

Остеоконструктивный нанокompозит на основе полиуретана с присадками полисахаридов различного происхождения

© Сторожок^{1*+} Надежда Михайловна, Цымбал¹ Ирина Николаевна,
Муратов² Камилль Рахимчанович, Щукин¹ Максим Родионович
и Сторожок¹ Иван Александрович

¹Кафедра химии. Тюменский государственный медицинский университет Минздрава России.
ул. Одесская, 54. г. Тюмень, 625023. Россия. Тел./факс: (3452) 20-74-21. E-mail: nadinstor@mail.ru

²Тюменский индустриальный университет, кафедра физики, методов контроля и диагностики.
ул. Мельникайте, 70. г. Тюмень, 625026. Россия. Тел./факс: (3452) 28-36-86. E-mail: muratows@mail.ru

*Ведущий направление; +Поддерживающий переписку

Ключевые слова: клей, костная ткань, реконструкция, полиуретан, криптонит, хитин, ксантан, альгинат натрия, пектин, гиалуроновая кислота.

Аннотация

Приведены физико-механические характеристики реконструированных костей (на модели свиных ребер) в сравнении с полиуретаном без добавок (криптонит). Измеряли силу, необходимую для продольного разрыва кости в месте склеивания, ударную силу, ведущую к разрушению полимера. Испытания проводились на универсальной разрывной машине *IR 5047-50*, усилие разрыва которой достигает 50×10^3 Н. Показано, что по сравнению с механической прочностью криптонита (0.85 МПа) большинство полисахаридных композитов обеспечивают в 1.2-2.3 раза более высокую адгезию. Присадки альгината натрия и гиалуроновой кислоты способствуют образованию наиболее стабильных структур (2.00 МПа и 1.60 МПа соответственно). Прочность клея с включением хитина составляет 1.05 МПа. Наименее стойким к разрыву является сополимер полиуретана с пектином (0.140 МПа). Низкая прочность клея с пектином объясняется особенностями его химической структуры, высокой степенью этерификации полигалактуроновой кислоты (84%). Ударное разрушение материала зафиксировано при 200 МПа, при этом композит трескается, не распадаясь на фрагменты. Таким образом, прочность новых биополимерных композитов определяется структурой полисахаридов, увеличивающих адгезионные свойства потенциального медицинского клея.

С помощью сканирующего электронного микроскопа *JSM-6510 LA*, фирмы «*JEOL*» (Япония), было показано, что композит представляет собой ячеистую структуру по всей глубине материала, 70% полимера имеет поры с размером (55-160) мкм. Полученный адгезив может быть совместим с костной тканью. Остеобласты размером 20-30 мкм могут вращаться в клеточную структуру новых материалов и дополнительно увеличивать их прочность путем остеоинтеграции с костью хозяина. Было установлено, что полное отверждение криптонита происходит за 75 минут. Материалы с добавками других полисахаридов отверждаются за гораздо меньшее время (гиалуроновая кислота, ксантан, пектин за 15 минут, альгинат натрия – за 50 минут. Исключение составил хитин, который твердеет за 200 минут. В процессе отверждения объем всех полимеров увеличивался и составлял для пектина, гиалуроновой кислоты, ксанта, альгината натрия, хитина (32; 50; 62; 110, 250) % от исходного, соответственно. Криптонит характеризовался экспансией объема в 130%. Изучение кинетики гидратации свежеприготовленных полимеров в изотоническом растворе, имитирующем внутреннюю среду организма, показало, что масса криптонита не менялась в течение 40 дней наблюдения, то есть полиуретан не поглощал воду. Хитин в первые 2 дня набирал 2% от исходной массы, ксантан – 5%, альгинат натрия – 12%. За последующие 40 дней происходило дальнейшее увеличение массы ксанта и альгината натрия до 12 и 24% соответственно. Образцы с пектином, напротив, в первые 2 дня теряли 10%, за 40 дней – 35% от исходной массы, что свидетельствовало о гидролизе сложноэфирных связей в полигалактуроновой кислоте. Композит с гиалуроновой кислотой достаточно быстро впитывал воду (30% за первые 6 часов), превращался в гель и терял свои адгезивные свойства. На воздухе этот полимер довольно быстро твердеет. Очевидно, что композиты с гиалуроновой кислотой можно использовать только в безводной среде. Наиболее перспективным в качестве медицинского костного клея является сопо-

ОСТЕОКОНСТРУКТИВНЫЙ НАНОКОМПОЗИТ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНА С ПРИСАДКАМИ... 68-78
лимер полиуретана с ксантаном, физико-химические свойства которого (время отверждения 15 мин, увеличение объема на 62%) позволяют сформировать и уплотнить шов, а также откорректировать его поверхность непосредственно во время хирургической операции. Существует прямая корреляционная связь между физико-химическими свойствами новых композитов, особенностями первичной структуры и пространственной организацией макромолекул углеводов. В работе предложен методологический подход для разработки клеев, перспективных для реконструктивной медицины минерализованных тканей.