

## МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ГИДРОКСИАПАТИТ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЯХ

*Богданова Е.А.<sup>1</sup>, Хонина Т.Г.<sup>2</sup>, Сабирзянов Н.А.<sup>1</sup>, Ларионов Л.П.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Институт химии твердого тела УрО РАН, <sup>2</sup> Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН, <sup>3</sup> ГОУ ВПО «Уральская государственная медицинская академия федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию», г. Екатеринбург. e-mail: chemi4@ Rambler.ru

Синтез новых биоактивных материалов на основе неорганических и элементарно-органических соединений, содержащих биогенные элементы (кальций, фосфор, кремний и другие), с заранее заданными медико-биологическими свойствами является весьма актуальным. Необходимо получить биоматериалы, которые усиливают или восстанавливают структурную и физиологическую функцию, минимизируя реакции инородного тела, приводящие к преждевременному отторжению материала организмом.

Наиболее перспективны в этом отношении керамические материалы на основе гидроксиапатита (ГАП) состава  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ . Они не вызывают реакции отторжения, демонстрируют отсутствие местной и общей токсичности, реакции на материал, пирогенности и канцерогенности; проявляют способность связываться непосредственно с костью, обладая при этом остеоиндуктивными свойствами, и постепенно биодеградируя. Входящие в состав ГАП ионы могут пребывать в состоянии постоянного динамического равновесия с такими же ионами, содержащимися в крови и других тканях организма.

ГАП – соединение, наиболее близкое по составу к неорганической составляющей костной ткани и зубной эмали, оказывающее гемостатическое, ранозаживляющее и остеопластическое действие, активирующее процессы репаративного остеогенеза и способствующее росту клеток костной ткани (остеобластов).

Известно, что минеральная составляющая костной ткани представляет собой мультизамещенный ГАП, включающий в структуру такие элементы как Na, Mg, K, Sr, Zn, Ba, Cu, Al, Fe, F, Cl, Si, которые играют важную роль в биологических процессах костного материала, влияя на его растворимость, сорбционные свойства и морфологию.

Стехиометрический ГАП обладает ограниченной способностью формировать поверхность раздела и стимулировать возникновение новой костной ткани. Поэтому ионное замещение, осуществляемое как в катионной, так и в анионной позиции, способствует получению искусственного костного материала с улучшенными механическими свойствами и биоактивностью. В сообщении представлен обзор и анализ зарубежного и отечественного опыта в этой области.

Известны данные о включении в решетку ГАПа таких ионов как стронций, карбонат и фторид, комбинаций определенных ионов: магния и карбоната, цинка и карбоната, магния и фторида. Включение кремния (или кремнекислых групп) в решетку ГАПа – одно из перспективных направлений в разработке новых биоактивных материалов.

Кремний оказывает существенное влияние на репаративно-пролиферативные процессы, протекающие во всех видах тканей. Замещение фосфорнокислых ионов на силикатные увеличивает жизнедеятельность клеток остеобласта по сравнению с чистой фазой ГАПа, позволяет значительно улучшить его биоактивность, увеличивает растворимость материала, генерирует более электроотрицательную поверхность и создает более тонкую микроструктуру. Имеются литературные данные о получении кремнийзамещенного ГАПа посредством химического синтеза, тонкие пленки были получены магнетронным напылением, распылением в электростатическом поле, плазменным распылением раствора и золь-гель методом. Возможен синтез кремнийзамещенного ГАПа высокотемпературными твердофазными методами, но в этих случаях необходимо включение второго иона, такого как лантан или сульфат, в дополнение к кремнию. Выполнено совместное замещение кремния и магния в решетке ГАПа.

Ранее авторами были разработаны методы синтеза комбинированных кальций-, фосфор- и кремнийсодержащих гидрогелей из глициратов кремния, а также глицерогидрогелей на их основе, с различными формами гидроксиапатита (порошок, суспензия, коллоидный раствор) для создания фармацевтических композиций местного и наружного применения с ранозаживляющим и остеопластическим действием [1]. В настоящее время проводятся исследования по разработке методов синтеза модифицированного кремнием ГАПа и изучению физико-химических и медико-биологических свойств получаемых соединений.

Список литературы:

1. Сабирзянов Н.А., Хонина Т.Г., Богданова Е.А., Яценко С.П., Ларионов Л.П., Саркисян Н.Г., Ронь Г.И. Синтез биологически активных гелей для лечения и профилактики поражений мягких и костных тканей. Химико-фармацевтический журнал, 2009, т. 43, № 1, с. 23-25.

## МОДЕЛЬ ПРЯМОГО ПРЕССОВАНИЯ ГАВРИЛОВА - ЖУЙКОВОЙ

*Жуйкова Н.Н., Гаврилов А.С.*

В упрощенном аспекте целью моделирования процесса таблетирования является