

Ю.Н. Хрол, ассист.; Н.И. Заяц, доц., канд. техн. наук;
Л.Ю. Осмоловская, зав. лаб. (БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЯ IN VITRO СТЕКОЛ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Замещение дефектов костной ткани является одной из актуальных проблем современной травматологии и ортопедии. Наиболее часто для таких целей используют ауто- и аллотрансплантаты, которые, однако, наряду с очевидными преимуществами (стимулируют остеогенез, биосовместимы, не выделяют опасных для организма химических веществ, и т.д.) имеют и ряд серьезных недостатков (необходима дополнительная операция, имеются возрастные ограничения, возникает риск инфекционных осложнений и др.). В связи с этим возрастает актуальность разработки искусственных материалов (полимерных и композиционных материалов, материалов на основе фосфатов кальция, стекол и др.) для восстановления поврежденной костной ткани.

Однако в организме человека на имплантат воздействует целый ряд факторов – солевые растворы, органические кислоты, растворенный кислород и пр., создающих активную коррозионную среду, воздействие которой может быть разнообразным в случае использования материалов различного состава. При этом реакция организма на внедрение инородного материала может проявляться в форме аллергии, отторжения имплантата и других эффектах, которые ограничивают выбор материала для остеозамещения. В этой связи наиболее перспективными оказываются биостекла и биоситаллы, т.к. они не оказывают вредного воздействия на организм человека и, помимо этого, под действием среды организма на поверхности таких материалов образуется обогащенный кальциево-фосфатный поверхностный слой за счет вымывания ионов кальция и фосфора, что, в конечном счете, и приводит к врастанию имплантата в костную ткань [1].

Очевидно, что поведение имплантационного материала в организме человека и способ его фиксации зависит от многих факторов, основными из которых являются химический и фазовый состав. Поэтому цель нашей работы заключалась в исследовании поведения биостекла системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3-\text{P}_2\text{O}_5-\text{SiO}_2$ «in vitro» (в модельной среде). Составы исследуемых стекол приведены в таблице 1.

Оценка новых имплантационных материалов для эндопротезирования в первую очередь должна включать в себя тщательное исследование их безопасности для организма человека при контакте с различными биологическими системами.

Таблица 1 – Составы разработанных биостекол, мол. %

Индекс состава	SiO ₂	CaO	P ₂ O ₅	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃
БСТ 1	45	24,5	6	24,5	-	-
БСТ 2	45	24,5	6	19,5	5,0	-
БСТ 3	45	24,5	6	14,5	10,0	-
БСТ 4	45	24,5	6	9,5	15,0	-
БСТ 5	45	24,5	6	-	24,5	-
БСТ 6	45	24,5	6	7,0	14,5	3
БСТ 7	45	24,5	6	7,0	12,5	5
БСТ 8	45	24,5	6	7,0	10,5	7
БСТ 9	45	29,0	6	20,0	-	-
БСТ 10	45	34,0	6	15,0	-	-

Поэтому для определения соответствия разработанных имплантационных материалов требованиям безопасности, в частности соответствия концентраций химических веществ, выделяющихся из материалов, предельно допустимым нормам, были проведены исследования вымывания в модельную среду ионов алюминия и бора, входящих в состав стекол. Для создания среды, наиболее приближенной к условиям пребывания имплантационных материалов в организме человека, образцы выдерживали в 0,9 % солевом растворе хлорида натрия, имитирующей по своему составу лимфу крови, в течение 1, 7, 21 и 60 сут при температуре 37°C. Результаты исследований показали, что концентрации алюминия и бора в модельной жидкости незначительны и составляют в среднем 1,7 и 0,07 мг/л соответственно, что не превышает предельно допустимых значений, установленных в ТНПА (4 мг/л и 0,5 мг/л), при этом скорость вымывания определяемых ионов из синтезированных стекол с течением времени замедляется.

Известно, что одним из условий применения материалов для протезирования кости является проявление ими биоактивных свойств, которые определяется вымыванием из стекол в среду организма ионов фосфора и кальция, необходимых для стимулирования роста аутогенной кости [2]. С целью определения миграции ионов фосфора и кальция исследуемые образцы стекол выдерживались в модельной среде при 37 °С в течение 30, 60, 90, 120 и 150 сут.

Результаты определения концентрации ионов кальция в солевом модельном растворе представлены в таблице 2. Полученные результаты свидетельствуют о том, что стекла БСТ1, БСТ9 и БСТ10, в состав которых входит большое количество щелочных оксидов (по сравнению с другими стеклами исследуемой системы) обладают более высокими биоактивными и резорбционными свойствами. Увеличение со-

держания оксидов алюминия и бора в стекле, напротив, приводит к снижению их растворимости и биоактивности.

Таблица 2 – Концентрация ионов кальция в модельной среде, мг/л

Состав	30 сут	60 сут	90 сут	120 сут	150 сут
БСТ 1	72,144	120,240	190,380	250,500	286,572
БСТ 2	48,096	104,208	140,280	172,350	196,398
БСТ 3	36,072	84,168	112,224	132,264	148,296
БСТ 4	42,084	78,156	90,180	98,196	110,220
БСТ 5	30,060	62,124	74,148	82,164	94,188
БСТ 6	32,064	72,144	84,168	94,368	106,392
БСТ 7	24,048	44,088	54,108	68,136	76,152
БСТ 8	36,072	56,112	84,168	98,196	122,244
БСТ 9	54,108	94,188	154,308	190,380	216,432
БСТ 10	60,120	116,232	180,360	220,440	240,480

На рисунке 1,а представлены результаты определения вымывания ионов кальция из стекол БСТ1 – БСТ5 в зависимости от времени экспозиции. Установлено, что с увеличением содержания оксида алюминия в стеклах (составы БСТ1 – БСТ5) концентрация ионов кальция в солевом растворе снижается, что обеспечивает повышение их устойчивости (рисунок 1,б).

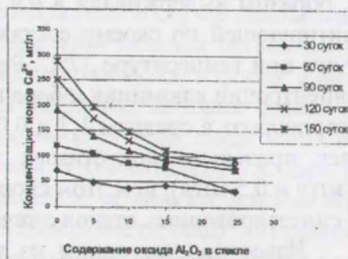


Рисунок 1 - Вымывания ионов кальция из стекол БСТ 1-5

Зависимость концентрации ионов кальция из стекол БСТ1 – БСТ5 от времени пребывания имплантационного материала в среде организма имеет вид логарифмической кривой (рисунок 1,б), т.е. с течением времени скорость вымывания определяемых ионов замедляется. Выявленная закономерность распространяется на все стекла анализируемой системы (БСТ1 – БСТ10).

Исследования миграции ионов фосфора из синтезированных стекол в модельную среду показали, что количество ионов $(PO_4)^{3-}$, выделившихся из стекол составов БСТ3 – БСТ8, незначительно и лежит ниже предела их обнаружения. Наибольшее количество ионов фосфора выделяется из стекол БСТ1, БСТ9, БСТ10 и БСТ2 (таблица 3), в со-

ставе которых содержится наибольшее количество щелочных оксидов, что приводит к снижению их устойчивости.

Таблица 3 – Концентрация ионов фосфора в модельном растворе, мг/л

Состав	30 сут	60 сут	90 сут	120 сут	150 сут
БСТ 1	3,745	7,330	11,460	15,535	19,145
БСТ 2	2,300	4,375	5,730	6,625	7,865
БСТ 9	3,460	6,485	9,550	12,195	14,670
БСТ 10	3,145	5,860	8,630	10,460	11,130

Таким образом, результаты исследований показали, что предложенные материалы обладают различной растворимостью и биоактивностью, которые определяются химическим составом стекол, что позволит в конкретном клиническом случае выбирать необходимый материал для лечения. Кроме того, проведенные исследования показали, что биостекла предложенных составов не должны оказывать вредного воздействия на организм человека при их использовании, что является необходимым условием выполнения ими функций остеозамещения в организме человека.

ЛИТЕРАТУРА

1 Malz F. Combined structural investigations of bioactive silicate glasses / F. Malz, H. Aguiar, E.L. Solla, J. Serra, P. Gonzalez, B. Leon, C. Jager // Key Eng. Mater. – 2008. – №361-363, V. 1. – P. 257–260.

2 Verne E. Viscous Flow Sintering of Bioactive Glass-Ceramic Composites Toughened by Zirconia Particles // E. Verne, R. Defilippi, D. Carl a. o. // J. European Cer. Soc. – 2002. – V. 23. – P. 675 – 683.

УДК 543.422.376+543.635.3

И.И. Глоба, доц., канд. хим. наук; О.В. Ильюшонок, студ.
(БГТУ, г. Минск)

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ И УСТАНОВЛЕНИЕ ИХ ФАЛЬСИФИКАЦИИ

Общеизвестна важная роль растительных масел в пищевом рационе населения. В качестве пищевых продуктов используются масла, производимые из различных видов растительного сырья разными способами, подвергающиеся разнообразной дополнительной обработке с целью повышения качества и, соответственно, имеющие различную стоимость. Этим, отчасти, объясняется наличие проблемы идентификации и установления аутентичности растительных масел, а также выявления возможности их ассортиментной фальсификации за счет перессортицы или частичной подмены дорогостоящего масла бо-