

"ходил по рукам" (его дарили друг другу, натирали им кожу и т. д.) заболели десятки людей. Четверых спасти не удалось.

Заключение. Из-за малой изученности действия радиации на организм человека пострадало много людей, так как риск возникновения рака после облучения прямо пропорционален дозе облучения. Радиация даже в минимальных дозах негативно сказывается на самочувствии и работе внутренних органов. Так же усугубило ситуацию широкое распространение предметов содержащих радиацию.

Литература. 1. Пресман, А. С. Электромагнитные поля и живая природа. // М.: Наука. - 1968. - 287 с. 2. Коваленок, Н. П. Воздействие катастрофы на Чернобыльской АЭС на агроэкосистемы Беларуси / Н. П. Коваленок // Проблемы и перспективы развития животноводства: материалы Международной науч.-практ. конф. – Витебск, 2018. – С. 220-222; 3. <https://nostradamvs.livejournal.com/360423.html>; 4. <https://pandia.ru/text/80/031/25359.php>.

УДК 616-035.1

МАВРИЧЕВА Д.А., МИРОНОВИЧ Я.А., студенты (3 курс, ФВМ)

Научный руководитель **КОВАЛЁНОК Н.П.**, магистр образования, старший преподаватель

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ: ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ

Введение. На современном этапе развития клинической онкологии широкое распространение получают новые методы диагностики и лечения, основанные на достижениях фотохимии, фотобиологии и квантовой физики. Фотодинамическая терапия (ФДТ) представляет собой относительно новый метод лечения злокачественных опухолей, предопухолевых и некоторых других патологических состояний, заключающийся в применении лекарственных препаратов – фотосенсибилизаторов (ФС), то есть веществ, чувствительных к свету, и низкоинтенсивного лазерного излучения с длиной волны, соответствующей пику поглощения фотосенсибилизатора.

Материалы и методы исследования. В данной работе проведен обзор литературных данных об истории развития, принципах, особенностях и возможностях клинического применения, и перспективных направлениях ФДТ. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Впервые фотодинамический эффект описал Оскар Рааб в 1900 г. после того как он обнаружил, что сочетание акридинового красителя и видимого света вызывает гибель инфузории. Применение фотодинамического эффекта в онкологии берет свое начало с работы А. Поликарда, в которой он показал, что при облучении некоторых злокачественных опухолей ультрафиолетовым излучением они флюоресцируют в оранже-

во-красной области спектра, вследствие наличия в них эндогенных порфиринов. Определяющим этапом в развитии ФДТ стало получение фотосенсибилизатора HpD, являющегося производным гематопорфирина. В конце 60-х годов 20 века было установлено, что HpD накапливается в опухолевой ткани и флюоресцирует, давая возможность регистрации опухоли. Впервые ФДТ с использованием HpD была проведена в США в 1976 году [3].

Эффективность фотодинамического повреждения биологических тканей определяется, главным образом, уровнем накопления ФС, его локализацией в клетке и фотохимической активностью. После введения ФС обнаруживаются во всех тканях организма, но селективно накапливается в опухолях. В настоящее время еще не полностью изучен механизм проникновения и селективного удержания ФС в опухолевых клетках. Проведенные исследования позволяют предположить, что ФС проникает в клетку как пассивным диффузионным путем, так и посредством рецепторно-опосредованного механизма с помощью липопротеинов низкой плотности. Гиперэкспрессия липопротеиновых рецепторов на поверхности опухолевых клеток обуславливает их способность в повышенном количестве захватывать комплексы ФС [1]. Многие исследования указывают, что накопления ФС в опухоли обусловлено свойствами самой опухолевой ткани: дефектами ангиоархитектоники, низким уровнем рН, аномальным строением опухолевой стромы, которая имеет обширное интерстициальное пространство, плохой лимфатический дренаж, большое количество незрелых коллагеновых волокон [3].

Механизм противоопухолевого фотодинамического действия сложен и до конца еще не изучен. При действии ФДТ на опухоль выделяют две стадии: фотодинамический эффект, и процессы, происходящие в опухоли после окончания процесса, то есть непосредственное разрушение тканей опухоли. Ведущая роль в ФДТ принадлежит синглетному, или активному кислороду, который образуется в молекулах мембранных липидов и белков и внутриклеточных органеллах под действием квантов света [2]. При этом синглетный кислород разрывает атомарные связи в других атомах и молекулах, и этот процесс сопровождается образованием свободных радикалов и повреждением клеточных мембран. Весь этот процесс происходит в течение нескольких минут после начала облучения лазером.

Молекулы фотосенсибилизатора при поглощении кванта света переходят в возбужденное состояние, и затем вступает в фотохимические реакции. При этом наблюдается три типа реакций. При первом типе возбужденные молекулы ФС взаимодействуют непосредственно с молекулами биологического субстрата. В результате этого взаимодействия образуются свободные радикалы – активные окислители биологических структур. При ФДТ окислению подвергаются в основном липидосодержащие структуры клетки – митохондриальные и клеточные мембраны, которые вначале фрагментируются, а при большой амплитуде реакций разрушаются, что и приводит к гибели клетки. В реакциях второго типа энергия молекул возбужденного ФС сразу передается молекуле кислорода, в результате чего образуется синглетный кислород, который, будучи сильным окислителем биомолекул, еще более ци-

тотоксичен для живых клеток, чем просто свободные радикалы. Так как время жизни синглетного кислорода крайне мало, то первичное фото повреждение развивается в мембранных структурах, где локализуется ФС. Методами флуоресцентной микроскопии установлено, что внутриклеточными мишенями ФДТ являются плазматическая мембрана, митохондрии, лизосомы, эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи. Фото повреждение этих структур запускает различные механизмы гибели клеток. Так, локализация ФС в плазматической мембране, особенно в условиях достаточной поглощенной дозы света и при недостатке глюкозы, способствует развитию некроза. При локализации ФС в митохондриях и лизосомах наиболее вероятным механизмом гибели клеток считается апоптоз. Третьим вариантом преобразования энергии, полученной при поглощении квантов излучения, является флуоресценция. При протекании фотодинамических процессов реакции первого типа играют незначительную роль, а основное значение придается реакциям второго типа [3].

После разрушения опухолевых клеток в тканях происходят все процессы, которые сопровождают гибель клеток независимо от причин гибели.

Кроме прямой фотоиндуцированной деструкции опухолевых клеток, важную роль в механизмах действия ФДТ играет выраженный противосудистый эффект, который осуществляется как за счет разрушения сосудистой стенки, так и в результате окклюзии сосудов, кровоснабжающих опухоль [1].

В последние годы важную роль в понимании терапевтического действия ФДТ отводят иммунологическим механизмам. Многие авторы отмечают, что в ответ на повреждение в опухолевой ткани развивается воспалительный процесс с высвобождением цитокинов, увеличением количества и активности лейкоцитов, происходит активация противоопухолевого иммунитета. Предполагается, что данный компонент действия метода является основополагающим для защиты от метастазирования и рецидива опухоли после проведения ФДТ [1].

На практике метод включает несколько этапов. На первом этапе пациенту, обычно внутривенно, вводят раствор ФС. Второй этап, продолжительностью от нескольких часов до нескольких суток, необходим для накопления ФС в опухоли. При этом устанавливается определенное соотношение концентрации фотосенсибилизатора в опухоли и окружающих нормальных тканях. На третьем этапе пораженный участок облучают светом определенной длины волны, при этом развиваются фотохимические реакции, которые приводят к гибели раковых клеток. Нормальные соседние клетки остаются неповрежденными. Четвертый этап заключается в дальнейшем разрушении злокачественной опухоли и полном или частичном восстановлении пораженных тканей [3].

Одной из важнейших составляющих ФДТ являются источники света. В последние годы возможности метода значительно расширились в связи с созданием компактных и дешевых диодных лазеров, которые оказались более удобными и надежными для клинического применения. Также используются полупроводниковые лазеры, которые позволяют генерировать целый спектр

длин волн, соответствующих современным ФС. Выбор параметров облучения определяется клинико-морфологическими и оптическими характеристиками патологической ткани.

Заключение. Механизмы действия ФДТ требуют дальнейшего изучения, однако уже сегодня можно сказать, что в его основе реализован принципиально новый подход в лечении злокачественных новообразований. В отличие от традиционных методов лечения ФДТ характеризуется малой инвазивностью, высокой избирательностью поражения, низкой токсичностью вводимых препаратов и отсутствием риска тяжелых местных и системных осложнений лечения.

Литература: 1. Владимирова, Ю. А. Физико-химические основы фотобиологических процессов : учебное пособие для медицинских и биологических специальностей вузов. / Ю. А. Владимирова, А. Я. Потапенко. – М.: Высшая школа, 1989. – 199 с. 2. Красновский, А. А. Синглетный кислород и первичные механизмы фотодинамической и лазерной медицины / А. А. Красновский // Биофизические медицинские технологии : в 2 т. / Москва : Макс Пресс ; ред. : А. И. Григорьев, Ю. А. Владимирова. – Москва, 2015. – Т. 1. – С. 173-217. 3. Миронов, А.Ф. Фотодинамическая терапия / А. Ф. Миронов // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – №8. – С. 32-40.

УДК 619:616-073.75

МАЩИЦ Я.В., БАЗЫЛЕВА М.А. студентки (3 курса, ФВМ)

Научный руководитель **КУРИЛОВИЧ А.М.**, канд. вет. наук, доцент

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В КЛИНИЧЕСКОЙ ВЕТЕРИНАРИИ

Введение. Рентгеновское излучение – электромагнитные волны, энергия фотонов которых лежит на шкале электромагнитных волн между ультрафиолетовым излучением и гамма-излучением.

Лучи рентгеновского излучения открыл в 1895 году немецкий ученый Рентген: во время работы с катодолучевой трубкой он обнаружил эффект флуоресценции платино-цианистого бария. Тогда и произошло описание таких лучей и их удивительной способности проникать сквозь ткани организма.

Виды рентгеновского излучения:

А) По длине волны и проникающей способности:

- мягкое (длина волны больше, чем у жесткого, а проникающая способность меньше);

- жесткое;

Б) По механизмам излучения и спектрам:

- тормозное;

- характеристическое.