

ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАТОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КОСТНОГО ГИДРОКСИЛАПАТИТА

Лемешева С.А., Голованова О.А.

Омский государственный университет
s_lemesheva@mail.ru, golovanoa2000@mail.ru

На сегодняшний день актуальным направлением является изучение костного карбонатапатита, дающего информацию об основных закономерностях скелетизации и патогенных нарушениях в живом организме.

В настоящей работе методом ИК-спектроскопии проведено комплексное исследование особенностей состава, структуры карбонатгидроксилапатита костной ткани при деформирующем коксартрозе человека. Оценка дегенеративных изменений осуществлялись путем сравнительной характеристики трех горизонтальных костных срезов (верхний, средний, нижний) пораженных и нормальных головок бедренной кости человека, удаленных вследствие данного заболевания.

ИК-спектры костной ткани зарегистрированы на Фурье-спектрофотометре Spectrum One FT-IR, Perkin Elmer с использованием таблетирования в KBr. Интерпретация данных проводилась путем качественной идентификации полос поглощений колебаний группировок на ИК-спектрах образцов, полуколичественного анализа по отношению интегральных интенсивностей CO_3^{2-} к PO_4^{3-} и PO_4^{3-} к C=O связи [1]. Известно, что величина $\text{CO}_3^{2-}/\text{PO}_4^{3-}$, соответствующая «нормальной» кости составляет 1:7 [2]. Отклонение от данного значения, может свидетельствовать об изменении упорядоченности минеральной структуры костной ткани. Также рассчитан параметр инфракрасного расщепления антисимметричного колебания связи O-P-O (IRSF). Его уменьшение и избыточное содержание органических веществ указывает на понижении кристалличности костного апатита [3].

На всех ИК-спектрах исследуемых образцов присутствуют мало интенсивные полосы поглощений колебаний: PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , связей N—H, C=O, воды, что указывают на низкую кристалличность костного карбонатгидроксилапатита.

При анализе спектрограмм костной ткани можно отметить следующие закономерности:

- при переходе от нижнего к среднему и верхним срезам уменьшаются рефлексы неорганических групп (PO_4^{3-} , CO_3^{2-}) и

усиливаются колебания органических; диффузность поглощений колебаний PO_4^{3-} уменьшается, а CO_3^{2-} увеличивается (рис. 1);

- в верхнем срезе по сравнению с нижним и нормой примерно в 8 раз больше карбонат-ионов и в 2 раза органических группировок ($\text{C}=\text{O}$) (табл. 1);

- от нижней к верхней пластинке уменьшается величина IRSF (табл. 1);

- в средней и нижней костных пластинках присутствует полоса поглощения колебаний OH^- -групп, отсутствующая в наиболее поврежденном верхнем срезе;

- в кистозных и околокистозных областях по сравнению с поврежденной тканью данного среза, увеличивается содержание CO_3^{2-} , уменьшается количество PO_4^{3-} , органических групп и значение IRSF.

- величина соотношений $\text{CO}_3^{2-}/\text{PO}_4^{3-}$, $\text{PO}_4^{3-}/\text{C}=\text{O}$, IRSF нижнего среза близка к норме.

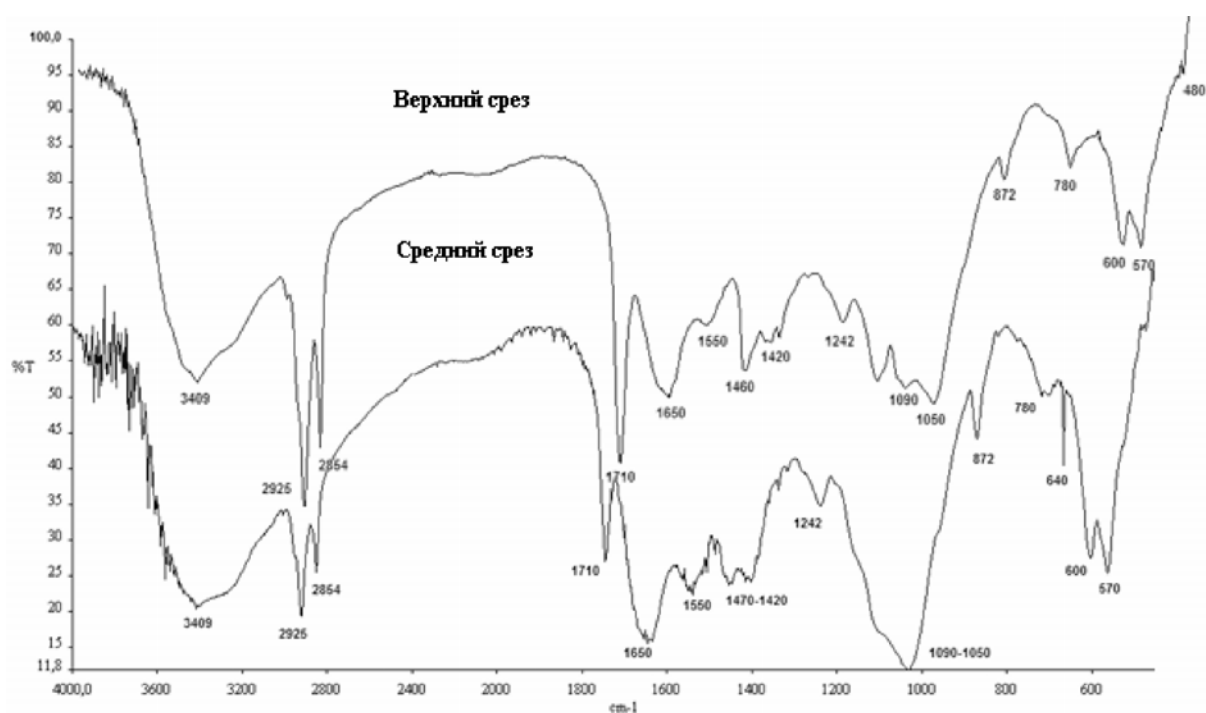


Рис. 1. ИК-спектры костной ткани верхнего и среднего срезов головки бедренной кости при коксартрозе (женщина, 64 года)

Соотношение интегральных интенсивностей полос поглощения колебаний CO_3^{2-} к PO_4^{3-} , PO_4^{3-} к $\text{C}=\text{O}$ связи и значение параметра инфракрасного расщепления пика антисимметричного деформационного колебания связи О-Р-О (IRSF) костной ткани при коксартрозе (женщина, 45 лет)

Химический состав костного среза	Отношение интегральных интенсивностей полос поглощения колебаний		IRSF= $I(564 \text{ см}^{-1})+I(604 \text{ см}^{-1})/I(584 \text{ см}^{-1})$	
	$\text{CO}_3^{2-}/\text{PO}_4^{3-}$	$\text{PO}_4^{3-}/\text{C}=\text{O}$	Головка бедренной кости (женщина, 45 лет) n=4, p=0,95	Норма, n=4, p=0,95
Верхний	1,33:1	1:5	1,17±0,02	3,16±0,65
Средний	1:1	1:4	1,44±0,04	3,16±0,65
Средний-киста	2:1	1:3	1,28±0,02	-
Средний-околокистозное пространство	5:1	1:1	1,38±0,01	-
Нижний	1:6	1:3	4,10±0,01	4,16±0,21

Таким образом, в поврежденном коксартрозом костном срезе наблюдается большее содержание карбонат-ионов и недостаток фосфат-ионов; увеличивается содержание органических веществ, уменьшается значение параметра инфракрасного расщепления пика антисимметричного деформационного колебания связи О-Р-О. Поэтому, можно предположить, что патогенный карбонатгидроксилапатит костной ткани отличается меньшей кристалличностью и менее упорядоченной структурой. Химический состав кист и околокистозного пространства костной ткани свидетельствует о разрушении минеральной и органической фаз при коксартрозе.

1. Паперно Т.Я., Поздняков В.П., Смирнова А.А., Елагин Л. М. Физико-химические методы исследования в органической и биологической химии М.: Просвещение. 1977. 176 с.

2. Русаков А.В. Патологическая анатомия болезней костной системы. М.: Медгиз. 1959. 532 с.

3. Shi J., Klocke A., Zhang M., Bismayer U. Thermally-induced structural modification of dental enamel apatite: Decomposition and transformation of carbonate groups // Eur. J. Mineral. 2005. V.17. P. 769-775.