Почему чего это необходимо?

Сегодняшние методы трансплантации органов хоть и шагнули далеко вперёд относительно методов прошлых лет, но всё же имеют огромное количество проблем. В первую очередь это сам факт того, что орган пересаживается от другого человека. Если это хрящевые и мышечные ткани или даже часть печени (она способна восстанавливаться при правильной диете), то органы трансплантируют от родственников человека или доноров, а иногда мышечные ткани могут пересаживать со здорового места человеческого тела на поражённое, что часто помогает, например, спасти конечности после ожогов. В 21 веке с таковой процедурой не возникает огромных проблем.

Но что, если человеку необходим жизненно важный орган, который в организме в единственном экземпляре, например, сердце. Тут приходится вставать в очередь на получение трансплантата. К величайшему сожалению, многие люди погибают, так и не дождавшись.

И это не единственная проблема. Орган, пересаженный от другого человека, отторгается организмом, что вынуждает пациента принимать препараты, подавляющие иммунную систему. Это, в свою очередь, снижает устойчивость организма ко всевозможным заболеваниям.

Выход есть, и название ему – 3D-биопринтинг.

Как он работает?

Первый этап — предпринтинг: первым делом создаётся модель будущего органа или ткани. Для этого используют снимки, полученные на МРТ или КТ.

Далее – печать. Думаю, все уже знают о принципе работы 3D-принтеров: послойная печать трёхмерных объектов с использованием разогретых полимеров, чаще всего различных видов пластика. Технологии схожи, только в биопринтерах используются биологические клетки, например человеческие стволовые, коллагеновый белок свиней или клетки, созданные на основе морских водорослей, и размещает принтер их на биосовместимой основе в процессе печати. Поскольку ткани в организме состоят из различных типов клеток, технологии их изготовления путём 3D-биопринтинга также существенно различаются по их способности обеспечить стабильность и жизнеспособность клеток.

И последний этап. Клеточный материал, изготовленный таким образом, переносится в инкубатор, где он проходит дальнейшее выращивание. Этот процесс может занимать до нескольких недель.

После этого следует пересадка органа. Специалисты следят за тем, как он приживается.  
  
Уже было сказано о наличии подвидов биопринтинга. Один из них - печать коллагеном прямо на открытую рану: так можно быстро нарастить новую кожу даже в полевых условиях. В этом случае этап инкубации не требуется.

Как дела обстоят сегодня?

Согласно экспертным оценкам, американская компания *Organovo*, расположенная в [Сан-Диего](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%BD-%D0%94%D0%B8%D0%B5%D0%B3%D0%BE), стала первой компанией, осуществившей коммерциализацию технологии 3D-биопринтинга. Одна из самых зрелищных демонстраций технологии 3D-биопечати прошла в 2011 году, когда на конференции [TED](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/TED_(%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F))-2011 специальный 3D-принтер напечатал макет человеческой почки прямо во время выступления американского хирурга и биоинженера [Энтони Аталы](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B0,_%D0%AD%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B8).

В 2017 году в Китае детям с врожденным дефектом уха пересадили 3D-печатные уши.

На сегодняшний день в мире есть более сотни компаний, выпускающих биопринтеры. 39% из них находятся в США, 35% — в Европе (из них больше половины — во Франции и Германии), 17% — в Азии, 5% — в Латинской Америке. В России эту отрасль развивает компания.

Стоимость устройств для печати варьируется от 5 до 200 тысяч долларов в зависимости от их возможностей. Сам процесс печати — это еще плюс 15—20% от цены всего проекта. Еще дороже обойдется получение необходимого клеточного материала.

**Биопринтер от компании FELIXprintex**

Почему напечатанные органы до сих пор не пересаживают?

Пока что самым успешным опытом оказалась пересадка хрящевых тканей — тот самый, по пересадке ушей китайским детям.  
  
Небольшие кости из искусственных клеток печатают на принтере, а затем покрывают слоем. Их планируют пересаживать вместо сломанного или поврежденного участка, после чего они за три месяца полностью восстанавливаются. В будущем технологию хотят использовать для травм позвоночника.  
  
Самое перспективное направление сегодня — 3D-печать кожи. Уже через пять лет обещают, что это можно будет сделать прямо на человеке, поверх или вместо поврежденного участка. Кожу и другие ткани печатают из клеток больных раком, чтобы протестировать различные варианты терапии.

Печать кожи так же открывает новые горизонты в пластической хирургии. Возможно, омоложение в будущем будет крайне лёгкой процедурой.

Чтобы органы хорошо приживались и функционировали в организме человека, берут клетки пациента, а потом они делятся, пока их не будет достаточно для печати. Но проблема в том, что у клеток есть предел деления, после которого они уже не пригодны для использования. Поэтому можно напечатать модель сердца, но не в натуральную величину — то есть оно не подходит для пересадки человеку.  
  
Вторая проблема состоит в том, что напечатанный орган должен функционировать в связке с остальным организмом: переваривать пищу, выделять гормоны, доставлять кровь и кислород. За все это отвечает сложная система клеток, тканей, нервов и сосудов. Воспроизвести ее в точности пока что не получается.

Из-за этого более сложные органы — такие как почки или сердце — пока что печатают только в виде прототипов или пересаживают мышам, но не людям.  
  
Программное обеспечение для биопринтеров тоже на стадии разработки: чтобы довести его до совершенства, нужно обработать большой объем медицинских, клинических, статистических данных.  
  
Пока что эксперты прогнозируют внедрение технологий не раньше, чем через 10—15 лет. К 2077 году, после решения множества проблем в этой области, биопринтеры и клеточные материалы станут широкодоступными, и пользоваться биопечатью смогут даже в самых отдаленных регионах.