

*М. А. Тарелко*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ЭМУЛЯЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА ХИРУРГИЧЕСКИЙ УЗЕЛ В УСЛОВИЯХ ПОЛОСТИ РТА.**

*Научные руководители: канд. физ.-мат. наук, доц. М. В. Гольцев, ассист. А. И. Николаева-Киселевич*

*Кафедра медицинской и биологической физики,  
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

**Резюме.** В данной работе были исследованы наиболее часто используемые типы и комбинации хирургических узлов из различных шовных материалов с целью изучения их способности сохранять стабильность при механической нагрузке. Лучший вариант узла – перекрестный в комбинации 2-1-1-1. На физико-механической модели лучшие результаты показали монофиламентные материалы, в полости рта – полифиламентные.

**Ключевые слова:** ротовая полость, физико-механическая модель, хирургический узел, стабильность узла.

**Resume.** This work presents the research of most commonly used types and combinations of surgical knots from different suture materials with the aim of studying their ability to maintain stability under mechanical stress. The best variant of knot for is square knot in combination 2-1-1-1. On the physical and mechanical model monofilament materials showed better, in the oral cavity - polyfilament.

**Keywords:** oral cavity, physical and mechanical model, surgical knot, knot stability.

**Актуальность.** Основное требование к хирургическому узлу – стабильность – неспособность к самопроизвольному развязыванию за счет скольжения нитей относительно друг друга. В полости рта хирургические швы подвергаются большей, по сравнению с другими анатомическими областями, деформирующей нагрузке. Это связано с рядом особенностей, которыми обладает слизистая оболочка полости рта: присутствие ротовой жидкости, обильная васкуляризация, хорошая иннервация, подвижность слизистой оболочки, обилие условно-патогенных микроорганизмов. Поэтому многочисленные петли в узле не всегда повышают его прочность, но всегда увеличивают объем шовного материала в ткани, гарантированно усиливая реакцию на инородное тело и увеличивая площадь ретенционного пункта для микроорганизмов.

На сегодняшний день наиболее распространенными типами узлов являются хирургический простой, перекрестный и их модификации.

**Цель.** изучить способность хирургических узлов из различных шовных материалов сохранять стабильность при механической нагрузке на физико-механической модели и в условиях полости рта.

**Задачи:**

1. Определить оптимальный тип и количество узлов для различных шовных материалов на физико-механической модели.

2. Доказать правомочность использования предложенной физико-механической модели для симуляции условий полости рта.

**Материалы и методы.** Исследовались простой и перекрестный типы узлов в комбинациях: 2-1-1, 2-1-1-1, 2-1-1-1-1. Эксперименты проводились на следующих типах шовного материала: монофиламентный синтетический рассасывающийся шовный материал на основе полидиоксанона («Сургикрол»), монофиламентный

синтетический нерассасывающийся шовный материал из полипропилена («Даклон»), полифиламентный синтетический рассасывающийся шовный материал из полимера гликолевой кислоты с покрытием на основе стеарата кальция и поликапролактона («ПГА»). Каждый шовный материал был использован в размерах: 0,3 мм; 0,2 мм; 0,15 мм. В качестве измерительных приборов использовались штангенциркуль, микрометр, динамометр, металлическая линейка.

До начала эксперимента были определены выносливость мягких тканей к нагрузке на модельном биоматериале мышечной ткани и значение величины нагрузки, приводящей к разрыву нити. Таким образом было установлено, что прочность биоматериала намного ниже прочности шовного материала.

Для определения стабильности хирургических узлов была создана эмульсионная физико-механическая модель, состоящая из основания, на котором закреплена катушка с металлической проволокой, относительное растяжения которой близко к 0. На противоположном конце основания находятся металлические штыри, с никелированным покрытием, обеспечивающим низкий коэффициент трения, на которых в процессе эксперимента завязывался узел. К катушке прикреплен электронный динамометр.

Предварительно нити шовного материала замачивались в физиологическом растворе, после чего на металлических штырях с фиксированной силой завязывался узел. Свободные концы нитей отрезались на расстоянии 1 см от узла. В петле узла фиксировался рабочий механизм динамометра. С помощью устройства натяжения усилие передается узлу и фиксируется на электронном табло динамометра. Также производилась фиксация изменения диаметра нити шовного материала при помощи микрометра.

Таким образом была определена стабильность различных типов и комбинаций узлов из различных шовных материалов. Для определения стабильности узла в эксперименте нами была применена сила, приближающаяся к значению прочности нити на разрыв (на 5 Н ниже порогового значения). Для каждого типа узла было проведено 10 измерений и подсчитаны статистические показатели.

Для правомочности использования результатов эксперимента на физико-механической модели было проведено исследование в условиях полости рта. В процессе клинического исследования у 10 пациентов по медицинским показаниям было проведено 16 операций сложного удаления зуба. Послеоперационные раны были ушиты одиночными узловыми швами, свободные концы нитей, как и на экспериментальной модели, отрезались на расстоянии 1 см от узла. Через 7 дней хирургические швы были удалены, при помощи металлической линейки фиксировалось изменение длины свободных концов нити.

**Результаты и их обсуждение.** В результате двух этапов исследования выяснилось, что перекрестный узел стабильнее прямого. С увеличением количества узлов растет их прочность, однако разница между комбинациями 2-1-1-1 и 2-1-1-1-1 не является существенной.

В ходе эксперимента на физико-механической модели выявлена более высокая стабильность узлов из монофиламентных материалов, что объясняется улучшением прочностных характеристик вследствие возникновения эффекта текучести в данном диапазоне напряжения. Данное явление возникает при применении пороговых зна-

чений сил, что невозможно в условиях полости рта. В клиническом исследовании была выявлена более высокая стабильность узлов из полифиламентного материала, что, вероятно, вызвано частичным рассасыванием покрытия сплетенных филаментов с течением времени и разволокнением нити, что ведет к увеличению площади соприкосновения поверхностей узла и его стабилизации.

#### **Выводы.**

1. При использовании физико-механической модели оптимальным признан перекрестный тип узла, использование более трех узлов является нецелесообразным.

2. Данные, полученные в результате использования физико-механической модели, показали хорошую корреляцию с результатами клинического эксперимента.

3. На физико-механической эмуляционной модели лучшие результаты показал монофиламентный материал, во время исследования в условиях полости рта – полифиламентный.

*M. A. Tarelko*

### **PHYSICAL AND MECHANICAL EMULATION MODEL OF THE PHYSICAL LOADS ON THE SURGICAL KNOT IN THE ORAL CAVITY.**

*Tutors: assistant professor M. V. Goltsev, assistant A. I. Nikolaeva-Kiselevich.*

*Department of medical and biological physics  
Belarusian State Medical University, Minsk*

#### **Литература**

1. Silver Eric, Rong Wu, Grady James, Liansheng Song. Knot Security- How is it Affected by Suture Technique, Material, Size, and Number of Throws? / Eric Silver // *Maxillofacial surgery*. -2016. - Volume 74, Issue 7/. – p.1304–1312.
2. Tera H., Aberg C. Strength of knots in surgery in relation to type of knot, type of suture material and dimension of suture thread./ Tera H. // *Acta Chir Scand*. – 1977/ - №143. – p.75.
3. Tidwell, J.E., Kish, V.L., Samora, J.B. et al. Knot security: How many throws does it really take? / Tidwell, J.E., // *Orthopedics*. – 2012. №35. – p.532.
4. Brown, R.P. Knotting technique and suture materials. / Brown, R.P. // *Br J Surg*. – 1992. -№79. – p.399.
5. Rosin, E., Robinson, G.M. Knot security of suture materials. / Rosin, E. // *Vet Surg*. – 1989. - №18. – p. 269.
6. Е. Борисов. В центре внимания – биоразлагаемые полимеры. /Е. Борисов// *The Chemical Journal*. – 2005. - №5. – с. 68-71.
7. С.И. Корсак, А.А. Баешко, Е.В. Крыжова. Шовный материал в хирургии: метод. рекомендации для студентов / С. И. Корсак [и др.];– Мн.: МГМИ, 2001. – 11 с.
8. Общие вопросы оперативной хирургии: учеб.-метод. пособие / Н. В. Синельникова. – 2-е изд. – Минск: БГМУ, 2007. – 28 с.
9. Слепцов И.В., Черников Р.А. Узлы в хирургии. — СПб.: Салит-Медкнига, 2000.— 176 с.