

3. Giele, H. Plastic and reconstructive surgery / H. Giele, O. Cassell // Oxford Specialist Handbooks in Surgery. — Oxford: Oxford University Press, 2008. — P. 305–339.
4. Beahm, E. K. Concepts in Nasal Reconstructions / E. K. Beahm, R. L. Walton, G. C. Burget // Principles of Cancer Reconstructive Surgery. — New York: Springer, 2008. — P. 161–189.
5. McKay, D. Nasal Reconstruction / D. McKay // Plastic Surgery Problem Solving. — New York: Mc Grow Hill Companies, 2009. — P. 58–62.
6. Shaye, D. A. Advances in Nasal Reconstruction / D. A. Shaye, J. M. Sykes, Ji-Eon Kim // Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery. — 2011. — № 19. — P. 251–256.
7. Thornton, J. F. Nasal Reconstruction: An Overview and Nuances / J. F. Thornton, J. R. Griffin, F. C. Constantine // Seminars Plastic Surgery. — 2008. — Vol. 22. — P. 257–268.
8. Use of a composite auricular graft in nasal alar reconstruction / T. A. Cerratti [et al.] // Revista Brasileira de Cirurgia Plástica. — 2012. — Vol. 27, № 4. — P. 640–643.
9. Prado, R. Reconstruction of a Multi-Subunits Nasal Defects / R. Prado, S. Allen // Dermatologic Surgery. — 2011. — Vol. 37, № 4. — P. 519–523.
10. Quinn, J. V. An assessment of clinical wound evaluation scales / J. V. Quinn, G. A. Wells // Academic Emergency Medicine. — 1998. — Vol. 5. — P. 583–586.

Поступила 16.02.2016

УДК 611.342-091

СПОСОБЫ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКИ

В. В. Коваленко

Гомельский государственный медицинский университет

В статье представлена детальная характеристика ряда способов оптимизации общеизвестных морфологических методов исследования двенадцатиперстной кишки с использованием компьютерных технологий, даны подробные указания по их осуществлению. Отмечены преимущества разработанных способов перед существующими традиционными морфологическими методиками, раскрыты возможности их применения в ходе исследования не только двенадцатиперстной кишки, но и других анатомических образований.

Ключевые слова: двенадцатиперстная кишка, эмбриологическое исследование, анимационная реконструкция, трехмерные изображения, моделирование, статичные изображения, большой сосочек двенадцатиперстной кишки, складки двенадцатиперстной кишки.

MEANS OF RATIONALIZATION OF THE MORPHOLOGICAL STUDIES OF THE DUODENUM

V. V. Kovalenko

Gomel State Medical University

The article gives the detailed description of some means of optimization of well-known morphological methods of the study of the duodenum with the use of computer technologies as well as detailed instructions on their realization. It notes the advantages of the developed means before the existing traditional morphological procedures and points out the prospects of their application during the study of not only the duodenum, but also other anatomical formations.

Key words: duodenum, embryological study, animation reconstruction, tridimensional plotting, modeling, static plotting, big duodenal papilla, duodenal folds.

Введение

Классическое морфологическое исследование двенадцатиперстной кишки (ДПК) предполагает использование целого ряда традиционных методов: эмбриологического, макроскопического, морфометрического, гистологического, позволяющих поэтапно изучить особенности строения ДПК на протяжении всех периодов онтогенеза человека — от пренатального до зрелого [1, 2]. Нет необходимости в подробном их описании, поскольку сущность данных методик хорошо известна широкому кругу исследователей. На протяжении многих лет техника выполнения каждой из них оставалась неизменной [2, 3]. Но в настоящее время вследствие непрекращающегося роста числа и расширения спектра заболеваний ДПК [2] перед современной морфо-

логической наукой ставятся более сложные и глубокие задачи, требующие получения быстрых и достоверных результатов. По этим причинам на современном этапе возникает необходимость рационализации традиционных морфологических методик с целью совершенствования морфологического исследования в целом, в том числе, с помощью компьютерных программ.

Цель работы

Разработать способы оптимизации и совершенствования морфологических методов исследования двенадцатиперстной кишки.

Материал и методы

В качестве материала для исследования использовались:

1. 70 сагиттальных, 29 поперечных и 9 фронтальных серий срезов эмбрионов и плодов че-

ловека от 8 до 70 мм теменно-копчиковой длины (ТКД) (28–81-е сутки развития), окрашенных по методу Бильшовского — Буке, гематоксилином и эозином и по Феллингу, из эмбриологической коллекции кафедры нормальной анатомии БГМУ.

2. Двенадцатиперстная кишка 2 новорожденных и 3 взрослых людей, смерть которых наступила от причин, не связанных с патологией гепатопанкреатодуоденальной системы (по данным протоколов вскрытий).

3. Серийные поперечные и продольные гистологические срезы двенадцатиперстной кишки 5 мужчин и 2 женщин в возрасте от 30 до 56 лет, окрашенные гематоксилином и эозином.

4. Световой бинокулярный микроскоп МИКМЕД-5, цифровая фотокамера «Olympus» 160 XE, набор компьютерных программ («PhotoshopCS», «Microsoft Office Picture Manager», 2007, «Flashplayer» и «Microsoft Office PowerPoint», 2007).

6. Набор для препарирования (скальпель, кишечные ножницы, капроновый шовный материал).

Результаты и обсуждение

Используя классический набор средств для морфологического исследования и комплекс компьютерных программ, мы разработали ряд способов совершенствования общеизвестных морфологических методов: эмбриологического, макроскопического, морфометрического.

1. Компьютерная анимационная реконструкция структур при эмбриологическом исследовании (удостоверение на рационализаторское предложение № 7/13 от 19.03.13 г.).

После тщательного изучения и отбора последовательной серии срезов эмбрионов при помощи цифровой фотокамеры через окуляр микроскопа производится последовательное фотографирование срезов данной серии с присвоением каждой фотографии соответствующего

порядкового номера. Съемка производится в режиме получения максимально высокого качества изображения, которое предусмотрено технической характеристикой используемой фотокамеры. Все фото должны иметь сходные размеры и параметры разрешения по горизонтали и вертикали. После создания электронного архива цифровых фотографий серийных срезов данные вводятся в программу «Microsoft Office Power Point», 2007. При этом создается один слайд, на который переносится фотография под номером 11. На этот же слайд добавляется фотография под номером 10 путем непосредственного ее наложения на фото номер 11. Таким же образом на существующий слайд путем наложения друг на друга вносятся все фотографии в соответствии с их порядковыми номерами. В области задач «Настройка анимации» во вкладке «Выход» из списка типов анимации необходимо выбрать эффект «выцветание», который присваивается последовательно каждому фотоизображению, начиная с 1-го и до 11-го. В результате создается виртуальная интерактивная анимированная серия картинок на одном слайде (рисунок 1).

Во время просмотра полученной серии компьютерная программа, убирая одно изображение за другим, имитирует последовательное ультратонкое срезывание тканей, что дает возможность послойного изучения составляющих их структур. При этом срезы не разобщены, поэтому перед исследователем не стоит задача мысленного совмещения картинок. Более того, просмотр интерактивной анимированной серии можно остановить в любой момент или же вернуться к предыдущей картинке, чтобы более детально рассмотреть особенности строения тканей.

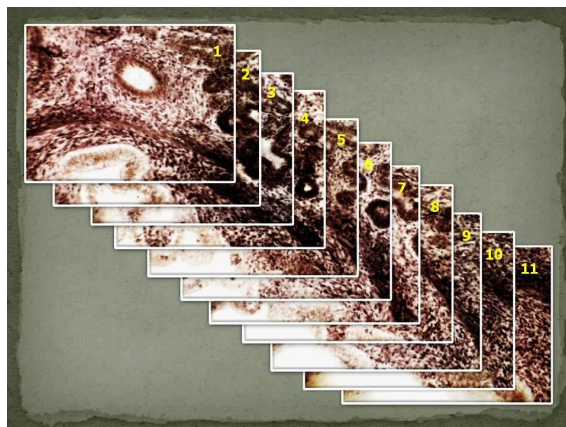


Рисунок 1 — Схема совмещения последовательной серии электронных микрофотографий гистологических срезов эмбрионов человека в программе «MO Power Point», 2007

Вышеописанная методика позволяет создавать электронные базы фотоизображений последовательных серий срезов эмбрионов че-

ловека на магнитных запоминающих устройствах (локальный или съемный жесткий диск), что способствует более длительному и безо-

пасному сохранению эмбриологического материала, делает его легкодоступным и удобным в использовании.

2. Способ создания интерактивных трехмерных изображений рельефа слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки (удостоверение на рационализаторское предложение №15/14 от 09.09.2014 г.).

Макроскопический метод изучения анатомических особенностей рельефа слизистой оболочки ДПК носит описательный характер и предполагает текстовое изложение полученных данных, а также их иллюстрирование с помощью графических зарисовок и фотоснимков [4, 5]. Однако двумерные графические картинки и статичные фотоизображения не дают полноценного представления об объемных структурах, каковыми являются элементы рельефа слизистой оболочки ДПК.

Разработанная нами методика позволяет, используя цифровую предметную фотосъемку с 36 ракурсов (по кругу) [6], получить целостное интерактивное трехмерное изображение рельефных образований слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки.

Для осуществления предлагаемого способа нами был специально разработан и сконструирован ручной поворотный столик, состоящий из неподвижной деревянной платформы на 4 опорных резиновых ножках. На поверхности платформы закреплен вращающийся диск из пенополиуретана с нанесенной на него градуировочной шкалой с ценой деления 10 градусов. Рядом с диском (слева) с помощью вакуумной присоски фиксируют указательную стрелку, верхушку которой совмещают с нулевой отметкой на рабочей поверхности диска («нулевое положение») (рисунок 2).

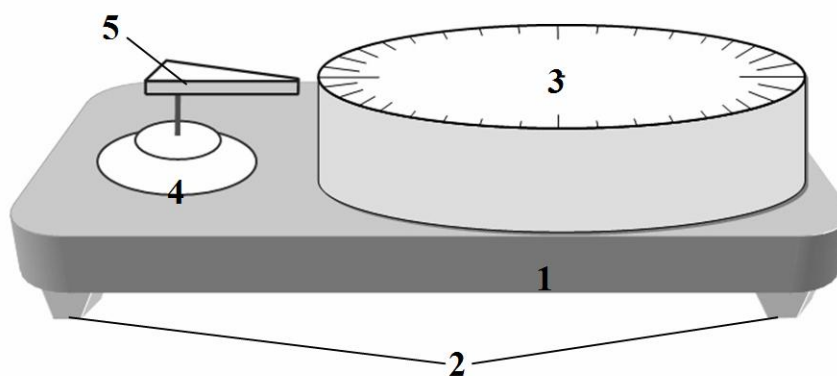


Рисунок 2 — Схема ручного поворотного столика (общий вид):
1 — неподвижная платформа; 2 — опорные ножки; 3 — вращающийся диск;
4 — вакуумная присоска; 5 — указательная стрелка

В центре диска размещают препарат вскрытой двенадцатиперстной кишки в развернутом виде, фиксированный к поверхности диска с помощью портных булавок. Первый ракурс фотосъемки соответствует «нулевому» положению диска. Далее осуществляют поворот диска вручную до момента совмещения верхушки указательной стрелки со следующей отметкой градуировочной шкалы на поверхности диска (то есть на угол, равный 10 градусам). Производят фотосъемку со второго ракурса. Каждый последующий поворот диска на 10 градусов соответствует новому ракурсу фотосъемки. В итоге производят 36 поворотов и создают серию из 36 фотоизображений с 36 ракурсов.

С помощью программы «Photoshop» производят кадрирование и коррекцию серии полученных фотоснимков. Под кадрированием подразумевается отсечение пустых областей и замена их оптимально контрастным фоном. Коррекция заключается в подборе оптимальных настроек цвета, контраста и яркости изображений.

После вышеуказанной обработки фотоснимки в строгой последовательности вводятся в интерфейс специализированной компьютерной программы «Object 2VR», которая осуществляет их автоматическую «сшивку» в целостное вращающееся трехмерное изображение в формате SWF. Для просмотра полученного изображения используют программы с поддержкой указанного формата (Flashplayer, KMPplayer и их аналоги). При этом возможно любое увеличение изображения, вращение его по кругу на любой заданный угол с помощью компьютерной «мыши», что позволяет со всех ракурсов, в объеме рассмотреть элементы рельефа слизистой оболочки.

3. Способ моделирования ретроградной проходимости (рефлюкса) большого сосочка двенадцатиперстной кишки (удостоверение на рационализаторское предложение № 1/16 от 11.01.2016 г.).

По результатам наших исследований и данным научной литературы, полость большого сосочка двенадцатиперстной кишки содер-

жит поперечно ориентированные складки слизистой оболочки, образующие 2–4 ряда в направлении от основания сосочка к его устью. Высказывается предположение, что эти складки выполняют функцию клапанных структур, препятствующих ретроградному продвижению (рефлюксу) дуоденального содержимого в просветы общего желчного протока и протока поджелудочной железы.

С целью определения роли указанных складок в системе антирефлюксной защиты большого сосочка двенадцатиперстной кишки нами предложен способ моделирования его ретроградной проходимости. Сущность его изложена ниже.

Предварительно производится извлечение не вскрытой двенадцатиперстной кишки в комплексе с фрагментом головки поджелудочной железы, содержащим отрезки общего желчного протока и протока поджелудочной железы перед их проникновением в кишечную стенку. Вверху двенадцатиперстная кишка отсекается на 1 см проксимальнее привратника, а внизу — на 1 см дистальнее двенадцатиперстнотощекишечного изгиба. Из полости кишки и просветов протоков удаляется содержимое с целью обеспечения их полной проходимости.

На дистальный конец двенадцатиперстной кишки накладывается непрерывный сквозной герметизирующий шов. Полость кишки до уровня границы между верхней и нисходящей

частью заполняется жидкой кашицеобразной массой (смесь воды с незначительным количеством загустителя), по консистенции близкой к кишечному содержимому.

В качестве устройства для создания давления в полости кишки используется механический тонометр с удаленной манжетой. Его конструктивной особенностью является наличие манометра, непосредственно совмещенного с нагнетателем воздуха (помпой). В свободный конец резиновой трубки, предназначенной для соединения с манжетой, вводится удлиненный пластиковый наконечник соответствующего диаметра, имеющий на своей поверхности два циркулярных углубления длиной 1 см. Для создания плотного герметичного контакта между наконечником и трубкой на место соединения в области первого циркулярного углубления накладывается зажим кольцевой формы типа «хомутик».

Конец соединительной трубки, снабженный полым пластиковым переходником, вводится в просвет двенадцатиперстной кишки через отверстие привратника на глубину 4–5 см. Фиксация соединительной трубки в кишечной полости также осуществляется при помощи зажима кольцевой формы типа «хомутик», накладываемого на область второго циркулярного углубления в месте соединения наконечника со стенкой кишки (рисунок 3).

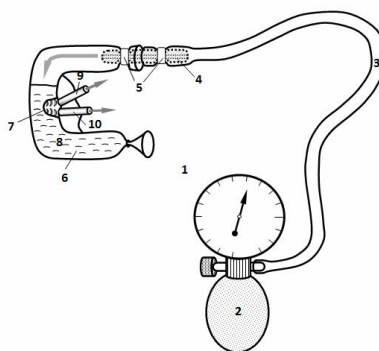


Рисунок 3 — Схема моделирования ретроградной проходимости большого сосочка двенадцатиперстной кишки:

- 1 — манометр; 2 — нагнетатель воздуха; 3 — соединительная трубка; 4 — пластиковый переходник; 5 — зажимы типа «хомутик»; 6 — двенадцатиперстная кишка; 7 — большой сосочек; 8 — кашицеобразный наполнитель; 9 — общий желчный проток; 10 — проток поджелудочной железы

С помощью помпы-нагнетателя в полость двенадцатиперстной кишки подается воздух, давление которого постоянно отображается на шкале манометра. При достижении определенного уровня интрадуоденального давления из просветов общего желчного протока и протока поджелудочной железы начинает выделяться кишечное содержимое. В этот момент прекращается нагнетание воздуха и фиксируется уровень давления в полости двенадцатиперстной кишки.

Достижение им значительных цифр (230–250 мм рт.ст.) или же отсутствие ретроградного продвижения кишечного содержимого свидетельствует о непосредственном участии поперечных складок полости большого сосочка двенадцатиперстной кишки в его антирефлюксной защите.

4. *Способ измерения круговых складок слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки на статичных изображениях* (удостоверение на рационализаторское предложение № 2/16 от 14.01.2016 г.).

Традиционно измерение круговых складок слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки проводится с помощью обычных измерительных устройств (линейка, измерительная лента, штангенциркуль). Однако такая методика больше применима к плотным материальным объектам, морфометрические параметры которых не изменяются при неизбежном механическом воздействии на них в ходе процесса измерения.

Ткани кишечной стенки характеризуются мягкостью и эластичностью, в той или иной степени присущей всем биологическим объектам, поэтому круговые складки слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки обладают способностью к деформации сжатия в момент контакта с более плотным измерительным инструментом. Вследствие этого определяемые размеры круговых складок (длина и ширина) несколько отличаются от истинных размеров. Таким образом, точность результатов измерения искажается в силу возникающей погрешности.

С целью снижения степени погрешности и объективизации результатов морфометрического исследования предлагаем способ определения размеров круговых складок двенадцатиперстной кишки (длины и ширины) на статичных изображениях. Делается это так.

До извлечения двенадцатиперстной кишки из комплекса окружающих органов с целью стандартизации последующих измерений устанавливаем границы между ее частями (верхней и нисходящей, нисходящей и горизонтальной). Для этого через точку максимального выпячивания латеральной полуокружности кишки в области верхнего и нижнего ее изгибов проводим условные линии, по которым с помощью остроконечных ножниц рассекаем кишечную стенку до половины диаметра ее окружности.

После извлечения двенадцатиперстной кишки (методика защищена рационализаторским предложением № 23/13 от 02.09.2013 г.) ее наружная поверхность освобождается от фрагментов брюшины и жировой ткани вплоть до обнажения адвентициальной оболочки. Вскрытие двенадцатиперстной кишки производим по ее латеральной полуокружности (вдоль линии,

являющейся продолжением малой кривизны желудка). После этого с помощью кишечных ножниц осуществляем полное поперечное рассечение кишечной стенки через нанесенные ранее насечки. В результате получаем 3 фрагмента двенадцатиперстной кишки, первый из которых соответствует верхней ее части, второй — нисходящей, а третий — горизонтальной и восходящей частям.

В дальнейшем производим серию продольных разрезов каждого фрагмента на всем протяжении с шагом в 5 мм. Полученные полосовидные кусочки каждой из частей двенадцатиперстной кишки фиксируем с помощью булавок и медицинского клея (БФ-6) на поверхности пластины из плотного пенополиуретана таким образом, чтобы край среза кишечной стенки находился на уровне края пластины. Во время фиксации необходимо по возможности минимизировать степень растяжения кишки.

После бережного расправления круговых складок слизистой оболочки производим фотографирование их профилей (поперечных сечений), соответствующих плоскости продольных срезов кишечной стенки, с применением масштабной линейки. Для фотографирования желательно использовать цифровую фотокамеру с зеркальной матрицей и разрешением не менее 14 Мп. В результате получаем серии статичных фотоизображений профилей (поперечных сечений) круговых складок слизистой оболочки каждой части двенадцатиперстной кишки.

В программе «Microsoft Office Picture Manager», 2007 производим кадрирование и коррекцию полученных фотоснимков. В рамках указанной программы осуществляем цифровое увеличение каждого изображения таким образом, чтобы 1 мм виртуальной линейки на фотоснимке оказался равен 1 см линейки, используемой для последнего реального измерения (масштаб 1:10). Непосредственно на экране монитора с учетом масштаба измеряем длину и ширину профилей круговых складок на каждом изображении на протяжении всех серий фотоснимков (в качестве примера на рисунке 4 продемонстрировано определение ширины круговых складок).

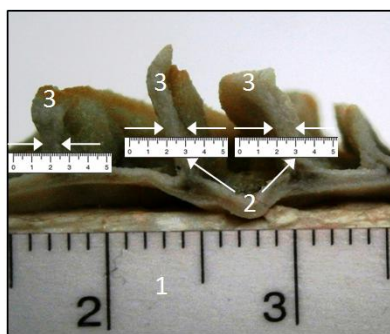


Рисунок 4 — Способ определения ширины круговых складок слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки на статичном изображении: 1 — виртуальная линейка; 2 — реальная линейка; 3 — круговые складки

Заключение

1. Способ компьютерной анимационной реконструкции структур при эмбриологическом исследовании отличается простотой осуществления, позволяет существенно сэкономить время на проведение эмбриологического исследования, быстро получить достоверные результаты, а также дает возможность оценить динамику и сформировать целостную картину эмбриопографических взаимоотношений двенадцатиперстной кишки в ходе развития. Кроме того, данная методика универсальна и позволяет создать интерактивные компьютерные реконструкции эмбрионального строения любого органа или ткани.

2. Способ создания интерактивных трехмерных изображений рельефа слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки обладает рядом преимуществ:

1) высокая степень наглядности и информативности – применение данного способа позволяет получить полноценное представление об элементах рельефа слизистых оболочек, как об объемных структурах;

2) доступность и простота — создаются условия для широкого использования данной методики в научных и учебных целях;

3) универсальность — способ может быть применен для получения объемных изображений рельефа слизистых оболочек любых полых органов;

4) возможность интерактивного полноценного самообучения студентов в условиях недоступности натуральных анатомических препаратов.

3. Способ моделирования ретроградной проходимости (рефлюкса) большого сосочка двенадцатиперстной кишки позволяет объек-

тивно судить об участии поперечных складок большого сосочка двенадцатиперстной кишки в системе его антирефлюксной защиты, а также установить уровень интрадуоденального давления, при котором происходит ретроградный заброс кишечного содержимого в полость сосочка.

4. Способ измерения круговых складок слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки на статичных изображениях обладает следующими существенными преимуществами, отличающими его от тривиальных морфометрических методик.

Во-первых, он предполагает определение длины и ширины круговых складок по профилям их поперечных срезов, которые наиболее точно отражают данные величины на всем их протяжении с точностью до десятых долей миллиметра.

Во-вторых, проведение измерений на статичных изображениях исключает погрешность, возникающую в результате деформационных искажений морфометрических параметров эластичных круговых складок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волкова, О. В. Эмбриогенез и возрастная гистология внутренних органов человека / О. В. Волкова, М. И. Пекарский. — М.: Медицина, 1976. — 437 с.

2. Маев, И. В. Болезни двенадцатиперстной кишки / И. В. Маев, А. А. Самсонов. — М.: МЕДпресс-информ, 2005. — 512 с.

3. Коржевский, Д. Э. Основы гистологической техники / Д. Э. Коржевский, А. В. Гиляров. — СПб.: СпецЛит, 2010. — 95 с.

4. Беков, Д. Б. Индивидуальная анатомическая изменчивость органов, систем и формы тела человека / Д. Б. Беков. — Киев: Здоровья, 1988. — 224 с.

5. Шевкуненко, В. М. Типовая анатомия человека / В. М. Шевкуненко, А. М. Геселевич. — Л.: Биомедгиз, 1935. — 232 с.

6. Якобс, К. Панорамная фотография. Съемка и техника цифровой обработки // К. Якобс. — М.: Кудиц-образ, 2006. — 272 с.

Поступила 14.03.2016