

Альгинаты иттрия и висмута как материалы носителей радионуклидов для радиоэмболизации

Евдокимов А.А., Черных И.Н.

Студент, 6 курс специалитета

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

химический факультет, Москва, Россия

E-mail: EvdokimovAA@my.msu.ru

Радиоэмболизация это один из видов ядерной терапии, которая направлена на лечение первичных и метастатических опухолей печени. Технология представляет собой введение стеклянных или полимерных микросфер с иммобилизованным изотопом ^{90}Y в кровеносный сосуд, питающий опухоль, где происходит облучение пораженных тканей. Используемые для микросфер материалы обладают биосовместимостью, но не поддаются биологическому разложению, что свидетельствует о необходимости хирургического вмешательства для их извлечения [1]. Альтернативой могут выступать альгинатные гидрогели, отличающиеся биосовместимостью, нетоксичностью, биodeградируемостью и возможностью включения радионуклидов в полимерную матрицу. Данная работа посвящена получению альгинатных сфер на основе ионов Y^{3+} и Bi^{3+} , а также альгинатных сфер, модифицированных минеральными фазами гидроксиапатита (ГАП) и оксихлорида висмута (BiOCl) с целью улучшения сорбционных свойств образцов по отношению целевому радионуклиду (^{90}Y). Для ионов Bi^{3+} характерна рентгеноконтрастность, что открывает возможность визуализации распределения сфер и контроля введенной дозы методом компьютерной томографии [2].

Путем прикапывания раствора альгината натрия к растворам Y^{3+} и Bi^{3+} получали сферы миллиметрового размера с равномерным распределением элементов по поверхности образцов, что подтверждали методами оптической и электронной микроскопии, и энергодисперсионной спектроскопии. Особенности структуры альгинатных сфер исследовали методами инфракрасной спектроскопии и комбинационного рассеяния, а кристаллические фазы ГАП и BiOCl подтверждали с помощью рентгенофазового анализа.

С целью исследования возможности включения ^{90}Y в альгинатные сферы изучали кинетику сорбции Y^{3+} на образцах, а также кинетику изотопного обмена ^{89}Y на ^{90}Y для сфер альгината иттрия. Данные спектрофотометрии показали, что сорбция ионов иттрия происходит только на минерализованных сферах альгината иттрия и висмута. Предельные значения сорбции достигаются за 5 часов для иттриевых сфер и за 2 часа для висмут-содержащих сфер. Методом жидкостной сцинтилляционной спектроскопии показан полный и быстрый обмен между изотопами ^{89}Y и ^{90}Y в системе гидрогель альгината иттрия - водный раствор нитрата иттрия. Возможность выхода ^{90}Y из альгинатных сфер исследовали в физиологическом растворе и в сыворотке крови при температуре 36.6 °C. Сферы, содержащие ГАП, показали наилучшее удержание нуклида (не более 2 % в течение 48 часов), что делает данные материалы перспективными для медицинского применения. В сыворотке крови также оценивали устойчивость рассматриваемых образцов к разложению. В результате было установлено, что сферы из альгината висмута устойчивы к действию биологической среды, а сферы из альгината иттрия частично или полностью разлагаются в течение 24 часов.

Таким образом, в работе показана потенциальная применимость альгинатов иттрия и висмута в качестве материалов-носителей радионуклидов для радиоэмболизации.

Литература

1. Anbari Y. et al. Current status of yttrium-90 microspheres radioembolization in primary and metastatic liver cancer. // Journal of interventional medicine. 2023. Vol. 6, № 4. P. 153–159.
2. Xuan Y. et al. Bismuth particles imbedded degradable nanohydrogel prepared by one-step method for tumor dual-mode imaging and chemo-photothermal combined therapy // Chemical Engineering Journal. 2019. Vol. 375. P. 122000.