

## ФУЛЛЕРЕНЫ В МЕДИЦИНЕ

Онищенко А.А.

*Национальный фармацевтический университет,*

*кафедра фармакологии*

*onishenko199783@gmail.com*

**Вступление.** Согласно статистике ВОЗ, онкология занимает 2 место в мире по уровню заболеваемости и смертности: ежегодно в мире диагностируют рак у 10 миллионов пациентов. Украина занимает второе место в Европе по смертности от рака. По прогнозам, к 2030 году уровень заболеваний онкологическими болезнями увеличится на 45%. На сегодняшний день существуют следующие способы лечения рака: хирургическое вмешательство, криохирургия, ионизирующая терапия, химиотерапия, гормонотерапия, иммунотерапия, таргетная терапия, но не смотря на это процент полностью излечившихся пациентов составляет лишь 41,4%. В связи с этим актуальным является поиск новых высокоэффективных препаратов и методов лечения. Ретровирус из рода лентивирусов, вызывает ВИЧ инфекцию, поражает иммунную систему в следствие чего развивается синдром приобретённого иммунного дефицита(СПИД) и организм теряет возможность к защите от инфекций и опухолей. Одним из современных методов терапии является применение нанотехнологий. Нанотехнология в медицине это технологии производства веществ с размерностью от 1 до 100 нанометров. Такими веществами являются фуллерены. Фуллерен –это аллотропная модификация атома углерода, которая имеет замкнутую структуру выпуклого многогранника. Данные вещества были открыты группой ученых из Англии и США (Г. Крото, Р. Кёрл и Р. Смолли), за что в 1996 году получили Нобелевскую премию. Молекула фуллеренов содержит двойные связи и способна вступать в реакции присоединения. Вследствие чего за не продолжительное время были получены производные  $C_{60}$  с водородом, галогенами и различными органическими соединениями. Данные соединения изучают как перспективные объекты для противораковых и противовирусных препаратов.

**Цель.** Исследовать перспективность изучения фуллеренов как противораковых и противовирусных агентов и исследовать фармакологический потенциал данных объектов.

**Материалы и методы.** Нами были изучены и проанализированы статьи по применению фуллеренов в медицине.

**Полученные результаты.** Группа исследователей изучали активность не заполненного водного раствора фуллерен  $C_{60}$  ( $C_{60}$ FAS) в сравнении с 5-фторурацилом (5-FU) и производным пиролола 1- (4-Cl-бензил) -3-Cl-4- (CF 3-фениламин) -1H-пирол -2,5-дион (MI-1) и детально проанализировали на модели колоректального рака, вызванным 1,2-диметилгидразином (ДМГ) у крыс. Количество опухолей и их общая площадь значительно уменьшилась под действием  $C_{60}$  FAS

i MI-1. Механизм действия препаратов разный, что потенциально может увеличить их эффективность и снизить побочные явления от противоопухолевой терапии (O.V Lynchak, 2017).

Также были изучены эндоедральные фуллерены с гадолинием, которые угнетают рост раковых клеток и используются в магнитно-резонансной томографии. (A. Lichota, 2016).

Был рассмотрен фуллерен ( $C_{60}$ ) с помещенным в него Pluronic F127-хитозан, который используется в микроволновой гипертермии: данное вещество растворимо в воде и состоит из наномолекул, которые поглощают ИК-излучение и превращают его в тепло в внутри клетки (M. Sun, 2016).

Фуллерен-силикатная система с присоединением гиалуронана (HA), которые были направлены на раковые стволовые клетки типа CSC локализованные в груди человека. В данную систему было помещено 2 препарата: гидроклорид доксорубин (DOX) и индоцианин зеленый (ICG), что привело к инкапсулированию в фуллерен-систему. Данная система может быть использована как наноплатформа в качестве комбинированной химио, фотодинамической и фототермической терапии лечения рака (H Wang, 2016).

Производное пирролидин фуллерена 1,1,1',1'-тетраметил [60]-fullereno-dipyrrolidinium дейодиду индуцирует апоптоз клеток первичной эффузионной лимфомы в следствии каспаз-9 инактивации. В комбинации с ингибиторами HSP90 (гельданамицином), увеличивается цитотоксическое действие на клетки первичной эффузионной лимфомы. Это свидетельствует о том, что пирролидин фуллерен можно использовать в качестве терапии для лечения первичной эффузионной лимфомы (T. Watanabe, 2014).

Путём твердофазного синтеза было получено производное фуллерен аминокислотных пептидов Fmoc-Phe (4-аза- $C_{60}$ )-ОН. Это соединение хороший базисный материал для разработки ингибиторов ВИЧ 1 протеазы. На основе изученных материалов, мы можем предположить, что фуллерены могут быть основанием для ингибирования ВИЧ 1 протеазы (T.A. Strom, 2015).

**Выводы.** Исходя из предоставленных материалов, мы можем предположить, что фуллерены могут быть использованы для диагностики опухолевых заболеваний, в комбинации с различными методами лечения опухолевых заболеваний и основанием для ингибирования ВИЧ 1 протеазы.