



СЕЧЕНОВСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

Под редакцией  
академика РАН С. В. Готье

# ТРАНСПЛАНТОЛОГИЯ И ИСКУССТВЕННЫЕ ОРГАНЫ

## Учебник

3-е издание, электронное

Рекомендовано Координационным советом по области образования «Здравоохранение и медицинские науки» в качестве учебника для использования в образовательных учреждениях, реализующих программы высшего образования по направлению подготовки 31.05.01 «Лечебное дело» по дисциплине «Трансплантология»



Москва  
Лаборатория знаний  
2022

УДК 617(075.8)  
ББК 52.5  
Т65

**А в т о р ы:**

С. В. Готье, О. Е. Гичкун, С. В. Головинский, В. М. Захаревич,  
И. М. Ильосердов, Г. П. Иткин, М. Н. Корнилов, С. С. Мещерин,  
И. А. Милосердов, М. Г. Минина, Н. П. Можейко, А. Р. Монахов,  
Г. А. Олефиренко, И. Е. Пашкова, В. Н. Попцов, В. И. Севастьянов,  
Е. С. Столяревич, А. Г. Строков, Т. А. Халилулин, С. М. Хомяков,  
О. М. Цирульникова, М. Ю. Шагидулин, А. О. Шевченко, О. П. Шевченко

**Трансплантология** и искусственные органы : учеб-  
ник / под ред. акад. РАН С. В. Готье. — 3-е изд., электрон. —  
М. : Лаборатория знаний, 2022. — 322 с. — Систем. требования:  
Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст :  
электронный.

ISBN 978-5-00101-988-6

Учебник подготовлен коллективом авторов, большинство из которых являются сотрудниками кафедры трансплантологии и искусственных органов лечебного факультета Первого МГМУ им. И. М. Сеченова. Данное издание составлено с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта и учебного плана, базируется на опыте преподавания этой дисциплины в ведущем медицинском вузе России — Сеченовском Университете, а также клиническом и научном опыте ведущего трансплантологического центра нашей страны — ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В. И. Шумакова» Минздрава России.

Настоящий учебник будет полезен не только студентам, но также может оказать помощь в обучении молодых специалистов, врачей, аспирантов, так как содержит «под одной обложкой» базовую информацию по основным разделам трансплантологии, искусственным органам, а также регенеративной медицине и созданию биоискусственных органов.

УДК 617(075.8)  
ББК 52.5

**Деривативное издание на основе печатного аналога:** Трансплантология и искусственные органы : учебник / под ред. акад. РАН С. В. Готье. — 2-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2021. — 319 с. : ил.

ISBN 978-5-00101-381-5

Приведенные в книге показания к применению, противопоказания и дозировки препаратов настоятельно рекомендуется сверять с информацией их производителей и соотносить с клиническими процедурами. Авторы, редакторы и издатель не несут никакой юридической ответственности за любые содержащиеся в тексте и иллюстрациях ошибки или упущения.

**В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации**

ISBN 978-5-00101-988-6

© ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова  
Минздрава России (Сеченовский Университет), 2018  
© Лаборатория знаний, 2018

<b>Коллектив авторов</b> .....	3
<b>Список сокращений</b> .....	9
<b>Введение</b> .....	11

## ЧАСТЬ I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

### **Глава 1. Предмет, цели и задачи трансплантологии**

*С.В. Готье* ..... **14**

1.1. Трансплантология и искусственные органы — мультидисциплинарная область современной медицины ..... 14

1.2. Исторические аспекты развития трансплантологии ..... 16

Рекомендуемая литература ..... 25

Вопросы для самоконтроля ..... 25

### **Глава 2. Правовые и организационные основы донорства и трансплантации органов и тканей человека**

*С.В. Готье, С.М. Хомяков* ..... **26**

2.1. Принципы донорства и трансплантации органов, тканей и клеток человека ..... 26

2.2. Формы получения согласия на изъятие органов и тканей от умершего человека для трансплантации ..... 27

2.3. Запрет на торговлю органами и тканями человека в целях трансплантации ..... 29

2.4. Законодательные основы регулирования донорства и трансплантации органов и тканей человека в России ..... 31

2.5. Организационные основы медицинской деятельности по профилю «Трансплантация» ..... 34

2.6. Этапы осуществления медицинской деятельности по профилю «Трансплантация» ..... 37

Перечень нормативно-правовых актов ..... 40

Вопросы для самоконтроля ..... 42

### **Глава 3. Основы трансплантационной иммунологии и механизмы иммуносупрессии**

*О.П. Шевченко, О.М. Цирульниковая, О.Е. Гичкун, Г.А. Олефиренко, И.Е. Пашкова* ..... **43**

3.1. История развития трансплантационной иммунологии ..... 43

3.2. Иммунный ответ на аллоантигены донорского трансплантата ..... 45

3.3. Система HLA: строение и функции ..... 49

3.4. Методы исследования и номенклатура HLA ..... 52

3.5. Антитела к HLA, методы их идентификации ..... 54

3.6. Индивидуальная совместимость донора и реципиента ..... 55

3.7. Отторжение трансплантата ..... 56

3.8. Иммунологическая толерантность ..... 57

3.9. Механизмы иммуносупрессии ..... 57

3.10. Характеристика групп основных иммуносупрессивных препаратов ..... 59

Рекомендуемая литература ..... 65

Вопросы для самоконтроля ..... 66

## ЧАСТЬ II. ДОНОРСТВО ОРГАНОВ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ТРАНСПЛАНТАЦИИ

### **Глава 4. Донорство органов человека для трансплантации**

*С.В. Готье, М.Г. Минина, С.С. Мещерин* ..... **68**

4.1. Основные термины и понятия донорства органов ..... 68

4.2. Медицинские мероприятия, связанные с донорством органов для трансплантации ..... 72

4.2.1. Абсолютные противопоказания к донорству органов ..... 72

4.2.2. Оценка пригодности для трансплантации донорских органов ..... 73

4.3. Ведение потенциального донора органов и кондиционирование донора с диагнозом смерти мозга . . . . .	77	4.7. Доноры после сердечной смерти . . . . .	86
4.4. Консервация органов и тканей . . . . .	80	4.8. Консервация абдоминального комплекса <i>in situ</i> у доноров после сердечно-легочной смерти . . . . .	87
4.5. Организация мультиорганного изъятия . . . . .	83	4.9. Заключение . . . . .	90
4.6. Анестезиологическое пособие при операции по изъятию органов у посмертного донора . . . . .	86	Рекомендуемая литература . . . . .	90
		Вопросы для самоконтроля . . . . .	90

## ЧАСТЬ III. ТРАНСПЛАНТАЦИЯ ОРГАНОВ

### Глава 5. Трансплантация сердца

*С.В. Готье, А.О. Шевченко, В.М. Захаревич, В.Н. Попцов . . . . .*

5.1. Введение . . . . .	92
5.2. Отбор и подготовка потенциальных реципиентов . . . . .	93
5.3. Лист ожидания трансплантации сердца . . . . .	97
5.4. Подбор донорского сердца для трансплантации . . . . .	98
5.5. Механическая поддержка кровообращения у больных с острой/декомпенсированной сердечной недостаточностью . . . . .	100
5.6. Операция ортотопической трансплантации сердца . . . . .	101
5.6.1. Изъятие сердечного трансплантата . . . . .	102
5.6.2. Кардиоэктомия . . . . .	105
5.6.3. Методики имплантации донорского сердца . . . . .	107
5.7. Тактика лечения больных после трансплантации сердца . . . . .	111
5.8. Отдаленный прогноз реципиентов трансплантированного сердца . . . . .	112
5.9. Основные принципы назначения иммуносупрессивных лекарственных средств у реципиентов сердца. Безопасность иммуносупрессивной терапии . . . . .	114
5.10. Отторжение сердечного трансплантата . . . . .	115
5.10.1. Острое клеточное отторжение . . . . .	115
5.10.2. Острое гуморальное отторжение . . . . .	116
5.10.3. Бессимптомное гуморальное отторжение . . . . .	116
5.10.4. Смешанное отторжение . . . . .	116

5.10.5. Позднее острое отторжение сердечного трансплантата . . . . .	116
5.11. Васкулопатия сердечного трансплантата . . . . .	117
5.12. Физическая реабилитация после трансплантации сердца . . . . .	118
Рекомендуемая литература . . . . .	119
Вопросы для самоконтроля . . . . .	119

### Глава 6. Трансплантация легких и сердечно-легочного комплекса

*С.В. Готье, С.В. Головинский, В.Н. Попцов, А.О. Шевченко . . . . .*

6.1. Введение . . . . .	120
6.2. Показания к трансплантации легких и сердечно-легочного комплекса . . . . .	122
6.2.1. Хроническая обструктивная болезнь легких . . . . .	125
6.2.2. Идиопатический легочный фиброз . . . . .	127
6.2.3. Муковисцидоз . . . . .	128
6.2.4. Первичная легочная артериальная гипертензия . . . . .	129
6.3. Показания к трансплантации сердечно-легочного комплекса . . . . .	130
6.4. Показания к трансплантации легких и сердечно-легочного комплекса у детей . . . . .	132
6.5. Противопоказания к трансплантации легких и сердечно-легочного комплекса . . . . .	133
6.5.1. Абсолютные противопоказания . . . . .	133
6.5.2. Относительные противопоказания . . . . .	134
6.6. Наблюдение пациентов в листе ожидания трансплантации легких и сердечно-легочного комплекса . . . . .	135

6.7. Операция трансплантации легких и сердечно-легочного комплекса . . . . .	136
6.8. Особенности послеоперационного периода трансплантации легких и сердечно-легочного комплекса . . . . .	140
6.9. Отдаленный прогноз и перспективы научных исследований. . . . .	142
Рекомендуемая литература . . . . .	143
Вопросы для самоконтроля . . . . .	143

## Глава 7. Трансплантация печени

<i>С.В. Готье, О.М. Цирульникова, А.Р. Монахов, И.Е. Пащикова, М.Н. Корнилов . . . . .</i>	<b>144</b>
7.1. Показания к трансплантации печени . . . . .	144
7.2. Противопоказания к трансплантации печени. . . . .	151
7.3. Критерии отбора потенциальных реципиентов и выбор оптимального момента для выполнения трансплантации печени. . . . .	152
7.4. Подготовка больных к трансплантации печени . . . . .	155
7.5. Подбор пары реципиент—донор. Варианты печеночных трансплантатов . . . . .	156
7.6. Хирургическая техника ортотопической трансплантации печени. . . . .	161
7.7. Посттрансплантационный период . . . . .	168
Рекомендуемая литература . . . . .	173
Вопросы для самоконтроля . . . . .	173

## Глава 8. Хроническая болезнь почек и методы заместительной почечной терапии

<i>И.А. Милосердов, А.Г. Строков, Е.С. Столяревич. . . . .</i>	<b>174</b>
8.1. Введение . . . . .	174
8.2. Понятие хронической болезни почек и критерии инициации заместительной почечной терапии. . . . .	174
8.3. Диализные методы заместительной почечной терапии . . . . .	180
8.3.1. Гемодиализ (искусственная почка) . . . . .	180
8.3.2. Перитонеальный диализ . . . . .	189

8.4. Трансплантация почки . . . . .	193
8.4.1. Показания к трансплантации почки, предоперационная подготовка доноров и реципиентов . . . . .	194
8.4.2. Операция нефрэктомии у живого донора и трансплантации почки. . . . .	197
8.4.3. Принципы ведения ближайшего послеоперационного периода . . . . .	201
8.4.4. Послеоперационные осложнения . . . . .	203
8.4.5. Патология почечного трансплантата . . . . .	204
8.4.6. Осложнения в поздние сроки после трансплантации почки . . . . .	216
8.4.7. Особенности пересадки почки у больных сахарным диабетом. . . . .	219
8.4.8. Отдаленные результаты трансплантации почки . . . . .	220
Рекомендуемая литература . . . . .	222
Вопросы для самоконтроля . . . . .	222

## Глава 9. Патоморфология трансплантированных органов

<i>И.М. Ильинский, Н.П. Можейко. . . . .</i>	<b>224</b>
9.1. Биопсии трансплантированных органов . . . . .	225
9.2. Предсуществующая патология донорских органов . . . . .	227
9.2.1. Предсуществующая патология донорских почек . . . . .	227
9.2.2. Предсуществующая патология донорской печени. . . . .	229
9.3. Ишемическое повреждение трансплантированного органа . . . . .	230
9.4. Сверхострое отторжение трансплантированного органа . . . . .	233
9.5. Ускоренное отторжение трансплантированного органа . . . . .	235
9.6. Острое отторжение трансплантированного органа . . . . .	235
9.7. Нефротоксичность ингибиторов кальциневрина . . . . .	247
9.8. Инфекционные осложнения после трансплантации органов . . . . .	248
9.9. Хроническое отторжение . . . . .	251
9.10. Рекуррентные заболевания. . . . .	254
Рекомендуемая литература . . . . .	255
Вопросы для самоконтроля . . . . .	255

## ЧАСТЬ IV. ИСКУССТВЕННЫЕ ОРГАНЫ

### Глава 10. Представление об искусственных органах, возможности протезирования функций жизненно важных органов

*С.В. Готье, Г.П. Иткин, Г.А. Олефиренко* ..... **258**

- 10.1. Искусственная почка ..... 258  
 10.2. Искусственная поджелудочная железа . 260  
 10.3. Искусственная печень ..... 261  
 10.4. Искусственное сердце ..... 262  
 10.5. Искусственное легкое ..... 264  
 Рекомендуемая литература ..... 266  
 Вопросы для самоконтроля ..... 266

### Глава 11. Механическая поддержка кровообращения

*Г.П. Иткин, В.М. Захаревич, Т.А. Халилулин, А.О. Шевченко, В.Н. Попцов* ..... **267**

- 11.1. Биофизические основы вспомогательного кровообращения... 268

- 11.2. Методы и системы кратковременной механической поддержки кровообращения ..... 269  
 11.2.1. Внутриаортальная баллонная контрпульсация ..... 270  
 11.2.2. Обход левого желудочка сердца .... 271  
     — насосы пульсирующего потока... 272  
     — насосы неппульсирующего потока... 273  
     — осевые (аксиальные) насосы ..... 274  
 11.2.3. Экстракорпоральная мембранная оксигенация ..... 276  
 11.3. Методы и системы длительной механической поддержки кровообращения ..... 277  
     — насосы пульсирующего потока .... 277  
     — насосы неппульсирующего потока . . 279  
 11.4. Медицинские проблемы длительной механической поддержки кровообращения и пути их решения . . 281  
 Рекомендуемая литература ..... 283  
 Вопросы для самоконтроля ..... 283

## ЧАСТЬ V. ТКАНЕВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И РЕГЕНЕРАТИВНАЯ МЕДИЦИНА, БИОИСКУССТВЕННЫЕ ОРГАНЫ

### Глава 12. Тканеинженерные конструкции (биомедицинские клеточные продукты)

*С.В. Готье, В.И. Севастьянов* ..... **286**

- 12.1. Клеточные составляющие тканеинженерных конструкций ..... 287  
 12.2. Матрикс для тканеинженерных конструкций ..... 289  
 12.3. Биомолекулы ..... 292

### Глава 13. Технологии изготовления трехмерных матриксов для клеточно-и тканеинженерных конструкций

*В.И. Севастьянов* ..... **293**

- 13.1. Метод выщелачивания ..... 293  
 13.2. Гель-сублимация ..... 294  
 13.3. Электроспиннинг ..... 294

- 13.4. 3D-принтирование ..... 295  
 13.5. Метод поверхностно-селективного лазерного спекания ..... 296

### Глава 14. Пути создания тканеинженерных конструкций

*В.И. Севастьянов, М.Ю. Шагидулин* . . . **298**

- 14.1. Клеточноинженерная конструкция хрящевой ткани ..... 305  
 14.2. Клеточноинженерная конструкция печени ..... 307  
 14.3. Клеточноинженерная конструкция поджелудочной железы ..... 309  
 14.4. Заключение ..... 311  
 Рекомендуемая литература ..... 312  
 Вопросы для самоконтроля ..... 313

**Приложения** ..... 314