

## 2.2. Биологические реакции на имплантацию нитей

Эффекты взаимодействия омолаживающих нитей с биологическими тканями мало исследованы. Хорошие наработки имеются в отношении шовного материала, некоторые представители которого имеют сходный состав. Шовный материал в значительной степени влияет на процесс заживления раны и вероятность его патологического течения. Обычно уже в первые часы после травмы и попадания в ткани инородного тела наблюдается острая лейкоцитарная реакция. Из сосудов в ткани проникает большое количество нейтрофилов, но в отсутствие инфекции их численность быстро уменьшается. Лейкоцитарная фаза воспаления сменяется миграцией и активацией макрофагов — основных клеток процесса ранозаживления.

При невозможности фагоцитоза к 10-му дню количество макрофагов вокруг инородного тела и их активность уменьшаются; по периметру выстраиваются фибробласты, которые начинают активно синтезировать коллаген. В зависимости от степени реактогенности инородного тела, вокруг него образуется более или менее толстая фиброзная капсула. Такой сценарий характерен для нерассасывающихся (небиodeградируемых) материалов. Однако в случае введения биodeградируемых материалов макрофагальная реакция со временем не ослабевает, а усиливается, поскольку макрофаги (а позже и гигантские многоядерные клетки инородных тел) стремятся фагоцитировать и резорбировать эти материалы.

**Выраженность реакции ткани на биodeградируемый материал зависит от целого ряда факторов:**

- химический состав нити;
- физические (прежде всего, механические) свойства нити и ее массы;
- особенности ткани, в которую введена нить.

Хирургические нити также вызывают реакцию на инородное тело, сопровождающуюся массивной инфильтрацией макрофагами, персистирующими на поверхности нити, что является маркером поздней стадии воспаления или его хронизации. В зависимости от скорости биodeградации материала, воспалительный процесс длится от нескольких дней до нескольких лет и завершается постепенным замещением импланта волокнистой соединительной тканью, которая, в свою очередь, подвергается частичной или полной инволюции.

В результате в области имплантации либо полностью восстанавливается исходная ткань, либо она замещается рубцовой. Причем эта реакция будет различна на один и тот же материал в разных тканях человеческого организма. Далее мы приводим опубликованные исследования по реакции тканей на полипропилен, поликапролактон и L-молочную кислоту, а также полидиоксанон.

### 2.2.1. Нити из полипропилена, поликапролактона и L-молочной кислоты

На базе Российского научного центра хирургии им. Б.В. Петровского специалистами кафедры микрохирургии проведено сравнительное гистологическое исследование, позволившее более точно понять процессы, происходящие в коже на месте установки нитей, изготовленных из полипропилена, поликапролактона и L-молочной кислоты и имеющих разную форму. Исследование состояло из двух частей.

#### Эксперимент с участием животных

Для изучения реакции живых тканей на нитевые импланты были отобраны 20 лабораторных крыс. Каждой из них в одну часть спинки установили биодеградируемые нити с микронасечками, изготовленные из поликапролактона и L-молочной кислоты (далее — **нити с микронасечками**), в другую — нерассасывающиеся гладкие нити из полипропилена (далее — **гладкие нити**). Исследование клеточного состава тканей проводилось на 3, 7, 40, 90 и 210-й день после имплантации.

По истечении первой недели нить с микронасечками оказалась окружена ромбовидной тонкой капсулой, состоящей из клеток соединительной ткани — фибробластов.

К концу недели в наружном слое было много сосудов капиллярного типа. При этом во всех сосудах возле нитей наблюдалось увеличение объема крови, который снижался по мере удаления от импланта. Специалисты отметили, что перечисленные явления должны позитивно сказываться на процессе лифтинга и стабильности эффекта омоложения. Воспалительных процессов отмечено не было.

Гладкая нить из полипропилена также вызвала появление капсулы, но более тонкой и не образующей соединительнотканых тяжей. Ее внутренний слой также оказался богат фибробластами, однако коллагеновых волокон в нем почти не наблюдалось, полнокровие и расширение сосудов были меньше. В капсуле вокруг гладкой нити отмечалось большое количество клеток иммунной системы.

**Первый вывод:** уже через 7 дней после имплантации интенсивность процессов обновления тканей вокруг нити с микронасечками значительно выше, чем вокруг гладкой нити. Однако неясно, связано ли это с наличием насечек или же с химическим составом нитей.

Через 40 дней после имплантации в рыхлой соединительной ткани вокруг нити с микронасечками не удалось обнаружить эластических волокон, а тонкие коллагеновые волокна наблюдались только на периферии. Слои появившейся молодой ткани в точности повторял рельефную структуру импланта, тем самым повышая степень сцепления и прочность удержания ткани нитью.

Вблизи импланта шло активное образование мелких кровеносных сосудов, увеличивалось количество сосудов, переполненных кровью. Поскольку такое явление наблюдалось на всем протяжении исследования, специалисты сделали вывод о феномене стойкой гиперемии (полнокровия сосудов), возникающем в зонах установки нитей с микронасечками. Данный факт может свидетельствовать об улучшении питания тканей в области имплантации. Кроме того, вокруг сосудов имелось повышенное количество клеток, содержащих гиалуроновую кислоту, которая способна улучшать структуру кожи и повышать ее иммунный статус.

Гладкую полипропиленовую нить окружала капсула, также не содержащая эластических волокон. Она оказалась более тонкой, чем в случае с нитью с микронасечками, и вместе с тем более зрелой. Исследователи предположили, что процессы обновления вокруг гладкой нити протекают и завершаются быстрее из-за отсутствия насечек, которые, раздражая ткань, стимулировали бы появление молодых структур.

Увеличение количества мелких кровеносных сосудов отмечалось и вокруг гладкой нити, но гиперемия и формирование новых кровеносных сосудов были менее выражены. Клеток, содержащих гиалуроновую кислоту, тоже оказалось меньше, чем в области установки нитей с микронасечками.

**Второй вывод:** разные по составу и форме нити вызывают процессы обновления разной степени интенсивности. Структурные особенности нитей с микронасечками позволяют им стимулировать более активное питание тканей, а также более продолжительный и выраженный процесс их обновления.

Спустя 90 дней нить с микронасечками оказалась заключена в толщу соединительной ткани. Ее окружала капсула, внутренний слой которой состоял из функционально активных клеток, а наружный — в основном из коллагеновых волокон. Структура капсулы представляла единую непрерывную сеть с волокнами окружающей ткани, была как бы «впаяна» в них. На ближайших к импланту участках кожи отмечалась повышенная васкуляризация — активное прорастание в ткань кровеносных сосудов.

Гладкая нить находилась в рыхлом слое кожи. Капсула выглядела более зрелой, а волокнистые структуры в ней преобладали над клеточными, однако соединительных тяжей вокруг гладкой нити не сформировалось. Степень васкуляризации ближайших к нити участков оказалась ниже, чем вокруг нити с микронасечками.

**Третий вывод:** молодые волокна, появляющиеся вокруг нити с микронасечками, со временем создают все более прочное соединение с подкожным слоем. Гладкая нить, напротив, остается инородным телом, ничем не закрепленным в тканях, что подтверждает бесполезность ее применения для лифтинга.

По прошествии 210 дней вокруг нити с микронасечками продолжалось созревание капсулы. Она стала тоньше, а преобладающие в ней коллагеновые волокна еще прочнее вплелись в окружающие ткани. Насечки продолжали замедлять созревание капсулы и стимулировать образование новых структур, что обеспечивало более прочное сцепление с подкожным слоем.

Гладкая нить была заключена в капсулу, аналогичную по строению, но более зрелую, в которой развивающихся клеточных элементов оказалось меньше, чем волокнистых.

**Четвертый вывод:** исследование подтвердило, что наличие насечек не просто фиксирует нить в тканях. Негладкая структура импланта вызывает более продолжительный процесс обновления. При использовании нитей с микронасечками лифтинг-эффект обеспечивается не только механическим стягиванием тканей, но и развитием естественных соединительнотканых перетяжек.

### Клинические наблюдения

Вторая часть исследования проводилась в клинике эстетической коррекции. Ее целью стала оценка восстановительных процессов, протекающих в коже человека спустя год и более после применения нитей с микронасечками, изготовленных из сополимера поликапролактона и L-молочной кислоты.

Через год после имплантации нити располагались в подкожно-жировой клетчатке и были окружены капсулой из тонкой соединительной ткани. Вокруг насечек она утолщалась, что обеспечивало более прочную фиксацию нити. Сосуды, находящиеся возле импланта, оставались хорошо наполненными кровью, т.е. наблюдалась описанная выше стойкая гиперемия.

Через полтора года после установки нитей картина осталась практически прежней. Исследователи отметили, что «сцепление» нити с подкожным слоем усилилось благодаря дальнейшей организации соединительной ткани вокруг импланта, особенно в области насечек.