

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА СНИЖЕНИЕ СРОКОВ РАССАСЫВАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН ХИРУРГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Е.В. Тен, Е.А. Головина

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

Несмотря на то, что в настоящее время синтетические материалы достаточно широко используются для изготовления различных изделий хирургического назначения и, в частности, шовного материала, проблема повышения их прочности и уменьшения сроков рассасывания до сих пор остается актуальной.

Для рассасывающихся нитей наиболее важными являются два параметра - сроки поддержания раны нитью, т. е. сохранение исходной прочности и сроки рассасывания [1]. Более качественной считается нить, у которой эти сроки максимально приближены, и остаточная прочность во время критического периода заживления раны больше. Длительные сроки рассасывания нити не есть преимущество шовного материала, поскольку в тканях долгое время будет находиться инородное тело.

Исследуемый шовный материал VICRYL, изготовленный из сополимера, который на 90% состоит из гликолида и на 10% из L-лактида. Эмпирическая формула сополимера - $(C_2H_2O_2)_m(C_3H_4O_2)_n$. В VICRYL мономеры соединяются между собой эфирными (C-O) связями, которые в организме полностью гидролизуются на воду и углекислый газ. Средний срок рассасывания волокна 36 – 90 дней. Шовный материал покрыт смесью, состоящей из равных частей сополимера гликолида и лактида (Полиглактин370) и стеарата кальция. Известно, что это покрытие, не имеет антигенных свойств, является апиrogenными и вызывает незначительную реакцию тканей при рассасывании.

Благодаря сложному плетению VICRYL обладает большей прочностью и гибкостью; поэтому использование эта нить имеет меньший диаметр, что обеспечивает минимальное количество инородного материала в тканях, а полимерное покрытие придает поверхности нити свойства монофиламентной,

которое не прорезывает и не травмирует ткань. Поэтому VICRYL нашел свое применение во многих областях хирургии, но наиболее активно он применяется в хирургии брюшной полости. Проведя химический анализ желудочного сока [2], было установлено, что большую массовую долю желудочного сока составляют хлориды (39%), натрий (31%) и соляная кислота (14,3%). Максимально приближая условия проведения эксперимента к среде живого организма, мною были выбраны следующие модельные среды: дистиллированная вода, соляная кислота (100%), физиологический раствор (NaCl, 0,9%), щелочь ($NaHCO_3$), желудочный сок (pH = 2).

Зная, что стерилизацию данных волокон проводят методом радиационной обработки при дозе облучения 10 кГр, было предложено воздействовать на структуру волокна ионизирующим излучением, превышающим дозу стерилизации $D > 10$ кГр, с целью снижения сроков биодеструкции без существенной потери упруго-прочностных свойств: относительная деформация должна составлять – 10 – 12%, а прочность волокна после обработки не должна снижаться более чем на 10% [3].

Образцы нити VICRYL длиной по 50 мм подвергались модификации в радиационно-химической установке "Исследователь РХ-Гамма-30" с интенсивностью 2 кГр/час в течение 24 часов. Облученные нити помещались в отдельные плотно закрывающиеся пробирки с модельными средами. Наблюдалось, что обработанные нити рассасывались быстрее необработанных в среднем на 20 дней. Результаты представлены на рисунке 1.

Таким образом, наиболее реакционными средами являются: соляная кислота, щелочь $NaHCO_3$ и желудочный сок, это объясняется тем, что по химическому составу эти вещества наиболее схожи с реальными условиями

эксплуатации шовного материала (брюшная полость). Для последующих экспериментов в модельных средах по самым оптимальным срокам выбрана щелочь, так как срок резорбции в щелочи – 72 дня, который соизмерим с оптимальным сроком рассасывания синтетического шовного материала в живых тканях без побочных негативных реакций.

Применение радиационной обработки привело к уменьшению времени рассасывания волокна VICRYL, но ее положительное влияние можно оценить лишь после проведения механических испытаний на прочность и модуль упругости. Снижение прочности нитей допустить можно, но увеличение значений модуля упругости, скорее всего, приведет к разрушению волокна в процессе его эксплуатации во время хирургических операций.

На следующем этапе было необходимо исследовать зависимость сроков рассасывания от дозы облучения. Результаты визуального анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость сроков биодеструкции волокон в щелочи от дозы облучения

Доза облучения, D, кГр	Срок рассасывания, дни
10 (стерилизация)	82
188	51
332	41
524	37
668	35
812	32

Рекомендуемая доза облучения $D = 188$ кГр, образцы гомогенизировались в щелочи через 51 день после облучения и помещения в данную среду. Наблюдается значительное снижение сроков биодеструкции – на 36%.

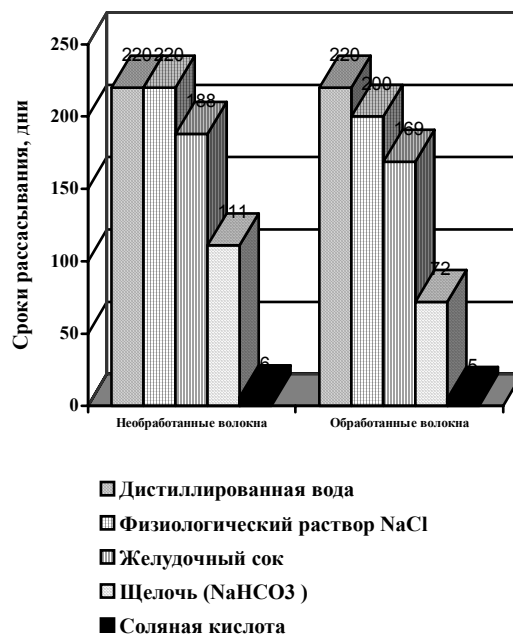
Оценим влияние ионизирующего излучения на прочностные характеристики: поглощенные дозы варьировались также от 10 до 812 кГр. Серия экспериментов заключалась в следующем: образцы длиной по 100 мм поместили в плотно закрытой колбе с откаченным воздухом в реактор. Каждый раз обработанные образцы вынимались, и сразу же подвергались испытанию на разрыв.

Данные прямых измерений абсолютного удлинения в мм и разрывного усилия в Н дают возможность рассчитать предел прочности на разрыв.

Обработав полученные данные с учетом корреляции, получили зависимость временной прочности на разрыв модифицированных волокон от поглощенной дозы. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Таблица изменения временной прочности на разрыв (σ_B^+) с увеличением дозы радиационной обработки материала

Доза облучения, D, кГр	Прочность на разрыв, σ_B^+ , МПа	$\sigma_B^+ / \sigma_{B0}^+$
0	875	—
10, (доза стерилизации)	850	0,97
188	800	0,91
332	780	0,89
524	750	0,86
668	700	0,80
812	650	0,74



ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА СНИЖЕНИЕ СРОКОВ РАССАСЫВАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН ХИРУРГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Рисунок 1 – Гистограмма зависимости сроков рассасывания стандартного и обработанного излучением волокон VICRYL в модельных средах

С увеличением дозы облучения временная прочность на разрыв уменьшается плавно. При дозе облучения 188 кГр, прочность на разрыв снизилась лишь на 9% (рисунок 1).

Относительное удлинение ϵ в пределах рекомендуемой дозы составило 11%, что также удовлетворяет вышеупомянутым требованиям.

В ходе экспериментов было установлено:

1. Наиболее реакционными средами являются: соляная кислота, щелочь и желудочный сок, это объясняется тем, что по химическому составу эти вещества наиболее схожи с реальными условиями эксплуатации шовного материала (брюшная полость).

2. Рекомендуемая доза радиационной обработки – 188 кГр, при которой наблюдается значительное снижение сроков рассасывания волокна, и соблюдаются все условия сохранения высоких прочностных и деформационных характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Оскретков В.И. Современные хирургические нити и иглы. – Барнаул, 1997. – С. 5-30.
2. Буянов В.М. Хирургический шов / В.М. Буянов, В.Н. Егиев, О.А. Удотов. – М.: Прогресс Универс, 2000. – 33 с.
3. Фурманов Ю.К. Создание и применение рассасывающихся нитей для наложения хирургических швов // Клиническая хирургия. – 1978. – № 8. – С. 71-73.
4. Иванов В. С. Радиационная химия полимеров. – М.: Химия. 1988. – 320 с.