УДК 342

БИОПРИНТИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРЕОДОЛЕНИЯ ДЕФИЦИТА ДОНОРСКИХ МАТЕРИАЛОВ

А. В. ТВАРДОВСКАЯ
(Представлено: канд. юрид. наук, доц. И. В. Шахновская)

В статье рассматриваются сущность понятия биопринтинга, возможность использования 3D-биопечати в качестве средства преодоления дефицита органов и тканей человека. Отдельно автор затрагивает вопросы наличия правового регулирования в области биопринтинга в Республике Беларусь, а также биоэтические аспекты и принципы применения 3D-биопечати.

На сегодняшний день такая отрасль медицины, как трансплантология, сталкивается с острой проблемой дефицита донорских материалов – по данным Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ), всего 10% мировых потребностей в сфере трансплантологии ежегодно удовлетворяются [1]. В таком контексте биопринтинг может стать новым и принципиально значимым инструментом преодоления дефицита донорских материалов и решения проблемы эффективного восстановления тканей.

В Республики Беларусь сегодня отсутствует законодательное определение понятия биопринтинга, не имеется четкого правового регулирования такой процедуры. Хесуани Ю. Дж. рассматривает биопринтинг как «высокоточную технологию послойного производства трехмерных органных и тканевых конструктов с внешней и внутренней архитектурой, заданной цифровой моделью, и с использованием живых клеток в качестве печатного материала» [2]. Используя современные методы и технологии, биопринтинг позволяет изготовить функциональные органы и ткани с точными биологическими и архитектурными свойствами.

Мировой рынок биопринтинга развивается под влиянием постоянной нехватки донорских органов и тканей, что связано с распространением хронических заболеваний и быстрым старением населения по всему миру. Согласно данным Organ Procurement and Transplantation Network (далее – OPTN), свыше 120 000 человек, проживающих на территории США, находятся в листе ожидания по пересадке органов и тканей в связи с дефицитом донорских материалов [3]. По оценке российских специалистов, необходимость в трансплантации органов в Российской Федерации каждый год составляет более 15 000 [3]; вместе с тем ученые-медики отмечают, что в сейчас создаются наиболее благоприятные условия для организации трансплантаций, а также повышается доступность донорских материалов. Одним из главных направлений политики здравоохранения является создание мер по увеличению базы зарегистрированных доноров. 3D-биопечать полнофункциональных органов и тканей позволит удовлетворить спрос на донорские материалы, увеличить продолжительность и качество жизни человека.

Посредством использования технологии 3D-биопечати уже стало возможным создание тканей различных типов – костной, хрящевой, кожной, нервной, легочной. Была проведена успешная пересадка трахеальной шины ребенку с трахеобронхомаляцией [4]. Однако применение биопечатных органов и тканей в клинических исследованиях и практике существенно ограничено, некоторые органы, как, например, сердце и печень, содержат в себе несколько видов тканей и большое количество типов внутренних структур [5]. Безусловно, технология биопринтинга в последующем сможет составлять конкуренцию так называемым, «природным» способам выращивания органов и тканей, однако этот процесс весьма трудоемкий и требует значительных временных затрат.

В Российской Федерации одним из реализованных примеров персонализированной медицины, применяемой с учетом генетических и биологических особенностей конкретного человека, можно назвать пересадку кожных тканей. В рамках данной процедуры у пациента изымается часть здоровой кожи (5 мм в длину и 2 мм в глубину), далее происходит обработка, выделение фибробластов и стволовых клеток с их дальнейшим размножением в питательной среде. В результате врач получает биодеградируемое покрытие для раны, способное за определенный промежуток времени самостоятельно рассасываться и растворяться на ране; в течение пары месяцев рана зарастает здоровой кожной тканью [5]. Однако выращивание кожных тканей из биоматериала пациента – процесс времязатратный, в данном случае необходимо более месяца для выращивания кожной ткани. Что касается других органов и тканей человека, согласно утверждениям американских ученых [6], стало возможным «перепрограммирование» клеток кожи и их превращение в клетки сердечной мышцы. Было проведено выращивание на сердечном каркасе незрелых мышечных тканей, способных сокращаться и реагировать на электрические импульсы. Согласно результатом исследования и применения биопринтинга в Израиле, на 3D-принтере была осуществлена первая в мире печать сердца размером 25 мм, которая заняла более трех часов [7].

Внедрение в трансплантологическую практику технологий биопринтинга представляется наиболее эффективным способом преодоления разрыва между спросом и предложением на донорские материалы, способным разрешить биоэтические и правовые проблемы в данной сфере. Так, 3D-биопечать позволяет преодолеть дефицит органов и тканей, тем самым обеспечить спасение наибольшего количества людей.

Между тем, отсутствие четкого правового регулирования применения технологий биопринтинга способно нивелировать положительные для человека последствия, связанные с созданием и использованием выбранной технологии.

Вместе с тем, технология биопринтинга, позиционируемая как инструмент преодоления дефицита, несет риск воспроизводства и усиления неравенства доступа к медицинской помощи. Персонализированное производство дороже массового, и без целенаправленной государственной политики, например, включения в программы обязательного медицинского страхования, механизмов ценового регулирования, поддержки публичных исследовательских платформ, технология может превратиться из средства решения проблемы в источник новой социальной несправедливости.

Дефицит донорских материалов увеличивает риски совершения противоправных деяний, направленных на извлечение прибыли, распространению трансплантационного туризма. В целях недопущения торговли органами и тканями человека, защиты прав и законных интересов лиц, пострадавших от таких преступлений, в 2015 году была принята Конвенция Совета Европы против торговли человеческими органами [8]. В это же время криминологи утверждают, что применение современных биотехнологий детерминирует появление и развитие так называемой биопреступности. Биопринтинг, призванный снизить потребность в донорских материалах, в условиях недостаточного предложения может явиться причиной совершения противоправных деяний, связанных с биотехнологиями.

Трансплантация органов и тканей человека сопряжена не только с проблемами криминогенного характера. Развитие современных медицинских технологий, в частности, биопринтинга, определяет необходимость решения биоэтических проблем, связанных с необходимостью обеспечения соблюдения прав человека, уважения человеческого достоинства. В таком случае, забор собственного органа или ткани основывается на специальных принципах, закрепленных в Конвенции о защите прав и достоинства человека в связи с применением достижений биологии и медицины (далее – Конвенция) [8]. Согласно ст.19 Конвенции, принцип исключительности предполагает забор у живого донора органов и тканей только в целях лечения реципиента при условии отсутствия природного органа или ткани, а также невозможности применения альтернативного лечения с сопоставимой эффективностью. Ст. 21 Конвенции раскрывает сущность принципа недопустимости коммерциализации человеческого тела, в соответствии с которым человек и его части не могут быть источниками получения финансовой выгоды. Как гласит принцип допустимого использования изъятых частей тела человека, любая часть человеческого тела, изъятая в ходе медицинского вмешательства, может использоваться и храниться в целях, отличных от тех, для которых она была изъята, при условии соблюдения соответствующих процедур информирования и получения согласия.

Закономерным видится вопрос о возможности применения данных принципов в сфере создания и использования биопринтных органов и тканей человека, подразумевая разницу в том, что речь ведется в данном случае не об изъятии собственного донорского материала, а о получении клеточного материала для создания органов и тканей посредством применения 3D-биопечати. На наш взгляд, ответ на данный вопрос подлежит дифференциации исходя из источника необходимых клеток. В случае использования клеток самого реципиента возможные риски сводятся к минимуму, а значит, является достаточным действие принципа добровольного испрошенного согласия и исключительности при использовании биопринтного органа и ткани только в лечебных целях.

В контексте реализации трансплантации органов и тканей человека существенное значение имеет обеспечение баланса частных интересов донора и реципиента. Как подчеркивает Богданова Е. Е., конфликт прав и законных интересов, как правило, вызывается тем, что нормы позитивного права, гарантирующие правовую стабильность и целесообразность, не способны обеспечить достижение справедливости как главной ценности в праве [10]. При разрешении конфликтов посредством преимущественного обеспечения защиты прав и законных интересов одной из сторон наиболее важными являются обоснованность такого приоритета и его безупречность с моральной точки зрения. Внедрение в практику технологию 3D-биопечати в значительной степени решает проблему частных интересов донора и реципиента в части посмертного донорства. Однако необходимость соблюдения баланса таких интересов сохраняется, в связи с этим правовое регулирование биопринтинга должно основываться на ранее обозначенных принципах, гарантирующих соблюдение прав человека, уважения и защиты человеческого достоинства.

Таким образом, можно сказать, что в перспективе биопринтинг можно рассматривать в качестве инструмента снижения дефицита органов и тканей человека, эффективным способом преодоления разрыва между спросом и предложением на донорские материалы, способным разрешить биоэтические проблемы в данной сфере. Однако возможной реализация видится только в случае создания действенных механизмов допуска продуктов 3D-биопечати к клиническому применению. На основании изложенного, целесообразным видится внесение дополнений в законодательство Республики Беларусь о трансплантации с закреплением понятие биопринтинга, принципов и этических требований при осуществлении данной процедуры; предусмотреть механизмы обеспечения доступности биопечатных технологий для всех граждан; установить специальный порядок доклинических и клинических испытаний с учетом их персонализированного характера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хесуани, Ю.Дж. Введение в 3D-биопринтинг: история формирования направления, принципы и этапы биопечати / Ю.ДЖ. Хесуани, Н.С. Сергеева, В.А. Миронова, А.Г. Мустафин, А.Д. Каприн // Гены и клетки. – 2018. – № 3. – С. 38–45.
2. Ксенофонтова, Д.С. Правовые проблемы создания и использования биопринтныхчеловеческих органов / Д.С. Ксенофонтова // Lex Russica. – 2019. – № 9(154). – С. 109–118.
3. Мота, Ф.Б. Перспективы биопечати тканей и органов (по итогам глобального опроса ученых) / Ф.Б. Мота, Б.Л.А. Масьель, Б.П. Кабраль, Ф.К.Г. Конте // Форсайт. – 2022. – № 1. – С. 6–19.
4. Усолкин, А.Н. Биопринтинг органов и тканей, современные достижения и перспективы клинического применения / А.Н. Усолкин, Е.Д. Летунов // Парадигма. – 2025. – № 5. – С. 84–87.
5. Беликова, К.М. Биопринтинг и выращивание натуральных тканей и органов в странах БРИКС (на примере Бразилии, Индии, Китая и ЮАР): подходы законодательства об интеллектуальной собственности / К.М. Беликова // Право и политика. – 2020. – № 5. – С. 35–57.
6. Bioengineering Human Myocardium on Native Extracellular Matrix :[сайт]. – 2026 American Heart Association, Inc. – URL: https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/circresaha.115.306874 (дата обращения: 10.10.2026).
7. Конвенция Совета Европы о противодействии торговле людьми : заключена в г. Варшаве 15 мая 2005 г. // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 10.10.2026).
8. Конвенция о защите прав и достоинства человека в связи с применением достижений биологии и медицины: Конвенция о правах человека и биомедицине: заключена в г. Овьедо 4 апреля 1997 г. // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 10.10.2026).
9. Можно ли говорить о революционном прорыве в медицине после создания первого живого сердца :[сайт]. – АО «Коммерсантъ». – URL: https://www.kommersant.ru/doc/3952258 (дата обращения: 10.10.2026).
10. Богданова, Е.Е. Защита интересов граждан при конфликте их личных неимущественных прав / Е.Е. Богданова // Журнал российского права. – 2013. – № 12. – С. 75–86.