



# Актуальность применения индигокармина в диагностике урологических заболеваний

К.м.н. А.М. ПШИХАЧЕВ<sup>1</sup>, К.М. МОСЯКОВА<sup>2</sup>

*В статье обосновывается актуальность применения индигокармина в диагностике урологических заболеваний. Индигокармин давно и успешно применяется для исследования выделительной функции почек и уродинамики верхних мочевых путей. Наряду с рентгенконтрастными препаратами индигокармин нередко используется для дифференциальной диагностики в ургентной хирургии и урологии. Кроме того, индигокармин применяется для интраоперационного контроля за уродинамикой при выполнении открытых, эндоурологических и малоинвазивных оперативных вмешательств.*

Несмотря на широкое внедрение в медицинскую практику современных высокотехнологичных методов диагностики (ультразвуковое исследование, компьютерная томография и др.), традиционные, проверенные многолетним опытом диагностические манипуляции до сих пор не утратили актуальности и незаменимы в некоторых сложных клинических ситуациях. Одной из таких методик является проба с применением красящего вещества – индигокармина [1].

Индиго использовался с древних времен для окрашивания тканей в синие цвета и добывался из некоторых растений рода *Indigofera*. В конце XIX века индиго был впервые синтезирован, после чего на-

чалось стремительное вытеснение натурального индиго синтетическим. В настоящее время основную часть индиго и его производных получают с помощью химического синтеза. Индигокармин производят путем сульфирования индиго, и он представляет собой динатриевую соль индиго-5,5'-дисульфо кислоты ( $C_{16}H_8N_2Na_2O_8S_2$ ) (рис. 1). Индигокармин хорошо известен как диагностическое средство в медицине, как химический индикатор, в том числе при гистологических методах исследования, как безопасный краситель пищевых продуктов (пищевая добавка E132) и некоторых лекарственных препаратов, кроме того, он применяется для изготовления чернил [2].

В урологической практике большое распространение получила индигокарминовая проба. Применение индигокармина в урологии основано на способности этого красителя быстро выделяться в неизменном виде с мочой, не вызывая нарушения функции почек. Для исследования выделительной функции почек и уродинамики верхних мочевых путей применяется хромоцистоскопия (от греч. *chroma* – цвет, *kystis* – пузырь, *skopeo* – рассматриваю, исследую) – функционально-диагностический метод, основанный на выделении индигокармина каждой почкой в отдельности. Для хромоцистоскопии применяют 0,2–0,4%-ный раствор химически чистого индигокармина (рН 4,0–5,5), который вводят внутривенно (5 мл) или иногда внутримышечно (15 мл). В норме индигокармин появляется в мочевом пузыре через 3–5 минут после внутривенного вливания и через 10–12 минут после внутримышечной инъекции. При внутривенном введении наибольшая концентрация индигокармина в моче наступает между 5–10 минутами, а при внутримышечном – через 20 минут после инъекции, заканчивается



через 1–1,5 часа. Первые «капли» индигокармина выбрасываются из устья мочеточника в виде маленького синего облачка, а затем – уже в виде струи, которая тотчас же растворяется в жидкости, заполняющей мочевой пузырь [3].

Отсутствие или запоздалое выделение индигокармина из одного из мочеточников свидетельствует о патологическом процессе в почке или мочевыводящих путях на соответствующей стороне, являясь очевидным доказательством нарушения динамики опорожнения чашечек и почечной лоханки вследствие механических причин (камень, стриктура), атонии мочеточника нейрогенного происхождения, а также значительных деструктивных или атрофических изменений паренхимы почки, резко нарушающих ее функцию (гидронефроз, пиелонефроз, гнойный пиелонефрит) (рис. 2) [4].

Метод хромоцистоскопии с успехом применяется для дифференциальной диагностики между почечной, аппендикулярной или печеночной коликой, кишечной непроходимостью, так как, в отличие от почечной колики, при острых заболеваниях органов брюшной полости выделение индигокармина из обоих устьев не нарушено. Отсутствие выделения индигокармина из какой-либо почки может помочь врачу поставить правильный диагноз и избавить больного от ненужной диагностической лапароскопии или лапаротомии.

Следует отметить недостатки хромоцистоскопии: при опухоли почки индигокармин может выделяться своевременно, окраска его будет интенсивной, если сохранился участок нормальной паренхимы и не нарушен отток мочи; невозможно отличить нарушение секреторной функции почки при патологическом процессе в паренхиме от нарушения мочевыделительной функции, например, при конкременте мочеточника. Кроме того, замедление выделения индигокармина возможно не только при заболеваниях почек, но и при декомпенсации сердечной

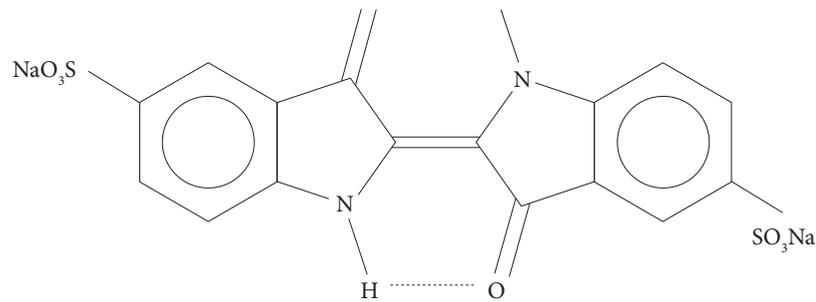


Рис. 1. Структурная формула индигокармина

деятельности, гипертонической болезни и других заболеваний, сопровождающихся нарушением почечного кровотока [3].

Следует отметить, что в настоящее время хромоцистоскопию успешно заменяет неинвазивное ультразвуковое исследование (УЗИ), при котором нарушение оттока мочи подтверждается дилатацией верхних мочевых путей [1]. Появление таких высокоинформативных визуализирующих методов исследования, как мультиспиральная компьютерная и магнитно-резонансная томографии, изучение функциональных способностей почек с помощью радиоизотопных методов исследования, ограничило проведение индигокарминовой пробы.

Несмотря на это, в современной урологии индигокармин нередко используется наряду с рентгенконтрастными препаратами для дифференциальной диагностики в ургентной хирургии и урологии. Это обусловлено тем, что в экстренных ситуациях, нередко возникающих в условиях центральных районных больниц, полевых условиях военных госпиталей и госпиталей МЧС, где зачастую нет сложной диагностической аппаратуры, хромоцистоскопия остается одним из доступных методов диагностики вышеперечисленных критических состояний.

Кроме того, в настоящее время индигокармин используется для интраоперационного контроля за уродинамикой при выполнении открытых, эндouroлогических и малоинвазивных оперативных вмешательств. Так, индигокармин применяется для определения по-

вреждения мочеточника при урологических, гинекологических, проктологических и хирургических вмешательствах. Во время гинекологических операций наибольшая опасность для мочеточников возникает при отделении мочевого пузыря от шейки матки и влагалища. В общехирургической практике повреждения нижней трети мочеточника встречаются при аппендэктомии, грыжесечении, реконструктивных сосудистых операциях, поясничной симпатэктомии, но наиболее часто – при радикальных вмешательствах по поводу рака толстой и прямой кишки [5]. В таких случаях индигокарминовая проба является одним из наиболее

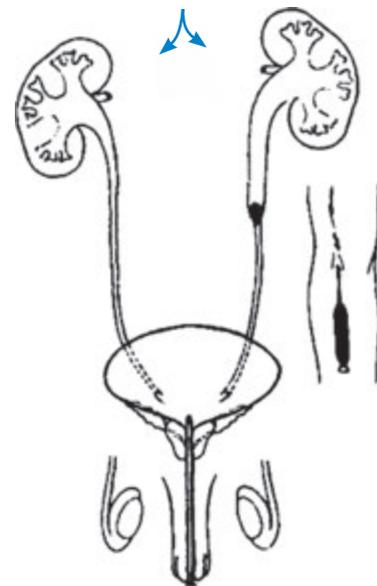


Рис. 2. Схема красочной пробы с индигокармином. Отток мочи и раствора индигокармина из левой почки нарушен конкрементом в средней трети мочеточника



Метод хромоцистоскопии с успехом применяется для дифференциальной диагностики между почечной, аппендикулярной или печеночной коликой, кишечной непроходимостью, так как при острых заболеваниях органов брюшной полости выделение индигокармина из обоих устьев не нарушено.

быстрых, высокоинформативных и малозатратных диагностических методов выявления повреждения мочеточника. Поступление красителя в рану при проведении индигокарминовой пробы заставит оперирующего хирурга сосредоточить свое внимание на поиске источника поступления красящего раствора и своевременно устранить повреждение мочевых путей [1].

Мочеточниково-влагалищные и мочеточниково-маточные свищи являются одними из самых опасных осложнений женской тазовой хирургии. Они образуются вследствие нарушений васкуляризации и ранений мочеточников, преимущественно во время больших по объему гинекологических операций. Для диагностики мочеточниково-влагалищных свищей также используется индигокарминовая проба. Окрашивание вагинального тампона синим цветом позволяет подтвердить наличие сообщения мочевых путей с влагалищем, а обнаружение выделения окрашенной мочи индигокармином, введенным внутривенно, при осмотре влагалища в зеркалах помогает определить локализацию мочеточниково-влагалищного или мочепузырно-влагалищного свища.

Развитие эндouroлогии способствовало использованию эндouroлогических методик в диагностике и лечении большинства урологических заболеваний. Это, прежде всего, относится к доброкачест-

венной гиперплазии и раку простаты, опухоли мочевого пузыря, камням и стриктурам нижних и верхних мочевых путей. Высокая эффективность и малая травматичность эндouroлогических вмешательств позволили расширить показания к их применению и в ряде случаев стать методом выбора в лечении многих урологических заболеваний.

В эндouroлогии применение индигокарминовой пробы может оказать существенную помощь в сложных диагностических ситуациях. Нередко при выполнении трансуретральных вмешательств во время цистоскопии возникают ситуации, когда не удается визуализировать устье одного или обоих мочеточников (буллезный отек слизистой мочевого пузыря, трабекулярный мочевой пузырь и пр.). В таких случаях хромоцистоскопия обеспечивает необходимую информацию. При технической сложности обнаружения устьев и нарушенном оттоке мочи с одной стороны выделение индигокармина с противоположной стороны значительно облегчает установление локализации устья другого мочеточника.

Индигокарминовая проба неопределима при определении локализации дистопированного устья мочеточника, а также при поиске второго устья мочеточника при полном удвоении верхних мочевых путей.

У больных с уретероцеле (при необходимости проведения эндоскопических манипуляций на мочеточнике и отсутствии показаний к рассечению) хромоцистоскопия в большинстве случаев позволяет обнаружить «смещенное» устье. Несмотря на высокую эффективность открытых и лапароскопических реконструктивно-пластических операций по поводу стриктур и облитераций уретры и мочеточника, в настоящее время нередко выполняются коррекции этих состояний эндоскопическими методами (рассечение, баллонная дилатация, реканализация и др.). Это связано, прежде всего, с минимальной инвазивностью

и высокой эффективностью эндоскопических методов, а в некоторых случаях – наличием тяжелого сопутствующего патологического состояния у больных, не позволяющего применять более радикальные методы лечения. Основным фактором риска развития осложнений при эндоскопической коррекции этих состояний во время уретро- и уретеропиелоскопии является насильственное беспроводниковое и бесконтрольное проведение инструмента [6]. Зачастую даже использование проводника вызывает значительные сложности, которые связаны с отсутствием в результате выраженного рубцового процесса ориентиров. Антеградное или ретроградное введение индигокармина позволяет визуализировать «точечное» отверстие в области сужения и облегчает проведение струны и инструмента, что, в свою очередь, способствует профилактике таких осложнений, как перфорация органа, ранение крупных сосудов или кавернозных тел с развитием мочевых затеков и интраоперационного кровотечения.

Отсутствие постоянного внимательного визуального контроля за зоной мочепузырного треугольника во время трансуретральной резекции (ТУР) простаты, особенно при больших ее размерах и значительном внутривезикулярном росте, может привести к ятрогенному повреждению устья мочеточника, что потребует дренирования верхних мочевых путей мочеточниковым катетером или внутренним стентом. С целью идентификации устья мочеточника внутривенно вводится раствор индигокармина [6]. В случае невозможности определения устья мочеточника из-за его коагуляции, в послеоперационном периоде отмечается развитие суправезикальной обструкции, которая чаще всего успешно ликвидируется чрескожной пункционной нефростомией, антеградным бужированием устья мочеточника и установкой внутреннего стента.

Основным фактором риска развития травмы устья при трансурет-



При аппендэктомии, грыжесечении, реконструктивных сосудистых операциях, вмешательствах по поводу рака толстой и прямой кишки индигокарминовая проба является одним из наиболее быстрых, высокоинформативных и малозатратных диагностических методов выявления повреждения мочеточника.

ральной резекции мочевого пузыря является локализация опухоли в области устья мочеточника и невозможность его визуализировать при цистоскопии перед резекцией опухоли. Индигокарминовая проба высокоэффективна при поиске устья мочеточника, прикрытого опухолевым процессом в мочевом пузыре [6]. Нередко при такой локализации опухоли с целью сохранения радикальности операции во время ТУР стенки мочевого пузыря с опухолью приходится выполнять и резекцию устья мочеточника с последующим дренированием верхних мочевых путей катетером-стендом. Хромоцистоскопия значительно облегчает визуализацию интрамурального отдела мочеточника в зоне резекции, которая в большинстве случаев является непростой задачей.

У некоторых пациентов, которым после радикальной цистэктомии по поводу рака мочевого пузыря было выполнено отведение мочи в тонко- или толстокишечный резервуар, проведение диагностических и лечебных мероприятий на верхних мочевых путях вызывает значительные трудности в связи со сложностью определения устья мочеточника. Даже применение гибкого цистоскопа не всегда решает эту проблему. В таких случаях сложную задачу обнаружения устья мочеточника облегчает внутривенное введение индигокармина [7].

Одним из основных этапов выполнения радикальной простат-

эктомии при раке простаты является «отсечение» предстательной железы от шейки мочевого пузыря. При больших размерах простаты с выраженным внутрипузырным ростом во время этой процедуры следует соблюдать особую осторожность, чтобы не повредить устья мочеточников в зоне пересечения шейки мочевого пузыря. При близком расположении устья мочеточников к этой зоне также существует опасность их прошивания при формировании пузырно-уретрального анастомоза. Визуализация устьев мочеточников при открытой и даже лапароскопической радикальной простатэктомии иногда затруднена. Поступление индигокармина из устьев мочеточников облегчает их поиск и способствует профилактике вышеуказанных осложнений.

Наименее инвазивным и достаточно эффективным методом лечения большинства кист почки является ее пункция (с дренированием или без него). Однако характер жидкостных образований в забрюшинном пространстве не всегда можно достоверно определить даже после проведения такого современного метода исследования, как мультиспиральная компьютерная томография с контрастированием. Нередки ситуации, когда приходится дифференцировать жидкостные структуры, расположенные в непосредственной близости с почкой, с такими патологиями, как киста почки, дивертикул чашечки, гидронефроз половины удвоенной почки, киста забрюшинного пространства или соседних органов. Окрашивание пункционного содержимого после предварительного внутривенного введения индигокармина или поступление окрашенной жидкости по установленному дренажу позволяет диагностировать наличие/отсутствие взаимосвязи жидкостного образования с мочевыми путями и, соответственно, определить правильную тактику лечения таких пациентов.

Большинство открытых и лапароскопических хирургических

вмешательств на органах мочеполовой системы сопряжено с нарушением целостности мочевых путей с последующим восстановлением их герметичности (резекция почки с вскрытием чашечки, пластика лоханочно-мочеточникового сегмента или мочеточника, радикальная цистэктомия или простатэктомия, пиело- или уретеролитотомия и др.). Такие операции заканчиваются дренированием брюшной полости, забрюшинного пространства или малого таза. Длительное и обильное выделение светлой жидкости по страховому дренажу в послеоперационном периоде является показанием для исключения несостоятельности сформированных анастомозов и швов. Наиболее быстрым, простым и информативным методом дифференциальной диагностики в таких случаях может стать внутривенное введение индигокармина. Окрашивание отделяемого по дренажу свидетельствует о нарушении герметичности мочевого тракта и поступлении мочи в рану.

Необходимо также отметить, что раствор индигокармина можно вводить в полости и свищи для выявления нарушений целостности полости, определения протяженности и направления свищевых ходов [2, 4]. Его также используют во время открытых пластических операций по поводу стриктуры уретры для определения протяженности и границ сужения.

Таким образом, несмотря на то что диагностические методики с использованием индигокармина известны давно и применяются уже длительное время, они и сегодня остаются актуальными. В урологической, гинекологической, хирургической практике существуют ситуации, когда применению индигокармина нет альтернативной замены. Во многих случаях применение индигокармина является достаточным. Кроме того, диагностика с использованием индигокарминовой пробы экономически выгодна и может заменить более дорогостоящие и трудоемкие методы исследования. ☺