

УДК 677.017

ВЫБОР МЕТОДА ОЦЕНКИ ЖЕСТКОСТИ ХИРУРГИЧЕСКИХ НИТЕЙ

Т. И. ВИНОКУРОВА, С. М. КИРЮХИН, Е. Ф. ФЕДОРОВА

(Московская государственная текстильная академия им. А. Н. Косыгина)

Удобство обращения с хирургической нитью (ХН), ее мягкость, гибкость, податливость, «послушность» в руках хирурга, легкость скольжения в петле при наложении шва являются необходимыми свойствами ХН, которые объединяются общим понятием «хорошие манипуляционные свойства» и оцениваются обычно лишь органолептически.

Количественной характеристикой манипуляционных свойств ХН может служить жесткость. Поскольку стандартные методы определения жесткости ХН отсутствуют, а органолептическая оценка этого показателя субъективна и в значительной степени зависит от опыта эксперта, целесообразен выбор инструментального метода, наиболее полно и объективно отражающего манипуляционные свойства ХН.

Исследованы десять видов ХН близкого диаметра (0,30...0,39 мм), но разного химического состава и структуры: крученые — капроновая (ПКА), полиэфирная (ПЭТФ), фторлоновая (Фторлон), полигликолидная (ПГЛ); плетеные — поликапроамидная (ПКА), полиэфирная (ПЭТФ); с покрытием — полиэфирные крученые с фторкаучуковым покрытием (Фторэст-1 и Фторэст-2); мононити — поликапроамидные (ПКА), полипропиленовые (ПП).

Общая методика исследования манипуляционных свойств включала органолептическую оценку ХН, принятую за базовую, и ее сравнение с результатами жесткости ХН при растяжении, кручении и изгибе.

Органолептический метод состоял в определении жесткости ХН экспертами (хирургами и специалистами в области разработки и исследования шовных материалов), которые оценивали манипуляционные свойства ХН в рангах, присваивая первый ранг наиболее мягкой на ощупь нити и далее по возрастающей жесткости до десятого ранга (по числу исследованных нитей).

Жесткость ХН характеризовали величиной начального модуля при растяжении нити на 1% (E_1). Модуль определяли на универсальной испытательной установке модели 6021 фирмы «Instron» при зажимной длине образцов 100 мм и скорости перемещения подвижного зажима 100 мм/мин, что согласно [1] обеспечивало скорость деформации образца 1 мм/мин. Величину жесткости ХН при кручении измеряли в условных единицах на крутильном маятнике КМ-20 по методу [2]. Жесткость при изгибе определяли двумя консольными методами: бесконтактным на гибкомере ПТ-2 по методу [3] и контактном на приборе ИЖ-3 в соответствии с [4, 5].

Результаты определения жесткости ХН указанными методами приведены в табл. 1. В табл. 2 представлены данные корреляционного анализа после перевода в ранги величин жесткости, полученных разными методами.

Таблица 1

Наименование ХН	Жесткость при различном методе испытания				
	органолептический (ранг)	растяжение E_1 , МПа	кручение $C \cdot 10^{-3}$, усл. ед.	изгиб (ПТ-2) $E \cdot I$, мкН.см ²	изгиб (ИЖ-3) $(E \cdot I) \cdot 10^{-2}$, сН.мм ²
ПКА-круч.	1	1894±28	106±5	83±9	148±8
ПЭТФ-круч.	2	4800±175	111±3	358±18	246±22
Фторлон	3	1285±194	100±6	120±18	185±19
Фторэст-1	4	4412±46	190±9	341±32	487±17
ПКА-плет.	5	914±61	434±30	879±116	422±70
ПЭТФ-плет.	6	989±159	454±3	1040±140	628±26
ПГЛ-круч.	7	3265±152	270±6	—	421±8
Фторэст-2	8	2245±56	760±19	2470±1510	7860±580
ПКА-моно	9	4224±33	3350±120	—	9990±70
ПП-моно	10	7693±14	6130±310	—	17550±850

Примечание. Прочерк означает отсутствие показателя ввиду абсолютного прогиба нити менее 10 мм.

Следует отметить, что в целом органолептическая оценка и ранжирование жесткости ХН дают достаточно четкое представление об их манипуляционных свойствах. Согласованность экспертов в оценке жесткости всех исследованных ХН, оцененная коэффициентом конкордации [6], была высокой и значимой (коэффициент конкордации $W=0,97$ при $\chi^2=54,3 > \chi^2_{0,05}=15,5$).

Таблица 2

Методы	Органолептический	Растяжение	Кручение КМ-20	Изгиб ПТ-2	Изгиб ИЖ-3
Органолептический	1	0,27	0,93	0,90	0,90
Растяжение	0,27	1	0,25	-0,16	0,35
Кручение	0,93	0,25	1	0,94	0,52
Изгиб ПТ-2	0,90	-0,16	0,94	1	0,88
Изгиб ИЖ-3	0,90	0,35	0,52	0,88	1

Как видно (табл. 2), метод определения жесткости ХН при растяжении слабо коррелирует с органолептическим. На величину E_1 значительно влияет природа материала и структура нити (на примере ПКА и ПЭТФ нитей двух структур — крученой и плетеной); ПКА-круч. (табл. 1) имеют в 2,5 раза меньший модуль жесткости, чем нити той же структуры из ПЭТФ, что можно объяснить меньшим модулем жесткости элементарных нитей из ПКА в сравнении с ПЭТФ-элементарными нитями [7, 8]. Для отечественных нитей, плетеных в виде шнура с внутренней полостью, влияние природы материала значительно ослабевает, а превалирует структура нити. Величины E_1 % ПКА и ПЭТФ плетеных нитей очень близки, хотя и в этом случае показатель жесткости ПЭТФ нитей несколько выше, чем ПКА нитей.

Хирургические нити ведущих зарубежных фирм имеют плотное, без полости плетение, обеспечивающее достаточно гладкую поверхность нити. С такими шовными материалами легко манипулировать,

однако их нельзя назвать мягкими, если это качество оценивать модулем их упругости при растяжении, составляющим от 6000 до 10000 МПа и превосходящим по величине данный показатель отечественных крученых и плетеных нитей.

В то же время одна из самых хороших по экспертной оценке, а также по оценке при изгибе и кручении, ПЭТФ-крученая нить оказывается одной из наиболее жестких по показателю $E_{1\%}$, причиной чему может служить их изготовление из жесткоцепного полимера — полиэтилентерефталата. Попытка объяснения большой величины $E_{1\%}$ малой растяжимостью нитей не увенчалась успехом, так как корреляции между $E_{1\%}$ и удлинением нитей не обнаружено.

Поскольку жесткость мононитей обычно оценивают величиной начального модуля при растяжении [10], нами проведен сравнительный анализ жесткости нескольких хирургических мононитей (ХМН) разного химического состава, но одного типоразмера: из полипропилена (Prolene, Surgilene), полибутилентерефталата (Novafil, Miralene), политетрафторэтилена (Coralene), полиэфирполиуретана (Maxilene), поликапроамида (ПКА-мононить) органолептически и методом растяжения. Все ХМН соответствовали метрическому размеру 1,5 (диаметр 0,15... 0,19 мм). Результаты оценки жесткости ХМН приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование ХМН	Диаметр, мм	Жесткость ХМН при испытаниях методами	
		органолептический, ранг	растяжения $E_{1\%}$, МПа/ (ранг)
Maxilene	0,183	1	1560/(1)
Novafil	0,196	2	1950/(2)
Prolene	0,185	3	3510/(3)
Surgilene	0,186	4	4670/(6)
Miralene	0,193	5	3640/(4)
Coralene	0,163	6	4320/(5)
ПКА-моно	0,180	7	5880/(7)

Метод определения жесткости ХМН при растяжении имеет достаточно тесную корреляцию с органолептическим (коэффициент корреляции $r=0,89$).

Использование крутильного маятника КМ-20 дает вполне объективную картину распределения ХН по жесткости и высокую корреляцию с органолептическим методом ($r=0,93$). Однако этот метод нельзя использовать для оценки жесткости всей номенклатуры типоразмеров, структур и видов шовных материалов. Значительную трудность представляет испытание нитей больших диаметров, плотного плетения или высокой крутки. Неравномерность показателей жесткости, характеризующая коэффициентом вариации, для некоторых видов нитей также довольно высока. Так, при исследовании большого числа ПКА плетеных нитей (70 образцов) коэффициент вариации составил 28%, что свидетельствует об очень большой неравномерности показателей в выборке.

На гибкомере ПТ-2 не удалось измерить величину жесткости ПКА и ПП мононитей и ПГЛ крученых нитей. Жесткость нитей Фторэст-2 измерена с большой ошибкой, не позволяющей считать полученные

данные достоверными. Для семи оставшихся образцов коэффициент корреляции между оценкой жесткости органолептически и на гибкомере ПТ-2 был высоким ($r=0,90$). Данный метод можно применять преимущественно для оценки комплексных крученых и лишь частично плетеных нитей.

Консольный контактный метод с использованием прибора ИЖ-3 позволил оценить жесткость всех без исключения образцов нитей, независимо от их химической природы и структуры. Корреляционная зависимость между оценкой жесткости нитей органолептически и на приборе ИЖ-3 высокая ($r=0,90$). Возможность варьирования количества нитей в пробе, а также подключения усилителя для увеличения сигнала от тензодатчика разрешает использовать прибор ИЖ-3 для измерения жесткости ХН всего диапазона диаметров. К недостаткам метода можно отнести относительную длительность и трудоемкость приготовления испытуемой пробы, заключающегося в тщательной параллельной укладке нескольких нитей и закрепления их в этом положении.

Оценка манипуляционных свойств нитей на основании величин жесткости, полученных на приборе ИЖ-3, хорошо согласуется с данными [9] жесткости различных видов ХН при изгибе на приборе «Taber V-5» модели 150 В, свидетельствующими о том, что метод определения жесткости при изгибе сосредоточенной силой наиболее объективно отражает манипуляционные характеристики ХН.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотренный метод определения жесткости крученых и плетеных ХН при растяжении можно использовать для оценки жесткости мононитей.

2. Метод крутильного маятника применим лишь для ограниченного диапазона типоразмеров и структур преимущественно крученых нитей.

3. Для измерения жесткости ХН всех видов, структур и типоразмеров рекомендуется консольный контактный метод определения жесткости при изгибе, позволяющий оценить все типы нитей и достаточно полно соответствующий органолептической оценке их манипуляционных свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 9550—81 (СТ СЭВ 2345—80). Пластмассы. Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе.
2. Димитриева И. А., Михаловская Л. О. Физико-механические испытания химических волокон. — М.: Высшая школа, 1970. С. 49. .51.
3. ГОСТ 10550—75. Материалы для одежды. Методы определения жесткости при изгибе.
4. Лазаренко В. М. Процессы петлеобразования. — М.: Легпромбытиздат, 1986.
5. Труевцев А. В., Кивипелто В. Г. //Изв. вузов. Технология легкой промышленности. — 1991, № 6. С. 71. .77.
6. Соловьев А. Н., Кирюхин С. М. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. С. 9. .17.
7. Роговин З. А. Основы химии и технологии химических волокон. Производство химических волокон. — М.—Л.: Химия, 1964. С. 99.
8. Папков С. П. Физико-химические основы производства искусственных и синтетических волокон. — М.: Химия, 1972. С. 278.
9. Chu C. C., Ziad K. //Surg. Gynec. Obstet. — 1989. V. 168, № 3, P. 233. .238.
10. Пат. 2038704 Великобритания, МКИ³В01F 6/86. Elastomeric surgical sutures comprising segmented copolyester/esters/Gertzmann A. A., Gaterud M. T. (США); Ethicon Inc. (США) — № 7942325. — Оpubл. 30.07.80.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения. Поступила 23.09.96