

Диагностическая ценность различных методов оценки кальциемии при первичном и вторичном гиперпаратиреозе

А.С. Прошкина¹✉, anyuta.proshkina@gmail.com, А.М. Горбачева², А.П. Першина-Милутина², А.В. Аредов², А.К. Еремкина², Н.Г. Мокрышева²

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1

² Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии имени академика И.И. Дедова; 117036, Россия, Москва, ул. Дмитрия Ульянова, д. 11

Резюме

Введение. Дифференциальная диагностика первичного и вторичного гиперпаратиреоза имеет ключевое значение для выбора лечебной тактики. Постановка диагноза напрямую зависит от оценки кальциемии, для чего используют определение общего, ионизированного и альбумин-скорректированного кальция. Однако диагностическая ценность различных методов оценки кальциемии остается предметом дискуссий.

Цель. Сопоставить эффективность методов оценки кальциемии в дифференциальной диагностике первичного и вторичного гиперпаратиреоза.

Материалы и методы. В рамках исследования оценена диагностическая информативность различных методов определения кальция в сыворотке крови (общего; ионизированного, оцененного расчетным методом; скорректированного на уровень альбумина) с учетом их чувствительности, специфичности и прогностической значимости для постановки диагноза нормокальциемического варианта ПГПТ (нПГПТ) среди пациентов, госпитализированных в отделение патологии околощитовидных желез и нарушений минерального обмена ФГБУ «НМИЦ эндокринологии им. академика И.И. Дедова» Минздрава России в 2018–2024 гг. Дополнительно проведен анализ клинико-лабораторных характеристик нПГПТ по сравнению с пациентами с вторичным гиперпаратиреозом (ВГПТ). Для статистического анализа использовался пакет прикладных программ STATISTICA 12 StatSoft, Inc. Для анализа диагностической ценности исследуемых методов был выполнен ROC-анализ.

Результаты. Частота нормокальциемического варианта первичного гиперпаратиреоза составила 6,7%. Существенных различий с вторичным гиперпаратиреозом по основным клинико-биохимическим показателям не выявлено. Наиболее информативными для диагностики оказались общий и альбумин-скорректированный кальций, тогда как ионизированный кальций, оцененный расчетным методом, показал меньшую ценность.

Выводы. Для дифференциальной диагностики первичного и вторичного гиперпаратиреоза наибольшую ценность имеют показатели общего и альбумин-скорректированного кальция, которые могут рассматриваться как приоритетные методы оценки кальциемии в клинической практике.

Ключевые слова: гиперпаратиреоз, кальциемия, общий кальций, альбумин-скорректированный кальций, ионизированный кальций

Для цитирования: Прошкина АС, Горбачева АМ, Першина-Милутина АП, Аредов АВ, Еремкина АК, Мокрышева НГ. Диагностическая ценность различных методов оценки кальциемии при первичном и вторичном гиперпаратиреозе. *Медицинский совет.* 2026;20(7):84–92. <https://doi.org/10.21518/ms2026-170>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Diagnostic value of different methods for assessing calcemia in primary and secondary hyperparathyroidism

Anna S. Proshkina¹✉, anyuta.proshkina@gmail.com, Anna M. Gorbacheva², Anastasiia P. Pershina-Miliutina², Aleksey V. Aredov², Anna K. Eremkina², Natalia G. Mokrysheva²

¹ Lomonosov Moscow State University; 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia

² Endocrinology Research Centre; 11, Dmitry Ulyanov St., Moscow, 117036, Russia

Abstract

Introduction. Differential diagnosis of primary and secondary hyperparathyroidism is crucial for determining treatment tactics. Diagnosis directly depends on the assessment of calcemia, for which the determination of total, ionized, and albumin-adjusted calcium is used. However, the diagnostic value of various methods for assessing calcemia remains a subject of debate.

Aim. To compare the effectiveness of calcemia assessment methods in the differential diagnosis of primary and secondary hyperparathyroidism.

Materials and methods. The study evaluated the diagnostic informativeness of various methods for determining serum calcium (total; ionized, estimated by calculation; adjusted for albumin level), taking into account their sensitivity, specificity, and predictive value for diagnosing the normocalcemic variant of PHPT (nPHPT) among patients hospitalized at the Department of Parathyroid Pathology and Mineral Metabolism Disorders of the Federal State Budgetary Institution “National Medical Research Center for Endocrinology named after Academician I.I. Dedov” of the Ministry of Health of Russia from 2018 to 2024. An additional analysis of the clinical and laboratory characteristics of nPHPT compared to patients with secondary hyperparathyroidism (SHPT) was conducted. Statistical analysis was performed using the STATISTICA 12 software package (StatSoft, Inc.). ROC analysis was performed to analyze the diagnostic value of the studied methods.

Results. The frequency of the normocalcemic variant of primary hyperparathyroidism was 6.7%. No significant differences from secondary hyperparathyroidism were found in the main clinical and biochemical parameters. Total and albumin-adjusted calcium proved to be the most informative for diagnosis, while ionized calcium, estimated by calculation, showed less value.

Conclusions. For the differential diagnosis of primary and secondary hyperparathyroidism, total and albumin-adjusted calcium levels are of the greatest value and can be considered as priority methods for assessing calcemia in clinical practice.

Keywords: hyperparathyroidism, calcemia, total calcium, albumin-corrected calcium, ventilation function, dyspnea

For citation: Proshkina AS, Gorbacheva AM, Pershina-Miliutina AP, Aredov AV, Eremkina AK, Mokrysheva NG. Diagnostic value of different methods for assessing calcemia in primary and secondary hyperparathyroidism. *Meditinskiy Sovet*. 2026;20(7):84–92. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2026-170>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Кальций играет важнейшую роль в организме, обеспечивая не только минерализацию костной ткани, но и регуляцию мышечных сокращений, передачу сигналов и гормональную секрецию [1–3]. Во внеклеточной жидкости он представлен в трех формах: белково-связанной, свободной («ионизированной») и комплексной (т. е. связанной с анионными остатками) [4]. Краткосрочную стабилизацию кальциемии обеспечивает альбуминовый буфер, чувствительный к колебаниям pH, тогда как долговременный контроль поддерживается за счет секреции паратиреоидного гормона (ПТГ) и активации витамина D [5–8].

Гиперпаратиреоз – синдром, связанный с повышением сывороточной концентрации ПТГ. В клинической практике наиболее часто встречаются его первичная (ПГПТ) и вторичная (ВГПТ) формы. Их дифференциальная диагностика имеет ключевое значение, т. к. при ПГПТ основным методом лечения является хирургическое вмешательство, тогда как ВГПТ лечится консервативно. В последние годы описан также нормокальциемический вариант ПГПТ (нПГПТ), диагностируемый при стойком повышении ПТГ и нормокальциемии после исключения вторичных причин повышения гормона. Распространенность нПГПТ существенно варьирует и в среднем составляет порядка 5–7% [9–11].

В клинической практике кальциемию оценивают тремя основными способами: измерением концентраций ионизированного ($Ca_{\text{ион.}}$), общего ($Ca_{\text{общ.}}$) и расчетом альбумин-скорректированного ($Ca_{\text{скорр.}}$) кальция сыворотки крови. Прямое измерение $Ca_{\text{ион.}}$ считается наиболее точным, но требует соблюдения строгих преаналитических условий (pH, температура, ограничение контакта с воздухом) и специального оборудования – потенциометрии с помощью ион-селективных электродов. Однако лишь в ограниченном количестве лабораторий имеются приборы и ионоселективные электроды для определения

ионизированного кальция, поэтому были разработаны расчетные формулы для оценки этого параметра. Расчетные методы значимо уступают прямому, т. к. не учитывается влияние гепарина, цитратов, электролитов (магния, фосфора) и показатели pH в момент взятия крови [12–15]. Методы оценки $Ca_{\text{общ.}}$ проще и применяются шире, однако их точность снижается при гипоальбуминемии и нарушениях кислотно-щелочного равновесия [16–18]. В клинической практике используются формулы для расчета альбумин-скорректированного кальция, включая модифицированную формулу Пейна [19, 20]. Современные исследования показывают, что при нормальном альбумине и pH $Ca_{\text{общ.}}$ хорошо коррелирует с $Ca_{\text{ион.}}$, тогда как расчет $Ca_{\text{скорр.}}$ не всегда повышает точность диагностики, особенно в случае хронической болезни почек и ожидаемой гипоальбуминемии [21–24]. В настоящее время российские и международные клинические рекомендации по первичному гиперпаратиреозу ориентируют на использование $Ca_{\text{скорр.}}$ и/или $Ca_{\text{ион.}}$ (при его определении прямым методом) [25, 26]. **Целью** настоящей работы являлось изучение диагностической ценности различных способов оценки кальциемии в дифференциальной диагностике первичного и вторичного гиперпаратиреоза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Место и время проведения исследования

Исследование проведено на базе отделения патологии околощитовидных желез и нарушений минерального обмена ФГБУ «НМИЦ эндокринологии им. академика И.И. Дедова» Минздрава России (далее – Центр) и носило ретроспективный характер.

Критерии включения

Включение пациентов осуществлялось при наличии подписанного добровольного информированного согласия и соответствия критериям. Были сформированы две группы исследования. В группу ПГПТ вошли пациенты

с соответствующим диагнозом, установленным в соответствии с действующими клиническими рекомендациями, и госпитализированные в указанное отделение в период с января 2018 г. по декабрь 2024 г. включительно и перенесшие хирургическое лечение в Центре с последующей верификацией диагноза при гистологическом исследовании. Группу ВГПТ составили пациенты, соответствующий диагноз у которых был подтвержден в результате дифференциально-диагностических проб (с холекальциферолом, альфакальцитриолом, кальцитриолом, гидрохлоротиазидом) в указанный период при госпитализации или амбулаторном обращении.

Оцениваемые параметры

Оценивались пол, возраст, индекс массы тела (ИМТ, по стандартной формуле «масса (кг)/рост (м)²»), концентрации $Ca_{\text{общ.}}$ (ммоль/л, референсный интервал (РИ) 2,15–2,55), $Ca_{\text{ион.}}$ (ммоль/л, РИ 1,03–1,29), $Ca_{\text{скорр.}}$ (ммоль/л, РИ 2,15–2,55), ПТГ (пг/мл, РИ 15–65), альбумина (г/л, РИ 35–50), фосфора (ммоль/л, РИ 0,74–1,52), щелочной фосфатазы (ЩФ, ЕД/л, РИ 40–150), 25(ОН) витамина D (нг/мл, РИ 30–100), скорость клубочковой фильтрации по формуле СКД-ЕРІ (СКФ, мл/мин/1,73 м²) и суточная кальциурия (ммоль/сут, РИ 2,5–8,0). Альбумин-скорректированный кальций рассчитывался по модифицированной формуле Пейна [27].

- **Рисунок 1.** Дизайн исследования
- **Figure 1.** Design of study



Аналитическое оборудование

Лабораторные исследования выполнялись в клинико-диагностической лаборатории Центра. $Ca_{\text{общ.}}$, альбумин, креатинин, кальций в суточной моче анализировались при помощи автоматического биохимического анализатора ARCHITECT c8000 (Abbott, США); ПТГ – электрохемилюминесцентного анализатора Cobas 6000 (Roche, Германия). Определение $Ca_{\text{ион.}}$ проводилось расчетным методом на том же оборудовании.

Дизайн исследования

Всего в исследование были включены 1 150 пациентов, из них 1 059 пациентов с ПГПТ (92%) и 91 пациент с ВГПТ (8%). Для анализа были отобраны те пациенты, у которых имелись данные о всех трех показателях оценки кальциемии ($Ca_{\text{общ.}}$, $Ca_{\text{ион.}}$, $Ca_{\text{скорр.}}$). Таким образом, были получены группы из 432 пациентов с ПГПТ (группа ПГПТ-3Ca) и 40 пациентов с ВГПТ (группа ВГПТ-3Ca). Из группы ПГПТ-3Ca отдельно в группу нПГПТ были выделены пациенты, у которых наблюдалась нормокальциемия по всем трем исследованным параметрам. Дизайн исследования представлен на *рис. 1*.

Статистический анализ

Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения STATISTICA 12 (StatSoft, Inc.). Количественные данные представлены в виде медианы и межквартильного размаха Me [Q1; Q3], качественные – в виде абсолютных (n) и относительных (%) частот. Для сравнения независимых групп по количественным признакам использовался критерий Манна – Уитни (U-тест), а для сравнения по качественным – точный двусторонний критерий Фишера (ТКФ). Для корреляционного анализа применялся критерий Спирмена. Критический уровень значимости принимался равным 0,05, при множественных сравнениях использовалась поправка Бонферрони посредством корректировки порога значимости.

Для оценки диагностической ценности методов определения кальция был выполнен ROC-анализ с использованием онлайн-сервиса «Инструмент для ROC-анализа диагностических тестов»¹. Рассчитывались чувствительность (ДЧ), специфичность (ДС), прогностическая ценность положительного (ПЦПР) и отрицательного (ПЦОР) результатов, площадь под кривой (AUC). Отрезные точки для $Ca_{\text{общ.}}$, $Ca_{\text{ион.}}$ и $Ca_{\text{скорр.}}$ определялись по критерию Юдена.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В группе ПГПТ-3Ca (n = 432) при оценке $Ca_{\text{общ.}}$ нормокальциемия наблюдалась у 7,2% (n = 31), при оценке $Ca_{\text{скорр.}}$ – у 18,1% (n = 78), в то время как при оценке $Ca_{\text{ион.}}$ – у 43,5% (n = 188). По всем трем параметрам нормокальциемия наблюдалась только у 6,7% пациентов (n = 29), которые составили подгруппу нПГПТ.

На первом этапе группа нПГПТ, состоящая из пациентов с ПГПТ и нормокальциемией, была сопоставлена с группой ВГПТ-3Ca, их сравнительная характеристика представлена в *табл. 1*.

¹ <https://roc-analysis.mosmed.ai>.

Медиана возраста в группе нПГПТ составила 60 [56; 67] лет, соотношение мужчин к женщинам – 1:28. Медиана возраста в группе ВГПТ-3Са составила 58 [48; 65] лет, соотношение мужчин к женщинам – 1:9. Изучаемые группы были сопоставимы по возрасту, полу, ИМТ, СКФ. По концентрациям $Ca_{общ.}$, $Ca_{ион.}$ и $Ca_{скорр.}$ статистически значимых различий между группами обнаружено не было. В группе нПГПТ статистически значимо была выше концентрация ПТГ и фосфора ($p < 0,001$), а в группе ВГПТ-3Са статистически значимо был выше уровень витамина D ($p < 0,001$).

Далее мы сравнили между собой группы пациентов с ПГПТ (группа ПГПТ-3Са, $n = 432$) и с ВГПТ (группа ВГПТ-3Са, $n = 40$). Медиана возраста в группе ПГПТ-3Са составила 59 [50; 66] лет; в группе ВГПТ-3Са – 58 [48; 65] лет. Ожидается между группами выявлены статистически значимые различия по $Ca_{общ.}$, $Ca_{скорр.}$ и $Ca_{ион.}$: в группе ПГПТ-3Са эти показатели были статистически значимо выше, чем в группе ВГПТ-3Са ($p < 0,001$). Сравнительная характеристика пациентов обеих групп на момент обращения представлена в табл. 2.

● **Таблица 1.** Сравнительная характеристика групп нормокальциемического варианта первичного гиперпаратиреоза и вторичного гиперпаратиреоза-3Са

● **Table 1.** Comparative characteristics of the nPHPT and SHPT groups

Параметр		Группа нПГПТ		Группа ВГПТ-3Са		p, U-тест
		n	Me [Q1; Q3]	n	Me [Q1; Q3]	
Возраст, лет		29	60 [56; 67]	40	58 [48; 65]	0,285
Пол	М	29	1 (3%)	40	1 (10%)	0,390*
	Ж		28 (97%)		9 (90%)	
ИМТ, кг/м ²		29	27,24 [24,78; 31,24]	40	27,37 [21,70; 31,41]	0,580
$Ca_{общ.}$, ммоль/л		29	2,49 [2,38; 2,54]	40	2,40 [2,31; 2,50]	0,117
$Ca_{ион.}$, ммоль/л		29	1,18 [1,11; 1,20]	40	1,21 [1,13; 1,31]	0,036
$Ca_{скорр.}$, ммоль/л		29	2,41 [2,32; 2,47]	40	2,33 [2,27; 2,42]	0,285
ПТГ, пг/мл		29	149,50 [114,10; 259,00]	40	90,30 [78,05; 107,75]	<0,001
Фосфор, ммоль/л		27	0,86 [0,74; 1,00]	32	1,10 [1,01; 1,20]	<0,001
рСКФ по CKD-EPI, мл/мин/1,73 м ²		29	86 [83; 95]	39	86 [68; 92]	0,499
25(ОН) витамин D, нг/мл		18	18,97 [15,43; 32,39]	37	33,80 [29,70; 46,10]	<0,001
Са суточной мочи, ммоль/сут		27	7,51 [4,20; 11,59]	37	4,98 [3,20; 8,90]	0,125

Примечание. Поправка Бонферрони $p_0 = 0,05 / 11 = 0,005$.

* Точный двусторонний критерий Фишера.

● **Таблица 2.** Сравнительная характеристика пациентов исследуемых групп нормокальциемического варианта первичного гиперпаратиреоза и вторичного гиперпаратиреоза-3Са

● **Table 2.** Comparative characteristics of patients in the study groups PHPT-3Ca and SHPT-3Ca

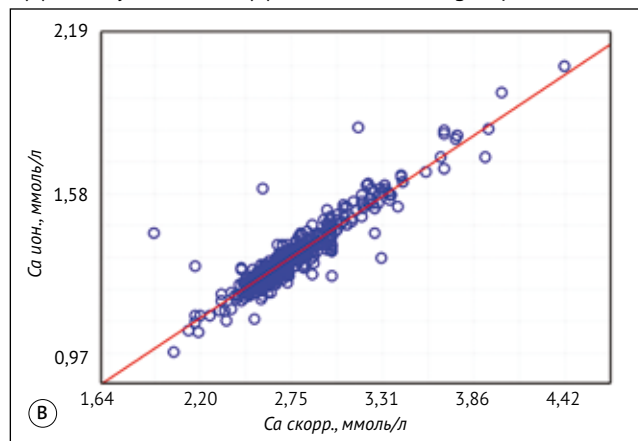
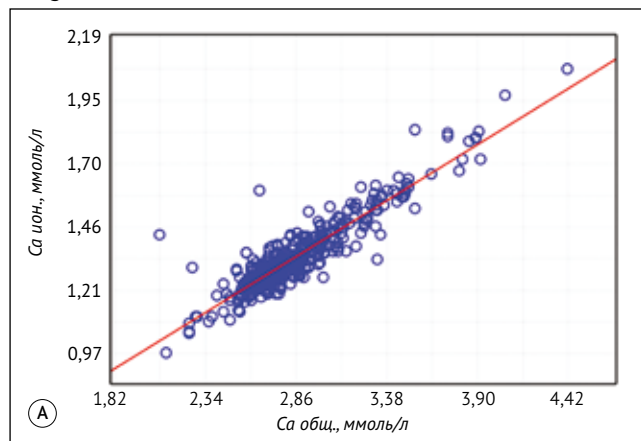
Параметр		Группа ПГПТ-3Са		Группа ВГПТ-3Са		p, U-тест
		n	Me [Q1; Q3]	n	Me [Q1; Q3]	
Возраст, лет		432	59 [50; 66]	40	58 [48; 65]	0,700
Пол	М	432	29 (6,7%)	40	4 (10%)	0,510*
	Ж		403 (93,3%)		36 (90%)	
ИМТ, кг/м ²		428	27,59 [24,54; 30,91]	40	27,37 [21,70; 31,41]	0,458
$Ca_{общ.}$, ммоль/л		432	2,78 [2,68; 2,99]	40	2,40 [2,31; 2,50]	<0,001
$Ca_{ион.}$, ммоль/л		432	1,31 [1,25; 1,39]	40	1,21 [1,13; 1,31]	<0,001
$Ca_{скорр.}$, ммоль/л		432	2,70 [2,59; 2,89]	40	2,33 [2,27; 2,42]	<0,001
ПТГ, пг/мл		432	151,30 [111,05; 270,60]	40	90,30 [78,05; 107,75]	<0,001
Фосфор, ммоль/л		421	0,85 [0,74; 0,95]	32	1,10 [1,01; 1,20]	<0,001
рСКФ по CKD-EPI, мл/мин/1,73 м ²		432	86 [74; 97]	39	86 [68; 92]	0,396
25(ОН) витамин D, нг/мл		265	22,12 [14,30; 32,60]	37	33,80 [29,70; 46,10]	<0,001
Са суточной мочи, ммоль/сут		412	8,48 [5,73; 10,83]	37	4,98 [3,20; 8,90]	<0,001

Примечание. Поправка Бонферрони $p_0 = 0,05 / 11 = 0,005$.

* Точный двусторонний критерий Фишера.

● **Рисунок 2.** Корреляция между концентрациями $Ca_{\text{общ.}}$ и $Ca_{\text{ион.}}$ (А) и $Ca_{\text{скорр.}}$ и $Ca_{\text{ион.}}$ (В) в группе первичного гиперпаратиреоза-3Са

● **Figure 2.** Correlation between concentrations of Ca_{tot} and Ca_{ion} (A); Ca_{adj} and Ca_{ion} (B) in the PHPT-3Ca group



В группе ПГПТ-3Са была выявлена прямая сильная корреляционная связь между концентрациями $Ca_{\text{общ.}}$ и $Ca_{\text{ион.}}$ ($r = 0,855$, $p < 0,001$, *рис. 2А*), а также между $Ca_{\text{скорр.}}$ и $Ca_{\text{ион.}}$ ($r = 0,905$, $p < 0,001$, *рис. 2В*).

В группе ВГПТ-3Са линейная корреляция $Ca_{\text{общ.}}$ с $Ca_{\text{ион.}}$ отсутствовала ($p = 0,136$), наблюдалась корреляция слабой силы между $Ca_{\text{скорр.}}$ и $Ca_{\text{ион.}}$ ($r = 0,352$, $p = 0,026$, *рис. 3*).

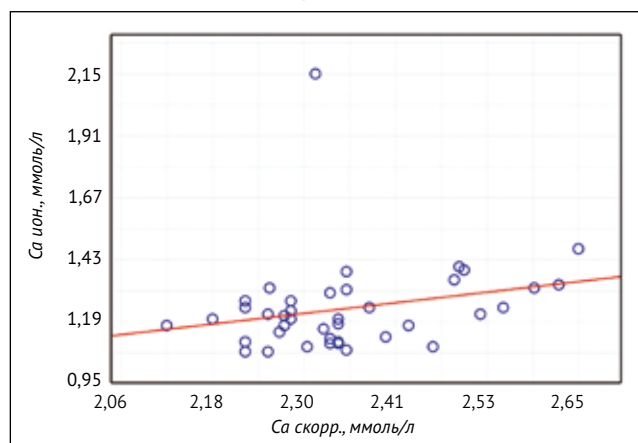
Исходя из концентрации кальция крови мы представили имеющиеся данные в виде таблицы сопряженности (*табл. 3*).

Для попарной оценки чувствительности и специфичности исследуемых методов был проведен ROC-анализ, по данным которого все три показателя – $Ca_{\text{общ.}}$ (AUC = 0,942), $Ca_{\text{ион.}}$ (AUC = 0,761) и $Ca_{\text{скорр.}}$ (AUC = 0,943) – продемонстрировали высокую диагностическую значимость, при этом $Ca_{\text{общ.}}$ и $Ca_{\text{скорр.}}$ имели преимущество перед $Ca_{\text{ион.}}$. Результаты анализа представлены на *рис. 4*.

С помощью критерия Юдена найдена отрезная точка сывороточной концентрации $Ca_{\text{общ.}}$ для диагностики ПГПТ – 2,56 ммоль/л. Операционные характеристики: AUC 0,942 (95% ДИ 0,907–0,976), ДЧ 92,6% (95% ДИ 90,1–95,1%), ДС 87,5% (95% ДИ 77,3–97,7%), ПЦПР 98,8% (95% ДИ 97,8–99,8%), ПЦОР 52,2% (95% ДИ 40,2–64,2%). Отрезная точка сывороточной концентрации $Ca_{\text{ион.}}$ для диагностики ПГПТ составила 1,24 ммоль/л. Операционные характеристики: AUC 0,761 (95%-ный ДИ 0,668–0,853), ДЧ 80,8% (95%-ный ДИ 77,1–84,5%), ДС 67,5% (95%-ный ДИ 53–82%), ПЦПР 96,4% (95%-ный ДИ 94,5–98,3%), ПЦОР 24,5% (95%-й ДИ 16,5–32,5%). Отрезная точка сывороточной концентрации $Ca_{\text{скорр.}}$ для

● **Рисунок 3.** Корреляция между концентрациями $Ca_{\text{скорр.}}$ и $Ca_{\text{ион.}}$ в группе вторичного гиперпаратиреоза-3Са

● **Figure 3.** Correlation between concentrations of Ca_{adj} and Ca_{ion} in the SHPT-3Ca group



диагностики ПГПТ составила 2,51 ммоль/л. Операционные характеристики: AUC 0,943 (95%-ный ДИ 0,913–0,973), ДЧ 89,1% (95%-ный ДИ 82,6–92%), ДС 87,5% (95%-ный ДИ 77,3–97,7%), ПЦПР 98,7% (95%-ный ДИ 97,6–99,8%), ПЦОР 42,7% (95%-ный ДИ 32–53,4%).

Сопряженность для всех указанных параметров представлена в *табл. 4–6*.

Площадь под кривой $Ca_{\text{общ.}}$ и $Ca_{\text{скорр.}}$ была статистически значимо больше, чем у $Ca_{\text{ион.}}$ ($p = 0,012$ и $0,010$ соответственно). Статистически значимых различий между AUC $Ca_{\text{общ.}}$ и $Ca_{\text{скорр.}}$ не выявлено ($p = 0,934$).

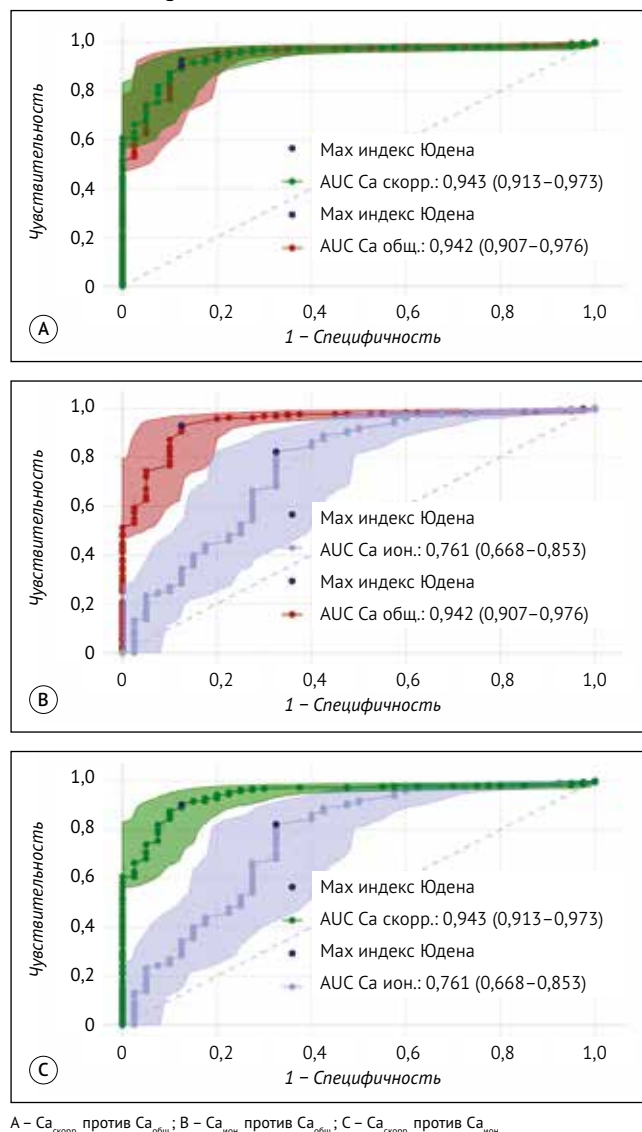
● **Таблица 3.** Таблица сопряженности для методов оценки кальциемии

● **Table 3.** Contingency table for methods of assessing calcemia

Метод оценки кальциемии	ПГПТ, выявлена гиперкальциемия по данному показателю	ПГПТ, не выявлена гиперкальциемия по данному показателю	ВГПТ, выявлена гиперкальциемия по данному показателю	ВГПТ, не выявлена гиперкальциемия по данному показателю
$Ca_{\text{общ.}}$ (РИ 2,15–2,55 ммоль/л)	401 (92,8%)	31 (7,2%)	5 (12,5%)	35 (87,5%)
$Ca_{\text{скорр.}}$ (РИ 2,15–2,55 ммоль/л)	354 (81,9%)	78 (18,1%)	3 (7,5%)	37 (92,5%)
$Ca_{\text{ион.}}$ (РИ 1,03–1,29 ммоль/л)	244 (56,5%)	188 (43,5%)	11 (27,5%)	29 (72,5%)

● **Рисунок 4.** ROC-анализ различных методов оценки кальциемии в диагностике первичного гиперпаратиреоза

● **Figure 4.** ROC analysis of various methods for assessing calcemia in diagnostics of PHPT



А – Ca скорр. против Ca общ.; В – Ca ион. против Ca общ.; С – Ca скорр. против Ca ион.

ОБСУЖДЕНИЕ

Репрезентативность выборок

Набор пациентов проводился на базе ФГБУ «НМИЦ эндокринологии им. академика И.И. Дедова» Минздрава России – федерального центра, в который направляются пациенты с тяжелым течением заболевания или в сложных диагностических ситуациях, что могло привести к смещению выборки. В то же время сильной стороной исследования является гистологическая верификация ПГПТ у пациентов соответствующих групп.

Сопоставление с другими публикациями

В нашем исследовании впервые были сопоставлены три метода оценки кальциемии у пациентов с верифицированным нормокальциемическим ПГПТ и ВГПТ (группы нПГПТ и ВГПТ-3Ca соответственно). Аналогичных исследований при анализе литературы авторами обнаружено

● **Таблица 4.** Матрица классификации пациентов с наличием первичного или вторичного гиперпаратиреоза с использованием отрезной точки Ca_{общ.}, равной 2,56 ммоль/л

● **Table 4.** Classification table for patients with PHPT or SHPT using Ca tot = 2.56 mmol/L cut-off

	ПГПТ	ВГПТ
Ca _{общ.} > 2,56 ммоль/л	400	5
Ca _{общ.} ≤ 2,56 ммоль/л	32	35

● **Таблица 5.** Матрица классификации пациентов с наличием первичного или вторичного гиперпаратиреоза с использованием отрезной точки Ca_{ион.}, равной 1,24 ммоль/л

● **Table 5.** Classification table for patients with PHPT or SHPT using Ca ion = 1.24 mmol/L cut-off

	ПГПТ	ВГПТ
Ca _{ион.} > 1,24 ммоль/л	349	13
Ca _{ион.} ≤ 1,24 ммоль/л	83	27

● **Таблица 6.** Матрица классификации пациентов с наличием первичного или вторичного гиперпаратиреоза с использованием отрезной точки Ca_{скорр.}, равной 2,51 ммоль/л

● **Table 6.** Classification table for patients with PHPT or SHPT using Ca adj = 2.51 mmol/L cut-off

	ПГПТ	ВГПТ
Ca _{скорр.} > 2,510 ммоль/л	385	5
Ca _{скорр.} ≤ 2,510 ммоль/л	47	35

не было, что требует дальнейшей верификации результатов на больших выборках. Более низкие концентрации 25(OH)D в группе нПГПТ объясняются тем, что ПГПТ ассоциирован с более активным метаболизмом 25(OH)D. Это происходит, во-первых, из-за его усиленной конверсии в активную форму, стимулируемой избытком ПТГ [28, 29], а во-вторых, из-за повышенной инактивации, обусловленной ауторегуляторным влиянием высоких уровней 1,25(OH)₂D [30]. Хотя некоторые эксперты допускают существование обратной причинно-следственной связи, при которой дефицит витамина D является первичным фактором, а не следствием ПГПТ [31], против этой гипотезы свидетельствует тот факт, что после паратиреоидэктомии у пациентов наблюдается увеличение концентрации 25(OH)D даже без приема препаратов витамина D [32].

При корреляционном анализе мы установили наличие прямой сильной связи между концентрациями Ca_{общ.} и Ca_{ион.}, Ca_{скорр.} и Ca_{ион.} у пациентов с ПГПТ и умеренной связи между Ca_{скорр.} и Ca_{ион.} при ВГПТ. В исследовании N. Desgagnés et al. Ca_{общ.} (r² = 71,7%) имел более сильную корреляцию с Ca_{ион.}, чем Ca_{скорр.} по модифицированной формуле Пейна (r² = 68,9), в связи с чем авторы отмечали, что применение корректировочных формул может приводить к некорректной оценке кальциемии, особенно при гипоальбуминемии [33]. Аналогичные результаты были получены и в работе P. Ridefelt [22]. В то же время важно отметить, что эти исследования выполнялись в общей

популяции и не были нацелены на диагностику, в т. ч. дифференциальную, гиперпаратиреоза. Наши результаты не позволяют так категорично заявить о лучшей согласованности $Ca_{\text{общ.}}$ с $Ca_{\text{ион.}}$, чем $Ca_{\text{скорр.}}$ с $Ca_{\text{ион.}}$. Стоит отметить, что в т. ч. это может быть обусловлено и расчетным методом определения $Ca_{\text{ион.}}$ – наиболее распространенным способом в российских лабораториях.

В исследовании E. Nordenström et al. $Ca_{\text{общ.}}$ и $Ca_{\text{ион.}}$ характеризовались одинаковой ДЧ (96%) по отдельности и большей ДЧ (99%) при применении комбинации этих способов оценки кальциемии в диагностике ПГПТ [34]. В то же время в это исследование были включены 436 пациентов с ПГПТ, группы ВГПТ и нПГПТ не выделялись, а в группе пациентов с умеренной гиперкальциемией (<2,7 ммоль/л) корреляционная связь между $Ca_{\text{общ.}}$ и $Ca_{\text{ион.}}$ была слабой. Кроме того, на дооперационном этапе 35 пациентов из выборки имели нормальную концентрацию ПТГ, у 6 пациентов наблюдалась нормокальциемия, дифференциально-диагностические пробы не проводились, а у ряда пациентов по результатам послеоперационного гистологического исследования определялась гиперплазия ОЩЖ, что в целом ставит под сомнение исходный диагноз ПГПТ.

В работе J. Pekar et al. [35], выполненной на основании анализа кальциемии у пациентов, обращавшихся за консультативной помощью в различные университетские больницы Франции по различным поводам, авторы принимали за эталон измерение $Ca_{\text{ион.}}$ ион-селективным электродом. Результаты их исследования указывают на хорошую согласованность результатов определения кальциемии по $Ca_{\text{общ.}}$ и $Ca_{\text{скорр.}}$ по формуле Пейна с $Ca_{\text{ион.}}$ только в случаях с нормальным уровнем альбумина (35–52 г/л). В ситуации гипоальбуминемии метод $Ca_{\text{скорр.}}$ давал завышенные значения в 80% случаев, в то время как определение $Ca_{\text{общ.}}$ имело большую согласованность с $Ca_{\text{ион.}}$. Схожие результаты были получены в исследовании N. Desgagnés et al., включившем 22 658 пациентов, обратившихся за амбулаторной помощью с различными заболеваниями в провинции Альберта (Канада) [33]: для определения $Ca_{\text{ион.}}$ как и в работе J. Pekar, применялся прямой потенциометрический метод. При выявлении пациентов с гипокальциемией, нормокальциемией или гиперкальциемией $Ca_{\text{общ.}}$ показал наибольшую согласованность (74,5%) с $Ca_{\text{ион.}}$, чем $Ca_{\text{скорр.}}$ с использованием оригинальной формулы Пейна и модифицированной формулы Пейна (согласованность 58,7 и 63,0% соответственно). Таким образом, был сделан вывод, что $Ca_{\text{общ.}}$ является лучшей альтернативой $Ca_{\text{ион.}}$. В описанных выше исследованиях за референсный метод был принят метод измерения $Ca_{\text{ион.}}$, и другие способы определения кальциемии сравнивались с ним.

В нашем исследовании методом, подтверждающим диагноз ПГПТ, было гистологическое исследование. Аналогично была проведена работа G. Ong et al. [36]: у большинства пациентов (75%) с гистологически верифицированной патологией ОЩЖ (n = 143, 86% – одиночные аденомы, 3% – множественные аденомы, 10% – гиперплазии, 1% – карцинома) на момент постановки диагноза наблюдалась гиперкальциемия и по $Ca_{\text{общ.}}$ и по $Ca_{\text{ион.}}$

а у 24% – изолированная гиперкальциемия по $Ca_{\text{ион.}}$ для оценки $Ca_{\text{ион.}}$ использовался ион-селективный электрод. Помимо этого, авторы отмечают, что $Ca_{\text{ион.}}$ был повышен у 10% пациентов с нормальным уровнем $Ca_{\text{общ.}}$, повышенным уровнем ПТГ и отсутствием основных причин ВГПТ. В связи с этим авторы предлагают преимущественно ориентироваться на $Ca_{\text{ион.}}$. Отличие в результатах с настоящим исследованием обусловлено лабораторными особенностями: в работе G. Ong et al. исследования проводились на базе нескольких учреждений, тогда как в нашем случае исследования преимущественно выполнялись на базе экспертной лаборатории ФГБУ «НМИЦ эндокринологии им. академика И.И. Дедова» Минздрава России при нахождении пациентов в стационаре, а также отличиями в методах определения $Ca_{\text{ион.}}$ (прямая потенциометрия против расчетного соответствия).

Таким образом, на сегодняшний день эталонный метод определения кальциемии не определен. И несмотря на ряд преимуществ в определении ионизированного кальция прямым методом, его ограниченная доступность в условиях реальной клинической практики диктует необходимость в разработке новых методов оценки кальциемии. Это особенно важно для скринингового измерения уровня кальция, требующего быстрого результата, когда нет возможности использовать полноценную лабораторию со сложной преаналитической подготовкой.

Клиническая значимость результатов

По результатам настоящего исследования оценка как $Ca_{\text{общ.}}$, так и $Ca_{\text{скорр.}}$ обладает большей прогностической силой для диагностики ПГПТ, чем измерение $Ca_{\text{ион.}}$ расчетным способом с точки зрения выявления гиперкальциемии. Статистически значимых различий между диагностической ценностью определения $Ca_{\text{скорр.}}$ и $Ca_{\text{общ.}}$ выявлено не было. Тем не менее методом определения $Ca_{\text{общ.}}$ у 7,2% пациентов с гистологически подтвержденным ПГПТ определялась нормокальциемия, а при использовании $Ca_{\text{скорр.}}$ – у 18,1%, что должно быть принято во внимание в клинической практике.

Ограничения исследования

Наше исследование носило ретроспективный характер, $Ca_{\text{ион.}}$ определялся расчетным, а не прямым потенциометрическим методом. Также интерпретацию данных ограничивает разница объема сформированных групп.

Направления дальнейших исследований

Перспективными направлениями дальнейших исследований представляются проведение проспективных многоцентровых исследований для валидации полученных результатов на более крупных и репрезентативных выборках, включая пациентов с различной степенью тяжести заболевания и сопутствующей патологией; сравнение результатов с определением ионизированного кальция прямым потенциометрическим методом, а также углубленное изучение факторов, влияющих на преаналитическую вариабельность, и разработка стандартизированных протоколов для минимизации этих погрешностей;

сравнительный анализ диагностической эффективности различных корректировочных формул для расчета кальция у пациентов с гипоальбуминемией и нарушениями кислотно-щелочного равновесия, а также оценка экономической эффективности и клинической целесообразности рутинного использования общего или альбумин-скорректированного кальция в качестве приоритетных скрининговых методов в реальной клинической практике.

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование демонстрирует, что общий и альбумин-скорректированный кальций обладают наибольшей диагностической ценностью для

дифференциальной диагностики первичного и вторичного гиперпаратиреоза, превосходя в этом отношении расчетный ионизированный кальций. Частота нормоальциемического варианта первичного гиперпаратиреоза в нашей когорте составила 6,7%, что подчеркивает важность учета данного клинического фенотипа. Учитывая ограниченную доступность прямого потенциометрического измерения ионизированного кальция, полученные данные подтверждают клиническую целесообразность и достаточность использования общего и альбумин-скорректированного кальция в качестве основных маркеров кальциемии при первичном гиперпаратиреозе.



Поступила / Received 10.03.2026

Поступила после рецензирования / Revised 24.03.2026

Принята в печать / Accepted 25.03.2026

Список литературы / References

1. Peacock M. Calcium metabolism in health and disease. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2010;5(Suppl. 1):S23–S30. <https://doi.org/10.2215/CJN.05910809>.
2. Osterhoff G, Morgan EF, Shefelbine SJ, Karim L, McNamara LM, Augat P. Bone mechanical properties and changes with osteoporosis. *Injury*. 2010;5(Suppl. 1):S23–S30. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(16\)47003-8](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(16)47003-8).
3. Brown EM. Extracellular Ca²⁺ sensing, regulation of parathyroid cell function, and role of Ca²⁺ and other ions as extracellular (first) messengers. *Physiol Rev*. 1991;71(2):371–411. <https://doi.org/10.1152/physrev.1991.71.2.371>.
4. Baird GS. Ionized calcium. *Clin Chim Acta*. 2011;412(9–10):696–701. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2011.01.004>.
5. Flowers KC, Shipman KE, Shipman AR, Gittoes NJL. Investigative algorithms for disorders causing hypercalcaemia and hypocalcaemia: a narrative review. *J Lab Prec Med*. 2024;9:27. <https://doi.org/10.21037/jlpm-24-6>.
6. Wang S, McDonnell EH, Sedor FA, Toffaletti JG. pH effects on measurements of ionized calcium and ionized magnesium in blood. *Arch Pathol Lab Med*. 2002;126(8):947–950. <https://doi.org/10.5858/2002-126-0947-PEOMOI>.
7. Cheng HP, Wei S, Wei LP, Verkhratsky A. Calcium signaling in physiology and pathophysiology. *Acta Pharmacol Sin*. 2006;27(7):767–772. <https://doi.org/10.1111/j.1745-7254.2006.00399.x>.
8. Goltzman D, Mannstadt M, Marcocci C. Physiology of the Calcium-Parathyroid Hormone-Vitamin D Axis. In: *Giustina A, Bilezikian JP (eds.). Vitamin D in Clinical Medicine*. Basel, S. Karger AG; 2018, vol. 50, pp. 1–15. <https://doi.org/10.1159/000486060>.
9. Cusano NE, Cetani F. Normocalcemic primary hyperparathyroidism. *Arch Endocrinol Metab*. 2022;66(5):666–677. <https://doi.org/10.20945/2359-399700000556>.
10. Баранова ИА, Зыкова ТА. Нормоальциемический первичный гиперпаратиреоз – «новая эра» в диагностике старого заболевания. *Проблемы эндокринологии*. 2017;63(4):236–244. <https://doi.org/10.14341/probl2017634236-244>.
11. Baranova IA, Zykova TA. Normocalcemic primary hyperparathyroidism – ‘new era’ in diagnosis of an old disease. *Problemy Endokrinologii*. 2017;63(4):236–244. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/probl2017634236-244>.
12. Mokrysheva NG, Eremkina AK, Elfimova AR, Kovaleva EV, Miliutina AP, Bibik EE et al. The Russian registry of primary hyperparathyroidism, latest update. *Front Endocrinol*. 2023;14:1203437. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1203437>.
13. Vashist SK. Point-of-Care Diagnostics: Recent Advances and Trends. *Biosensors*. 2017;7(4):62. <https://doi.org/10.3390/bios7040062>.
14. Lyu Y, Gan S, Bao Y, Zhong L, Xu J, Wang W et al. Solid-Contact Ion-Selective Electrodes: Response Mechanisms, Transducer Materials and Wearable Sensors. *Membranes*. 2020;10(6):128. <https://doi.org/10.3390/membranes10060128>.
15. Boink AB, Buckley BM, Christiansen TF, Covington AK, Maas AH, Muller-Plathe O et al. IFCC recommendation on sampling, transport and storage for the determination of the concentration of ionized calcium in whole blood, plasma and serum. *J Automat Chem*. 1991;13(5):235–239. <https://doi.org/10.1155/S1463924691000391>.
16. Grych G, Roland E, Beauvais D, Maboudou P, Lippi G. Leukocytosis interference in clinical chemistry: Shall we still interpret test results without hematological data? *J Med Biochem*. 2020;39(1):66–71. <https://doi.org/10.2478/jomb-2019-0005>.
17. Toffaletti J, Blosser N, Kirvan K. Effects of storage temperature and time before centrifugation on ionized calcium in blood collected in plain vacutainer tubes and silicone-separator (SST) tubes. *Clin Chem*. 1984;30(4):553–556. <https://doi.org/10.1093/clinchem/30.4.553>.
18. Haverstick DM, Brill LB, 2nd, Scott MG, Bruns DE. Preanalytical variables in measurement of free (ionized) calcium in lithium heparin-containing blood collection tubes. *Clin Chim Acta*. 2009;403(1–2):102–104. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2009.01.026>.
19. Kallner A. Preanalytical procedures in the measurement of ionized calcium in serum and plasma. *Eur J Clin Chem Clin Biochem*. 1996;34(1):53–58. <https://doi.org/10.1515/cclm.1996.34.1.53>.
20. Barth JH, Fiddy JB, Payne RB. Adjustment of serum total calcium for albumin concentration: effects of non-linearity and of regression differences between laboratories. *Ann Clin Biochem*. 1996;33(1):55–58. <https://doi.org/10.1177/000456329603300108>.
21. Phillips P, Pain R. Correcting the calcium. *Br Med J*. 1977;1(6074):1473. <https://doi.org/10.1136/bmj.1.6074.1473-a>.
22. Tee MC, Holmes DT, Wiseman SM. Ionized vs serum calcium in the diagnosis and management of primary hyperparathyroidism: which is superior? *Am J Surg*. 2013;205(5):591–596; d <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2013.01.017>.
23. Ridefelt P, Helmersson-Karlqvist J. Albumin adjustment of total calcium does not improve the estimation of calcium status. *Scand J Clin Lab Invest*. 2017;77(6):442–447. <https://doi.org/10.1080/00365513.2017.1336568>.
24. Alhenc-Gelas M, Lefevre G, Bachmeyer C, M'Bappe P, Ouahabi S, Grateau G et al. Poor performance of albumin or protein-adjusted plasma calcium to diagnose dyscalcemia in hospitalized patients: A confirmatory study in a general internal medicine department. *Rev Med Interne*. 2022;43(4):206–211. <https://doi.org/10.1016/j.revmed.2021.11.006>.
25. Pawade YR, Ghangale SS, Dahake HS. Albumin-adjusted calcium: Are previously published regression equations reliable for your laboratory? – A pilot study. *Int J Med Sci Public Health*. 2013;2(2):217–222. <https://doi.org/10.5455/ijmsph.2013.2.209-214>.
26. Дедов ИИ, Мельниченко ГА, Мокрышева НГ, Андреева ЕН, Анциферов МБ, Бельцевич ДГ и др. Проект клинических рекомендаций по диагностике и лечению первичного гиперпаратиреоза у взрослых пациентов. *Эндокринная хирургия*. 2023;16(4):5–54. <https://doi.org/10.14341/serg12790>.
27. Dedov II, Melnichenko GA, Mokrysheva NG, Andreeva EN, Antsiferov MB, Beltsevich DG et al. Draft of clinical guidelines for the diagnosis and treatment of primary hyperparathyroidism in adult patients. *Endocrine Surgery*. 2022;16(4):5–54. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/serg12790>.
28. Bilezikian JP, Khan AA, Silverberg SJ, Fuleihan GE, Marcocci C, Minisola S et al. Evaluation and Management of Primary Hyperparathyroidism: Summary Statement and Guidelines from the Fifth International Workshop. *J Bone Miner Res*. 2022;37(11):2293–2314. <https://doi.org/10.1002/jbmr.4677>.
29. Мамедова ЕО, Голоунина ОО, Белая ЖЕ. Коррекция общего кальция в крови на альбумин: есть ли целесообразность? *Проблемы эндокринологии*. 2024;70(6):45–61. <https://doi.org/10.14341/probl13503>.
30. Mamedova EO, Golounina OO, Belaya ZE. Albumin adjustment of total serum calcium – is it worth doing? *Problemy Endokrinologii*. 2024;70(6):45–61. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/probl13503>.
31. Kabadi UM. Low 25-Hydroxyvitamin D in Primary Hyperparathyroidism: Enhanced Conversion Into 1,25-Hydroxyvitamin D May Not Be ‘True’ Deficiency. *JBMR Plus*. 2020;4(11):e10415. <https://doi.org/10.1002/jbmr.410415>.
32. Meng L, Su C, Shapses SA, Wang X. Total and free vitamin D metabolites in patients with primary hyperparathyroidism. *J Endocrinol Invest*. 2022;45(2):301–307. <https://doi.org/10.1007/s40618-021-01633-1>.
33. Clements MR, Davies M, Fraser DR, Lumb GA, Mawer EB, Adams PH. Metabolic inactivation of vitamin D is enhanced in primary hyperparathyroidism. *Clin Sci*. 1987;73(6):659–664. <https://doi.org/10.1042/cs0730659>.

31. Walker MD, Bilezikian JP. Vitamin D and primary hyperparathyroidism: more insights into a complex relationship. *Endocrine*. 2017;55(1):3–5. <https://doi.org/10.1007/s12020-016-1169-1>.
32. Wang X, Sheng Z, Meng L, Su C, Trooskin S, Shapses SA. 25-Hydroxyvitamin D and Vitamin D Binding Protein Levels in Patients With Primary Hyperparathyroidism Before and After Parathyroidectomy. *Front Endocrinol*. 2019;10:171. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00171>.
33. Desgagnes N, King JA, Kline GA, Seiden-Long I, Leung AA. Use of Albumin-Adjusted Calcium Measurements in Clinical Practice. *JAMA Netw Open*. 2025;8(1):e2455251. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.55251>.
34. Nordenstrom E, Katzman P, Bergenfelz A. Biochemical diagnosis of primary hyperparathyroidism: Analysis of the sensitivity of total and ionized calcium in combination with PTH. *Clin Biochem*. 2011;44(10-11):849–852. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2011.04.002>.
35. Pekar JD, Grzych G, Durand G, Haas J, Lionet A, Brousseau T et al. Calcium state estimation by total calcium: the evidence to end the never-ending story. *Clin Chem Lab Med*. 2020;58(2):222–231. <https://doi.org/10.1515/cclm-2019-0568>.
36. Ong GS, Walsh JP, Stuckey BG, Brown SJ, Rossi E, Ng JL et al. The importance of measuring ionized calcium in characterizing calcium status and diagnosing primary hyperparathyroidism. *J Clin Endocrinol Metab*. 2012;97(9):3138–3145. <https://doi.org/10.1210/jc.2012-1429>.

Вклад авторов:

Концепция статьи – Н.Г. Мокрышева
 Концепция и дизайн исследования – А.М. Горбачева
 Написание текста – А.С. Прошкина, А.М. Горбачева
 Сбор и обработка материала – А.С. Прошкина, А.М. Горбачева
 Обзор литературы – А.С. Прошкина
 Анализ материала – А.С. Прошкина, А.П. Першина-Милиутина, А.В. Аредов, А.К. Еремкина
 Статистическая обработка – А.С. Прошкина, А.П. Першина-Милиутина
 Редактирование – А.М. Горбачева
 Утверждение окончательного варианта статьи – Н.Г. Мокрышева

Contribution of authors:

Concept of the article – Natalia G. Mokrysheva
 Study concept and design – Anna M. Gorbacheva
 Text development – Anna S. Proshkina, Anna M. Gorbacheva
 Collection and processing of material – Anna S. Proshkina, Anna M. Gorbacheva
 Literature review – Anna S. Proshkina
 Material analysis – Anna S. Proshkina, Anastasiia P. Pershina-Miliutina, Aleksey V. Aredov, Anna K. Eremkina
 Statistical processing – Anna S. Proshkina, Anastasiia P. Pershina-Miliutina
 Editing – Anna M. Gorbacheva
 Approval of the final version of the article – Natalia G. Mokrysheva

Информация об авторах:

Прошкина Анна Сергеевна, студент, факультет фундаментальной медицины, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет фундаментальной медицины; 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1; <https://orcid.org/0009-0007-5416-5707>; anyuta.proshkina@gmail.com

Горбачева Анна Максимовна, к.м.н., врач-эндокринолог, Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии имени академика И.И. Дедова; 117036, Россия, Москва, ул. Дмитрия Ульянова, д. 11; <https://orcid.org/0000-0003-2669-9457>; gorbacheva.anna@endocrincntr.ru

Першина-Милиутина Анастасия Павловна, руководитель группы управления данными – врач-статистик, Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии имени академика И.И. Дедова; 117036, Россия, Москва, ул. Дмитрия Ульянова, д. 11; <https://orcid.org/0000-0002-9462-8522>; milyutina.anastasiya@endocrincntr.ru

Аредов Алексей Вячеславович, аналитик данных отдела цифровой трансформации, Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии имени академика И.И. Дедова; 117036, Россия, Москва, ул. Дмитрия Ульянова, д. 11; <https://orcid.org/0009-0007-1336-4152>; aredov.aleksey@endocrincntr.ru

Еремкина Анна Константиновна, к.м.н., заведующая отделением патологии околощитовидных желез и нарушений минерального обмена, Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии имени академика И.И. Дедова; 117036, Россия, Москва, ул. Дмитрия Ульянова, д. 11; <https://orcid.org/0000-0001-6667-062X>; eremkina.anna@endocrincntr.ru

Мокрышева Наталья Георгиевна, чл.- корр. РАН, д.м.н., профессор, директор, Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии имени академика И.И. Дедова; 117036, Россия, Москва, ул. Дмитрия Ульянова, д. 11; <https://orcid.org/0000-0002-9717-9742>; mokrisheva.natalia@endocrincntr.ru

Information about the authors:

Anna S. Proshkina, Student, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov Moscow State University; 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia; <https://orcid.org/0009-0007-5416-5707>; anyuta.proshkina@gmail.com

Anna M. Gorbacheva, Cand. Sci. (Med.), Endocrinologist, Endocrinology Research Centre; 11, Dmitry Ulyanov St., Moscow, 117036, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-2669-9457>; gorbacheva.anna@endocrincntr.ru

Anastasiia P. Pershina-Miliutina, Head of the Data Management Group – Statistician, Endocrinology Research Centre; 11, Dmitry Ulyanov St., Moscow, 117036, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9462-8522>; milyutina.anastasiya@endocrincntr.ru

Aleksey V. Aredov, Data Analyst, Digital Transformation Department, Endocrinology Research Centre; 11, Dmitry Ulyanov St., Moscow, 117036, Russia; <https://orcid.org/0009-0007-1336-4152>; aredov.aleksey@endocrincntr.ru

Anna K. Eremkina, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Pathology of Parathyroid Glands and Mineral Metabolism Disorders, Endocrinology Research Centre; 11, Dmitry Ulyanov St., Moscow, 117036, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-6667-062X>; eremkina.anna@endocrincntr.ru

Natalia G. Mokrysheva, Corr. Member RAS, Dr. Sci. (Med.), Professor, Director, Endocrinology Research Centre; 11, Dmitry Ulyanov St., Moscow, 117036, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9717-9742>; mokrisheva.natalia@endocrincntr.ru