

## БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ КОСТНОЙ ТКАНИ И МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА У БОЛЬНЫХ С ДИАБЕТИЧЕСКОЙ ОСТЕОАРТРОПАТИЕЙ СТОПЫ

*Исследовано содержание кальция, фосфора, электролитов и определены активность щелочной фосфатазы (ЩФ) в биологическом материале больных с диабетической остеоартропатией стопы. Показано, что концентрация кальция и фосфора в сыворотке крови повышается при пониженной активности ЩФ. В суточной моче этих больных содержание фосфора и кальция снижается. Наблюдаются и сдвиги концентрации электролитов, особенно содержание ионизированного кальция в сыворотке крови больных.*

**Ключевые слова:** минеральный обмен, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, ионизированный натрий, калий, кальций.

### Введение

Изменения динамического равновесия метаболизма любого из компонентов костной ткани приводят к деградации фибрилл коллагеновых волокон вследствие разрушения поперечных внутри- и межмолекулярных связей в полипептидных цепях тропоколлагена, разрывов цепей тропоколлагена и аномальных изменений структуры коллагеновых белков.

Нарушение баланса синтеза и распада основного вещества составляет биохимическую основу патогенеза нарушений метаболизма костной ткани [5, 7, 8].

Роль костной ткани, как основного компонента опорно-двигательной системы, принимающего на себя основные механические нагрузки при движении, обеспечивается его свойствами, такими как прочность, упругость и эластичность. Эти свойства определяются химическим составом и структурой компонентов костной ткани.

В первую очередь, устойчивое структурно-функциональное состояние костной ткани обеспечивается за счет динамического соотношения концентраций гликозаминогликанов (ГАГ), коллагена и гиалуроновой кислоты. Изменения их концентраций в биологических жидкостях адекватно отражают состояние костной ткани в конкретный период ее жизнедеятельности. Все это свидетельствует о необходимости изучения основных компонентов костной ткани в норме и патологии у больных сахарным диабетом.

Сахарный диабет сегодня — это одна из ведущих медико-социальных проблем. Миллионы людей во всех странах мира страдают этим заболеванием. Сахарный диабет занимает третье место

в мире после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. По разным данным, в мире насчитывается от 120 до 180 млн. больных диабетом, что составляет 2,6% от всего населения планеты [1, 6].

По сегодняшним прогнозам каждые 15 лет ожидается двукратное увеличение числа больных. Мужчины и женщины болеют этим заболеванием примерно одинаково. Вот почему так важно изучать проблемы, возникающие у больных сахарным диабетом.

Сахарный диабет представляет собой нарушение обмена веществ, вследствие недостаточного образования инсулина (диабет первого типа) или нарушение его действия на ткани (диабет второго типа). Инсулин вырабатывается бета-клетками поджелудочной железы. Сахарный диабет первого типа обычно возникает у детей, подростков и людей в возрасте 25-30 лет. Он встречается примерно в 10-15% случаев. А сахарный диабет второго типа возникает у людей в возрасте от 40 лет. На долю диабета этого типа приходится 85-90% [2, 6].

У больных сахарным диабетом часто развиваются различные осложнения, такие как патология сердца, печеночная недостаточность, ухудшение зрения и поражение стоп. Диабетическая стопа — это осложнение сахарного диабета, патологическое состояние стоп больного сахарным диабетом в виде гнойно-некротических процессов, язв и костно-суставных поражений, возникающих на фоне изменений периферических нервов, сосудов, кожи и мягких тканей, костей и суставов. В 10 раз чаще синдром диабетической стопы возникает у людей со вторым типом сахарного диабета. Поэтому очень необходимо всем больным сахарным диабетом проходить регулярные обследования у хирурга, эндокринолога, офтальмолога, невропатолога, своевременно сдавать анализы крови и мочи на уровень глюкозы и минеральный обмен организма [1, 2, 6].

**Цель исследования** — изучить структурно-функциональное состояние костной ткани у больных с костно-суставными повреждениями в сочетании с сахарным диабетом на основе исследования минерального обмена.

## Материалы и методы

Получено образцы крови и мочи у 53-х больных сахарным диабетом с костно-суставными осложнениями. В сыворотке крови и моче определяли следующие показатели:

- **неорганический фосфор** — с помощью набора фирмы Ольвекс Диагностикум (Россия) [3];
- **содержание кальция** в биологических жидкостях — с помощью набора фирмы Ольвекс Диагностикум (Россия) [3];
- **активность щелочной фосфатазы** — с использованием набора реактивов фирмы Био-Ла-Тест (Чехия) [3];
- **электролиты 5** с помощью автоматического анализатора электролитов EasyLyte Calcium Na/K/Ca/pH, используя набор реактивов фирмы MEDICA (Нидерланды).

## Результаты исследования

Результаты проведенного исследования представлены в таблицах в абсолютных и на диаграммах в относительных показателях.

Данные, полученные при исследовании минерального обмена, свидетельствуют о том, что содержание общего кальция в сыворотке крови превышало физиологическую норму, характерную для здоровых людей, и составило  $2,43 \pm 0,05$  ммоль/л (табл. 1), а в процентном отношении к норме составило 102,5%. Показатели концентрации фосфора также превышали нормальные величины, достигая  $1,20 \pm 0,05$  ммоль/л. При этом необходимо отметить, что эти показатели близки к верхней границе нормы (рис. 1).

Учитывая полученные данные, отражающие концентрацию кальция и фосфора в сыворотке крови у данных больных, можно сказать, что в минеральном обмене, особых изменений не наблюдается по сравнению с физиологической нормой, но при этом наблюдается тенденция показателей к росту с превышением нормы.

Показатели ЩФ одного из ключевых ферментов, отражающих остеобластическую активность, обнаружили, что ее активность снижена до 43% по отношению к норме (табл. 1). Это свидетельствует о нарушении метаболических процессов в

Таблица 1  
Содержание макроэлементов в сыворотке крови и моче больных сахарным диабетом с костно-суставными поражениями стопы

Показатели							
сыворотка крови						моча	
Ca, ммоль/л	P, ммоль/л	ЩФ, мккат/л	Na <sup>+</sup> , ммоль/л	K <sup>+</sup> , ммоль/л	Ca <sup>++</sup> , ммоль/л	Ca, ммоль/сут	P, моль/сут
$2,43 \pm 0,05$	$1,2 \pm 0,05$	$0,81 \pm 0,01$	$138 \pm 0,52$	$4,65 \pm 0,06$	$0,92 \pm 0,014$	$2,29 \pm 0,185$	$23,1 \pm 2$
Норма							
$2,37 \pm 0,25$	$1,15 \pm 0,21$	$1,89 \pm 0,32$	$142,0 \pm 4,0$	$4,50 \pm 0,8$	$1,22 \pm 0,10$	$2,75 \pm 0,25$	$36,8 \pm 4,2$

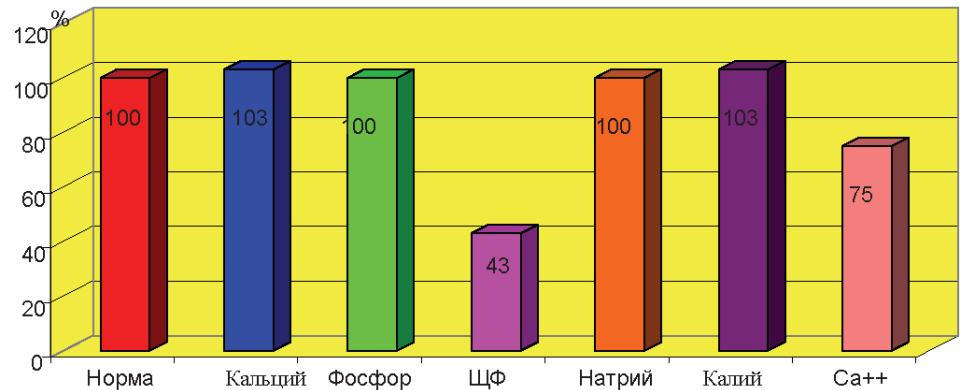


Рис. 1. Биохимические показатели минерального обмена в сыворотке крови больных сахарным диабетом

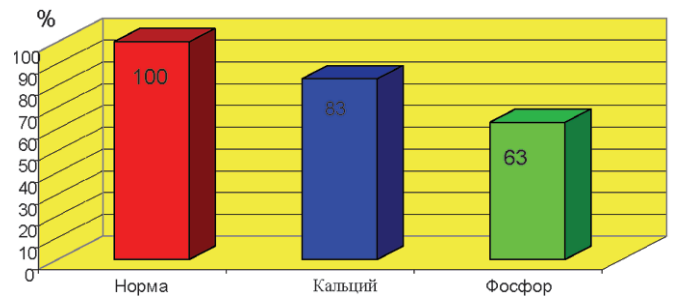


Рис. 2. Биохимические показатели минерального обмена в моче больных сахарным диабетом

синтезе основных компонентов соединительной ткани.

Показатели, отражающие концентрацию кальция и фосфора при исследовании мочи, обнаружили, что содержание этих двух макроэлементов снижено по отношению к нормальным значениям. Содержание кальция в суточной моче составляет  $2,29 \pm 0,185$  ммоль/сут, что в процентном отношении к норме составляет 83,3%. Концентрация фосфора снижена до 63%, что в абсолютных цифрах составило  $23,10 \pm 2,0$  ммоль/сут при норме  $36,80 \pm 4,2$  ммоль/сут (табл. 1, рис. 2).

Анализ данных, отражающих обмен микроэлементов, свидетельствуют о том, что содержание натрия находится в пределах физиологической нормы. Концентрация калия имеет тенденцию к росту, достигая 103,3% по отношению к норме.

Содержание ионизованного кальция снижено до 75,4% по отношению к норме, а в абсолютных показателях  $0,92 \pm 0,014$  ммоль/л при норме  $1,22 \pm 0,10$  ммоль/л. Ионизованный кальций, как

наиболее физиологически активный микроэлемент, проявляет себя в функциональной активности скелетных, сердечных и гладких мышц. Многочисленными физиологическими и биохимическими исследованиями достоверно доказана регуляторная роль кальция в обеспечении энергетических процессов в мышцах [4].

Приведенные данные указывают на снижение концентрации ионизованного кальция в сыворотке крови у больных и свидетельствуют о нарушении метаболических процессов. В связи с этим желательным является изучение энергетического обеспечения мышц и как изменение концентрации ионизованного кальция влияет на этот процесс.

## Выводы

Таким образом, анализ полученных результатов свидетельствует о том, что у больных с диабетической остеоартропатией стопы в минеральном обмене наблюдаются изменения. Исключение составляет обмен кальция, фосфора в сыворотке крови и активность щелочной фосфатазы. Необходимо отметить, что содержание фосфора и кальция снижается в суточной моче у этих больных.

При анализе показателей наиболее физиологически активной формы кальция – ионизованного кальция выявлено снижение его содержания, что может быть связано с основным заболеванием.

Патологические изменения, вызванные сахарным диабетом, в том числе и в метаболизме ионизованного кальция, отражаются концентрацией этого микроэлемента в сыворотке крови. Биохимические изменения, возникающие в условиях сахарного диабета, вызывают метаболические нарушения в соединительной ткани.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гурьева И. В., Кузина И. В., Воронин А. В. и др. Синдром диабетической стопы // Методические рекомендации. – Москва, 2000.
2. Ефимов А. С., Ткачук Ю. В., Щербак А. В. Сахарный диабет: проблемы наших дней. – К.: Наука, 1993. – 120 с.
3. Камышников В. С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – С. 352-359.
4. Курский М. Д., Костерин С. А., Воробец З. Д. Регу-

ляция внутриклеточной концентрации кальция в мышцах. – Киев: Наук. думка, 1986. – 144 с.

5. Шишкин В. И., Кудрявцева Г. В., Солдатов Д. Г. Биохимические аспекты хондромодулирующей терапии остеоартроза. – Санкт-Петербург: ВВМ, 2006. – С. 36.
6. Лябах А. П. Облитерирующие ангиопатии и расстройства трофики стопы. – К.: Стилос, 2010. – 164 с.
7. Магомедов С., Орленко В.Л., Ефимов В.С. Рівень глікозаміногліканів у сироватці крові та сечі хворих на цукровий діабет // Проблеми остеології, 2002. – Т5, №1. – С.24-26
8. S. Jackson, M. James, P. Abrams // Br J Obstet Gyn, 2002, Vol 109. – P. 339-344.

**Магомедов С., Лябах А.П., Орленко В.Л., Івченко А.К., Видиш І. А., Поліщук Л.В.**

### **Біохімічні зміни органічної основи кісткової тканини та мінерального обміну у хворих з діабетичною остеоартропатією стопи**

*Досліджено вміст кальцію, фосфору, електролітів та визначено активність лужної фосфатази (ЛФ) у біологічному матеріалі хворих з діабетичною остеоартропатією стопи. Показано, що концентрація кальцію та фосфору в сироватці крові підвищується при зниженій активності ЛФ. У добовій сечі цих хворих вміст фосфору і кальцію знижується. Спостерігаються й зміни концентрації електролітів, особливо вміст іонізованого кальцію в сироватці крові хворих.*

**Ключові слова:** мінеральний обмін, кальцій, фосфор, лужна фосфатаза, іонізований натрій, калій, кальцій.

**Magomedov S., Liabakh A.P., Orlenko V.L., Ivchenko A.K., Vydysch I.A., Polischuk L.V.**

### **Biochemical changes in organic tissue and its mineral metabolism in blood serum of patients with osteoarticular foot lesions associated with diabetes mellitus**

*The investigation of calcium and phosphorus content including electrolytes has been carried out with alkaline phosphatase (AP) definition in biologic material of the patients with osteoarticular foot lesions associated with diabetes mellitus.*

*It has been found that calcium and phosphorus concentration in blood serum increased with decreased activity of AP. In daily urine of these patients the content of phosphorus and calcium decrease. Changes in concentration of electrolytes have been observed especially most noticeable changes have been marked in the content of ionized calcium in blood serum of the patients.*

**Key words:** mineral metabolism, calcium, phosphorus, alkaline phosphatase, ionized natrium, ionized potassium, ionized calcium