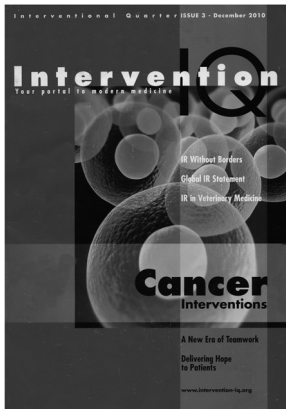


## МЕТОДИКИ И ТЕРМИНЫ В ИНТЕРВЕНЦИОННОЙ РАДИОЛОГИИ

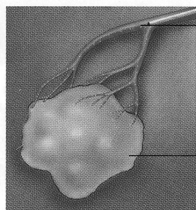


Интервенционная радиология располагает многочисленными методиками как диагностическими, так и лечебными. Последние используются в основном в онкологической практике. К сожалению, стоит признать, что методы, которые в западных странах уже отошли в тень, уступив место более совершенным методам, в нашей стране только начали применяться, и то не повсеместно. О принципах, преимуществах и недостатках, областях применения различных интервенционных методик в онкологии рассказывают наши зарубежные коллеги.

Интервенционная радиология располагает многочисленными методиками как диагностическими, так и лечебными. Последние используются в основном в онкологической практике. К сожалению, стоит признать, что методы, которые в западных странах уже отошли в тень, уступив место более совершенным методам, в нашей стране только начали применяться, и то не повсеместно. О принципах, преимуществах и недостатках, областях применения различных интервенционных методик в онкологии рассказывают наши зарубежные коллеги.

### Щадящая эмболизация

Доктор Ясуаки Арай (Токио, Япония)



Эмболизация блокирует кровоснабжение опухоли путем введения катетера в бедренную артерию через небольшой разрез в паховой области и проведения его под контролем изображения к проблемной зоне. Затем по катетеру подводятся мелкие тромбирующие агенты (пластиковые частицы, спирали, гелевая пена и т.д.) непосредственно к участку опухоли для прекращения притока крови к ней, что приводит к сморщиванию опухоли и ее гибели. Процедура проводится под местной анестезией.

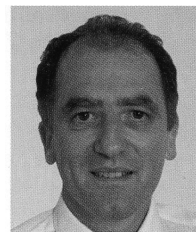
"Эмболизация является одним из самых мощных методов лечения и чрезвычайно эффективна в большинстве случаев лечения рака. Также эта процедура более экономически эффективна в сравнении с более дорогими методами лечения, такими как применение молекулярно-таргетных препаратов (сорафениб, бевацизумаб). Даже с учетом микрокатетеров и бус, которые могут быть использованы для проведения эмболизации, общая ее стоимость намного ниже по сравнению с новыми фармацевтическими средствами".

"Я думаю, что эта отрасль эмболической терапии будет иметь огромное клиническое зна-

чение, особенно в странах, которые не могут позволить себе закупать дорогие целевые лекарства для онкологических пациентов. Другим очень важным моментом является качество жизни пациента и очень хорошие результаты, зарегистрированные при контроле боли. Я думаю, что это еще один новый развивающийся метод лечения".

### Трансартериальная химиоэмболизация (TACE)

Профессор Филипп Перейра  
(Хейлбронн, Германия)



© Biocompatibles

"При TACE проводится тот же самый процесс, как и при мягкой эмболизации, но с другими агентами. В качестве тромбирующих агентов используются противораковые лекарственные препараты. Так как лекарственные средства доставляются локально, непосредственно в ткань опухоли, то действие их в 200 раз эффективнее, чем при системном применении. Препараты остаются активными в опухоли в течение месяца, при этом одновременно происходит как химическое воздействие на опухолевую ткань, так и блокирование кровоснабжения".

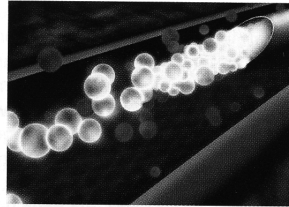
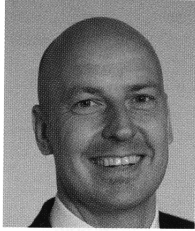
"Мы используем химиоэмболизацию в течение 27 лет, но действительный прорыв произошел в последние 10 лет с появлением новых лекарственных средств и новых эмболических материалов, которые позволяют более точно провести эмболизацию с более концентрированной дозой препарата".

Преимущества эмболизации опухоли очевидны. Она обеспечивает точную доставку лекарственного вещества непосредственно в опухолевую ткань и снижает системное токсическое воздействие препаратов на организм.

"Я считаю, что будущее онкологии — в сочетанной терапии. Сочетание трансартериальной химиоэмболизации с антиангиогенной повысит эффект эмболизации. Так как мы лечим непосредственно саму опухоль, а не основное заболевание, то совместно с нашими коллегами-онкологами, мы обеспечиваем оптимальное ведение пациентов. Именно поэтому междисциплинарные походы к лечению находятся на подъеме"

### Радиоэмболизация

Доктор Тобиас Якобс (Мюнхен, Германия)



© MDS Nordion

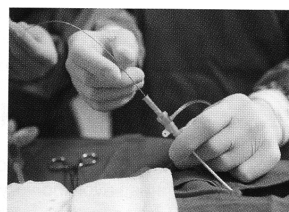
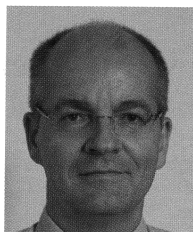
"Радиоэмболизация является местно-региональным методом лечения первичных и вторичных опухолей печени, при котором микросферы, меченые радиоактивным изотопом, вводят через трансартериальный катетер в участки печени, из которых исходит опухоль. Противопоказанием к проведению процедуры является повышенный уровень билирубина, поэтому перед исследованием необходимо провести лабораторные анализы для исключения таких состояний. Кроме того, у пациентов не должен прогрессировать цирроз печени, обычно сопутствующий первичным опухолям печени, поэтому лечению с помощью радиоэмболизации подлежат пациенты с циррозом А стадии или начальной Б стадии по Child-Pugh".

"Теперь мы видим, что лечащие врачи рассматривают методы интервенционной радиологии в лечении своих пациентов на более ранних стадиях заболевания. Благодаря последним развитиям технологии на данном этапе мы можем проводить радиационную сегментэктомию пациентам с небольшими опухолями печени. Мы также наблюдаем увеличение количества пациентов с опухолью только в левой или правой доле печени, у которых проводится лечение только одной доли печени, что переносится пациентами, несомненно, лучше и меньшими побочными эффектами".

"Имея доступ к современному оборудованию, такому как компьютерный томограф с конусным лучом и высококачественным ангиографам, мы можем свести количество осложнений к минимальному уровню, что, в конечном счете, повысит доверие к врачам и безопасность пациента".

### Внутриартериальная химиотерапия

Профессор Томас Вогль (Франкфурт, Германия)



© Monkey Business Images

При проведении внутриартериальной химиотерапии препараты высокодозной химиотерапии вводятся непосредственно в артерии, питающие опухоль. При этом используется только 60% от дозы препаратов, которые обычно выпи-

сываются при системном лечении, но результаты лечения такие же или лучше, и побочные эффекты менее выражены. В настоящее время внутриартериальная химиотерапия используется только в качестве последней инстанции, но многообещающие результаты в широком ряде опухолей могут перевести эту процедуру в ближайшем будущем в метод первичного лечения.

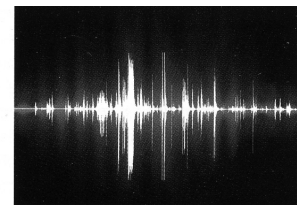
"Мы преследуем 3 главные цели в использовании данной методики в лечении первичных и вторичных опухолей легких: во-первых, мы считаем, что интраартериальная терапия должна показать хорошие результаты у пациентов с рецидивом после курсов системной химиотерапии или лучевой терапии. Во-вторых, наши данные на более чем 200 пациентах показали, что мы в состоянии контролировать опухоль у 60% больных, и таким образом улучшить локальный контроль и симптоматику пациентов. И в-третьих, мы хотим показать, что выживаемость можно повысить".

"При оптимальном выборе тактики лечения пациента тесное сотрудничество между медицинскими онкологами, радиоонкологами и интервенционными радиологами является естественным, когда идет четкий расчет доз и их подведение".

"Из наших наблюдений современных онкологических центров и посещений онкологических конференций выявляется четкая тенденция мультимодального лечения, и я считаю, что такие процедуры все больше и больше будут пользоваться спросом у пациентов с рецидивами заболевания".

### Микроволновая абляция

Доктор Лаура Крокети (Пиза, Италия)



© iconspro

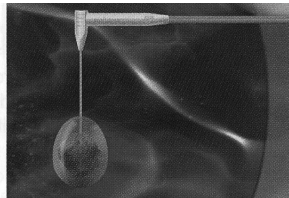
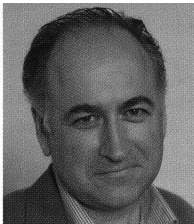
Микроволновая абляция является самой последней разработкой в области опухолевых абляций и представляет собой способ лечения, который использует электромагнитные микроволны для разрушения только раковых клеток без повреждения здоровых окружающих тканей. Другим преимуществом микроволновой абляции является возможность как одновременного воздействия на множественные очаги, так и лечения крупных опухолей. При проведении микроволновой абляции тонкие микроволновые антенны вводятся непосредственно в опухоль под контролем изображения (как правило, под контролем ультразвука). СВЧ-генератор излучает электромагнитные волны, которые приводят к движению молекул воды в раковых клетках и их нагреванию, что и служит причиной их гибели.

"Основные преимущества микроволновой технологии включают в себя постоянно повышенную внутриопухолевую температуру, большие объемы опухоли, подверженной абляции, более быстрое время абляции. Так как микроволновая абляция не зависит от электрической цепи, как радиочастотная абляция, то одновременно могут применяться несколько аппликаторов и площадь заземления на бедрах пациента не требуется".

"Микроволновая абляция в клинике стала применяться в Японии с начала 2000-х, но последние достижения в технике СВЧ позволили создать новые микроволновые системы с более обширной, более контролируемой зоной абляции, устранив ограничение небольшого объема коагуляции, получаемого с датчиков при первых попытках использования метода". "Микроволновая технология значительно изменилась с момента ее первого применения, создавая необходимость подготовки клинических данных, подтверждающих эффективность и безопасность методики".

### Криоабляция

Доктор Дэвид Брин (Саутгемптон, Великобритания)



© Endocare

Криоабляция представляет собой методику с использованием экстремально низких температур для разрушения патологических клеток, в частности, раковых. При проведении криоабляции в опухоль вводятся зонды через маленький разрез в коже пациента и газ очень низкой температуры (примерно до  $-140^{\circ}\text{C}$  или ниже) охлаждает датчик, который замораживает опухоль рака до  $-30^{\circ}\text{C}$  и ниже. Процесс повторяющейся заморозки и оттаивания опухоли убивает раковые клетки и измененную зону вокруг опухоли, не затрагивая окружающие здоровые ткани. После завершения процедуры мертвые ткани образуют рубец, который впоследствии очищается с помощью иммунной системы пациента. Кроме того, существуют доказательства, что данная процедура стимулирует иммунную систему для борьбы с оставшимися раковыми клетками.

"Одним из основных преимуществ криоабляции является то, что вы можете при проведении КТ или МРТ легко увидеть ледяной шар, что позволяет очень точно дозировать и контролировать процедуру. Это огромный шаг вперед в обеспечении точного и полного удаления небольших ( $<5\text{см}$ ) опухолей".

"Кроме того, четко доказано, что терапия, основанная на низких температурах, является менее болезненной процедурой, требующая мень-

ших требований к анальгезии. Что касается других зон интереса, криоабляция вызывает различные типы гибели клеток опухоли, а по результатам некоторых работ можно предполагать, что может выделять опухолевые антигены, помогая телу в иммунном ответе против опухоли, если таковая имеется в других органах". "Очень хорошие долгосрочные данные получены при раке почки и предстательной железы, а также при проведении паллиативной терапии на костях. Кроме того, мы использовали криоабляцию при очаговых образованиях надпочечников.

"Я занимаюсь радиочастотной абляцией в течение многих лет, но я вижу перевес в пользу микроволновой и криоабляции. Данные технологии абляции находятся на подъеме и, конечно, имеют свои достоинства при лечении различных опухолей".

### Радиочастотная абляция (РЧА)

Радиочастотная абляция является минимально инвазивной процедурой лечения опухолей, которые погибают под воздействием высокочастотного переменного тока, который нагревает ткани. Лечение является безопасным и эффективным и может быть повторно использовано как при первичных, так и при метастатических опухолях. При проведении радиочастотной абляции используются тонкие радиочастотные датчики, которые вводятся в саму опухоль, и с помощью которых происходит нагревание и абляция опухоли. Лечение направлено в основном на ткань опухоли с минимальным повреждением окружающих тканей.

"Термин "абляция" в интервенционной радиологии означает разрушение или выжигание опухоли, с замещением очага грануляционной тканью, которая впоследствии очищается с помощью иммунной системы пациента. Абляция начала применяться примерно с 1996 года с метода радиочастотной абляции, который до сих пор является наиболее распространенным термическим методом. Однако ситуация может измениться в течение последующих 5-ти лет, так как мы сейчас наблюдаем появление микроволновой абляции и криоабляции, которые позволяют воздействовать на большие объемы опухолей.

"Со времени появления процедуры были отмечены серьезные улучшения в технологии, приборах и контроле изображения. Сначала методы абляции применялись неоперабельным пациентам, однако, их эффективность в лечении небольших опухолей в настоящее время находится на одном уровне с хирургической резекцией. Это утверждение было поддержано двумя известными хирургами и приглашенными ораторами на Европейской Конференции по интервенционной онкологии (ECIO 2010), докторами Vincenzo Mazzaferro и Pietro Majno, которые утверждают, что для небольшого размера первичной опухоли печени абляция и хирургическая ре-

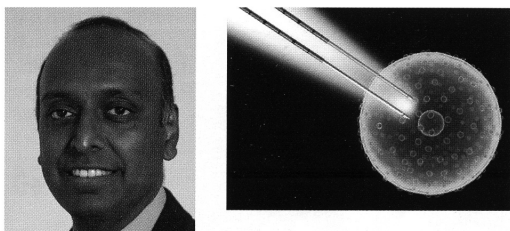


зекция сопоставимы по конечному результату.

Таким образом, мы перешли от мира, где абляция применялась только для неоперабельных пациентов в мир, где радиочастотная абляция предпочтительна для лечения небольших опухолей с наиболее низким уровнем осложнений, что делает данную методику все более и более популярной”.

### Необратимая Электропорация (IRE)

Д-р Радж Нараянан  
(Майами, штат Флорида, США)



Необратимая электропорация (IRE) является новейшей интервенционной методикой абляции раковых опухолей, исходящих из мягких тканей. Электрические импульсы посылаются сквозь раковые клетки, необратимо повреждая их мембраны с образованием в них небольших отверстий. Повышенная пористость клеток нарушает клеточную способность поддерживать свой внутренний гомеостаз, что ведет к их гибели. Нетермальная природа IRE означает, что она может быть использована в непосредственной близости к кровеносным сосудам и нервам. Метод является чрезвычайно точным, так что окружающие здоровые ткани остаются незатронутыми. Прибор, который в настоящее время используется в Америке для безопасной и эффективной абляции мягких тканей с помощью электропорации, представлен наноножом от компании Angiodynamics.

“IRE имеет согласование FDA (Food & Drug Administration) для применения методики в США для мягких тканей, и мы начали нашу программу в январе 2010 г. На сегодняшний день нами выполнено около 45 процедур, преимущественно на печени, у 30-ти пациентов. До сих пор в течение последних 6-ти месяцев мы не наблюдали ни одного продолженного роста в зоне воздействия, что очень обнадеживает”.

“Это очень точная и, безусловно, безопасная методика, мы используем ее в очагах, расположенных в непосредственной близости к другим органам, и до сих пор не наблюдали ни одного серьезного осложнения”.

“Другим большим преимуществом метода является возможность чрескожного воздействия на опухоль, находящуюся в непосредственной близости к сосудам, чего не можем сделать при радиочастотной абляции. Это воз-

можно благодаря сохранению коллагена, поддерживающего сосуды, при этом в зоне воздействия желчевыводящие протоки и сосуды не повреждаются.

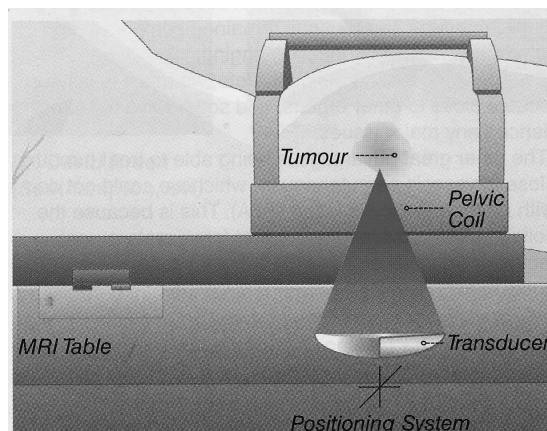
### Интерстициальная лазерная терапия

Лазерная интерстициальная термотерапия (LITT), или лазерно-индуцированная интерстициальная термотерапия (LIITT).

Лазерная абляция используется для воздействия на первичные и вторичные опухоли легких. Сначала вокруг опухоли проводится местная анестезия, затем под контролем изображения в опухоль вводится полый зонд с лазерным волокном. Мультисенсорная термальная игла вводится через другое отверстие для контроля за уровнем нагревания. Таким образом, энергия передается в клетки опухоли, разрушая их. Основным преимуществом лазерной абляции является возможность использования ее под МР-контролем, что снижает лучевую нагрузку на пациентов во время лечения. На данный момент проводятся методики при раке мочевого пузыря, предстательной железы, печени и молочной железы.

### Высокоинтенсивный фокусированный ультразвук (HIFU)

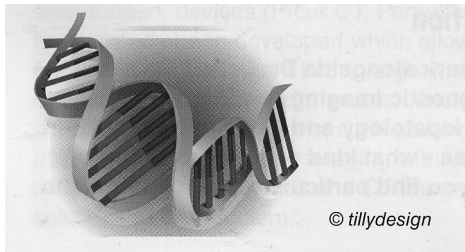
HIFU имеет несколько клинических применений, одно из которых — тепло-активатор для цитостатиков. В настоящее время основное его применение — термальная абляция. Энергия ультразвука может проходить через мягкие ткани, не причинив им никакого ущерба, но если эту энергию сфокусировать, то вырабатывается тепло на очень небольшом участке, что приводит к разрушению тканей. Ультразвуковой луч проходит безвредно через нецелевые структуры, что чрезвычайно снижает риск осложнений, но несмотря на это HIFU не должен использоваться на очаги, граничащие с чувствительными органами, такими как тонкая или толстая кишка. Процедура планируется и проводится под контролем изображения другой модальности, чаще под контролем МРТ, иногда — ультразвука. Это очень четко позволяет наметить контуры опухоли. Данная методика широко используется во всем мире для лечения миом матки, в Европе — для лечения



болезненных метастазов в кости. Ведутся клинические испытания при опухолях грудной железы, головного мозга, предстательной железы, печени, почек и поджелудочной железы.

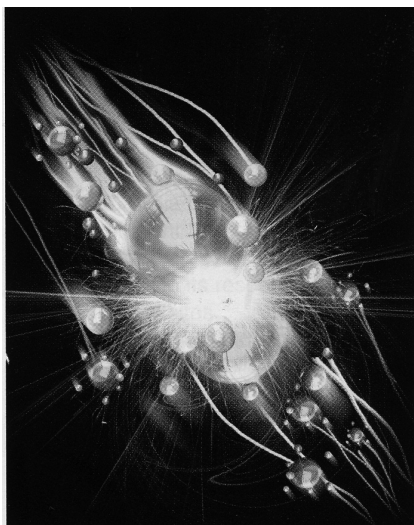
### Генная терапия

Существуют многочисленные научно-исследовательские проекты, которые ищут способы использования генетических изменений для борьбы с раком. Один метод заключается в активации собственной иммунной системы пациента, другой — в замене дефектных генов здоровыми; третий — в генетической перестройке раковых клеток, делающей их более чувствительной к химиотерапии, или же в комбинации антител и цитотоксических препаратов в одной липосоме для специфической ориентации в раковой клетке. Существует много возможностей генной терапии, и некоторые проекты подают большие надежды. Интервенционная радиология должна сыграть важную роль в реализации этих методик.



### Свето-активированная терапия

Еще в 2000 году были разработаны препараты, которые могут быть активированы с помощью света. Эти препараты действуют системно, но с незначительным накоплением в ткани опухоли. Они могут активироваться в требуемой области путем облучения опухоли ненагревающим лазерным светом, образуя токсичную форму кислорода, который обладает эффектом выжигания. Слабое проникновение световых волн ограничивает данный метод только лишь поверхностным опухолем кожи. Путем установки свето-



диодов в конце гибкого проводника и использования контроля изображения изображений руководством, возможно введение источника света в более глубокие отделы тела с неглубокой седацией пациента. При этом стандартная зона воздействия 4,5x2,5 см может быть увеличена с помощью нескольких катетеров. Так как это нетепловая процедура, не сопровождающаяся эффектом теплоотведения, то сосудистые структуры прилежащих органов не повреждаются. Свето-активированная терапия может также применяться для генной терапии.

### Химическая абляция

Одной из самых ранних форм абляции была химическая, при которой такие вещества как этанол, вводились непосредственно в опухоль, вызывая гибель клеток (чрескожная инъекция этанола или PEI). Для получения полного некроза опухоли необходимо несколько процедур. Уже не так широко распространенная, химическая абляция все еще используется в некоторых центрах для лечения гепатоцеллюлярной карциномы и образований щитовидной железы. Технические усовершенствования, такие как инъекции QuadaFuse, позволили преодолеть традиционное ограничение методики — слабую диффузию этанола из-за наличия внутриопухолевых перегородок. В других областях применения для повышения эффективности используют сочетание химической абляции с радиочастотной.

### Лекарственные препараты

Существует много достижений в области лекарственных технологий, а именно в сфере биологических противоопухолевых препаратов, которые специфически действуют на рост опухоли или на регуляцию ангиогенеза, такие как, VEGF и EGFR. Интервенционная радиология может помочь в доставке этих препаратов в конкретные области в основном с помощью внутриартериального катетера. Поскольку некоторые препараты в настоящее время разрабатываются как тепло-активирующиеся (или, по крайней мере, более эффективные под воздействием высокой температуры), интервенционная радиология необходима для обеспечения механизма активации. Тепло может быть использовано в некоторых случаях для активации самих препаратов, а в некоторых — для разрыва их оболочки. В одном случае препараты могут вводиться под контролем изображения и с последующим нагреванием непосредственно в месте применения (RF, HIFU, MW, и т.д.) В другом случае структура препарата такова, что он самостоятельно достигает опухоли, что исключает необходимость контроля изображения.

### Магнитная химиотерапия

Магнитная химиотерапия все еще находится в стадии развития. Наномагниты (нанометр — расстояние, на которое вырастает ноготь за одну секунду) представляют собой ствольные

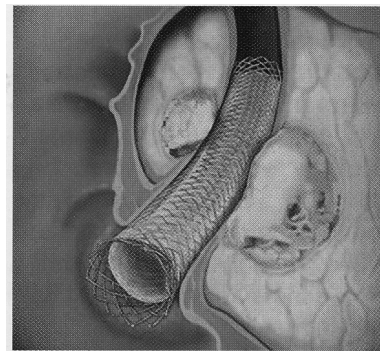
клетки, помеченные микроскопическими частицами, содержащими железо. Ученые достигли успеха в управлении процессом с использованием внешнего магнитного поля и контроля в эксперименте на крысах. Так как наночастицы уже одобрены для использования у человека по FDA (США), клинические испытания должны начаться в течение трех-пяти лет. Используя эту технику для связывания антител или вирусов, можно выявить опухолевую ткань на этапе ее появления и с помощью МРТ наблюдать поведение клеток.

### Стереотаксическая лучевая терапия

Это новый метод проведения лучевой терапии, требующий меньших вмешательств, чем традиционная лучевая терапия, и имеющий меньше побочных эффектов. При этом используются множественные пучки лучей под различными углами для точной фокусировки в опухоли. Применяется специально разработанная координатная система для установки точной локализации опухоли. Так как многие органы постоянно двигаются, например, при дыхании, то процедура стереотаксиса проводится без использования рамки. Радиотерапевтам, проводящим данную процедуру, требуется помощь интервенционной радиологии для установки меток (чаще металлических частиц) в опухоли под контролем изображения. Когда метки выставлены, то сфокусироваться на опухоли во время проведения процедуры гораздо легче.

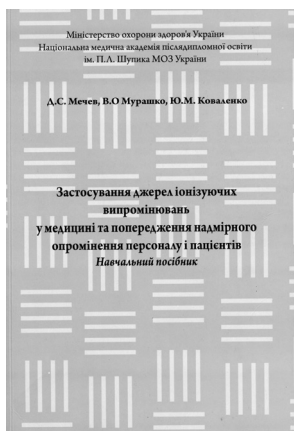
### Стентирование и паллиативное лечение

Опухоли могут иногда поражать протоки и сосуды, приводя к их обструкции и иногда к прекращению продвижения по ним пищи, жидкостей, продуктов жизнедеятельности. В таких случаях можно использовать стенты как паллиативный метод лечения для облегчения возникающих симптомов и для улучшения качества жизни пациентов. Паллиативное лечение синдрома верхней полой вены — яркий тому пример. При синдроме верхней полой вены прекращается кровоток по вене, в результате ее обструкции, вызванной чаще сдавливанием опухолью. При этом стент устанавливается в суженный участок верхней полой вены, облегчая ток крови, и таким образом, уменьшая симптоматику: набухание вены, отечность лица, головная боль, одышка. Стенты могут быть также использованы для поддержания просвета пищевода, бронхов и толстой кишки.



По материалам журнала "Interventional Quarter", перевод Мироновой Ю.А.

## НОВІ КНИГИ



Застосування джерел іонізуючих випромінювань у медицині та попередження надмірного опромінення персоналу і пацієнтів/Д.С. Мечев, В.О. Мурашко, Ю.М. Коваленко. — К.: Медицина України, 2010. — 104 с.

**Автори:** доктор медичних наук, професор **Д.С. Мечев**  
кандидат медичних наук, доцент **В.О. Мурашко**  
кандидат технічних наук, доцент **Ю.М. Коваленко**

**Рецензенти:** завідувач кафедри радіології та радіаційної медицини Національного медичного університету ім. акад. О.О. Богомольця, докт. мед. наук, проф. **М.М. Ткаченко**; професор кафедри гігієни та екології Національного медичного університету ім. акад. О.О. Богомольця, докт. мед. наук, проф. **С.Т. Омельчук**.

У навчальному посібнику висвітлені питання застосування джерел іонізуючих випромінювань для проведення діагностичних і лікувальних процедур, дана характеристика радіаційно-гігієнічних вимог до приміщень, обладнання та роботи з закритими, відкритими та нерадіонуклідними джерелами в умовах медичних закладів. Основна увага приділена питанням дотримання правил радіаційної безпеки та зниження променевих навантажень на персонал і пацієнтів при медичному опроміненні.

Навчальний посібник призначений для слухачів закладів післядипломної освіти, лікарів-радіологів та медичних фізиків закладів охорони здоров'я, які оформлюють ліцензії на право використання джерел іонізуючих випромінювань для діагностики і лікування, лікарів з радіаційної гігієни, які здійснюють нагляд за використанням ДІВ в медичних закладах, а також співробітників регулюючих органів.

Рекомендовано до видання Вченою радою Національної медичної академії післядипломної освіти ім. П.Л. Шутика МОЗ України (протокол № 9 від 25.11.2009 р.)

Рекомендовано Центральним методичним кабінетом з вищої медичної освіти МОЗ України для лікарів-слухачів закладів (факультетів) післядипломної освіти (протокол № 3 від 09.06.2010 р. засідання науково-методичної комісії з медицини Міністерства освіти і науки України)

Замовити книги можна за телефоном: +38044 587-55-70, +38044 503-04-39