

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЛОТРАНСПЛАНТАТОВ ДЛЯ СКЛЕРОПЛАСТИКИ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ РАЗНЫМИ МЕТОДАМИ

Проведено изучение структуры и прочностных свойств трансплантатов для склероукрепляющих операций. Объектами исследования служили аллотрансплантаты из твердой оболочки головного мозга и широкой фасции бедра, консервированные разными методами.

Ключевые слова: аллотрансплантаты, фиброархитектоника, лиофилизация донорских тканей, консервация донорских тканей.

В настоящее время насчитывается около 40 видов различных трансплантационных биоматериалов, применяемых в хирургическом лечении прогрессирующей миопии. Эффективность склероукрепляющих операций колеблется от 33% до 100% и зависит как от характера хирургического воздействия и особенностей миопического процесса, так и от свойств и вида пересаживаемого материала [1,5,11]. В последнее время отмечается тенденция комплексного изучения особенностей фиброархитектоники трансплантатов и их биомеханических свойств [2,4,10]. Необходимость изучения механических свойств трансплантатов вызвана запросами практической медицины. На основе изучения прочностных и деформативных свойств трансплантатов решаются задачи восстановительной и реконструктивной хирургии, трансплантологии [3,7,8]. Причины осложнений при использовании тех или иных биоматериалов часто определяются качеством последних, которое, в свою очередь, зависит от совокупности всех стадий технологического процесса их изготовления [1,13]. Идеальные трансплантаты должны обладать всем необходимым спектром биологических свойств, которые позволяют обеспечить эффективный результат хирургической коррекции, поэтому вопрос о технологической обработке трансплантатов, отвечающих современным требованиям офтальмохирургии, и по сей день остается открытым.

Цель

Исследовать структуру и прочностные свойства аллотрансплантатов для склероукрепляющих операций, изготовленных различными методами.

Материал и методы исследования

Аллотрансплантаты для склеропластики были изготовлены из следующих кадаверных тканей: твердой оболочки головного мозга (ТМО) и широкой фасции бедра (ФБ). Донорские ткани обрабатывали по технологии Аллоплант. Данная технология заключается в многоступенчатой физико-химической обработке тканей, которая приводит к мембранолизу и экстракции наиболее иммуногенных компонентов тканей, с сохранением их коллагенового каркаса, а так же пластических свойств. Затем обработанные ткани были распределены на две группы. В первой группе трансплантаты ТМО и ФБ консервировали 70% этанолом. Во второй группе трансплантаты консервировали методом лиофилизации, при этом ткани замораживали в криогенной камере до -45 °С и высушивали под вакуумом. Консервированные и лиофилизированные аллотрансплантаты ТМО и ФБ исследовали гистологическими методами. Фиксировали в 10% растворе забуференного формалина по Лилли и заливали в парафин, окрашивали по общепринятым стандартным методикам. Срезы готовили на микротоме LEICA и окрашивали гематоксилином и эозином, по методу Ван Гизон, по Маллори. Микроскопические исследования проводились с использованием светового микроскопа LSM 5 PASCAL фирмы «CARL ZEISS» (Германия). Изучение биомеханических свойств трансплантатов проводили на универсальной машине для испытания прочностных свойств материалов модели 1185 INSTRON (Англия). Образцы подвергали одноосному линейному растяжению с графической регистрацией диаграмм зависимости деформация-напряжение, по которым определяли основные механические параметры: предел прочности, модуль упругости (Юнга).

Результаты исследования и их обсуждение

Как показали гистологические исследования, консервированные в 70% этаноле аллотрансплантаты твердой оболочки головного мозга представляют собой плотную соединительнотканную пластинку, состоящую из 2 – 4 слоев. Между слоями расположены солитарные пучки волокон, которые переходят от одного слоя в другой, связывая их между собой. В каждом слое волнообразно изогнутые пучки коллагеновых волокон идут параллельно друг другу и ориентированы в одном направлении, которое не совпадает с направлением в соседних слоях. Кроме пучков коллагеновых волокон присутствуют и тонкие эластические волокна. В целом фиброархитектоника трансплантатов ТМО имеет сложно-переплетенный, относительно плотный соединительнотканый каркас, состоящий из расположенных параллельно друг другу слоев волнообразных пучков коллагеновых волокон с наличием солитарных пучков между ними (рис.1, цветная вкладка).

Исследование фиброархитектоники лиофилизированных аллотрансплантатов ТМО показали, что плотность упаковки пучков коллагеновых волокон, присущая консервированным трансплантатам, полностью нарушается. Коллагеновые пучки расщепляются на волокна и приобретают вид тонких волнообразно изогнутых нитей, ориентированных в одном направлении. Множество солитарных пучков, переходящих из одного слоя в другой, связывают их между собой. Очертания слоев, характерных для данной ткани, не просматриваются. В целом фиброархитектоника лиофилизированных трансплантатов ТМО приобретает вид рыхлой мелкоячеистой сети, что свидетельствует о нарушении волокнистого каркаса (рис.2, цветная вкладка).

Структура аллотрансплантатов, изготовленных из широкой фасции бедра и консервированного в 70% этаноле, отличается наличием четко выраженных слоев, в каждом из которых плотно упакованные пучки коллагеновых волокон располагаются в строго определенном порядке (рис.3, цветная вкладка). Часть волокнистых пучков (солитарные пучки) переходит из одного слоя в другой. Определяются три слоя коллагеновых волокон, тесно прилегающих друг к другу. В пределах каждого слоя пучки

волокон ориентированы в одном направлении, а в разных слоях – под углом друг к другу. Подобная фиброархитектоника обеспечивает хорошие прочностные свойства трансплантатов.

Структура лиофилизированных аллотрансплантатов ФБ представляет собой отдельные крупные фрагменты пучков коллагеновых волокон с измененными тинкториальными свойствами, свидетельствующими об их частичной деструкции. Солитарные пучки, соединяющие слои внутри фасции, имеют вид рыхлой сети. Участки относительно крупноячеистой сети чередуются с небольшими фрагментами плотных пучков коллагеновых волокон (рис.4, цветная вкладка). Подобная фиброархитектоника также свидетельствует о деструкции волокнистого остова лиофилизированных трансплантатов.

Данные гистологических исследований позволяют сделать следующие заключения. Консервация трансплантатов ТМО и ФБ в 70% этаноле позволяет максимально сохранить структуру их волокнистого остова. В тоже время процесс лиофилизации приводит, в обоих случаях, к нарушению фиброархитектоники трансплантатов. Изменение волокнистого остова с формированием мелкоячеистой сети наблюдается у трансплантатов ТМО. В структуре трансплантатов ФБ, подвергнутых лиофилизации, происходит фрагментирование и расщепление пучков коллагеновых волокон.

Полученные результаты биомеханических испытаний трансплантатов, консервируемых различными методами, показали следующее. Значение предела прочности трансплантатов, изготовленных из ФБ и консервированных в этаноле, равно $95,4 \pm 4,2$ МПа. У лиофилизированных трансплантатов из аналогичной ткани наблюдается падение предела прочности до $91,3 \pm 2,1$ МПа. Сходная тенденция прослеживается в изменении модуля упругости (Юнга). Так, у трансплантатов, консервированных в этаноле, данный показатель равен $954,0 \pm 29,0$ МПа, у лиофилизированных трансплантатов – $923,0 \pm 17,0$ МПа.

Сравнение между собой прочностных свойств консервированных в 70% этаноле и лиофилизированных трансплантатов ТМО показало, что значение предела прочности для трансплантатов, консервируемых в этаноле, равно $132 \pm 4,1$ МПа, тогда как для лиофилизирован-

ных трансплантатов ТМО наблюдается падение предела прочности до $118 \pm 3,5$ МПа. Аналогичная картина наблюдается в изменении модуля упругости (Юнга) – так, его величина у трансплантатов ТМО, консервируемых в этаноле, равна $1012 \pm 33,0$ МПа, у лиофилизированных ТМО этот показатель равен $902 \pm 17,2$ МПа.

Таким образом, в ходе исследований прочностных свойств трансплантатов ТМО и ФБ получены следующие результаты – консервация в 70% этаноле не изменяет прочностных показателей трансплантатов ТМО и ФБ. В тоже время лиофилизация приводит к снижению биомеханических параметров и, как следствие, к падению пластических свойств трансплантатов.

Проведенный нами сравнительный анализ структурных и прочностных изменений, происходящих в трансплантатах ТМО и ФБ при различных методах их консервации, показал, что морфологические изменения в структуре

лиофилизированных трансплантатов ТМО и ФБ приводят к снижению их прочностных свойств. Необходимо отметить, что для трансплантатов ТМО и ФБ, которые используются для склероукрепляющих операций, сохранение прочностных свойств является важным фактором, обуславливающим эффект их клинического применения.

Заключение

Изменение в структуре лиофилизированных трансплантатов является существенным ограничением при использовании их для укрепляющих операций, где важную роль играют физико-механические свойства материала. Однако лиофилизированные трансплантаты могут использоваться для восполнения объемных дефектов тканей, для восстановления тканей с дренажной функцией и в качестве покрытия раневых поверхностей [6,9,12].

28.09.2012

Список литературы:

1. Перова Н.В. Влияние обработки и хранения склеропластического материала на качественные и количественные характеристики имплантата и результаты приживления его в эксперименте / Н.В. Перова, Т.И. Ронкина, А.В. Золоторевский и др. // Офтальмохирургия. – 2000. – № 2. – С. 68-77.
2. Григорян С.С. Биомеханика и некоторые общие вопросы биологии / С.С. Григорян, С.А. Регирер // Тез. докл. III Всесоюз. конф. по проблемам биомеханики. – Рига, 1983. – Т.1. – С. 6-7.
3. Иоффе И.Л. Вопросы изучения механических свойств некоторых мягких тканей и органов тела человека / И.Л. Иоффе, А.Н. Черномашенцев, В.А. Ярцев // Биомеханика. – Рига, 1975. – С. 174-176.
4. Канюков В.Н. Биологическое и экспериментально-гистологическое обоснование новых технологий в офтальмохирургии / В.Н. Канюков, А.А. Стадников, О.М. Трубина. – М.: Медицина, 2005. – 160 с.
5. Лекишвили М.В. Технологии изготовления костного пластического материала для применения в восстановительной хирургии: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2005. – 47 с.
6. Мулдашев Э.Р. Осложненная глаукома / Э.Р. Мулдашев, Г.Г. Корнилаева, В.У. Галимова. – СПб.: Издательский Дом «Нева», 2005. – 192 с.
7. Нигматуллин Р.Т. Некоторые биомеханические аспекты пластической и реконструктивной хирургии / Р.Т. Нигматуллин, Э.Р. Мулдашев, А.Ю. Салихов [и др.] // Достижения биомеханики в медицине: тез. докл. межд. конф. – Рига, 1986. – С. 291-296.
8. Савельев В.И. Актуальные проблемы трансплантации тканей / В.И. Савельев, Н.В. Корнилов, А.В. Калинин. – СПб.: МОРСАРАВ, 2001. – 152 с.
9. Сироткина И.А. Формирование опорно-двигательной культы глазного яблока комбинированными биоматериалами «Аллоплант»: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Челябинск, 2005. – 22 с.
10. Сорокин А.П. Общие закономерности строения опорного аппарата человека. – М.: Медицина, 1973. – 264 с.
11. Тарутта Е.П. Склероукрепляющее лечение и профилактика осложнений прогрессирующей близорукости у детей и подростков: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1993. – 51 с.
12. Хасанов Р.А. Технологические аспекты получения инъекционных биоматериалов «Аллоплант» / Р.А. Хасанов, О.Р. Шангина // Актуальные вопросы тканевой и клеточной трансплантологии: Сборник тезисов IV Всерос. симп. – СПб.: Изд-во «Человек и его здоровье», 2010. – С. 133-134.
13. Шангина О.Р. Морфологические основы радиационной устойчивости соединительнотканых трансплантатов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Саранск, 2007. – 34 с.

Сведения об авторах:

Булгакова Людмила Александровна, научный сотрудник лаборатории консервации тканей
ФГБУ «Всероссийский центр глазной и пластической хирургии» Минздрава России,
e-mail: mila.bulg@mail.ru

Шангина Ольга Ратмировна, зам. ген. директора по производству биоматериалов
ФГБУ «Всероссийский центр глазной и пластической хирургии» Минздрава России,
доктор биологических наук, профессор, e-mail: alloolga@mail.ru
450075, г.Уфа, ул.Р.Зорге 67/1