

Ионизирующие и неионизирующие  
излучения, их применение в лучевой  
диагностике и лучевой терапии

# Ионизирующее излучение

Ионизирующими излучениями называют поток частиц или квантов, способных прямо или косвенно вызывать возбуждение и ионизацию атомов и молекул в облученном объекте. Ионизацией называется отрыв электронов от атома, при котором образуется параионов (+ и -).

# При радиоактивном распаде имеют место три основных вида ионизирующих излучений: альфа, бета и гамма.

- Альфа-излучение ( $\alpha$ ) - поток положительно заряженных частиц - ядер гелия. В настоящее время известно более 120 искусственных и естественных альфа-радиоактивных ядер, которые, испуская  $\alpha$ -частицу, теряют 2 протона и 2 нейтрона. Скорость частиц при распаде составляет 20 тыс. км/с. При этом  $\alpha$ -частицы обладают наименьшей проникающей способностью, длина их пробега (расстояние от источника до поглощения) в теле равна 0,05 мм, в воздухе - 8-10 см. Они не могут пройти даже через лист бумаги, но плотность ионизации на единицу величины пробега очень велика (на 1 см до десятка тысяч пар), поэтому эти частицы обладают наибольшей ионизирующей способностью и опасны внутри организма.
- Бета-излучение ( $\beta$ ) - поток отрицательно заряженных частиц. В настоящее время известно около 900 бета-радиоактивных изотопов. Масса  $\beta$ -частиц в несколько десятков тысяч раз меньше  $\alpha$ -частиц, но они обладают большей проникающей способностью. Их скорость равна 200-300 тыс. км/с. Длина пробега потока от источника в воздухе составляет 1800 см, в тканях человека - 2,5 см.  $\beta$ -частицы полностью задерживаются твердыми материалами (алюминиевой пластиной в 3,5 мм, органическим стеклом); их ионизирующая способность в 1000 раз меньше, чем у  $\alpha$ -частиц.
- Гамма-излучение ( $\gamma$ ) - электромагнитное излучение с длиной волны от  $1 \cdot 10^{-7}$  м до  $1 \cdot 10^{-14}$  м; испускается при торможении быстрых электронов в веществе. Оно возникает при распаде большинства радиоактивных веществ и обладает большой проникающей способностью; распространяется со скоростью света. В электрических и магнитных полях  $\gamma$ -лучи не отклоняются. Это излучение обладает меньшей ионизирующей способностью, чем  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучение, так как плотность ионизации на единицу длины очень низкая.

# Неионизирующее излучение

- Электромагнитное излучение представляет гораздо более широкое понятие, чем неионизирующее. Высокочастотные рентгеновские и гамма-лучи также являются электромагнитными, однако они более жесткие и ионизируют вещество. Все остальные виды ЭМИ относятся к неионизирующим, их энергии не хватает для того, чтобы вмешаться в структуру материи.
- Наибольшей длиной среди них обладают радиоволны, чей диапазон колеблется от сверхдлинных (более 10 км) до ультракоротких (10 м - 1 мм). Волны остальных ЭМ излучений составляют меньше 1 мм. После радиоизлучения идет инфракрасное или тепловое, длина его волн зависит от температуры нагревания.
- Неионизирующими также являются видимое световое и ультрафиолетовое излучения. Первое часто называется оптическим. Своим спектром оно очень близко к инфракрасным лучам и образуется при нагревании тел. Ультрафиолетовое излучение приближено к рентгеновскому, поэтому может обладать способностью к ионизации. При длине волн от 400 до 315 нм оно распознается человеческим глазом.

# Виды лучевой терапии

- Радиотерапия (или лучевая терапия) – это лечение ионизирующими излучениями (ИИ). Для этой цели в зависимости от локализации болезненного процесса и его характера используют различные источники ионизирующего излучения. Гамма-излучение может проникать в ткани на любую глубину и даже проходить через все тело, в то время как бета-частицы могут проникать в ткани только на глубину 2 - 5 мм, а альфа-частицы - на глубину до 100 микрон. Рентгеновское излучение отличается от гамма-излучения большей длиной волны, а рентгенотерапия - соответственно меньшей проникающей способностью. Также в последнее время перспективным считаются такие новые направления, как нейтронная терапия, протонная терапия и пи-мезонная терапия.

# Альфа-терапия

- Альфа-терапия - вид лучевой терапии, при котором лечение осуществляется путем воздействия на организм альфа-излучения. Для альфа-терапии применяют некоторые короткоживущие или быстро выделяющиеся из организма изотопы (радон, дочерние продукты торона). Осуществляют альфа-терапию в виде радоновых ванн (общих и местных), питья радоновой воды, микроклизм, орошений, вдыхания воздуха, обогащенного радоном, а также наложением на определенные участки кожи больного радиоактивных повязок (марлевые аппликаторы с дочерними продуктами торона) или мазей и растворов с торием.
- Альфа-терапевтические процедуры имеют широкий спектр применения. Так, они благотворно влияют на центральную и вегетативную нервную системы, эндокринные железы, сердечно-сосудистую систему. Они оказывают успокоительное, обезболивающее и противовоспалительное действие. Однако альфа-терапия противопоказана при злокачественных опухолях, туберкулезе, некоторых заболеваниях крови, при беременности. В России альфа-терапию применяют, например, на курортах в Пятигорске.

# Бета-терапия

- Бета-терапия — также один из методов лучевой терапии, лечебный эффект которой основан на биологическом действии бета-частиц, поглощенных в патологически измененных тканях. В качестве источников излучения используются различные радиоактивные изотопы, распад которых сопровождается испусканием бета-частиц. Бета-терапия может быть внутритканевой, внутрисполостной и аппликационной. Так аппликационную бета-терапию применяют при капиллярных ангиомах, а также некоторых хронических воспалительных заболеваниях глаз. Для этого на пораженные участки накладываются аппликаторы, на которых равномерно распределены радиоактивные изотопы фосфора ( $P^{32}$ ), таллия ( $Tl^{204}$ ) и др.

# Гамма-терапия

- Этот вид лучевой терапии применяется при лечении как злокачественных, так и доброкачественных (последнее - реже) опухолей. В зависимости от опухоли (расположение, гистология) могут быть использованы как контактные (радиоактивные препараты соприкасаются с тканями; в частности, к таким методам относится аппликационная гамма-терапия, при которой на опухоль накладывается специальная пластинка с радиоактивными препаратами, расположенными в определенном порядке), так и дистанционные (облучение производится с расстояния) методы.

# Лучевая диагностика

- В современной медицине в диагностических целях широко используются методы интроскопического исследования, объединяемые общим термином лучевая диагностика. В данной группе представлены все виды традиционного рентгенологического исследования - рентгеноскопия, рентгенография, линейная томография и др., а также современные методы - рентгеновская гелиокальная и спиральная компьютерная томография (РКТ) высокого разрешения и методы радионуклидной диагностики.
- Одновременно в группе методик лучевой диагностики используются: магнитно-резонансная томография (МРТ), ультразвуковое исследование (УЗИ) и медицинская термография. Каждый из перечисленных методов характеризуется рядом достоинств и недостатков и, соответственно, отличается определенными пределами диагностических возможностей.
- Передовое место в диагностике заняло новое комплексное направление - интервенционная радиология. Методы лучевой диагностики, дополняя друг друга, отличаются информативностью, доступностью, простотой выполнения и занимают одно из ведущих мест в системе клинического и профилактического исследования населения. С их помощью ставится до 80% всех первичных диагнозов. В значительной части заболеваний (до 50 %) диагностика вообще немыслима без применения, например, рентгенорадиологических методов в гастроэнтерологии, пульмонологии, травматологии, урологии и др.

**Спасибо за внимание!**