

Федеральное агентство по образованию

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

RELMAS'2008

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ
И ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ
И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

17–20 июня 2008 года

Том 2

ASSESSMENT OF RELIABILITY OF MATERIALS
AND STRUCTURES: PROBLEMS AND SOLUTIONS

INTERNATIONAL CONFERENCE

St. Petersburg, Russia, June 17-20, 2008

Volume 2

Санкт-Петербург
Издательство Политехнического университета
2008

ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОСТНОЙ ТКАНИ

РГУ «РНИИТО» им. Р.Р. Вредена, СПб,
info@rniito.org
СПбГПУ
kafedra@ksm.spbstu.ru

В настоящее время в остеологии доминирует гипотеза J. D. Currey (1964), согласно которой жёсткость и прочность костной ткани определяются композитом, состоящим из двух компонентов: монолита гидроксиапатита и армирующих его волокон мягкого, но весьма прочного коллагена.

Эта двухфазная модель малых объёмов костной ткани противоречит современным экспериментальными данными. Модуль упругости коллагена на два с лишним порядка меньше модуля упругости гидроксиапатита. Поэтому при их совместном деформировании под внешней механической нагрузкой последняя воспринимается лишь минеральным компонентом. Вследствие этого модуль упругости костной ткани $E_{кт}$ должен был бы быть практически равным модулю упругости гидроксиапатита $E_{ап}$. В действительности отношение $E_{кт}/E_{ап}$ находится в пределах от 0,18 до 0,30 (в среднем 0,24).

Двухфазная модель не объясняет снижение прочности костной ткани при старении и в особенности существенное уменьшение её сопротивления ударному воздействию.

По нашему мнению в основе современной теории, описывающей прочность и жесткость костной ткани, должны лежать следующие моменты:

1. волокна коллагена и другие органические компоненты матрикса кости являются матрицей, определяющей пространственную ориентацию осей кристаллитов гидроксиапатита относительно осей кости;
2. размеры каждого кристаллита крайне малы, средние значения толщины, ширины и длины составляют $4 \times 8 \times 14$ нм;

3. с поверхностью каждого кристаллита связана гидратная оболочка толщиной 0,65 нм, представляющая собой насыщенный водный раствор ионов кальция и фосфата;

4. толщина щели между соседними кристаллитами одинакова во всех костях скелета и составляет около 1,3 нм, что соответствует 6–10 диаметрам молекулы воды;

5. рядом расположенные кристаллиты взаимодействуют друг с другом через гидратную оболочку;

6. водная пленка, адсорбируемая на поверхности кристаллитов, обладает высокой связывающей активностью и, по сути, определяет жесткостные и прочностные свойства костной ткани.

АННОТАЦИЯ

Currey J.D. hypothesis (1964) considers osseous tissue as a composition in which mineral component is reinforced by fibres of collagen. This model contradicts up-to-date experiments. In the new model should take into consideration a water pellicle is adsorbed on a surface of crystals. The pellicle has a big connecting activity that in common determines a stiffness and strength of osseous tissue.