

## Особенности метаболизма органического и неорганического матрикса костной ткани у больных с дегенеративно-дистрофическими изменениями тазобедренного сустава

Гайко Г.В., Магомедов С., Гайко О.Г., Бесединский С.Н., Кузуб Т.А., Полищук Л.В.  
ГУ «Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины», г. Киев

**Резюме.** У 77 больных (37 мужчин и 40 женщин) разных возрастных групп, которым было выполнено эндопротезирование тазобедренного сустава, проводилось определение содержания кальция, фосфора, креатинина, щелочной фосфатазы и гидроксипролина в сыворотке крови и моче. Результаты исследования биохимических маркеров показали преобладание остеопоротических процессов у больных старших возрастных групп, о чём свидетельствует повышение уровня свободного гидроксипролина и снижение протеинсвязанного гидроксипролина в сыворотке крови, а также повышение уровня гидроксипролина в суточной экскреции мочи по сравнению с референтными показателями. Снижение выведения кальция с возрастом – как у мужчин, так и у женщин – можно связать с уменьшением потребления кальция и его всасывания в желудочно-кишечном тракте, что характерно для людей пожилого и старческого возраста. Наибольшее значение при обменных нарушениях костной ткани имеет кальций. Поддержание нормального состояния кости у взрослых связано с непрерывно протекающим процессом, получившим название «ремоделирование костной ткани». Нарушение ремоделирования в сторону увеличения костной резорбции и снижения образования костной ткани рассматривается как основная причина развития остеопороза. Процессы формирования и резорбции кости отображаются в крови и моче на уровне различных энзимов из костной ткани, побочных продуктов синтеза костного матрикса или продуктов распада клеток. Биохимические маркеры проявлений остеопороза являются специфическими, выражающими процессы синтеза и резорбции костной ткани. Наиболее объективно нарушения метаболизма костной ткани отражают не абсолютные показатели минерального обмена и метаболитов основного белка костной ткани – коллагена, а коэффициент их соотношений.

**Ключевые слова:** эндопротезирование тазобедренного сустава, остеопороз, кальций, фосфор, креатинин, щелочная фосфатаза (ЩФ), гидроксипролин (ГП).

### Введение

Остеопороз и связанные с ним переломы во всем мире представляют собой серьезную проблему здравоохранения и приводят к повышенному уровню смертности и инвалидизации. Остеопороз – многофакторное заболевание, характеризующееся медленным бессимптомным прогрессирующим снижением костной массы и нарушением микроархитектоники костной ткани, приводящее к увеличению риска переломов костей скелета. Использование метода денситометрии костной ткани для диагностики и прогнозирования переломов в настоящее время хорошо разработано. Новым перспективным методом диагностики для проведения оценки реакции больного на лечение является определение

обмена костной ткани с помощью биохимических маркеров [7, 6]. Если денситометрия костной ткани хорошо разработана и внедрена в практику здравоохранения, то применение новых биохимических маркеров для оценки состояния костной ткани находится в стадии совершенствования и широкого внедрения [12].

В дальнейшем прогнозируется рост числа госпитализаций по поводу переломов бедра на фоне остеопороза [11, 17, 18]. Эти данные подчеркивают значимость проблемы остеопороза для здравоохранения. Внутренняя среда – сыворотка крови, тканевая жидкость и костная ткань – это единая, взаимосвязанная, взаимозависимая система, изменение одной из подсистем немедленно ведет к изменению другой. Костная ткань – основной поставщик

минерало-органических веществ при различных “аварийных” ситуациях, нарушающих постоянство гомеостазиса внутренних сред организма. Наибольшее значение при обменных нарушениях костной ткани имеет кальций. Поддержание нормального состояния кости у взрослых связано с непрерывно протекающим процессом, получившим название “ремоделирование костной ткани”. Активность процесса ремоделирования регулируется системными гормонами (паратиреоидный гормон, тироксин, витамин D, метаболит витамина D3 – 1,25(OH)2D3, гормон роста, кальцитонин, эстрогены и др.) и локальными медиаторами (цитокины, факторы роста и др.) [7, 9, 12, 21].

Нарушение ремоделирования в сторону увеличения костной резорбции и снижения образования костной ткани рассматривается как основная причина развития остеопороза [2, 10, 14, 15]. Проблема остеопороза превратилась в настоящее время из медицинской в медико-социальную. В последние годы ученые различных стран мира особенно пристально изучают процессы, происходящие в костной ткани при остеопорозе, пытаются найти механизмы возникновения последнего, изыскивают пути профилактики и лечения. Раннее выявление лиц с пониженным уровнем минеральной плотности и насыщенности костной ткани, своевременное предупреждение возможных осложнений при этом приобретают большую медицинскую и общегосударственную значимость.

Процессы формирования и резорбции кости отражаются в показателях уровня различных ферментов костной ткани, побочных продуктов синтеза костного матрикса или продуктов распада, содержащихся в крови и моче [1]. Биохимические маркеры проявлений остеопороза являются специфическими, выражающими процессы синтеза и резорбции костной ткани. В клинической практике использование комбинации маркеров резорбции и формирования позволяет получить информацию о процессах, происходящих в кости [1, 10, 11, 13]. Биохимические показатели позволяют получить информацию о минеральной плотности кости при исследовании биологического материала (моча и кровь) еще до получения клинических данных [12]. В сочетании с данными денситометрии костной ткани получается дополнительная информация об обменных процессах в ней. Биохимические маркеры костного метаболизма могут быть использованы для мониторинга эффективности антирезорбтивной терапии [9, 13, 14, 19] и раннего выявления асептического расшатывания компонентов эндопротеза [15].

**Цель** – изучить метаболические изменения в органическом и неорганическом матриксе костной ткани у больных с дегенеративно-дистрофическими изменениями тазобедренного сустава и на основе по-

лученных данных разработать биохимические маркеры контроля лечения.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1) изучение активности фермента щелочная фосфатаза (ЩФ), участвующего в метаболизме костной ткани для оценки деструктивных изменений и степени выраженности остеопороза костной ткани;

2) изучение содержания биохимических маркеров (свободный, протеинсвязанный и общий гидроксипролин) синтеза и распада костной ткани для определения степени активности метаболических процессов в органическом матриксе кости;

3) изучение концентрации кальция и фосфора в биологических жидкостях для определения степени остеопороза;

4) сопоставление результатов исследования с референтными значениями.

Для решения поставленных задач были использованы следующие биохимические методы:

1) определение активности ЩФ с помощью набора фирмы “Лаксма”;

2) определение концентрации кальция, фосфора с помощью набора фирмы “Simko Ltd”;

3) уровень креатинина в сыворотке крови и моче определяли по цветной реакции Яффе;

4) фракции гидроксипролина сыворотки крови выделяли по S. Frey;

5) определение общего гидроксипролина в моче проводили по методу А.А. Крель и соавт.

## Материалы и методы

Было обследовано 77 пациентов, исследуемая группа – 37 мужчин и 40 женщин с дегенеративно-дистрофическими изменениями тазобедренного сустава на фоне остеопороза, которым проводилось эндопротезирование в отделении травматологии и ортопедии НАМН Украины”. В сыворотке крови и моче определяли следующие биохимические показатели: уровень кальция, фосфора, креатинина, щелочной фосфатазы и гидроксипролина. Пациенты были распределены на следующие группы: молодого возраста – 21-44 года, среднего возраста – 45-59, преклонного возраста – 60-74 года и старческого возраста – 75-89 лет (табл. 1).

В качестве референтных значений брали показатели физиологической нормы: кальций  $2,37 \pm 0,25$  ммоль/л, фосфор  $0,97 \pm 0,12$  ммоль/л, ЩФ  $1,32 \pm 0,13$  ммоль/л×час, свободный ГП  $5,75 \pm 0,21$  мкмоль/л, протеинсвязанный ГП  $11,9 \pm 0,3$  мкмоль/л, общий ГП  $3,42 - 11,76$  мг/сут., креатинин  $110 \pm 0,66$  мкмоль/л (а также данные соответствующих биохимических исследований у 10 здоровых доноров (контрольная группа)).

Таблиця 1

**Распределение исследуемых больных в зависимости от возраста и пола**

Пол	Возрастные группы, лет				Всего
	до 44	45-59	60-74	75-89	
Мужчины	2	15	18	2	37
Женщины	4	15	17	4	40
Всего	6	30	35	6	77

Уровень кальция в сыворотке крови и суточной моче определяли с помощью набора фирмы "Simko Ltd" [4]. Активность щелочной фосфатазы в сыворотке крови определяли с помощью набора фирмы "Лахема" [4]. Неорганический фосфор в сыворотке крови и моче определяли методом А. Бодански [3]. Фракции гидроксипролина в сыворотке крови выделяли по S. Frey, а гидроксипролин определяли по Н. Stegemann [20]. Общий гидроксипролин в моче определяли по методу А.А. Крель и соавт. [5]. Математическую обработку данных проведено общепринятыми методами статистического анализа первичной медицинской информации [6]. Результаты выдержаны в системе СI. Расчеты выполняли с использованием программы "Microsoft Excel 97".

**Результаты и их обсуждение**

Нами проведено биохимическое исследование содержания метаболитов органической основы и

минерального обмена костной ткани у больных с дегенеративно-дистрофическими изменениями тазобедренного сустава на фоне остеопороза. Для того чтобы сделать выводы об интенсивности процессов костного обмена, проводилось определение следующих маркеров костного обмена в крови: кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, свободный и протеинсвязанный гидроксипролин, креатинин. В моче проводилось определение суточной экскреции кальция, фосфора, креатинина и общего гидроксипролина.

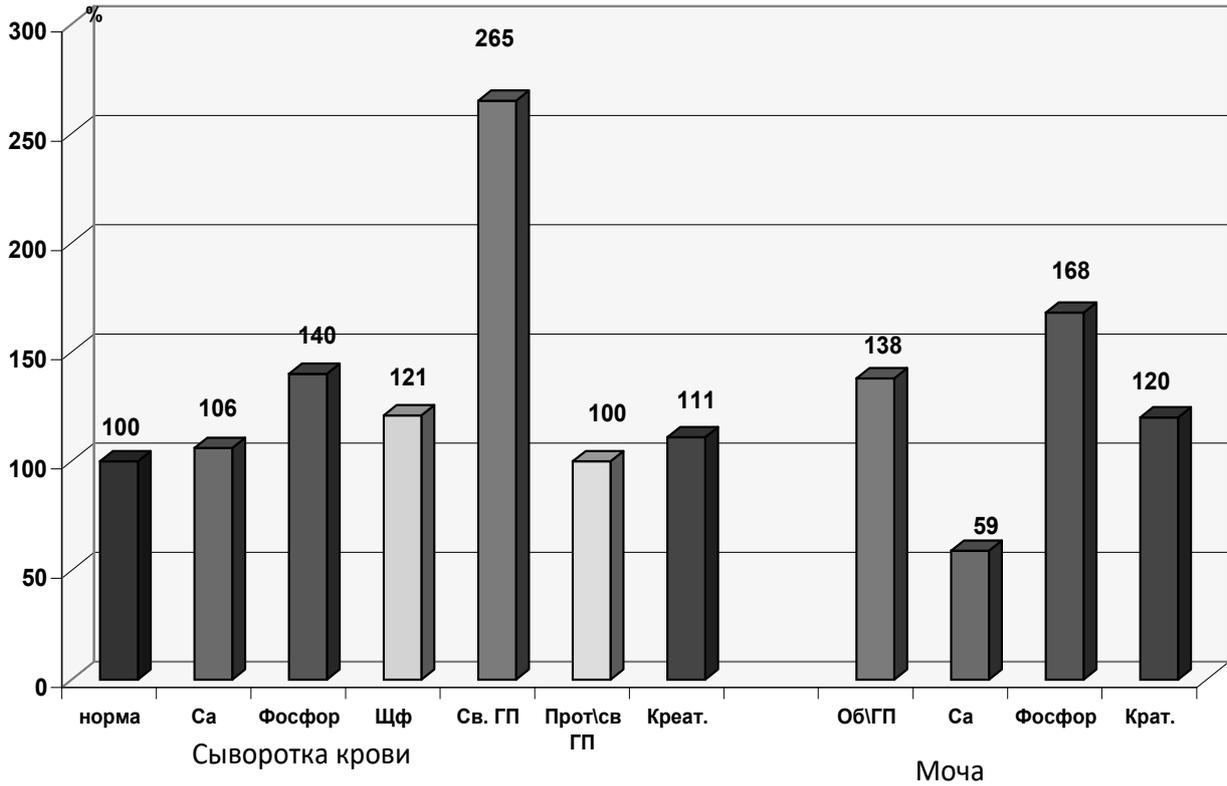
В таблице 2 и на рис. 1, 2, 3, 4 показаны средние значения показателей у обследованных больных женского пола перед операцией. С возрастом у женщин наблюдается значительное повышение содержания свободного гидроксипролина в сыворотке крови, что свидетельствует об интенсивных процессах резорбции костной ткани, происходящих у данной категории больных. Это также подтверждается средним значением уровня кальция в сыворотке крови в пределах верхней границы нормы и снижением уровня протеинсвязанного гидроксипролина у пациентов женского пола старше 45 лет. Снижение уровня щелочной фосфатазы в сыворотке крови у женщин старческого возраста свидетельствует о замедлении процессов обновления костной ткани у данной категории больных. Средние значения уровня креатинина в сыворотке крови были в пределах нормы у всех обследованных, хотя наблюдались значительные индивидуальные колебания.

Таблиця 2

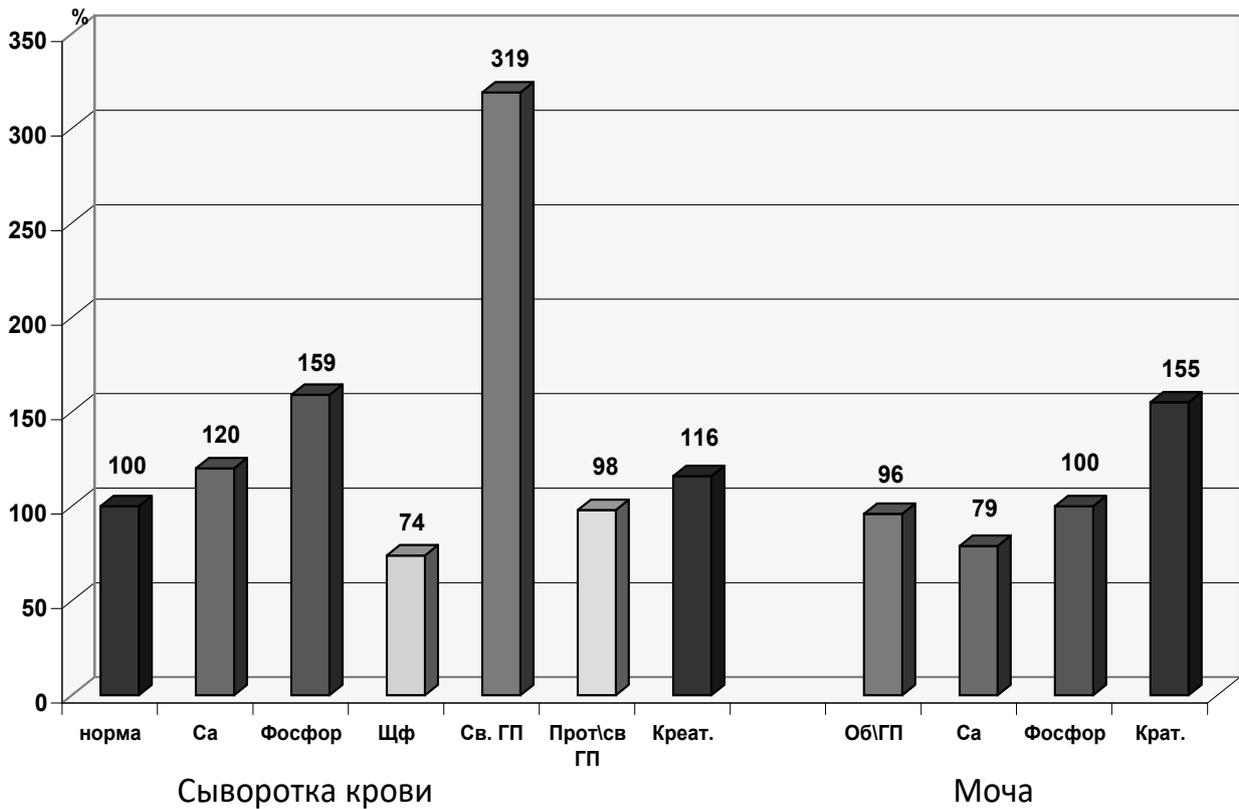
**Биохимические маркеры больных женского пола разных возрастных групп до проведения эндопротезирования тазобедренного сустава**

Возраст	Кровь						Моча			
	Са ммоль/л	Р ммоль/л	ЩФ ммоль/л·час	Св. ГП мкмоль/л	Пр. св. ГП мкмоль/л	Креат. мкмоль/л	Са мг/сут	Р ммоль/сут	Креат. ммоль/сут	Об. ГП мг/сут
До М±44 n	2,52	1,35	1,60	15,25	11,93	122,30	102,50	61,77	11,18	10,50
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
45 М±59 n	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3
	2,65	1,54	0,98	18,35	11,71	128,01	138,27	36,78*	14,49	7,33
60 М±74 n	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	13	14	14	14	14	14	15	14	15	13
74 М±89 n	2,47	1,48	1,05*	19,11	9,01	116,66	134,57	40,04*	11,48	9,58
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
Норма	15	15	14	15	15	14	14	14	14	15
	2,55	1,92	0,75*	21,772	4,66	159,12	72,27	22,19*	7,84	15,23
	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	5	4	4	5	3	5	6	5	6	6
<b>Норма</b>	<b>2,37±0,25</b>	<b>0,97±0,12</b>	<b>1,32±0,13</b>	<b>5,75±0,21</b>	<b>11,9± 0,3</b>	<b>110±0,66</b>	<b>100-250</b>	<b>3,23-129</b>	<b>4,42-17,68</b>	<b>3,42-11,76</b>

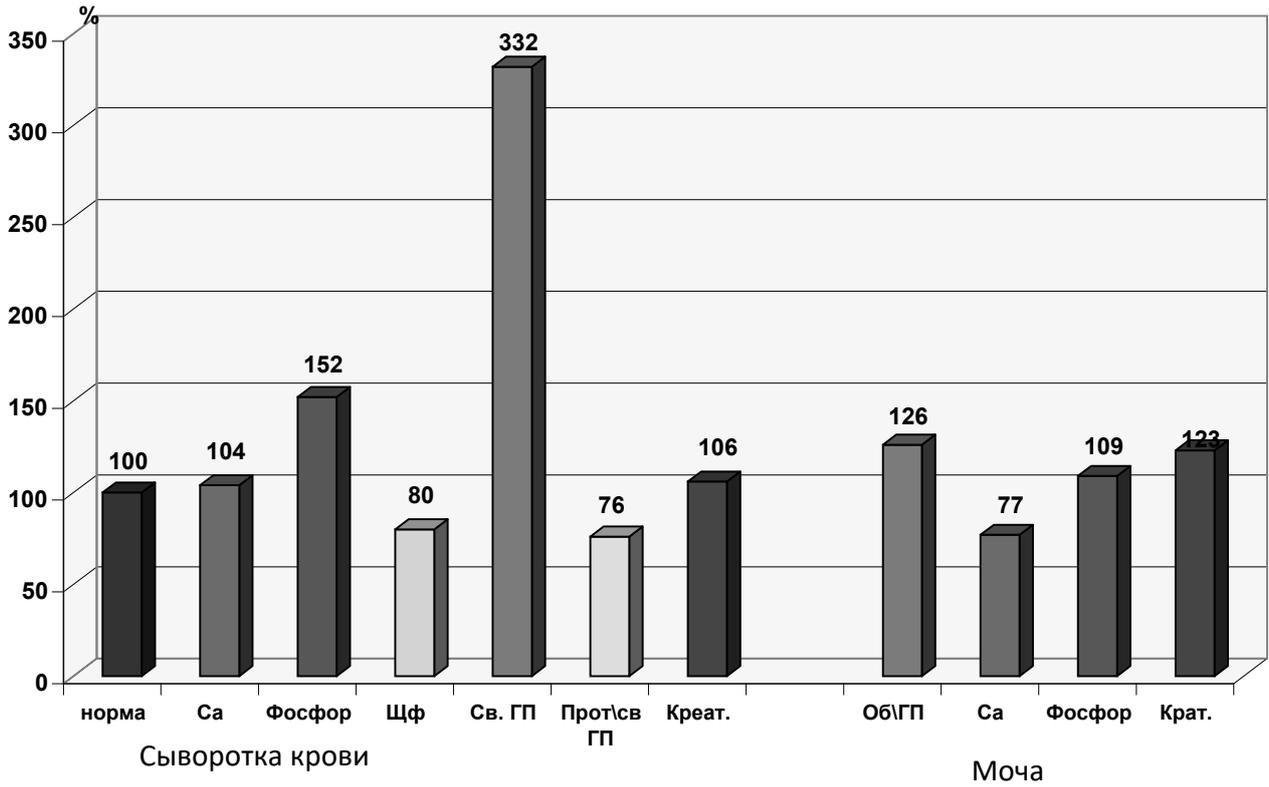
*Примечание:* n – число наблюдений; М – среднее арифметическое; т – стандартная ошибка, \* – вероятность в сравнении с группой больных до 45 лет – p<0,1; \*\* – p<0,05.



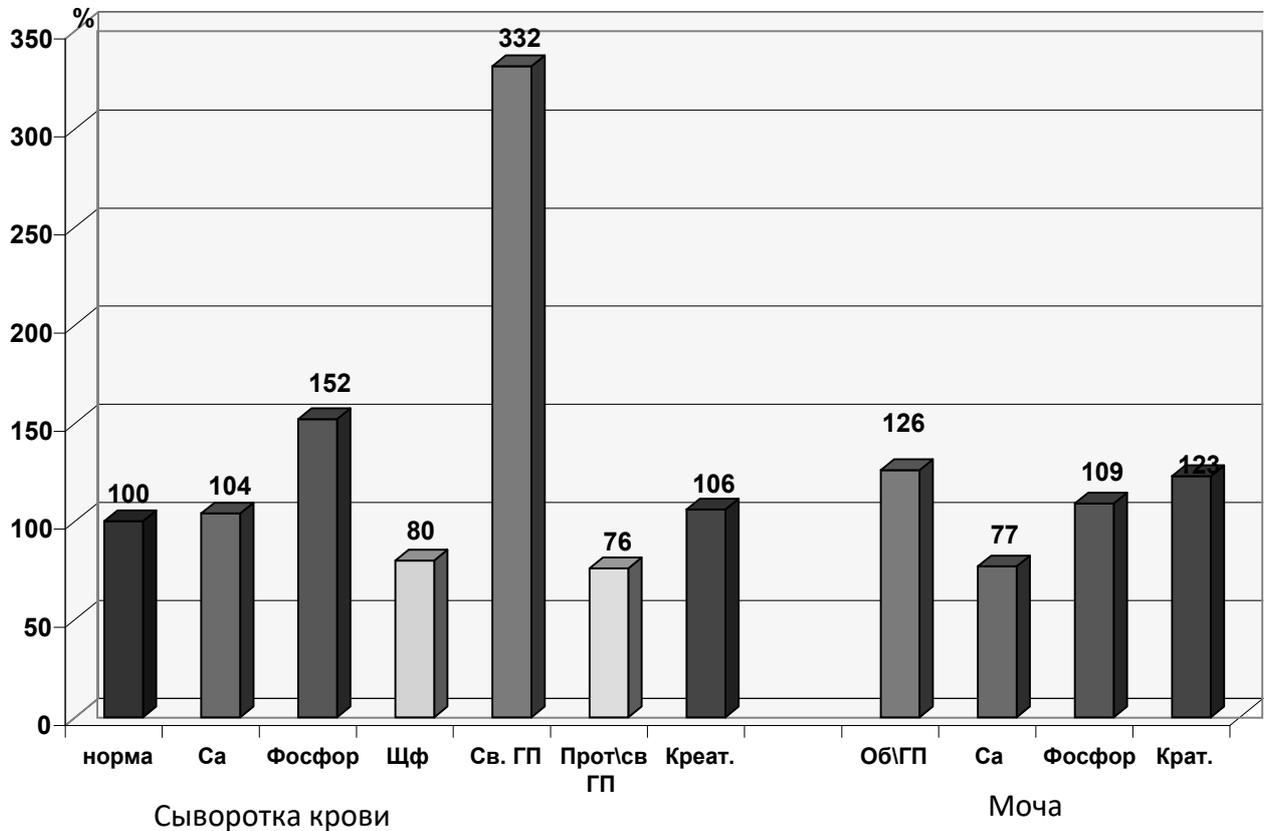
**Рис. 1.** Биохимические маркеры больных женского пола в возрасте до 45 лет до проведения эндопротезирования тазобедренного сустава



**Рис. 2.** Биохимические маркеры больных женского пола в возрасте 45-59 лет до проведения эндопротезирования тазобедренного сустава



**Рис. 3.** Біохімічні маркери хворих жіночого пола в віці 60-74 років до проведення ендопротезування тазобедременного сугава



**Рис. 4.** Біохімічні маркери хворих жіночого пола в віці 75-89 років до проведення ендопротезування тазобедременного сугава

При исследовании биохимических маркеров в суточной моче уровень кальция у женщин молодого и среднего возраста был в пределах нормы, однако у женщин старческого возраста наблюдалось значительное снижение его экскреции. Наивысший уровень экскреции фосфора отмечен у женщин в возрасте до 44 лет, в старческом возрасте наблюдается снижение его выделения. С возрастом у женщин отмечалось снижение экскреции креатинина, хотя среднее значение находилось в пределах физиологической границы нормы. Повышение выделения гидроксипролина с мочой, что было выявлено у больных женского пола с возрастом, отражает усиление у них остеопоротических процессов.

Таким образом, можно сделать вывод, что у обследованных женщин в возрасте старше 45 лет происходит усиление остеорезорбтивных процессов, что требует применения профилактической антиостеопоротической терапии.

В таблице 3 представлены средние значения показателей у обследованных больных мужского пола перед операцией.

Данные полученных исследований (табл. 3, рис. 5, 6, 7, 8) свидетельствуют, что у мужчин с возрастом происходило снижение среднего значения уровня кальция в сыворотке крови, но при этом последнее находилось в пределах нормы. Уровень фосфора был выше нормы у лиц среднего и пожилого возраста. Показатель щелочной фосфатазы

находился выше нормы у мужчин в возрасте до 44 лет. Свободный гидроксипролин – биохимический маркер катаболизма основного белка костной ткани – был выше нормы у мужчин всех возрастных групп. Уровень протеинсвязанного гидроксипролина – биохимического маркера синтеза основного белка костной ткани – с возрастом снижался. В отличие от пациентов женского пола, у мужчин эти изменения были менее выражены, что свидетельствует о низкой интенсивности остеорезорбтивных процессов. Уровень креатинина оставался в пределах нормы во всех наблюдениях.

Максимальная суточная экскреция кальция в моче наблюдалась у мужчин в возрасте до 60 лет, в пожилом и старческом возрасте происходило снижение его выделения, также с возрастом уменьшалась суточная экскреция креатинина. Уровень фосфора в моче колебался в пределах физиологической нормы, но с возрастом наблюдалось снижение его среднего значения.

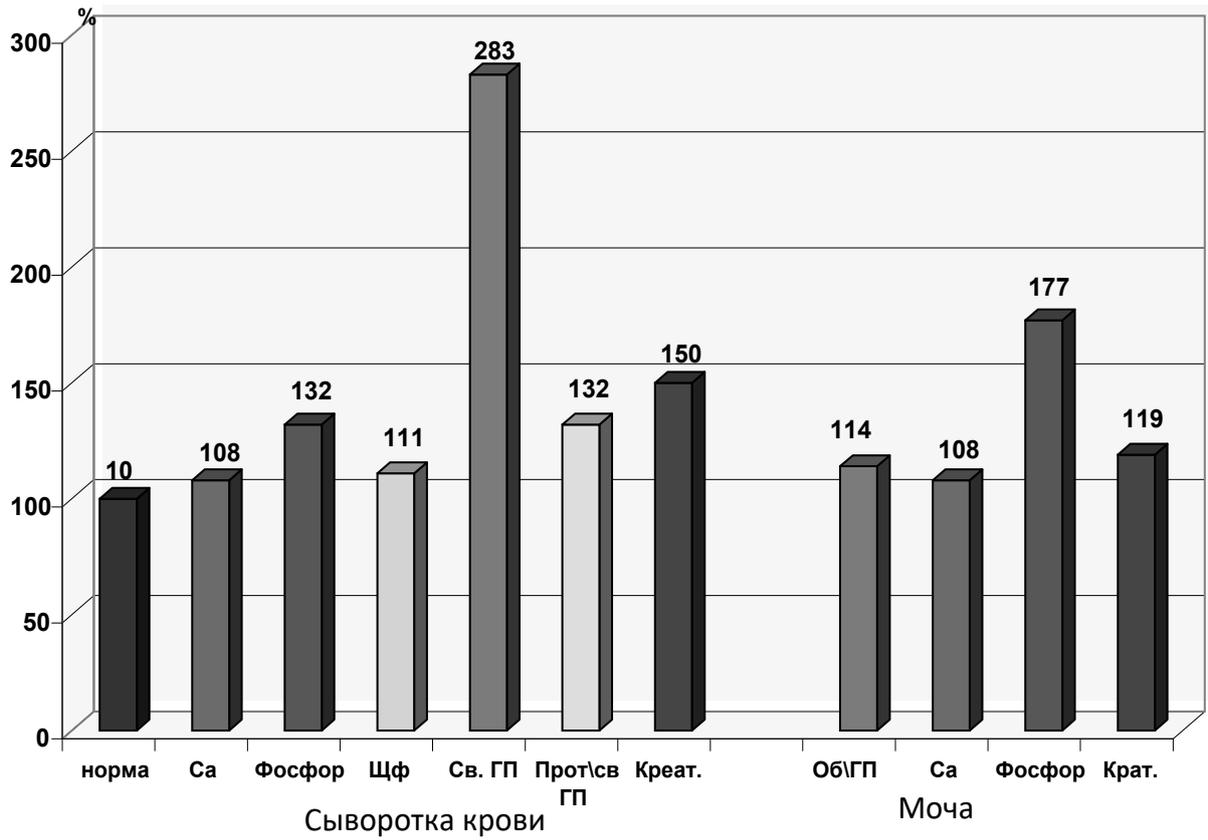
Анализируя показатели коэффициентов соотношения метаболитов минерального обмена и основного белка костной ткани – коллагена, выявили отклонение от нормы у больных всех исследуемых групп (табл. 4), наиболее были выражены изменения коэффициента соотношения кальция и свободного гидроксипролина в возрастных группах 46-60 и 61-74 лет, где этот показатель снижен более чем в 2 раза по сравнению с референтными данными.

Таблица 3

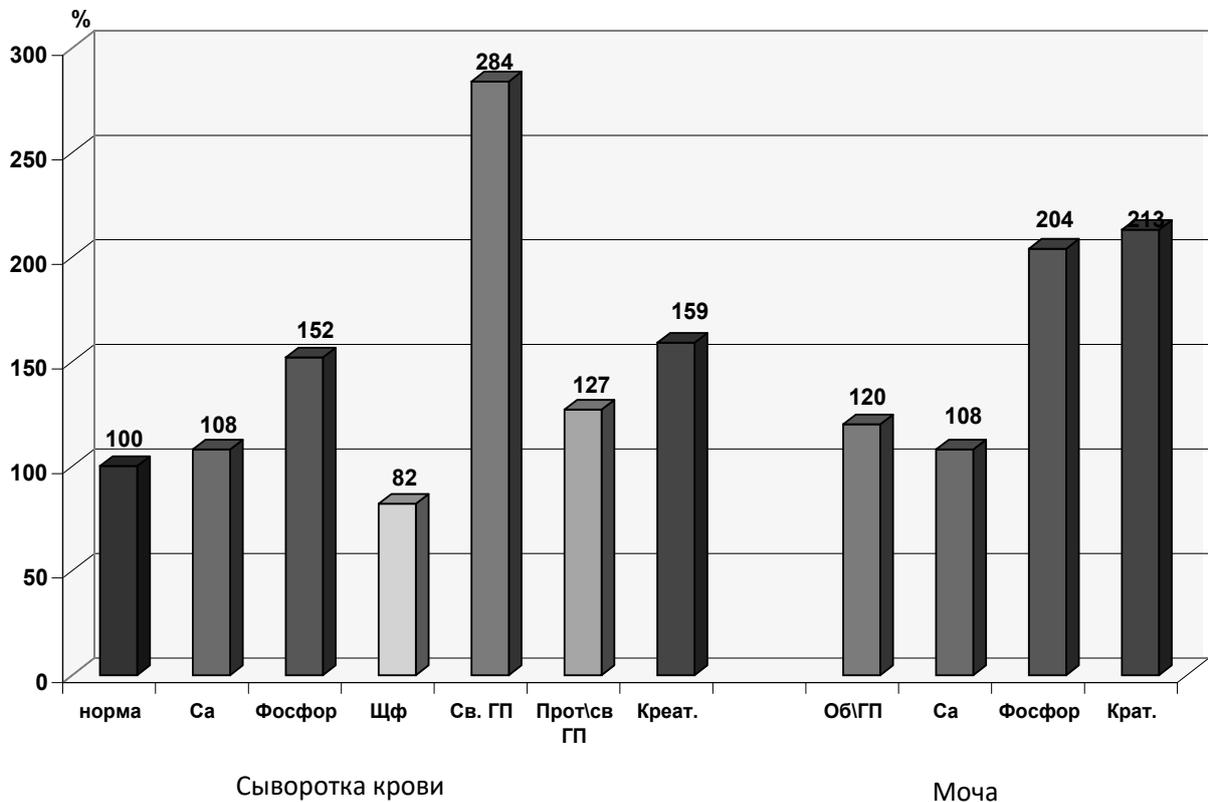
**Биохимические маркеры больных мужского пола разных возрастных групп до проведения эндопротезирования тазобедренного сустава**

Возраст	Кровь						Моча			
	Са	Р	ЩФ	Св. ГП	Пр. св. ГП	Креат.	Са	Р	Креат.	Общ. ГП
	ммоль/л	ммоль/л	ммоль/л·ч	ммоль/л	ммоль/л	ммоль/л	мг/сут	ммоль/сут	ммоль/сут	мг/сут
	<b>2,37±0,25</b>	<b>0,97±0,12</b>	<b>1,32±0,13</b>	<b>5,75±0,21</b>	<b>11,9±0,3</b>	<b>110±0,66</b>	<b>100-250</b>	<b>3,23-129</b>	<b>4,42-17,68</b>	<b>3,42-11,76</b>
до М±44 n	2,57 ± 4	1,28 ± 4	1,46 ± 4	16,28 ± 4	15,71 ± 4	165,55 ± 4	188,50 ± 4	65,06 ± 4	20,43 ± 4	8,69 ± 4
45 М±59 n	2,56 ± 13	1,48 ± 13	1,08** ± 13	16,35 ± 11	15,10 ± 13	175,01 ± 12	188,69 ± 13	75,04 ± 13	19,92 ± 13	9,10 ± 12
60 М±74 n	2,44 ± 17	1,40 ± 17	1,27 ± 17	17,69 ± 16	13,72 ± 16	145,62 ± 17	179,91 ± 17	51,35 ± 17	15,40 ± 17	8,80 ± 17
74 М±89 n	2,18 ± 3	1,03 ± 3	1,34 ± 3	11,96 ± 3	12,01 ± 3	162,07 ± 3	62,13* ± 3	30,38 ± 3	10,07* ± 3	14,42 ± 3

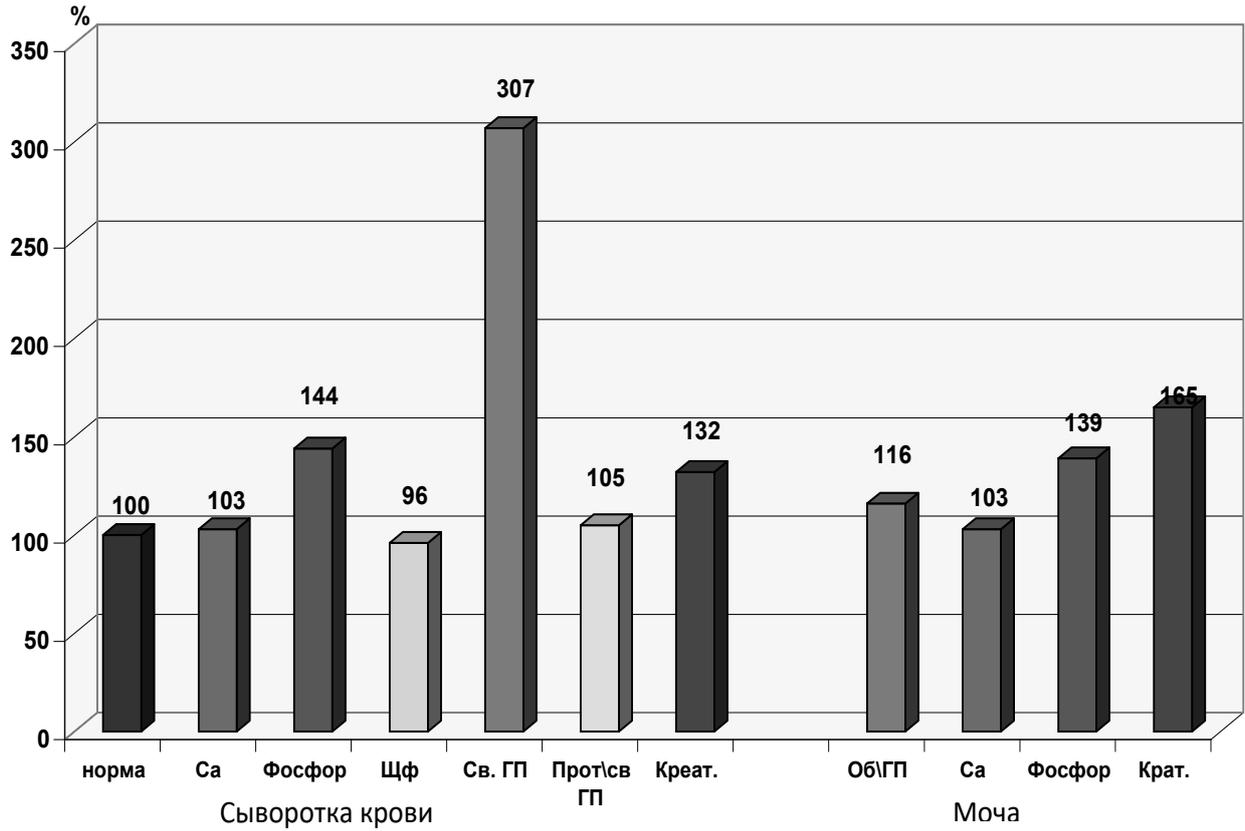
**Примечание:** n – число наблюдений; М – среднее арифметическое; т – стандартная ошибка, \* – вероятность в сравнении с группой больных до 45 лет – p<0,1; \*\* – p<0,05.



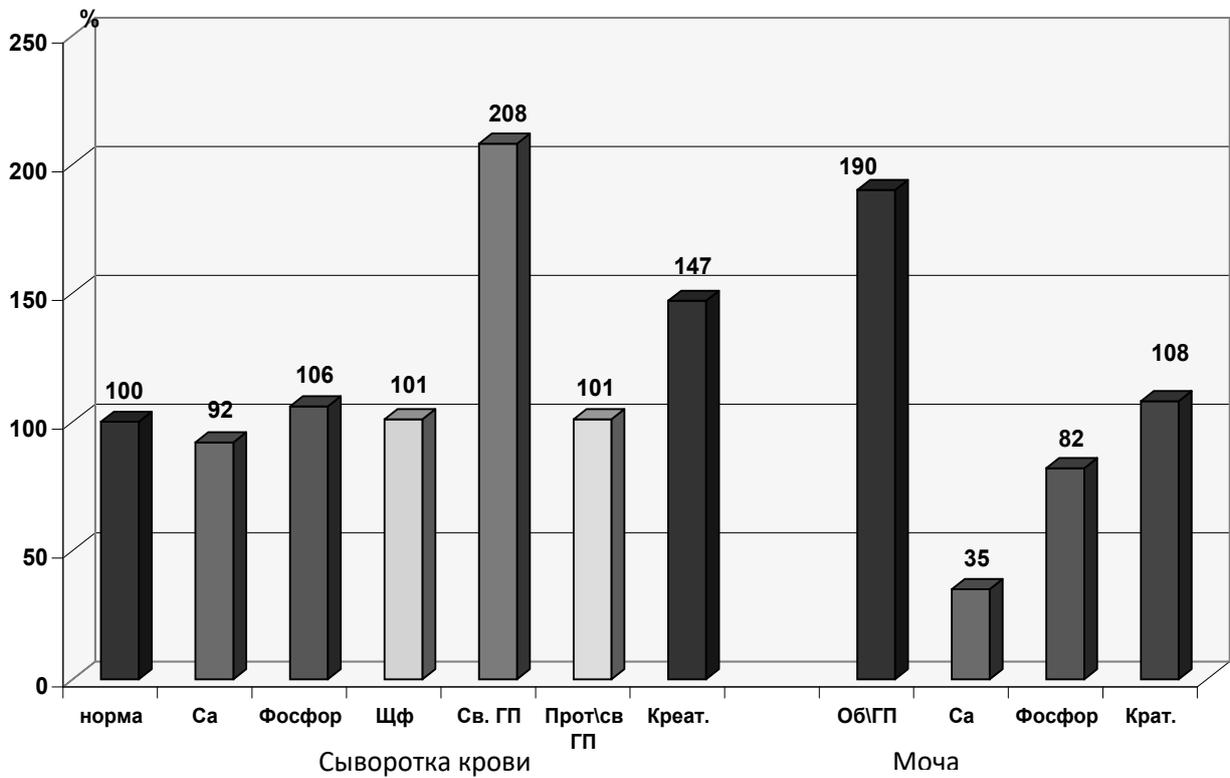
**Рис. 5.** Биохимические маркеры больных мужского пола в возрасте до 45 лет до проведения эндопротезирования тазобедренного сустава



**Рис. 6.** Биохимические маркеры больных мужского пола в возрасте 45-59 лет до проведения эндопротезирования тазобедренного сустава



**Рис. 7.** Біохімічні маркери хворих чоловічого статі в віці 60-74 років до проведення ендопротезування тазобедременного сугава



**Рис. 8.** Біохімічні маркери хворих чоловічого статі в віці 75-89 років до проведення ендопротезування тазобедременного сугава

Таблиця 4

**Коэффициенты соотношения показателей биохимических маркеров больных разных возрастных групп и разного пола до проведения эндопротезирования тазобедренного сустава**

Возраст, лет	Женщины				Мужчины			
	Ca/св. ГП	Ca/пр. св. ГП	P/св. ГП	P/пр. св. ГП	Ca/св. ГП	Ca/пр. св. ГП	P/св. ГП	P/пр. св. ГП
Норма	0,41	0,20	0,17	0,08	0,41	0,20	0,169	0,082
до 45	0,17	0,21	0,09	0,11	0,16	0,16	0,079	0,082
46-60	0,14	0,23	0,08	0,13	0,16	0,17	0,090	0,098
61-74	0,13	0,28	0,08	0,16	0,14	0,18	0,079	0,102
74 и старше	0,12	0,55	0,09	0,41	0,18	0,18	0,086	0,086

Таким образом, можно утверждать, что нарушения метаболизма костной ткани наиболее объективно отображают не абсолютные показатели минерального обмена и метаболиты основного белка костной ткани – коллагена, а коэффициенты их соотношений. Это подтверждают данные, полученные нами у больных всех исследуемых групп, независимо от их возраста и пола.

Результаты проведенного нами исследования по определению содержания метаболитов минерального обмена костной ткани показали, что у больных с проведенным эндопротезированием тазобедренного сустава остеорезорбтивные процессы с возрастом повышаются. У женщин усиленная потеря костной ткани начинается происходить в среднем возрасте, что связано с гормональными изменениями, вызванными менопаузой. У мужчин усиление резорбции костной ткани возникает в преклонном и старческом возрасте. Снижение экскреции кальция с возрастом – как у мужчин, так и у женщин – можно связывать с уменьшением его употребления и всасывания в желудочно-кишечном тракте, что характерно для людей преклонного и старческого возраста. Наиболее объективно нарушения метаболизма костной ткани отражают не абсолютные показатели минерального обмена и метаболиты основного белка костной ткани – коллагена, а коэффициенты их соотношений.

### Выводы

При исследовании биохимических маркеров выявлено преобладание остеопоротических процессов у больных старших возрастных групп, о чем свидетельствует повышение уровня свободного гидроксипролина и снижение протеинсвязанного гидроксипролина в сыворотке крови, а также увеличение содержания гидроксипролина в суточной моче, что говорит об усилении процессов резорбции костной

ткани. Снижение экскреции кальция с возрастом – как у мужчин, так и у женщин – можно связать с уменьшением потребления и всасывания кальция в желудочно-кишечном тракте, что характерно для людей преклонного и старческого возраста. Наиболее объективно нарушения метаболизма костной ткани отражают не абсолютные показатели минерального обмена и метаболитов основного белка костной ткани – коллагена, а коэффициенты их соотношений. Все это свидетельствует о необходимости профилактики и лечения остеопороза у больных с эндопротезированием тазобедренного сустава.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов при подготовке статьи.

### Література

1. Gerasimov A.M., Furtseva L.N. Biochemical diagnostics in traumatology and orthopedics // A.M. Gerasimov, L.N. Furtseva. – Moscow: Medicine, 1986. – 235 p.
2. Diagnosis of systemic osteoporosis // S.T. Zatsepin, S.S. Rodionova, V.S. Yagodovsky [et al.] / Orthopedics, traumatology and prosthetics. – 1988. – Vol 1. – P. 60–64.
3. Kolb V.G. Clinical biochemistry / V.G. Kolb, V.S. Kamysbnikov. – 1976. – P. 89–95.
4. Kolb V.G. Clinical biochemistry / V.G. Kolb, V.S. Mensbikov. – 1982. – 366 p.
5. Krel A.A. The method of determining OPRO in urine / A.A. Krel, L.N. Furtseva // Questions of medical chemistry. – 1968. – Vol. 14, Issue 6. – P. 635–640.
6. Lakin G.F. Biometpia / G.F. Lakin. – Moscow: High School, 1900. – 4th ed. – 352 p.
7. Povorozniuk V.V. Features changes in mineral density in white rats of Wistar lines depending on age and gender / V.V. Povorozniuk, I.V. Hopkalova, N.V. Grigorieva // Problems of aging and longevity. – 2011. – Vol. 20 (4). – P. 391–401.
8. Sherepo K.M. On cementless hip replacement joint / K.M. Sherepo // Orthopedics Traumatology and Prosthetics. – 1988. – Vol. 3. – P. 58–62.
9. Regulation of interleukin-6, osteoclastogenesis, and bone mass by androgens / T. Bellido, R.L. Jilka, B.F. Boyce [et al.] // J. Clin. Invest. – 1995. – Vol. 95. – P. 2886–2895.

10. Age-related bone loss and senile osteoporosis: Evidence for both secondary hyperparathyroidism and skeletal growth factor deficiency in the elderly / *S. Boonen, J. Aersens, P. Broos [et al.]* // *Agins. Clin. Exp. Res.* – 1996. – Vol. 17. – P. 414–422.
11. Bone density at various sites for prediction of hip fractures. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group / *S.R. Cummings, D.M. Black, M.C. Nevitt [et al.]* // *Lancet.* – 1993. – Vol. 341. – P. 72–75.
12. *Delmas P.D.* Biochemical markers of bone turnover. I: Theoretical considerations and clinical use in osteoporosis / *P.D. Delmas* // *American Journal of Medicine.* – 1993. – Vol. 95 (5A). – P. 11–16.
13. Comparison of new biochemical markers of bone turnover in late postmenopausal osteoporotic women in response to alendronate treatment / *P. Garnero, W.J. Sibb, E. Gineyts [et al.]* // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* – 1994. – Vol. 79. – P. 1693–1700.
14. The diagnosis of osteoporosis / *J.A. Kanis, L.J. Melton 3d, C. Christiansen [et al.]* // *J. Bone Miner Res.* – 1994. – Vol. 9. – P. 1137–1141.
15. *Kleerekoper M.* Biochemical markers of bone remodeling / *M. Kleerekoper* // *American Journal of the Medical Sciences.* – 1996. – Vol. 312 (6). – P. 270–277.
16. *Lawrence G. Raisz.* Translated, with permission of the American College of Physicians, from: The osteoporosis revolution / *G. Lawrence* // *Ann. Intern. Med.* – 1997. – Vol. 126. – P. 458–462.
17. *Lindsay R.* Modern treatment of osteoporosis: methods of preventing loss bone loss and fracture frequency reduction / *R. Lindsay* // *Medicine of the world.* 1997. – Vol. 3. – P. 119–125.
18. *Pop L.C.* Moderate weight loss in obese and overweight men preserves bone quality / *L.C. Pop, D. Sukumar, K. Tomaino* // *American Journal of Clinical Nutrition.* – 2015. – Vol. 101 (3). – P. 659–667.
19. The possible diagnostic value of new biochemical markers in aseptic loosening of hip endoprosthesis / *U. Schneider, S. Ter-math, M. Thomsen [et al.]* // *Z. Orthopad.* – 1997. – Vol. 4 (135). – P. 297–300.
20. *Stegemann H.J.* A simple procedure for the determination of hydroxyproline in urine and bone / *H.J. Stegemann* // *Biochem. Med.* – 1952. – Vol. 3, № 1. – P. 23–30.
21. Genetic influences on type I collagen synthesis and degradation: further evidence for genetic regulation of bone turnover / *A. Tokita, P.J. Kelly, T.V. Nguyen [et al.]* // *Clin. Endocrinol. Metab.* – 1994. – Vol. 78. – P. 1461–1466.

### Features of the Metabolism of Organic and Inorganic Matrix of Bone Tissue in Patients with Degenerative-Dystrophic Changes in the Hip Joint

*Gayko G.V., Mabomedov S., Gayko O.G., Besedynskyi S.N., Kuzub T.A., Polysbcbuk L.V.*

*SI "Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine", Kyiv*

**Summary.** *In 77 patients (37 men and 40 women) of different age groups who underwent hip joint replacement, the content of calcium, phosphorus, creatinine, alkaline phosphatase and hydroxyproline in blood serum was determined. The results of a study of biochemical markers showed the predominance of osteoporotic processes in patients of elder age groups, as is evidenced by an increase in the level of free hydroxyproline and a decrease in protein-bound hydroxyproline in blood serum, as well as by an increase in the level of hydroxyproline in daily urine excretion compared with reference indices. A decrease in calcium excretion with age both in men and women can be associated with a decrease in calcium intake and its absorption in the gastrointestinal tract, which is typical for the elderly. Calcium has the greatest importance in metabolic disorders of bone tissue. Maintaining the normal state of bones in adults is associated with continuously ongoing process called "bone remodeling". Violation of remodeling in the direction of increasing bone resorption and reducing bone formation is considered as the main reason for the development of osteoporosis. The processes of bone formation and resorption are displayed in the blood and urine at the level of various enzymes from bone tissue, by products of bone matrix synthesis or cell destruction products. Biochemical markers of osteoporosis manifestations are specific, expressing bone synthesis and resorption processes. The violations of bone metabolism reflect most objectively not the absolute indicators of mineral metabolism and metabolites of the main bone tissue protein (collagen), but the coefficient of their ratios.*

**Key words:** *hip joint replacement, osteoporosis, calcium, phosphorus, creatinine, alkaline phosphatase, hydroxyproline.*

## **Особливості метаболізму органічного та неорганічного матриксу кісткової тканини у хворих із дегенеративно-дистрофічними змінами кульшового суглоба**

*Гайко Г.В., Магомедов С., Гайко О.Г., Беседінський С.М.,  
Кузуб Т.А., Поліщук Л.В.*

*ДУ “Інститут травматології та ортопедії НАМН України”, м. Київ*

**Резюме.** У 77 хворих (37 чоловіків і 40 жінок) різних вікових груп, яким було виконано ендопротезування кульшового суглоба, проводилося визначення вмісту кальцію, фосфору, креатиніну, лужної фосфатази і гідроксипроліну в сироватці крові і сечі. Результати дослідження біохімічних маркерів показали переважання остеопоротичних процесів у хворих старших вікових груп, про що свідчить підвищення рівня вільного гідроксипроліну і зниження протеїнів’язаного гідроксипроліну в сироватці крові, а також підвищення рівня гідроксипроліну в добовій екскреції сечі в порівнянні з референтними показниками. Зниження виведення кальцію з віком – як у чоловіків, так і у жінок – можна пов’язати зі зменшенням споживання кальцію і його всмоктування в шлунково-кишковому тракті, що характерно для людей похилого і старечого віку. Найбільше значення при обмінних порушеннях кісткової тканини має кальцій. Підтримка нормального стану кістки у дорослих пов’язана з неперервним процесом, який отримав назву “ремоделювання кісткової тканини”. Порушення ремоделювання в бік збільшення кісткової резорбції та зниження утворення кісткової тканини розглядається як основна причина розвитку остеопорозу. Процеси формування і резорбції кістки відображаються в крові та сечі на рівні різних ензимів із кісткової тканини, побічних продуктів синтезу кісткового матриксу або продуктів розпаду клітин. Біохімічні маркери прояву остеопорозу є специфічними, такими, що виражають процеси синтезу і резорбції кісткової тканини. Найбільш об’єктивно порушення метаболізму кісткової тканини відображають не абсолютні показники мінерального обміну і метаболітів основного білка кісткової тканини – колагену, а коефіцієнт їх співвідношень.

**Ключові слова:** ендопротезування кульшового суглоба, остеопороз, кальцій, фосфор, креатинін, лужна фосфатаза (ЛФ), гідроксипролін (ГП).

**Для листування:** Магомедов С., доктор біологічних наук, професор, керівник лабораторії біохімії і хімічних аналізів, ДУ “Інститут травматології та ортопедії НАМН України”, Бульварно-Кудрявська вул., 27, Київ, 01601, Україна. Тел. +38(050)3307126. E-mail: [alexandr@magomedov.kiev.ua](mailto:alexandr@magomedov.kiev.ua).

**For correspondence:** Magomedov S., Doctor of Biological Sciences, professor, head of the Laboratory of Biochemistry and Clinical Analysis, S.I. “Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine”, 27 Bulvarno-Kudriavska St., Kyiv, 01601, Ukraine. Tel. +38(050)3307126. E-mail: [alexandr@magomedov.kiev.ua](mailto:alexandr@magomedov.kiev.ua).