

И.М. ХРАПКО¹⁾, С.А. ХРАПКО²⁾

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА УПРУГОСТИ ЭЛАСТИЧЕСКОЙ ХРЯЩЕВОЙ ТКАНИ

¹⁾ ЛОР-от-ние Городской клин. больницы №21 г. Донецка (глав. врач – В.А. Волков; ²⁾ Донецкий нац. технич. ун-т (ректор – А.А. Минаев)

Последние научные данные о физиологии носа, носовом цикле, носовом клапане, турбулентном движении потоков воздуха в полости носа свидетельствуют о том, что данную природой опору носового скелета в виде хряща носовой перегородки надо сохранять и беречь. Структуры зоны носового клапана (угол клапана, перегородка, передние нижние раковины и передняя часть дна носа) создают переменное сопротивление и функционируют наподобие резистора Старлинга [5, 6]. Для обеспечения нормального функционирования этой сложной анатомической области природа создала неподвижную твердую часть – носовую перегородку и подвижную часть – верхнелатеральный хрящ. Таким образом, эта динамичная область нуждается в прямой, стабильной перегородке носа.

На протяжении последних десятилетий идет поиск новой техник операций на носовой перегородке, позволяющих сохранять хрящ. Отличие септопластики от операции Киллиана состоит в том, что в результате септопластики хрящ носовой перегородки максимально сохраняется, тогда как при операции Киллиана хрящ удаляется почти полностью. Техника Киллиана достаточно проста и доступна в исполнении и непродолжительна по времени, но остов носа теряет хрящевую часть. Хорошо известные и описанные в литературе осложнения, возникающие в результате использования данной техники, указывают на необходимость поиска другой техники этой операции, позволяющей сохранять хрящ.

В отличие от техники Киллиана методики с сохранением хряща гораздо сложнее: во-первых, из искривленной хрящевой пластины нужно получить ровную; во-вторых,

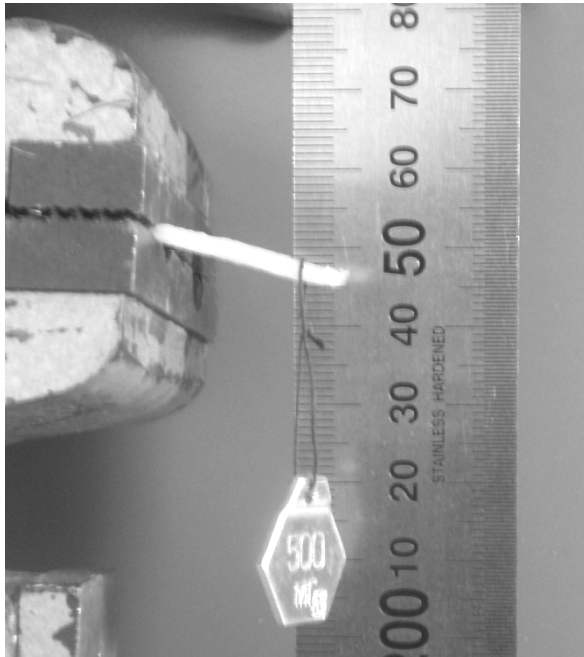
хрящевая пластина должна оставаться ровной в организме пациента долгие годы. Выполнение повторных септопластик всегда весьма затруднительно в техническом и психологическом плане, а также может вызывать недовольство со стороны страховой компании.

Цель исследования – определить коэффициент упругости хрящевой ткани для дальнейшего расчёта возможной степени прогиба хрящевой пластины после септопластики. Эти данные могут быть также использованы для расчёта опороспособности хряща и получения высокопрогнозируемого результата септопластики в случаях сложных деформаций носовой перегородки.

Материалы и методы

На базе проблемной научно-исследовательской лаборатории ДонНТУ были проведены серии экспериментов, в которых фрагменты хряща носовой перегородки, взятые во время операций (размерами от 8 до 36 мм в длину, от 2,8 до 6,2 мм в ширину и от 1,1 до 3,9 мм в толщину), помещались в губки специального держателя на глубину до 5 мм, и к свободному краю (6-28 мм) прикладывалась сосредоточенная нагрузка от 100 мг до 20,0 г (рисунок).

Оценивалась величина прогиба свободного края продольных и поперечных фрагментов хряща. Были произведены многочисленные повторные измерения в разных направлениях для хрящей, взятых от 68 пациентов. С целью повышения точности измерений вес груза подбирался таким образом, чтобы результирующий прогиб свободного края фрагмента хряща составлял 1-10 мм.



Измерение величины прогиба хряща

При выполнении работы использованы данные собственного клинического материала, а именно: кусочки четырехугольных хрящей, взятых от 68 пациентов во время септопластики. Все больные прооперированы в нашей клинике по поводу искривления носовой перегородки в период с 2011 по 2014 год.

Распределение пациентов по полу и возрасту приведено в таблице.

Результаты и их обсуждение

Модуль Юнга рассчитывался по теории сопротивления материалов [9]:

$$E = \frac{4Pl^3}{fbh^3}.$$

Средняя величина модуля Юнга для четырехугольного хряща составила $0,25 \pm 0,2$ кг/мм². При сравнении полученной величины с таблицей коэффициентов упругости для различных материалов [9] видно, что хрящевая ткань находится между каучуком ($0,8$ кг/мм²) и мягкой вулканизированной резиной ($0,15-0,5$ кг/мм²).

В данном исследовании не производилась попытка оценить, будет ли сохраняться такой же коэффициент упругости в сломанном хряще и в сломанном неоднократно хряще. После травмы или операции утрачивается связь с надхрящницей, хрящ теряет трофику, с возрастом снижается количество хондроцитов и протеогликанов на единицу площади, появляются признаки инволютивной атрофии [3], т.е. хрящ теряет свои упругие свойства.

Обследуемые лица	Количество пациентов		
	возраст		
	18-25 лет	25-45 лет	45-60 лет
Мужчины	18	16	8
Женщины	11	10	5

Все исследования производились для эластической хрящевой ткани. Различаются три вида хрящевых тканей: гиалиновая, эластическая и волокнистая, которые имеют различное гистомолекулярное строение [2, 3, 7, 8]. Хрящи носа и ушной раковины представлены эластической хрящевой тканью. Рёберный хрящ относится к гиалиновым хрящам [2, 3, 7, 8]. Характерными особенностями эластической хрящевой ткани являются наличие войлокообразно расположенных эластических волокон в матриксе и высокая способность к растяжению [3]. Gillies (1920) впервые отметил, что пла-

стинки хряща с мукоперихондрием, удаленным на одной стороне, деформируются. При этом надхрящница противоположной стороны действует, как тетива лука, изгибая хрящ [1, 4, 10, 11]. Свои эксперименты американский пластический хирург Gillies производил с рёберным хрящом, то есть с гиалиновой хрящевой тканью, и пришёл к выводу, что под воздействием неотсепарованной с одной стороны надхрящницы начинают работать механизмы наподобие тетивы лука, приводящие к выравниванию хряща в сторону, противоположную искривлению. Методика септопластики с нанесением

насечек [6, 11] екстраполірує ці данні с гіалінового хряща на еластический, що, як показує клініческий опит, не совсем правомочно.

Выводы

Средняя величина коэффициента упругости (модуля Юнга) для четырёхугольного хряща составила $0,25 \pm 0,2$ кг/мм². Полученные данные можно использовать в

дальнейшем для расчётов возможной степени прогиба хрящевой пластины после септопластики. Полученные данные можно также использовать для расчёта опороспособности хряща. Понимание процессов, происходящих с хрящевой пластиной после операции, способствует получению высокопрогнозируемого результата септопластики в случаях сложных деформаций носовой перегородки.

1. Белоусов А.Е. Пластическая реконструктивная и эстетическая хирургия. – СПб, 1998.
2. Гарстукова Л.Г., Кузнецов С.Л., Деревянко В.Г. Наглядная гистология. – Москва, 2008.
3. Данилов Р.К., Быков В.Л. Руководство по гистологии. – Т.1. – Санкт-Петербург, 2001.
4. Курс пластической хирургии / Под редакцией К.П. Пшениснова. – Ярославль, Рыбинск: Изд-во ОАО «Рыбинский дом печати», 2010.
5. Пейпл А.Д. Пластическая и реконструктивная хирургия лица. – Москва, 2007.
6. Пискунов Г.З., Пискунов С.З. Руководство по ринологии. – Москва, 2011.
7. Храпко И.М. Влияние особенностей гистологического строения хряща носовой перегородки на возникновение постоперационных деформаций после септопластики // Ринология. – 2012. – №3. – С. 12-17.
8. Хэм А., Кормак Д. Гистология: Т.3. – Москва: Мир, 1983.
9. Эберт Г. Краткий справочник по физике. – М., Физматгиз, 1963. – 552 с.
10. Gillies H.D. Plastic Surgery of the Face. Henry Frowde, 1920, 1983.
11. Guyuron B. Classification of septal deviation and reconstructive technique / J. Gunter et al. Dallas Rhinoplasty (second edition). – St. Louis, Missouri: Quality medical Publishing, 2007.

Поступила в редакцию 11.03.14.

© И.М. Храпко, С.А. Храпко, 2014

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПРУЖНОСТІ ЕЛАСТИЧНОЇ ХРЯЩОВОЇ ТКАНИНИ

Храпко І.М., Храпко С.О. (Донецьк)

Резюме

Визначався коефіцієнт пружності хряща (модуль Юнга), який необхідний для доказового прогнозування післяопераційних викривлень, опираючись на закони біомеханіки хряща і постулати теорії опору матеріалів. На базі Донецького національного технічного університету були проведені серії експериментів, які дозволили оцінити коефіцієнт пружності еластичної хрящової тканини. Для експериментів були використані фрагменти хрящів носової перегородки від 68 пацієнтів, взяті під час септопластики. Середня величина модуля Юнга для чотирикутного хряща складала $0,25 \pm 0,2$ кг/мм².

Ключові слова: хрящ, коефіцієнт пружності, експериментальні дослідження.

DETERMINATION OF THE COEFFICIENT OF ELASTICITY OF ELASTIC CARTILAGE

Khrapko I.M., Khrapko S.A. (Donetsk)

Summary

The aim of this work is determination of the elasticity coefficient of the cartilage (Young's modulus), which is essential for evidence predicting postoperative distortions, based on the laws of biomechanics of cartilage and postulates of the materials strength theory. Series of experiments were carried out in the Donetsk National Technical University which allowed us to estimate the coefficient of elasticity of the elastic cartilage. Fragments of cartilage of the nasal septum from 68 patients taken during septoplasty were used for the experiments. The average value of Young's modulus for the quadrangular cartilage was $0,25 \pm 0,2$ kg/mm².

Keywords: cartilage, the coefficient of elasticity, experimental study.