Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова
2023, №3, с. 28–32
https://doi.org/10.17116/hirurgia202303128

Pirogov Russian Journal of Surgery
2023, No. 3, pp. 28–32
https://doi.org/10.17116/hirurgia202303128

Опыт применения 3D-моделирования и 3D-печати при диагностике и выборе метода лечения стриктуры гепатикохоледоха

© М.В. ВАРГАНОВ[1], Д.В. ЗАЙЦЕВ[2], А.А. ЦЕЛОУСОВ[2]

[1]ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России, Ижевск, Россия;
[2]БУЗ УР «Первая республиканская клиническая больница» Минздрава Удмуртской Республики, Ижевск, Россия

Резюме

Приведен пример использования 3D-моделирования 3D-печати при диагностике и выборе хирургического подхода лечения стриктуры гепатикохоледоха. Обосновано включение в схему терапии сопровождения меглюмина натрия сукцината (внутривенно капельно, 500 мл 1 раз в сутки, курс 10 сут), способствовавшего за счет антигипоксического механизма действия уменьшению интоксикационного синдрома и, как следствие, сокращению сроков госпитализации и повышению качества жизни пациента.

Ключевые слова: *3D-моделирование, 3D-печать, диагностика, терапия, стриктура гепатикохоледоха, антигипоксант, меглюмина натрия сукцинат.*

Информация об авторах:
Варганов М.В. — https://orcid.org/0000-0002-8858-3890
Зайцев Д.В. — https://orcid.org/0000-0002-6754-960X; e-mail: doctorzaicev@mail.ru
Целоусов А.А. — https://orcid.org0000-0002-5891-1910; e-mail: altaivitamin43@gmail.ru
Автор, ответственный за переписку: Варганов М.В. — e-mail: varganov_mixail@mail.ru

Как цитировать:
Варганов М.В., Зайцев Д.В., Целоусов А.А. Опыт применения 3D-моделирования и 3D-печати при диагностике и выборе метода лечения стриктуры гепатикохоледоха. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2023;3:28–32. https://doi.org/10.17116/hirurgia202303128

3D-modelling and 3D-printing in diagnosis and treatment of common bile duct stricture

© M.V. VARGANOV[1], D.V. ZAITSEV[2], A.A. TSELOUSOV[2]

[1]Izhevsk State Medical Academy of the Ministry of Health of Russia, Izhevsk, Russia;
[2]First Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Udmurt Republic, Izhevsk, Russia

Abstract

An example of the use of 3D-modeling of 3D-printing in the diagnosis and choice of a surgical approach for the treatment of hepaticocholedochal stricture is given. The inclusion of meglumine sodium succinate (intravenous drip, once a day, 500 ml, course of 10 days) into the therapy regimen was substantiated, which contributed to the reduction of intoxication syndrome due to its antihypoxic mechanism of action and, as a result, to a reduction in the duration of hospitalization and an increase in the quality of life of the patient.

Keywords: *3D modeling, 3D printing, diagnostics, therapy, hepaticocholedochal stricture, antihypoxant, meglumine sodium succinate.*

Information about the authors:
Varganov M.V. — https://orcid.org/0000-0002-8858-3890
Zaitsev D.V. — https://orcid.org/0000-0002-6754-960X; e-mail: doctorzaicev@mail.ru
Tselousov A.A. — https://orcid.org0000-0002-5891-1910; e-mail: altaivitamin43@gmail.ru
Corresponding author: Varganov M.V. — e-mail: varganov_mixail@mail.ru

To cite this article:
Varganov MV, Zaitsev DV, Tselousov AA. 3D-modelling and 3D-printing in diagnosis and treatment of common bile duct stricture. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zurnal im. N.I. Pirogova*. 2023;3:28–32. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/hirurgia202303128

Введение

В современной хирургической гепатологии сохраняется ряд дискутабельных моментов, в частности ограниченная информативность неинвазивных инструментальных диагностических методов при различных очаговых заболеваниях печени. Среди них ультразвуковое исследование (УЗИ) с цветовым допплеровским картированием, мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) с болюсным контрастированием, магнитно-резонансная томография (МРТ), гепатосцинтиграфия с внутривенным введением радиоактивного изотопа технеция (99mTc, или 99mTc-ХИДА) в качестве контрастного вещества и позитронно-эмиссионная томография [1].

Наиболее распространенным стандартным методом диагностики хирургических заболеваний печени является МСКТ с болюсным контрастированием. МСКТ позволяет выявлять небольшие по размеру патологические очаги, дифференцировать доброкачественные и злокачественные образования, определять васкуляризацию и расположение очагов в паренхиме печени. Болюсное внутривенное введение контрастного вещества показывает его распределение с визуализацией артерий и вен на разных фазах. Исследование подходит для прижизненного изучения вариантной анатомии с визуализацией сосудов диаметром 1 мм и более, однако не всегда позволяет четко определить топографо-анатомические взаимоотношения образования с крупными сосудами и желчными протоками, что может затруднить выполнение операции и повысить риск развития осложнений.

В настоящее время во всех сферах медицины все большее распространение получают цифровые технологии, в частности создание виртуальных 3D-симуляторов и 3D-моделей органов. Их применение в гепатобилиарной хирургии пока весьма ограниченно, однако при помощи виртуальной трехмерной реконструкции с использованием специализированного программного обеспечения возможно сначала четко визуализировать анатомические и патологические образования, а затем изготовить персонифицированную 3D-модель. Использование последней позволяет выбрать наиболее адекватную тактику хирургического вмешательства и тем самым снизить риск развития интра- и послеоперационных осложнений [2].

В качестве примера приводим клиническое наблюдение.

Клиническое наблюдение

Пациентка *В.*, 63 лет, в плановом порядке поступила в хирургическое отделение Первой Республиканской клинической больницы Ижевска 10.10.22.

Жалобы при поступлении: выраженная общая слабость, субфебрильная температура с 09.10.22 и умеренные боли в правом подреберье и эпигастральной области, появившиеся 08.10.22.

Анамнез заболевания: в марте 2022 г. пациентка перенесла холецистэктомию по поводу хронического калькулезного холецистита. Во время операции был диагностирован синдром Мириззи 4-го типа, в холедохотомную рану установлен дренаж Кера. По дренажу отделялось до 200 мл/сут желчи. В удовлетворительном состоянии больная была выписана на амбулаторное лечение с рекомендациями повторной госпитализации через 6 мес для удаления дренажа Кера.

Анамнез жизни: сопутствующая патология — гипертоническая болезнь, ожирение I стадии, социально значимые заболевания и вредные привычки пациентка отрицала.

Обследование при поступлении

Объективно: состояние средней степени тяжести. Сознание ясное, адекватна, ориентирована. Положение активное. Кожные покровы и склеры физиологической окраски. Дыхание в легких везикулярное жесткое, несколько ослаблено в нижних отделах, хрипов нет. Частота дыхательных движений (ЧДД) 16 в 1 мин. Тоны сердца ритмичные, приглушенные. Частота сердечных сокращений (ЧСС) 80 уд. в 1 мин, артериальное давление (АД) 140/90 мм рт.ст. Живот умеренно вздут, мягкий, незначительно болезненный в эпигастрии и правом подреберье. Симптом Мейо—Робсона отрицательный. Болезненность в зоне Шоффара отсутствует. Печеночная тупость сохранена. Печень не увеличена. Объемные образования, инфильтраты в брюшной полости пальпаторно не определяются. Перистальтика выслушивается. Симптомы раздражения брюшины отрицательные. По дренажу Кера отделяемого нет.

При поступлении были предоставлены результаты лабораторного обследования (03.10.22): общий билирубин 7,0 мкмоль/л, щелочная фосфатаза 887,6 Ед/л, аланинаминотрансфераза (АЛТ) 100,1 Ед/л, аспартатаминотрансфераза (АСТ) 83,6 Ед/л, мочевина крови 5,9 ммоль/л, креатинин 61 мкмоль/л, общий белок 75 г/л, глюкоза 5,7 ммоль/л, холестерин 6,8 ммоль/л, протромбиновый индекс 98%, международное нормализованное отношение 1,0, фибриноген 3,55 г/л. Общий анализ крови: л. $6{,}2 \cdot 10^9$/л, лимф. 25,9%, мон. 9,8%, гранулоциты 64,3%, Hb 126 г/л, эр. $4{,}37 \cdot 10^{12}$/л, тр. $303 \cdot 10^9$/л.

По данным эзофагодуоденоскопии при поступлении пациентке выставлен диагноз: хронический гастрит. По данным ультразвукового исследования органов брюшной полости: состояние после холецистэктомии, умеренные диффузные изменения паренхимы печени. Предварительный диагноз: постхолецистэктомический синдром. Холедохолитиаз.

Дальнейшее обследование и лечение

Пациентке была проведена МРТ-холангиография (11.10.22) в режимах T1, T2, FATSAT, SPAIR, MRCP

в аксиальной, фронтальной проекциях, на основе результатов которой выполнено 3D-моделирование. Использовали томограф SIEMENS 1,5 Тл. 3D-моделирование осуществляли с помощью программы Slicer 3D. 3D-печать производили по технологии SLA.

По данным исследования было выявлено расширение желчных протоков: правый долевой проток шириной 7,5 мм, левый — 9,5 мм, общепеченочный — до 15,5 мм, в его просвете определялся дефект наполнения размером 5,3×3,0 мм. В общепеченочный проток установили дренаж. Дистальная часть холедоха отчетливо не визуализировалась из-за наложения элементов двенадцатиперстной кишки. Место стриктуры детально выделить не удалось вследствие большого количества помех. Желчный пузырь был удален.

С учетом отсутствия четкой визуализации места стриктуры рассматривались два варианта хирургического вмешательства: проведение папиллосфинктеротомии и последующее удаление дренажа Кера или гепатикоеюностомия на отключенной по Ру петле с транспеченочными дренажами.

С целью визуализации места стриктуры было выполнено 3D-моделирование желчевыводящих путей с удалением побочных шумовых сигналов от соседних органов и тканей, что позволило определить точное местоположение стриктуры и ее протяженность **(рис. 1)**.

Исходя из совокупности полученных лабораторно-инструментальных данных, 12.10.22 пациентке была выполнена операция гепатикоеюностомия: лапаротомия, адгезиолизис, ревизия Ру-петлей на каркасном билобарном транспеченочном дренаже, дренирование брюшной полости. При операции была выявлена стриктура гепатикохоледоха на протяжении >1,5 см в области стояния дренажа Кера. Интраоперационные данные полностью совпали с результатом 3D-моделирования.



***Рис. 1*. Фотография 3D-модели после 3D-печати желчевыводящих путей.**
***Fig. 1*. Photograph of the 3D-model after 3D-printing of the biliary tract.**

Послеоперационный период

В постоперационном периоде пациентка предъявляла жалобы на боли в области послеоперационной раны и дренажей, общую слабость и снижение аппетита.

Данные объективного обследования: состояние средней степени тяжести. Сознание ясное. Кожные покровы и видимые слизистые оболочки физиологической окраски. Дыхание везикулярное, проводится по всем полям, хрипов нет. ЧДД 18 в 1 мин. Тоны сердца приглушенные, ритмичные. АД 140/90 мм рт.ст., ЧСС 84 уд. в 1 мин. Живот участвует в акте дыхания, незначительно равномерно вздут. При пальпации мягкий, болезненный в области операционной раны и дренажей. Опухолевидных образований и инфильтратов в брюшной полости не пальпируется. Симптомы раздражения брюшины отрицательные. Перистальтика кишечника выслушивается. Повязка на ране сухая. По дренажам брюшной полости — до 200 мл серозно-геморрагического отделяемого. По транспеченочному дренажу — до 500 мл желчи без патологического осадка, дренаж промыт.

По совокупности клинико-инструментальных и лабораторных данных пациентке была назначена консервативная терапия: анальгетики, антибактериальная терапия (цефопразон сульбактам 2,0 г внутривенно, курс 10 сут). Для уменьшения цитолитического синдрома и тканевой гипоксии был назначен меглюмина натрия сукцинат (реамберин): внутривенно, капельно, 500 мл/сут в течение 10 сут.

Результаты лечения

Результаты холангиографии (17.10.22): по дренажу в желчевыводящие пути введен контрастный препарат. Контрастируются субсегментарные, сегментарные, долевые печеночные протоки с ровными, четкими контурами. Контраст поступает в Ру-петлю тощей кишки. Тени, подозрительные на конкременты, дефекты наполнения и затеки контраста за пределы желчевыводящих путей достоверно не определяются. Пассаж контраста в кишку не нарушен. Зона анастомоза не визуализируется и не определяется.

Данные УЗИ (17.10.22): внутрипеченочные желчные протоки не расширены.

Объективно при осмотре (17.10.22): по дренажам из брюшной полости — следы серозно-геморрагического отделяемого, дренажи удалены. По транспеченочному дренажу — около 400—450 мл желчи без патологических примесей. В связи с положительной динамикой 24.10.22 транспеченочный дренаж «закольцован».

Проведены магнитно-резонансная (МР) холангиопанкреатография в режимах T1, T2, FATSAT, SPAIR, MRCP в аксиальной, фронтальной проекциях и последующее 3D-моделирование и 3D-печать (21.10.22). Данные обследования: правый долевой



***Рис. 2.* Фотография 3D-модели после 3D-печати желчевыводящих протоков с послеоперационными изменениями.**
***Fig. 2.* Photograph of the 3D-model after 3D-printing of the bile ducts with postoperative changes.**

проток шириной до 4 мм, в нем катетер. Дистальные отделы протока циркулярно воронкообразно сужены до 2 мм на этом участке — небольшое количество жидкостного содержимого. Ширина левого протока 5 мм, дистальные отделы также циркулярно сужены. Дистальнее конфлюэнса ширина общепеченочного протока 2,5 мм на протяжении 5 мм. Ниже — ширина протока 4 мм, контуры протока неровные, он детально не прослеживается из-за большого количества шумов от соседних органов. Дефектов наполнения в протоках не выявлено. Общий желчный проток не визуализируется. В месте его локализации подтянута петля кишечника. Заключение: МР-признаки рубцовых изменений в зоне операции. Стеноз долевых и общепеченочного желчных протоков.

Исходя из неоднозначности полученных данных о состоянии желчевыводящих протоков и зоны анастомоза было выполнено 3D-моделирование с визуализацией транспеченочного дренажа, зоны анастомоза и желчевыводящих путей **(см. рис. 2)**. По результатам моделирования установлено точное местоположение транспеченочных дренажей и отсутствие стриктур в зоне выполненного гепатикоеюноанастомоза.

На фоне проводимой комплексной терапии отмечены улучшение общего состояния пациентки, аппетита и уменьшение болевого синдрома.

Результаты анализа крови (24.10.22): общий белок 54,02 г/л, щелочная фосфатаза 430,59 Ед/л, АСТ 21,48 Ед/л, АЛТ 20,24 Ед/л, альфа-амилаза 69,98 Ед/л, общий билирубин 9,16 мкмоль/л, прямой билирубин 4,66 мкмоль/л, С-реактивный белок 69,12 мг/л, л. $13{,}54 \cdot 10^9$/л, эр. $3{,}06 \cdot 10^{12}$/л, тромб. $478{,}0 \cdot 10^9$/л, Hb 85 г/л, гематокрит 27,20%.

Пациентка была выписана на 14-е сутки после операции в связи с положительной динамикой клинико-лабораторных и инструментальных данных, гладкого течения послеоперационного периода и отсутствия осложнений.

Окончательный диагноз: постхолецистэктомический синдром. Рубцовая стриктура гепатикохоледоха. Гепатиколитиаз. Хронический билиарнозависимый панкреатит. Холестатический гепатит. Анемия 2-й степени.

При выписке были даны рекомендации: УЗИ брюшной полости и лабораторных анализов крови, плановая замена транспеченочного дренажа желчевыводящих путей через 3 мес.

Обсуждение

Описание данного клинического случая демонстрирует возможность реализации высококачественного инструмента в виде 3D-моделирования и 3D-печати полученной модели протоков печени для выработки тактики хирургического вмешательства и контроля состояния пациента в постоперационном периоде. Кроме того, использование 3D-модели позволяет уточнить анатомические особенности конкретного пациента и патологического процесса, спрогнозировать возможность развития интраоперационных осложнений.

Включение в схему консервативного лечения пациентки меглюмина натрия сукцината — препарата с антигипоксическим действием, оказывающего положительный эффект на аэробные процессы в клетке, уменьшающего продукцию свободных радикалов и восстанавливающего энергетический потенциал клеток [3], способствовало выраженной положительной динамике показателей печеночной активности: щелочной фосфатазы (с 887,6 до 430,509 Ед/л), АСТ (с 83,6 до 21,48 Ед/л) и АЛТ (с 100,1 до 20,24 Ед/л) и, как следствие, — более гладкому течению послеоперационного периода.

Выводы

Применение 3D-технологий в гепатобилиарной хирургии позволяет при помощи виртуальной трехмерной реконструкции с использованием специализированного программного обеспечения вначале четко визуализировать анатомические образования (сосуды с желчными протоками), а затем изготовить персонифицированную 3D-модель с помощью 3D-печати с возможностью отработки наиболее адекватного доступа и оперативного приема, снижающих риск развития интра- и послеоперационных осложнений.

Включение в схемы консервативного лечения меглюмина натрия сукцината способствует более быстрому восстановлению тканей при гипоксии за счет цитопротективного действия и является патогенетически обоснованным.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Колсанов А.В., Манукян А.А., Зельтер П.М., Чаплыгин С.С., Капишников А.В. Виртуальное моделирование операции на печени на основе данных компьютерной томографии. *Анналы хирургической гепатологии*. 2016;21(4):16-22.
Kolsanov AV, Manukyan AA, Zel'ter PM, Chaplygin SS, Kapishnikov AV. Virtual simulation of liver surgery based on computed omography data. *Annaly khirurgicheskoj gepatologii*. 2016;21(4):16-22. (In Russ.).
2. Панченков Д.Н., Иванов Ю.В., Колсанов А.В., Чаплыгин С.С., Зельтер П.М., Тупикин К.А., Астахов Д.А., Злобин А.И. Виртуальное 3D-моделирование в хирургии печени. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2019;178(5):74-80.
Panchenkov DN, Ivanov YuV, Kolsanov AV, Chaplygin SS, Zelter PM, Tupikin KA, Astahov DA, Zlobin AI. Virtual color 3D-modeling in liver surgery. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2019;178(5):74-80. (In Russ.). https://doi.org/10.24884/0042-4625-2019-178-5-74-80
3. Реамберин: клинические и экспериментальные исследования. Реферативный сборник научных работ, процитированных в PubMed. Под ред. Белова В.Г. СПб. 2013.
Reamberin: clinical and experimental studies. Abstract collection of scientific papers cited in PubMed. Pod red. Belova V.G. SPb. 2013. (In Russ.).

Поступила 10.01.2023
Received 10.01.2023
Принята к печати 28.01.2023
Accepted 28.01.2023