

П.Л. Щербаков, М.М. Лохматов

Научный центр здоровья детей РАМН, Москва

Видеокапсульные исследования в педиатрии. История развития и использования

СТАТЬЯ ПОСВЯЩЕНА ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ ВИДЕОКАПСУЛЬНОЙ ЭНДОСКОПИИ В МИРЕ И В РОССИИ. ОПИСАНЫ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ВИДЕОКАПСУЛЫ И ВСЕЙ СИСТЕМЫ ВИДЕОКАПСУЛЬНОЙ ЭНДОСКОПИИ. ОПРЕДЕЛЕНА ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ЕЁ ПРОВЕДЕНИЮ. ПРОВЕДЁН АНАЛИЗ ИНФОРМАТИВНОСТИ ВИДЕОКАПСУЛЬНОЙ ЭНДОСКОПИИ ПО СРАВНЕНИЮ С ДРУГИМИ ВИДАМИ ВИЗУАЛЬНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ. ПРИВЕДЕНЫ КОНКРЕТНЫЕ КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ, ПОКАЗЫВАЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ВИДЕОКАПСУЛЬНОЙ ЭНДОСКОПИИ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ВИДЕОКАПСУЛЬНАЯ ЭНДОСКОПИЯ, ДИАГНОСТИКА, ПАТОЛОГИЯ ОРГАНОВ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА, ДЕТИ.

Контактная информация:

Щербаков Петр Леонидович,
доктор медицинских наук,
профессор, заведующий эндоскопическим
отделением Научного центра
здоровья детей РАМН
Адрес: 119991, Москва,
Ломоносовский проспект, д. 2/62,
тел. (495) 134-04-12
Статья поступила 19.01.2006 г.,
принята к печати 19.05.2006 г.

Исследования слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта интересовали человечество с древних времен. Однако, заглянуть внутрь и осмотреть просвет пищевода, желудка или толстой кишки стало возможным только в первой половине XX века, с изобретением жёстких, полужёстких и наконец гибких эндоскопов. В настоящее время развитие эндоскопии достигло такого уровня, что стало возможным осматривать и проводить различные диагностические и лечебные манипуляции в пищеводе, желудке, двенадцатиперстной, толстой и даже в тощей и подвздошной кишках. Принципиально новый тип эндоскопии — двухбаллонная эндоскопия позволяет осматривать желудочно-кишечный тракт на всем его протяжении. Однако традиционное проведение эндоскопического исследования связано с целым рядом ограничений. Так, при проведении эндоскопии пациент находится в процедурном кабинете, не всегда в удобном положении. Эндоскопическое исследование требует наличия сложной аппаратуры, высококвалифицированного персонала (особенно для проведения лечебных и специальных диагностических манипуляций). Зачастую, проведение эндоскопического исследования требует общей анестезии.

Именно поэтому, наряду с развитием и совершенствованием традиционной эндоскопической аппаратуры, техники выполнения исследования, человечество стремилось к развитию альтернативного способа визуализации слизистой оболочки различных отделов пищеварительного тракта. Как это не вероятно, но первым шагом по пути становления альтернативной эндоскопии стали космические полеты, посадка искусственных спутников на другие планеты, управление луноходами и марсоходами, другими словами — развитие телеметрических технологий передачи информации и управления.

Взяв за основу систему электро-оптической визуализации для ракет группа инженеров министерства обороны Израиля в 1981 г., под руководством Г. Идана занялись разработкой системы передачи изображения внутренних органов [1, 2]. В результате сотрудничества с профессором Бостонского университета Э. Скапом была создана концепция миниатюрной «ракеты», которая, будучи проглоченной пациентом, проходя по его желудочно-кишечному тракту

P.L. Shcherbakov, M.M. Lokhmatov

Scientific Center of Children's Health, Russian Academy
of Medical Sciences, Moscow

**Videocapsular examinations
in pediatrics. The history
of development and use**

THE ARTICLE IS DEDICATED TO THE HISTORY AND MAKING OF VIDEOCAPSULAR ENDOSCOPY WORLD-WIDE AND IN RUSSIA. THE WORKING PRINCIPLES OF THE VIDEOCAPSULE AND ALL SYSTEM OF VIDEOCAPSULAR ENDOSCOPY ARE DESCRIBED. INDICATIONS AND CONTRAINDICATIONS TO ITS APPLICATION ARE DEFINED. ANALYSIS OF INFORMATION VALUE OF VIDEOCAPSULAR ENDOSCOPY IS CARRIED OUT AS COMPARED TO OTHER KINDS OF VISUAL DIAGNOSTIC METHODS OF EXAMINATION OF DIGESTIVE ORGANS. SPECIFIC CLINICAL EXAMPLES SHOWING THE EFFECTIVENESS OF PERFORMING OF VIDEOCAPSULAR ENDOSCOPY ARE GIVEN.

KEY WORDS: VIDEOCAPSULAR ENDOSCOPY, DIAGNOSTICS, GASTROINTESTINAL TRACT PATHOLOGY, CHILDREN.

передавала бы изображения на расположенное снаружи принимающее устройство. Особенно интересным представлялось то, что такой метод впервые сделает возможной непосредственную визуализацию тонкой кишки, которая до того была *terra incognita*, недоступная для оптической визуализации [3, 4, 5]. Осмотр глубоких отделов кишечника был связан со значительными трудностями.

Параллельно с этими исследованиями, в 1995–1996 гг. Свайн добился определённых успехов в создании устройств для беспроводной эндоскопии из имеющихся в продаже компонентов. В 1996 г. руководимая им группа исследователей впервые осуществила прямую трансляцию изображений из желудка свиньи [5, 6].

Объединяя накопленный за эти годы научный опыт, в январе 1998 г. группой разработчиков была основана новая компания — Given (Gastrointestinal Video Endoscopy) Imaging Ltd., основной целью которой стало создание системы для визуального бесконтактного контроля за состоянием слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта [1, 2, 3].

В январе 1999 г. группа разработчиков, которая включала в себя доктора Гавриэля Иддана, доктора Пола Свайна и доктора Аркадия Глуховски, представили работающие модели капсулы. В мае 2000 г. на Всемирной гастроэнтерологической Неделе доктор Свайн при поддержке Given Imaging продемонстрировал результаты экспериментов на животных, проведённых с помощью разработанной им рабочей модели видеокapsулы.

В 2001 г. были проведены первые клинические испытания видеокapsульной эндоскопии и получены положительные отзывы от многих пациентов и врачей [3].

Диагностический комплекс Given представляет собой простую в использовании систему, позволяющую создавать визуальную картину всего желудочно-кишечного тракта пациента и определять местонахождение патологических изменений неинвазивным способом. Система состоит из трёх основных компонентов: капсулы PillCam; запоминающего устройства Given Data Recorder и программного обеспечения RAPID, размещённого на рабочей станции персонального компьютера.

Важнейшим компонентом данного диагностического комплекса является однократная эндоскопическая капсула PillCam, которая имеет длину 26 мм, диаметр 11 мм и содержит миниатюрную цветную видеокамеру, 4 источника света, аккумуляторную батарею, антенны передающего устройства. Полимер, из которого сделана наружная оболочка камеры, устойчив к действию агрессивных веществ пищеварительных соков. Батареи видеокapsулы рассчитаны на 8 ч непрерывной работы. Продвижение видеокapsулы по ЖКТ происходит за счёт естественной перистальтики кишечника. Съёмка изображения слизистой оболочки происходит с частотой 2 кадра в секунду. За время продвижения капсулы по кишечнику производится более 50 тыс снимков. Видеокapsула фиксирует и передает видеоизображения слизистой оболочки через специальные датчики — антенны, расположенные в определённом порядке на туловище пациента, на рекордер (запоминающее устройство), располагающийся на специальном поясе. Исследование длится в среднем от 5 до 7 ч. После окончания процедуры данные с рекордера перегружаются на стационарную компьютерную станцию, при помощи которой осуществляется анализ полученной видеoinформации. При просмотре полученных изображений они сливаются в один видеоряд, так, что создается картина непрерывного движения. Программа обработки видеoinформации Given Data Recorder обладает возможностью мульти-просмотра (позволяющие одновременно просмат-

ривать до четырёх последовательных кадров); увеличения и уменьшения размера видеокадра. «Индикатор кровотечения» автоматически маркирует кадры красной полосой на временной шкале с подзорительными на наличие крови участками слизистой оболочки. Во время обработки видеoinформации осуществляется архивирование выявленных патологических изменений в базе данных системы, а также на съёмных носителях (дискетах и CD-дисках). Специальный локализатор позволяет определить местонахождение видеокapsулы в ЖКТ в каждый конкретный момент исследования, что чётко ориентирует врача-исследователя на локализацию того или иного изменённого участка слизистой оболочки.

Показания к проведению видеокapsульного исследования практически совпадают с таковыми при традиционной эндоскопии. В частности, к ним относятся: абдоминальные боли, рвота, неустойчивый стул, примесь крови в стуле, эрозивные, язвенные процессы, кровотечения, опухоли и полипы различного генеза, дифференциальная диагностика болезни Крона (для выявления локализации патологического процесса). По желанию пациентов или их родителей (опекунов) традиционные методы эндоскопии могут быть заменены видеокapsульным исследованием. Несомненным преимуществом видеокapsульной эндоскопии является отсутствие у пациента страха перед исследованием и чувства нехватки воздуха, сопровождающее традиционные эндоскопические исследования. Во время проведения видеокapsульной эндоскопии пациенты находятся в привычной для себя обстановке, что снижает эмоциональную нагрузку.

Абсолютными противопоказаниями для проведения исследования являются тяжёлое соматическое состояние больного, обусловленное основным заболеванием, приступ психического заболевания (эпилепсия, острые психические расстройства и др.); наличие водителя сердечного ритма или другого имплантированного электронного медицинского устройства. Нарушение глотательной функции может затруднить проведение исследования [7, 8, 9].

При подозрении на частичную или полную непроходимость желудочно-кишечного тракта в последние 3 года используется специальная капсула Given Patency, предназначенная для проверки проходимости ЖКТ. Эта капсула состоит из оболочки, внутри которой содержится небольшой металлический стержень-метка радиочастотной идентификации. Капсула покрыта желатиновой оболочкой, которая рассасывается в течение 40–100 ч в случае нарушения проходимости кишечника. В результате данного исследования удаётся точно локализовать место непроходимости при помощи рентгеновского обзорного снимка органов брюшной полости, а части распавшейся видеокapsулы растворяются и выводятся из организма естественным путём [10–13].

В процессе выполнения видеокapsульной эндоскопии у детей с повышенным газообразованием качество изображения снижается, а при наличии дуоденогастрального рефлюкса капсула может задерживаться в желудке до 7 ч, что не позволяет провести полную визуализацию слизистой оболочки тонкой кишки. Для предотвращения этих осложнений в Научном центре здоровья детей была разработана схема медикаментозной подготовки к видеокapsульному эндоскопическому исследованию: за три дня до исследования ребёнок начинал принимать прокинетику (домперидон) в возрастной дозировке, который, усиливая моторику верхних отделов ЖКТ, обеспечивал более быструю эвакуацию видеокapsулы из желудка. При этом домперидон не оказывал влияния на глубокие отделы ЖКТ и не мешал оценке их моторной функции при проведении видеокapsульного исследования.

Основное правило любого эндоскопического исследования — максимальный доступ и осмотр исследуемого участка слизистой оболочки.

Детальной оценке структурных изменений исследуемого органа, осмотру слизистой оболочки довольно часто препятствуют различные наложения на её поверхности. Пенистый секрет создает условия, при которых, иногда, проводить эндоскопическое исследование становится просто невозможно. На поверхности слизистой оболочки возникают блики, препятствующие её осмотру. Крупно- или мелкопузырчатая пена заклепывает объектив системы, густым белесым слоем покрывает значительные пространства слизистой оболочки. Использование в практике врачей-эндоскопистов пеногасителей значительно облегчило проведение как диагностических, так и лечебных исследований. В качестве предварительной подготовки к исследованию больной принимает пеногасители за 15–20 мин до исследования. После контакта слизистой оболочки с такими препаратами, в течение первых 30–40 сек отмечается резкое уменьшение количества пузырьков пены (не только крупных, но даже мелких и мельчайших). Слизь, при этом, как правило, разжижается и легко удаляется с поверхности слизистой оболочки.

Перед началом видеокапсульного исследования в качестве пеногасителя используется симетикон. При введении пеногасителя в желудок или кишечник, находящиеся там пузырьки разрушаются, пенистый секрет превращается в жидкость, которая легко удаляется из просвета органа. При проведении исследования не отмечается никаких побочных действий препарата, так как вследствие своей физиологической и химической инертности симетикон не усваивается организмом и после прохождения через пищеварительный тракт выводится в неизменённом виде.

В результате проведённых исследований удалось описать все отделы ЖКТ в физиологическом состоянии.

Оценить состояние слизистой оболочки, просвет и сосудистый рисунок верхней и средней трети пищевода при видеокапсульном исследовании, как правило, не представлялось возможным из-за быстрого прохождения видеокапсулы (около 2 сек). В норме слизистая оболочка нижней трети пищевода бледно-розовая, чётко определяется граница между желудочным эпителием и эпителием пищевода в виде Z-линии (рис. 1а). На основании данных видеокапсульной эндоскопии судить о перистальтической активности пищевода не удавалось [5–7].

В отличие от традиционной эндоскопии осмотр ЖКТ видеокапсулой происходит без инсuffляции воздуха, что позволяет оценивать состояние слизистой оболочки в «естественных» условиях без воздействия внешних факторов (раздражения аппаратом, раздувания воздухом и др.). В норме слизистая оболочка в теле желудка бледно-розовая, с хорошо различимыми продольными складками, направленными к антральному отделу. При нахождении видеокапсулы в желудке определяется периодическое прохождение перистальтической волны, на основании которой возможно давать заключение о моторной активности желудка.

Луковица двенадцатиперстной кишки представляет собой небольшое сферическое образование. Сосудистый рисунок слабо выражен. Время прохождения видеокапсулы через двенадцатиперстную кишку в норме составляет от 15 до 30 мин. В луковице двенадцатиперстной кишки слизистая оболочка бледно-розовая, гладкая, блестящая, со слабо контурируемыми продольными складками, располагавшимися по задней стенке и малой кривизне. Двенадцатиперстная кишка представляет собой протяжённый полый орган. В двенадцатиперстной кишке циркулярные складки занимают большую часть окружности, слизистая оболочка

Рис. 1.

- А — Очаговая гиперемия слизистой оболочки в области кардиоэзофагеального перехода.
- Б — Микроворсинки слизистой оболочки тощей кишки.
- В — Слизистая оболочка подвздошной кишки.
- Г — Просвет слизистой оболочки толстой кишки при проведении видеокапсульной эндоскопии



розовая с матовым блеском и ворсинчатым эпителием, придающим ей вид «велюра». На проксимальной оконечности продольной складки двенадцатиперстной кишки определяется фатеров сосочек нежно-розового цвета, имеющий полусферическую, конусовидную или уплощённую форму. Оценить состояние фатерова сосочка удаётся не всегда, т.к. он располагается на медиальной стенке нисходящего отдела двенадцатиперстной кишки, а видеокапсула ориентирована вдоль просвета органа, в результате чего фатеров сосочек часто не попадает в поле зрения объектива видеокапсулы. Окончание двенадцатиперстной кишки характеризуется резким поворотом просвета кишки (связка Трейца), после которого капсула попадает в начальные отделы тощей кишки. Изменение структуры и характера слизистой оболочки чётко свидетельствует о переходе в этот отдел кишечника (рис. 1б).

Тощая кишка представляет собой спавшуюся полу трубку с полностью циркулярными характерными складками. Слизистая оболочка бледно-розового цвета с четким сосудистым рисунком, определяющимся на всем протяжении, покрыта множеством микроворсинок, придающим ей «бархатный» характер. В просвете кишки, как правило, определяется умеренное количество прозрачной или слегка окрашенной желчью слизи. Если в объектив капсулы попадает фрагмент слизистой оболочки кишки, заполненного слизью, то происходит эффект зрительного увеличения (приближения) слизистой оболочки и становятся явно различимыми отдельные ворсинки пальцевидной формы.

Циркулярная перистальтическая волна, периодически проходящая в дистальном направлении вдоль по кишке, продвигает слизь, а вместе с ней и видеокапсулу по направлению к подвздошной кишке. На гребне волны, когда ряд ворсинок попадает в косое сечение объектива видеокапсулы, можно наблюдать зрительный феномен — «белые полосы», не являющиеся патологией и представляющие собой оптический эффект просвечивающих сквозь поверхностный слой эпителия сети лимфатических сосудов. Перистальтиче-

ская волна обуславливает сужение просвета тощей кишки до 2/3 её диаметра. Высота складок уменьшается по направлению от тощей кишки к подвздошной, что наряду с другими признаками (характер слизистой оболочки, сосудистый рисунок и др.) является важным ориентиром определения границ тощей и подвздошной кишок. После прохождения тощей кишки капсула попадает в просвет подвздошной кишки. Её проксимальные отделы всегда являлись «слепой зоной» для эндоскопистов ввиду её глубокого расположения. В отличие от тощей кишки складки подвздошной менее выражены, расстояние между ними больше, но, при этом, сохраняется циркулярная структура складок (рис. 1в). Ориентиром нахождения видеокапсулы в подвздошной кишке может служить изменение характера перистальтики. Перистальтическая волна, проходя вдоль кишки, на какое-то время (5–10 сек) полностью смыкает её просвет. После прохождения гребня волны перед объективом видеокапсулы открывается полая цилиндрическая трубка, высланная бледно-розовой с сероватым оттенком слизистой оболочкой. В отличие от тощей кишки, здесь уже не определяются пальцевидные микроворсинки, однако кишка, благодаря своей микроскопической структуре, визуально представлена «бархатистой» поверхностью («паюсная икра») с множеством переливающихся отблесков. На протяжении всей кишки можно заметить нежный, но чёткий сосудистый рисунок с делением сосудов до второго и даже третьего порядка. С приближением к баугиновой заслонке, на поверхности слизистой оболочки начинают появляться сначала единичные, а затем множественные лимфоидные фолликулы. Они представляют собой белесые или бледно-розовые выбухания, размером 0,2–0,4 см, располагающиеся по всем стенкам кишки. Следует отметить, что наибольшее количество фолликулов встречается у детей от 6 до 12 лет. В старшем возрасте количество и выраженность фолликулов снижается. Переход из подвздошной кишки в слепую определяется баугиновой заслонкой, которая визуально представляется щелевидным, периодически раскрывающимся отверстием. Несмотря на высокую интенсивность перистальтической активности кишки в области баугиновой заслонки, видеокапсула не всегда с первого раза проникает в толстую кишку. Также, как и химус, продвигающаяся по кишке видеокапсула может на какое-то время задерживаться в области сфинктера, возвращаться назад и даже поворачиваться, фотографируя просвет толстой кишки в восходящем направлении (рис. 1г).

В 2002 г. видеокапсульная эндоскопия появилась и в России и с этого момента стала активно использоваться в эндоскопическом отделении Научного центра здо-

ровья детей РАМН для визуальной диагностики состояния слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта у детей начиная с 2-х летнего возраста. За это время проведено более 60 исследований у детей в возрасте старше 5 лет и более 10 исследований детям от 1,5 до 5 лет. Разработаны методики проведения, подготовки, уточнены показания и противопоказания для проведения исследования детям в разные возрастные периоды, дана оценка информативности метода при различных патологических процессах, локализованных в глубоких отделах тонкой кишки и за её пределами, моторной функции различных отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ).

У детей до 3-х лет активированная видеокапсула вводится в желудок при помощи эндоскопа, оснащённого специальным прозрачным колпачком МН-588 и выталкивается в просвет желудка при помощи форцепта. Проведение видеокапсулы в просвет двенадцатиперстной кишки у детей младшего возраста позволяет максимально использовать запас аккумуляторных батарей капсулы для осмотра слизистой оболочки кишечника и снять вероятность «застревания» видеокапсулы в желудке перед привратником. В результате проведённых исследований у одного ребёнка были выявлены изменения со стороны слизистой оболочки тощей кишки, характерной для лимфоидной энтеропатии; у двух детей отмечалась эндоскопическая картина характерная для синдрома мальабсорбции; ещё у одного ребёнка определялись признаки воспалительного процесса на слизистой оболочке толстой кишки.

Проведение видеокапсульной эндоскопии позволило у ребёнка с болезнью Крона определить наличие свищей между двумя соседними петлями кишок и, в дальнейшем, провести ему органосохраняющую операцию по иссечению свища лапароскопическим способом. В противном случае мальчику предстояла бы тяжёлая инвалидизирующая операция с иссечением значительного участка кишки.

На основе полученных данных можно говорить, что видеокапсульная эндоскопия показывает высокую диагностическую эффективность при исследовании тонкой кишки у детей начиная с 1,5-летнего возраста. В результате проведённого исследования можно тщательно изучать особенности моторной функции различных участков желудочно-кишечного тракта, что даёт уникальную информацию о состоянии органа пищеварения. Кроме того, видеокапсульное исследование, в отличие от всех других эндоскопических процедур, «визуально безопасно» и не вызывает негативных реакций среди детей (особенно эмоционально лабильных), что позволяет исследовать все отделы желудочно-кишечного тракта у пациентов самого разного характера и темперамента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Appleyard M., Glukhovskiy A., Swain P. Wireless-capsule diagnostic endoscopy for recurrent small-bowel bleeding // *N. Engl. J. Med.* — 2001. — V. 344. — P. 232–233.
2. Chutkan R.K., Balba N.H., Adams T.L., et al. Video capsule endoscopy in the evaluation of obscure gastrointestinal bleeding // *Gastrointest Endosc.* — 2002. — V. 55. — P. 133.
3. Fischer D., Shreiber R., Meron G., Frisch M., Jacob H., Grukhovskiy A., Engel A. Localization of the wireless capsule endoscopy in its passage through the GI tract // *Gastrointest Endosc.* — 2001. — V. 53. — P. 126.
4. Fireman Z. et al. Diagnosing small bowel Crohn's disease with wireless capsule endoscopy // *Gastroenterology.* — 2003. — V. 52. — P. 390–392.
5. Gong F., Swain P., Mills T. Wireless endoscopy // *Gastrointest Endosc.* 2000. — V. 51. — P. 725–729.
6. Iddan G., Meron G., Glukhovskiy A., Swain P. Wireless capsule endoscopy // *Nature.* — 2000. — V. — P. 417–418.
7. Lewis BS, Swain P. Capsule endoscopy in the evaluation of patients with suspected small intestinal bleeding: the results of a pilot trial // *Gastrointestinaln. Endoscopy* 2002. — V. 56. — P. 349–353.
8. Lewis B.S. Capsule endoscopy in clinical practice // *Gastrointest Endosc.* — 2002. — V. 55. — P. 125–132.
9. Lewis B.S. The history of enteroscopy // *Gastrointest. Endosc. Clin. N. Am.* — 1999. — V. 9. — P. 32–45.
10. Pennazio M., Santucci R., Rondonotti E., et al. Wireless capsule endoscopy in patients with obscure gastrointestinal bleeding: Results of the Italian multicenter experience // *Gastrointest Endosc.* — 2002. — V. 55. — P. 87–94.
11. Seidman E.G. Wireless capsule videoendoscopy: An odyssey beyond the end of scope // *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* — 2002. — V. 34. — P. 333–344.
12. Scapa E.S., Fireman Z.F., Jacob H.J., Lewkowicz S., et al. Results of the first clinical studies performed in Israel With the wireless capsule endoscopy // *Endoscopy.* — 2001. — V. 33. — P. 19–24.
13. Waye J.D. Small-intestinal Endoscopy // *Endoscopy.* — 2001. — V. 33. — P. 1. — P. 24–30.