообразие выбора, до сих пор находится на промежуточном этапе своего развития. Будущие открытия и разработка новых типов шовного материала позволят достичь более быстрого заживления тканей и уменьшения сроков послеоперационного периода.

Источники

1. Gusman D. N. Suture materials and techniques //Lower Extremity Soft Tissue & Cutaneous Plastic Surgery E-Book. – 2012.
2. Dart A. J., Dart C. M. 7.38 Suture Material: Conventional and Stimuli Responsive. – 2017.
3. [Ethicon wound closure manual](#)
4. Фёдоров П. Г., Аршакян В. А., Гюнтер В. Э., Штофин С. Г., Самарцев В. А. Современные шовные материалы (обзор литературы) //Acta Biomedica Scientifica. – 2017.
5. [United States Pharmacopeia](#)
6. Chu C. C. Types and properties of surgical sutures //Biotextiles as medical implants. – Woodhead Publishing. – 2013.
7. Dennis C. et al. Suture materials — Current and emerging trends //Journal of Biomedical Materials Research Part A. – 2016.
8. Hochberg J., Meyer K. M., Marion M. D. Suture choice and other methods of skin closure // The Surgical Clinics of North America. – 2009.

Поддержать
Medach



Наш сайт



Medach в FB

Medach в VK



Medach в Youtube

Medach в Telegram



Сообщество Sons of Medicine