

DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-164-4-33-39

## Асинхронная КТ денситометрия в оценке влияния оперативного лечения верхних отделов желудочно-кишечного тракта на минеральную плотность кости

Петрайкин А. В.<sup>1</sup>, Соловьев А. В.<sup>2</sup>, Чеснокова А. О.<sup>2</sup>, Петрайкин Ф. А.<sup>3</sup>, Низовцова Л. А.<sup>1</sup>, Сергунова К. А.<sup>1</sup>, Ахмад Е. С.<sup>1</sup>, Семенов Д. С.<sup>1</sup>, Владимирский А. В.<sup>1</sup>, Морозов С. П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы» (ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»), 109029, ул. Средняя Калитниковская д. 28, стр.1, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, ул. Трубецкая д. 8 стр.2, Москва, Россия

<sup>3</sup> Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, факультет фундаментальной медицины, 119192, Ломоносовский пр., д. 27, корп. 1. Москва, Россия

## Asynchronous quantitative computed tomography (QCT) in assessing the impact of the upper gastrointestinal tract on bone mineral density

A. V. Petraikin<sup>1</sup>, A. V. Soloviev<sup>2</sup>, A. O. Chesnokova<sup>2</sup>, F. A. Petrayaykin<sup>3</sup>, L. A. Nisovtsova<sup>1</sup>, K. A. Sergunova<sup>1</sup>, E. S. Akhmad<sup>1</sup>, D. S. Semenov<sup>1</sup>, A. V. Vladzymyrsky<sup>1</sup>, S. P. Morozov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Practical and Clinical Research Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies, Department of Healthcare of Moscow, 109029, 28–1, Srednyaya Kalitnikovskaya str., Moscow, Russia

<sup>2</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “I. M. Sechenov First Moscow State Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), 119991, 8–2, Trubetskaya str., Moscow, Russia

<sup>3</sup> Lomonosov Moscow State University, Faculty of Fundamental Medicine, 119192, 27/1, Lomonosovsky Ave., Moscow, Russia

**Для цитирования:** Петрайкин А. В., Соловьев А. В., Чеснокова А. О., Петрайкин Ф. А., Низовцова Л. А., Сергунова К. А., Ахмад Е. С., Семенов Д. С., Владимирский А. В., Морозов С. П. Асинхронная КТ денситометрия в оценке влияния оперативного лечения верхних отделов желудочно-кишечного тракта на минеральную плотность кости. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2019;164(4): 33–39. DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-164-4-33-39

**For citation:** Petraikin A. V., Soloviev A. V., Chesnokova A. O., Petrayaykin F. A., Nisovtsova L. A., Sergunova K. A., Akhmad E. S., Semenov D. S., Vladzymyrsky A. V., Morozov S. P. Asynchronous quantitative computed tomography (QCT) in assessing the impact of the upper gastrointestinal tract on bone mineral density. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2019;164(4): 33–39. (In Russ.) DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-164-4-33-39

**Петрайкин Алексей Владимирович**, к.м.н., доцент, с.н.с. отдела разработки средств контроля и технического мониторинга; ORCID: [orcid.org/0000-0003-1694-4682](https://orcid.org/0000-0003-1694-4682)

**Соловьев Александр Владимирович**, студент; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4485-2638>

**Чеснокова Анна Олеговна**, студент; ORCID: [orcid.org/0000-0002-8173-0667](https://orcid.org/0000-0002-8173-0667)

**Петрайкин Федор Алексеевич**, ординатор кафедры Лучевой диагностики, факультет фундаментальной медицины; ORCID: [orcid.org/0000-0001-6923-3839](https://orcid.org/0000-0001-6923-3839)

**Низовцова Людмила Арсеньевна**, д.м.н., профессор, главный научный сотрудник; ORCID: [orcid.org/0000-0002-9614-4505](https://orcid.org/0000-0002-9614-4505)

**Сергунова Кристина Анатольевна**, к.т.н., руководитель отдела разработки средств контроля и технического мониторинга; ORCID: [orcid.org/0000-0002-9596-7278](https://orcid.org/0000-0002-9596-7278)

**Ахмад Екатерина Сергеевна**, науч. сотр. отдела разработки средств контроля и технического мониторинга; ORCID: [orcid.org/0000-0002-8235-9361](https://orcid.org/0000-0002-8235-9361)

**Семенов Дмитрий Сергеевич**, науч. сотр. отдела разработки средств контроля и технического мониторинга; ORCID: [orcid.org/0000-0002-4293-2514](https://orcid.org/0000-0002-4293-2514)

**Владимирский Антон Вячеславович**, д.м.н., заместитель директора по научной работе; ORCID: [orcid.org/0000-0002-2990-7736](https://orcid.org/0000-0002-2990-7736)

**Морозов Сергей Павлович**, д.м.н., профессор, директор; ORCID: [orcid.org/0000-0001-6545-6170](https://orcid.org/0000-0001-6545-6170)

**Alexey V. Petraikin**, Ph. D. Med., Associate Professor, Senior Researcher of Technical Monitoring and QA Development; ORCID: [orcid.org/0000-0003-1694-4682](https://orcid.org/0000-0003-1694-4682)

**Alexander V. Solovev**, student; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4485-2638>

**Anna O. Chesnokova**, student; ORCID: [orcid.org/0000-0002-8173-0667](https://orcid.org/0000-0002-8173-0667)

**Fedor A. Petrayaykin**, Radiology resident; ORCID: [orcid.org/0000-0001-6923-3839](https://orcid.org/0000-0001-6923-3839)

**Lyudmila A. Nisovtsova**, M. D. Med., Professor, Chief Researcher; ORCID: [orcid.org/0000-0002-9614-4505](https://orcid.org/0000-0002-9614-4505)

**Kristina A. Sergunova**, Head of Technical Monitoring and QA Development Department; ORCID: [orcid.org/0000-0002-9596-7278](https://orcid.org/0000-0002-9596-7278)

**Ekaterina S. Akhmad**, Scientist Researcher of Technical Monitoring and QA Development; ORCID: [orcid.org/0000-0002-8235-9361](https://orcid.org/0000-0002-8235-9361)

**Dmitry S. Semenov**, Scientist Researcher of Technical Monitoring and QA Development Department; ORCID: [orcid.org/0000-0002-4293-2514](https://orcid.org/0000-0002-4293-2514)

**Anton V. Vladzymyrsky**, M. D. Med., Deputy Director for Science; ORCID: [orcid.org/0000-0002-2990-7736](https://orcid.org/0000-0002-2990-7736)

**Sergey P. Morozov**, M. D. Med., Professor, Director; ORCID: [orcid.org/0000-0001-6545-6170](https://orcid.org/0000-0001-6545-6170)

✉ **Corresponding author:**

**Петрайкин  
Алексей Владимирович**  
Alexey V. Petraikin  
[alexeypetraikin@gmail.com](mailto:alexeypetraikin@gmail.com)

## Резюме

**Цель.** Проанализировать связь между проведенным хирургическим лечением верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и снижением минеральной плотности кости (МПК) с помощью многофакторного регрессионного анализа.

**Материалы и методы.** Проанализированы медицинские данные 20 пациентов, с различными видами оперативных вмешательств на верхних отделах ЖКТ (основная группа): 8 пациентам выполнены различные виды панкреатодуоденальных резекций, 11 — резекции желудка, включая две по Бильрот II, одному пациенту выполнено стентирование антрального отдела желудка. Возраст пациентов от 53 до 84 лет, медиана 70 лет, 13 мужчин и 7 женщин. Измерения МПК поясничных позвонков методом асинхронной КТ денситометрии проводились по нативным изображениям брюшной полости, без контрастного усиления. Контрольную группу составили 35 пациентов, прошедших сканирование брюшной полости, без онкологической патологии и без показаний на снижение МПК. Возраст в контрольной группе составил от 43 до 86 лет, медиана 65 лет, 22 мужчины и 13 женщин. Была построена многофакторная регрессионная модель для анализа влияющих факторов на МПК.

**Результаты.** Выявлена статистически значимая зависимость МПК от трех факторов: пола ( $p = 0,015$ ), возраста ( $p = 0,001$ ), а также наличия операции. Показано, что среди основной группы пациентов значение МПК ниже в среднем на 12,3 мг/мл по сравнению с группой контроля ( $p = 0,027$ ). Это снижение соответствует снижению по Z критерию на 0,39 SD.

**Заключение.** Выявлено статистически значимое снижение МПК у пациентов после оперативного лечения верхних отделов ЖКТ, относительно контрольной группы. Можно предположить, что формирующийся синдром мальабсорбции — одна из предпосылок развития остеопороза или остеопении. Асинхронная КТ денситометрия — эффективный метод мониторинга минеральной плотности кости, позволяющая получить дополнительную информацию относительно МПК у обследуемых пациентов.

**Ключевые слова:** остеопороз, КТ денситометрия, рак желудка, рак поджелудочной железы, мальабсорбция

## Summary

**Objective.** Analyze the relationship between the surgical treatment of the upper gastrointestinal tract (GIT) and the decrease in bone mineral density (BMD) by comparison with reference age data and the control group.

**Methods.** The medical data of 20 patients were analyzed with various types of surgical interventions on the upper GI tract (main group): 8 patients underwent various types of pancreatoduodenal resections, 11 — stomach resections, including two according to Billroth II, one patient underwent antral stenting. The patients' age ranged from 53 to 84 years old, the median one being 70 years old, 13 men and 7 women. Measurements of lumbar spine BMD by the method of asynchronous CT densitometry were carried out using native images of the abdominal cavity, without contrast enhancement. The control group consisted of 35 patients who underwent an abdominal scan, without cancer pathology and without indications of a decrease in BMD. The age in the control group ranged from 43 to 86 years old, the median one being 65 years old, 22 men and 13 women. A multifactorial regression model was built to analyze the influencing factors on BMD.

**Results.** A statistically significant dependence of the IPC on three factors was revealed: sex ( $p = 0.015$ ), age ( $p = 0.001$ ), and the presence of surgery. It was shown that among the main group of patients, the value of BMD was lower on average by 12.3 mg/ml as compared with the control group ( $p = 0.027$ ), this corresponds to a decrease Zscore  $-0,35$  SD.

**Conclusion.** A statistically significant decrease BMD in patients after surgical treatment of the upper GIT, relative to the control group. It can be assumed that the emerging malabsorption syndrome is one of the prerequisites for the development of osteoporosis or osteopenia. Asynchronous CT densitometry is an effective method for monitoring bone mineral density, which provides additional information regarding BMD in patients under examination.

**Keywords:** osteoporosis, QCT, gastric cancer, pancreatic cancer, gastrectomy, pancreatoduodenal resection, malabsorption

## Введение

Нарушение фосфорно-кальциевого обмена у пациентов, перенесших оперативное лечение верхних отделов ЖКТ является актуальной проблемой современной гастроэнтерологии и ей посвящено достаточно много публикаций в отечественной и зарубежной литературе [1–7].

В основе патогенеза обменных процессов костной ткани и ее ремоделирования лежит нарушение

всасывания кальция, витамина D, белков и жиров, формирующийся вторичный гиперпаратиреоз и нарушение процесса гидроксирования витамина D в печени [1].

Хронический панкреатит, цирроз печени, желчнокаменная болезнь, воспалительные заболевания кишечника, заболевания, сопровождающиеся синдромом нарушенного всасывания (глютеновая

энтеропатия, синдром короткой тонкой кишки), усугубляют риск развития остеопении/остеопороза у больных с популяционными факторами риска. Отмечено, что снижение минеральной плотности кости (МПК) у данной категории больных характерно как для кортикальной, так и для трабекулярной костной ткани [1]. Показано снижение МПК у больных гастроэнтерологического профиля (язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки) [2].

Доказательные результаты влияния различных видов резекции желудка на снижение минеральной плотности кости у пациентов пожилого и старческого возраста приведены в отечественной литературе [3,4]. Было показано, что распределение состояний остеопороз (68,5%) /остеопения (28,1%) / норма (3,3%) по данным двухэнергетической абсорбционной денситометрии ДРА (DXA) у пациентов, перенесших различные виды резекции желудка, было достоверно отличным от группы контроля: 31%/49%/20% соответственно. Из биохимических показателей, характеризующих фосфорно-кальциевый обмен было показано достоверное снижение кальция в группе пациентов с наиболее тяжелым вариантом резекции – по Бильрот II [3].

Отмечается, что быстрый транзит кишечного содержимого наряду с панкреатопищевой асинхронией (сокращение времени смешивания панкреатического сока с пищей) приводят к мальабсорбции, снижению всасывания кальция и жира, а также развитию остеопении и остеопороза [4].

В недавно проведенном ретроспективном исследовании (2018 г.), включившем, 37067 пациентов, перенесших гастрэктомию по поводу рака желудка, было показано, что данный вид оперативного вмешательства является фактором, достоверно повышающим риск развития остеопороза. Остеопоротические переломы, обусловленные пострезекционной мальабсорбцией, происходили через 3,1 года (медианное значение) после оперативного лечения. У 15% пациентов наблюдались множественные переломы. Авторы делают заключение о необходимости системного контроля значений МПК и развития остеопороза в данной группе пациентов [5].

В проспективном исследовании было показано что у пациентов с раком желудка 1-й стадии, перенесших гастрэктомию, снижение МПК было

достоверно более значительным по сравнению с пациентами, оперированными эндоскопическим методом [6].

Отмечается, что внедрение методик скрининга раннего рака желудка, эндоскопической резекции опухоли способствуют высокому качеству жизни в послеоперационном периоде по сравнению с методами радикального хирургического лечения [8].

Вместе с тем, лечение, необходимое при выявлении остеопороза различной этиологии, само по себе приводит к субъективным жалобам и нарушениям со стороны желудочно-кишечного тракта (в 52%), что снижает приверженность к лечению и негативно влияет на показатель качества жизни, связанного со здоровьем (Health-Related Quality of Life, HRQoL) [7].

Возможность применения асинхронного метода количественной компьютерной томографии (ККТ, КТ-денситометрия) для проведения оппортунистического скрининга остеопороза продемонстрирована во многих исследованиях, например, Therkildsen et al. проводили анализ МПК поясничных позвонков у пациентов с ишемической болезнью сердца, которым было выполнено рутинное КТ сканирование [9]. Группа Ziemlewicz et al. исследовали проекционную МПК проксимального отдела бедра пациентов, прошедших КТ-колоноскопию [10]. У 37,3% пациентов было обнаружено снижение МПК по Т-критерию, из них 66,7% на момент исследования не проходили скрининг на остеопороз. Отмечается потенциальная возможность совмещения скрининга заболеваний толстой кишки и остеопороза при виртуальной КТ колоноскопии [11, 12]. Возможность применения оппортунистического скрининга у пациентов, прошедших КТ исследование брюшной полости, подвздошной области и таза, описано также в официальных положениях ISCD2015 года [13].

Учитывая значимость определения МПК у пациентов с пострезекционной мальабсорбцией и возможность выполнения измерения данного показателя при ретроспективном анализе проведенных КТ исследований, выполненных с диагностической целью у пациентов, перенесших радикальное хирургическое лечение верхних отделов ЖКТ, была поставлена задача ретроспективного анализа МПК у данной группы пациентов и сопоставление полученных данных с группой контроля.

## Материалы и методы

Исследованы 20 пациентов (13 мужчин и 7 женщин), с различными видами оперативных вмешательств на верхних отделах ЖКТ: у 8 из них выполнены различные виды панкреатодуоденальных резекций, у 11 – резекции желудка, включая две по Бильрот II, у одного пациента выполнено стентирование антрального отдела желудка. Возраст пациентов от 53 до 84 лет, медиана 70 лет, давность оперативного лечения на момент выполнения КТ сканирования от 6 мес до 8 лет, медиана 1 год 7 месяцев.

В исследовании включена также контрольная группа из 35 пациентов (22 мужчины и 13 женщин), прошедших сканирование брюшной полости без

онкологической патологии и без показаний на снижение МПК. Возраст от 43 до 86 лет, медиана 65 лет.

Всем пациентам основной группы с диагностической целью была выполнена мультифазная компьютерная томография с внутривенным контрастным усилением в условиях городской поликлиники. Параметры сканирования: напряжение 120 кВ, сила тока устанавливалась автоматически с использованием программы 3D SURE, коллимация 0,5x64, толщина среза 1 мм с дополнительной реконструкцией по 3 мм, фильтр реконструкции стандартный FC08. Проведены измерения МПК губчатого вещества L1-L3 позвонков с помощью

асинхронной количественной компьютерной томографии, анализу подвергались нативные (бесконтрастные) изображения толщиной среза 3 мм. На протяжении всего времени исследования выполнялась калибровка программы с использованием асинхронного фантома [14].

Сравнение проводили с референсной базой калифорнийского университета в Сан-Франциско (University of California San Francisco, UCSF) [15,16], которая используется в программном обеспечении ККТ. Для демонстрации снижения значений МПК в данных группах, относительно референсных

данных, определяемых UCSF, был рассчитан Z-критерий. Z-критерий представляет собой разницу выше или ниже среднего показателя МПК у здоровых мужчин и женщин аналогичного возраста, выраженную в стандартных отклонениях (SD) [17].

Статистическая обработка результатов измерения МПК проводилась в программе STATISTICA 12, Statsoft. Для анализа зависимости МПК была построена многофакторная регрессионная модель, включающая три фактора: пол, возраст и наличие операции.

## Результаты

Полученные результаты измерения МПК у пациентов основной и контрольной групп отражены на рисунке 1, а и б. Показан фрагмент кривой возрастного распределения МПК согласно референсным базам UCSF (голубые линии).

После проверки на нормальность закона распределения значений МПК был рассчитан Z-критерий  $\pm 95\%$  доверительный интервал в двух группах: основной  $Z_{осн} = -0,83 \pm 0,29 SD$  и контрольной  $Z_{контр} = -0,44 \pm 0,25 SD$ .

Анализ многофакторной регрессионной модели показал, что все три фактора (пол, возраст, наличие операции) имели статистически значимую ассоциацию с зависимой переменной МПК ( $p < 0,05$ ). Результаты анализа представлены в таблице 1, таким образом получена следующая модель:  $МПК = 155,0 + 13,3$  (если муж.)  $- 1,0 * Возраст - 12,3$  (если была операция). В частности, были рассчитаны следующие коэффициенты регрессии для различных факторов:

- Фактор пола:  $\beta = 13,3 \pm 5,4$  ( $p = 0,015$ ). Для мужчин значение МПК в среднем выше на 13,3 единицы по сравнению с женщинами.
- Фактор возраста:  $\beta = -1,0 \pm 0,3$  ( $p = 0,001$ ).
- Фактор наличия операции:  $\beta = -12,3 \pm 5,6$  ( $p = 0,027$ ). Среди основной группы пациентов

значение МПК ниже в среднем на 12,3 мг/мл по сравнению с группой контроля.

Распределение пациентов по группам диагноза остеопороз/остеопения/норма в объединенной выборке мужчин и женщин представлено в таблице 2.

В качестве примера на рисунке 2 представлены КТ-сканы поясничного отдела позвоночника пациента 80 лет, с контрастным усилением. Ранее пациенту была выполнена дистальная субтотальная резекция желудка по поводу рака желудка, лимфодиссекция D2, проведено 4 курса химиотерапии. Давность оперативного лечения 3 года. Желудок не визуализируется, отмечаются петли кишечника. Металлические швы вдоль культи луковицы 12 ПК. В области оперативного лечения отмечается металлический шов, утолщение стенок сохранного фрагмента желудка, нечеткость контура, данный участок прилежит к печени, спаян с капсулой, в S3 левой доли отмечается метастаз. На рис 2г отмечены позвонки, в которых производилось измерение МПК. Усредненное значение МПК для данного пациента по позвонкам L1–3 составило 41,02 мг/мл ( $< 80$  мг/мл, выраженный остеопороз), Z критерий =  $-2,3 SD$ .

## Обсуждение

Использование КТ денситометрии, с асинхронным калибровочным модулем – перспективное направление для проведения оппортунистического скрининга и получения дополнительной информации относительно МПК у пациентов, направленных на исследование по другим показателям [12–15]. При этом фантом при сканировании не используется, а калибровка сканера проводится 1 раз в месяц (асинхронно). Выполнение КТ с мультифазным контрастным усилением пациентам, перенесшим оперативное лечение по поводу рака желудка и поджелудочной железы, является процедурой, входящей в стандарт обследования данных пациентов при первичной диагностике и при контроле отдаленных результатов лечения [19].

Учитывая важность мониторинга МПК у пациентов данной категории, совмещение диагностического КТ-сканирования и определение МПК является перспективным направлением: оппортунистиче-

ским скринингом, позволяющим проводить мониторинг метаболических нарушений костной ткани, связанных с пострезекционным синдромом мальабсорбции, с использованием данных выполненного с диагностической целью КТ исследования.

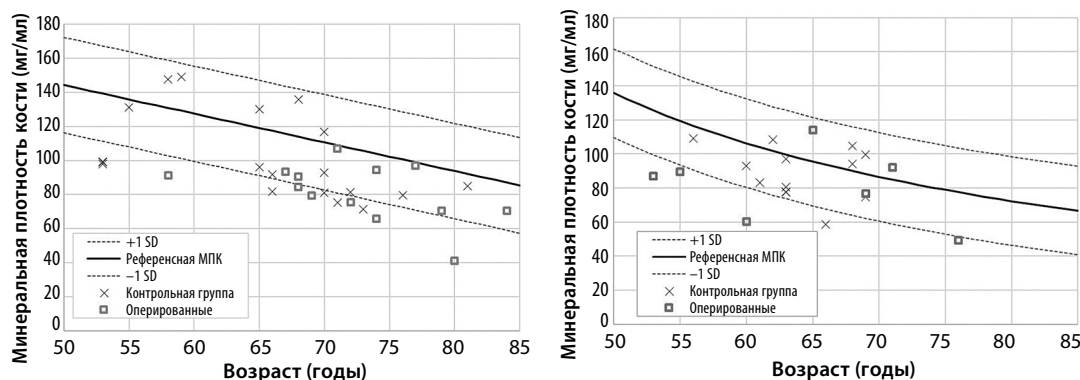
Из анализа регрессионной модели следует, что значения МПК имеют статистически значимую связь с такими факторами, как возраст, пол и наличие операции. Показано, что МПК у мужчин в среднем выше, чем у женщин, отмечено снижение МПК с возрастом, что согласуется с результатах популяционных исследований, проводимых для формирования референсных данных [16]. В данной модели большую роль играет фактор наличия операции в области верхних отделов ЖКТ, что подтверждает гипотезу о предрасположенности к снижению МПК у пациентов после хирургического вмешательства.

Полученные результаты показывают снижение МПК относительно референсных значений для

Фактор	$\beta$ (коэффициент регрессии МПК, мг/мл)	Стандартная ошибка	P	95% ДИ* для $\beta$
Пол (Муж = 1)	13,3	5,4	0,015	(2,6; 24,0)
Возраст, на 1 год	-1,0	0,3	0,001	(-1,6; -0,4)
Наличие операции	-12,3	5,6	0,027	(-23,2; -1,4)
Свободный член	155,0	19,9	<0,001	(116,0; 194,0)

**Таблица 1.** Параметры регрессионной модели для зависимой переменной МПК  
**Примечание:** \* ДИ, доверительный интервал

**Table 1.** Regression model parameters for the dependent variable BMD



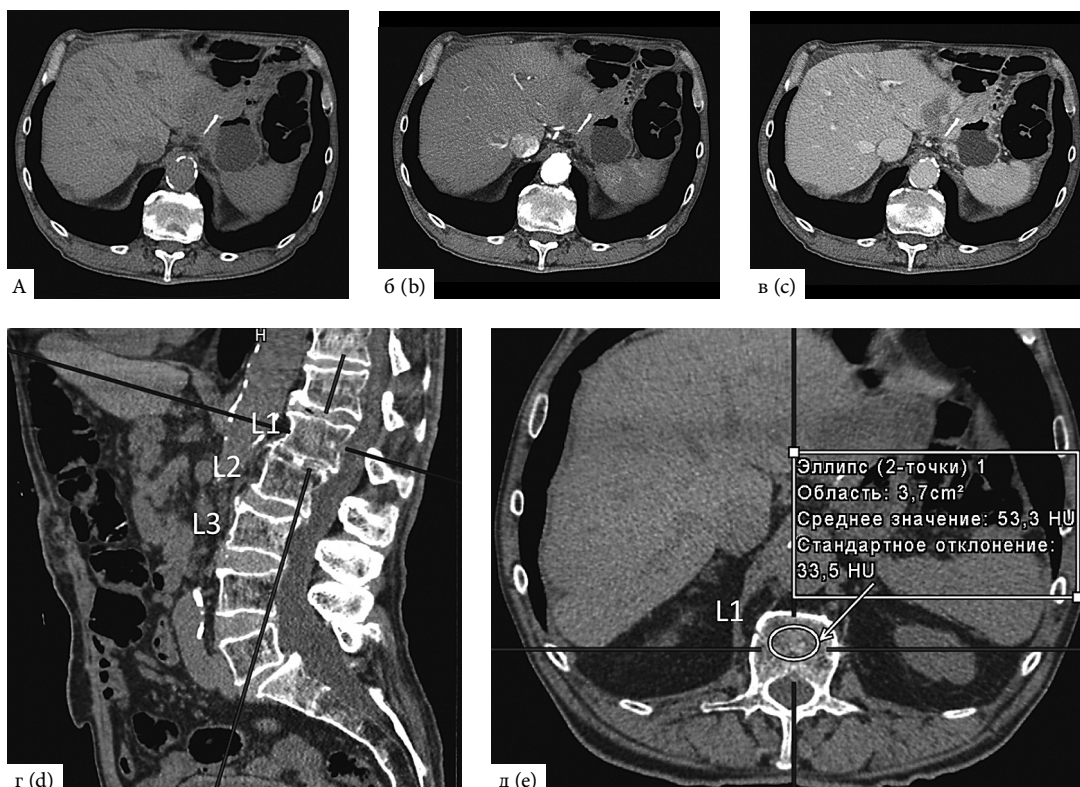
**Рисунок 1.** Минеральная плотность кости в основной и контрольной группах пациентов по сравнению с референсными данными: а – мужчины; б – женщины

**Figure 1.** Bone mineral density in the main and the control groups of patients by comparison with the reference data: а – male; б – female

Группа пациентов, объем выборки	Остеопороз МПК <80 мг/мл	Остеопения МПК от 80 до 120 мг/мл	Норма >120 мг/мл
Оперированные n= 20	6 (30%)	14 (70%)	0 (0%)
Контроль n= 35	7 (20%)	22 (63%)	6 (17%)

**Таблица 2.** Распределение пациентов по категориям снижения минеральной плотности кости. Пороговые значения определены согласно критериям американского колледжа радиологии, ACR [18]

**Table 2.** The distribution of patients by category of decrease in bone mineral density. Thresholds are determined according to the criteria of the American College of Radiology, ACR [18]



**Рисунок 2.** КТ сканирование поясничного отдела позвоночника на протяжении верхнего отдела брюшной полости: а – аксиальный срез, нативная фаза; б – аксиальный срез, артериальная фаза; в – аксиальный срез, венозная фаза; г – сагиттальный срез, на котором отмечены позвонки, в которых проведено измерение МПК, д – аксиальный срез, демонстрирующий область интереса, где производилось измерение МПК

**Figure 2.** CT scan of the lumbar spine throughout the upper abdominal cavity: а – axial slice, native phase; б – axial slice, arterial phase; в – axial slice, venous phase; д – sagittal slice with vertebrae in which the measurement of the BMD was performed, е – an axial slice showing the region of interest where the measurement of the BMD was performed

обеих групп исследованных пациентов. Однако, эти результаты могут быть связаны с систематической ошибкой, обусловленной вероятными особенностями калибровки, либо неприменимостью референсных значений UCSF к выборке населения России. Для исключения влияния этой ошибки было проведено сравнение МПК у пациентов с различными видами оперативных вмешательств на верхних отделах ЖКТ с группой контроля.

При анализе распределения оперированных пациентов и пациентов контрольной группы по категориям остеопороз/остеопения/норма (см. Табл. 2) было показано, что у оперированных пациентов остеопороз встречается в 30% наблюдений, что в 1,5 выше по сравнению с контрольной группой (20%). Также в группе пациентов после оперативного лечения не обнаружены пациенты с нормальными значениями МПК.

Следует отметить, что согласно позиции ISCD2015 [13] диагноз остеопороз на основании КТ-денситометрических показателей по

позвоночнику не может быть установлен, поскольку для анализа используется объемная МПК губчатого вещества тел позвонков, выражающаяся в мг/мл и Т-критерий неприменим. Остеопороз может быть установлен по данным DXA позвоночника, или другим областям центральной денситометрии (проксимальный отдел и шейка бедренной кости). Таким образом, если при оппортунистическом скрининге выявлено снижение МПК до соответствующих остеопорозу показателей, следует выполнить рутинную денситометрию ДРА (DXA) при условии ее доступности. Назначать антирезорбтивное лечение в соответствии с действующими рекомендациями по остеопорозу [17]. При невозможности выполнения ДРА (DXA) возможно назначение лечения и его мониторинг с учетом данных ККТ [13].

Ограничениями аргументации исследования является малая выборка пациентов, а также выполнение КТ-исследования на различных сроках после оперативного вмешательства.

## Заключение

В ходе выполнения данного исследования выявлено статистически значимое снижение минеральной плотности кости у пациентов с полной или частичной резекцией органов верхних отделов ЖКТ. Таким образом, можно предположить, что хирургические вмешательства являются одной

из предпосылок развития остеопороза или остеопении вследствие формирующегося синдрома мальабсорбции. Диагностику и мониторинг данного осложнения можно проводить по результатам выполненных КТ с помощью асинхронной КТ денситометрии.

## Литература | References

1. Эмбутниекс Ю.В., Дроздов В.Н., Чернышева И.В., Топчиева О.Н., Корицева Е.С., Албулова, Е.А. Нарушение минеральной плотности костной ткани у больных с заболеваниями органов пищеварения. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2011;(2):111–116.  
*Embutnieks Yu.V., Drozdov V.N., Chernysheva I.V., Topchieeva O.N., Koricheva E.S., Albulova E.A.* Features of bone metabolism in patients with chronic diseases of digestive system. *Experimental & clinical gastroenterology*. 2011;(2):111–116. (In Russ.)
2. Слохова Н.К., Тотров И.Н. Патология костной ткани при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Кубанский научный медицинский вестник. 2015;(3):97–100.  
*Slohova N.K., Totrov I.N.* Pathology of bone tissue in diseases of the gastrointestinal tract. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2015;(3):97–100. (In Russ.) <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2015-3-97-100>
3. Глушков Н.И., Перцев А.В., Беляев Е.М. Нарушения метаболизма костной ткани у больных пожилого и старческого возраста, перенесших резекцию желудка. Вестник хирургии. 2009;168(1):31–32.  
*Glushkov N.I., Pertsev A.V., Belyaev E.M.* Disturbances of bone tissue metabolism in elderly and senile patients after stomach resection. *Grekov's bulletin of surgery*. 2009;168(1):31–32. (In Russ.)
4. Волков В.Е., Волков С.В. Патогенез метаболических нарушений у больных после тотальной гастрэктомии. Вестник Чувашского университета. 2011;3:297–304.  
*Volkov V.E., Volkov S.V.* Pathology of metabolic disturbances in patients after total gastrectomy. *Vestnik chuvashskogo universiteta*. 2011;3:297–304. (In Russ.)
5. Seo G.H., Kang H.Y., Choe E.K. Osteoporosis and fracture after gastrectomy for stomach cancer. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(17): e0532. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000010532>
6. Noh H.-M., Yoo J.-H., Jeong J. Y., Park Y.S. Bone mineral density after treatment for gastric cancer. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(1): e9582. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000009582>
7. Modi A., Sen S., Adachi J.D., Adami S., Cortet B., Cooper A. L., Geusens P., Mellström D., Weaver J.P., van den Bergh J.P., Keown P.A., Sajjan S. Association of gastrointestinal events with quality of life and treatment satisfaction in osteoporosis patients: results from the Medication Use Patterns, Treatment Satisfaction, and Inadequate Control of Osteoporosis Study (MUSIC OS). *Osteoporos. Int*. 2017; 28(10):2867–2876.
8. Куваев Р.О., Кашин С.В., Никонов Е.Л., Итох Т., Готода Т., Гого К. Ранний рак желудка: современные методики скрининга, эндоскопической диагностики и малоинвазивного лечения. Доказательная гастроэнтерология. 2014;3(3):44–51.  
*Kuvaev R.O., Kashin S.V., Nikonov E.L., Itoh T., Goto-da T., Gono K.* Early stomach cancer: the modern methods for screening, endoscopic diagnostics, and minimally invasive treatment. *Evidence-based gastroenterology*. 2014;3(3):44–51. (In Russ.)
9. Therkildsen J. Winther S., Nissen L., Jørgensen H.S., Thygesen J., Ivarsen P., Frost L., Langdahl B.L., Hauge E.M.,

- Böttcher M. Feasibility of Opportunistic Screening for Low Thoracic Bone Mineral Density in Patients Referred for Routine Cardiac CT. *J. Clin. Densitom.* 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2018.12.002>
10. Ziemlewicz T.J., Binkley N., Pickhardt P. J. Opportunistic Osteoporosis Screening: Addition of Quantitative CT Bone Mineral Density Evaluation to CT Colonography. *J. Am. Coll. Radiol.* 2015;12(10):1036–1041. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2015.04.018>
  11. Brett A.D., Brown J.K. Quantitative computed tomography and opportunistic bone density screening by dual use of computed tomography scans. *J. Orthop. Transl.* 2015;3(4):178–184. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2015.08.006>
  12. Pickhardt P.J., Bodeen G., Brett A., Brown J.K., Binkley N. Comparison of femoral neck BMD evaluation obtained using lunar DXA and QCT with asynchronous calibration from CT colonography. *J. Clin. Densitom.* 2015;18(1):5–12. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2014.03.002>
  13. Engelke K., Lang T., Khosla S., Qin L., Zysset P., Leslie W.D., Shepherd J.A., Shousboe J. T. Clinical Use of Quantitative Computed Tomography-Based Advanced Techniques in the Management of Osteoporosis in Adults: The 2015 ISCD Official Positions-Part III. *J. Clin. Densitom.* 2015;18(3):393–407. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2015.06.010>
  14. Brown J.K., Timm W., Bodeen G., Chason A., Perry M., Vernacchia F., DeJournett R. Asynchronously Calibrated Quantitative Bone Densitometry. *J. Clin. Densitom.* 2017;20(2):216–225. <https://doi.org/10.1016/j.jocd.2015.11.001>
  15. Block J.E., Smith R., Glueer C. C.C., Steiger P., Ettinger B., Genant H. K. Models of spinal trabecular bone loss as determined by quantitative computed tomography. *J. Bone Miner. Res.* 1989;4(2):249–257. <https://doi.org/10.1002/jbmr.5650040218>
  16. Cann C.E., Genant H. K., Kolb F. O., Ettinger B. Quantitative computed tomography for prediction of vertebral fracture risk. *Bone.* 1985;6(1):1–7. [https://doi.org/10.1016/8756-3282\(85\)90399-0](https://doi.org/10.1016/8756-3282(85)90399-0)
  17. Министерство здравоохранения Российской Федерации: Клинические рекомендации под руководством Дедов И. И., Мельниченко Г. А. Остеопороз, 2016.  
Ministry of Health of the Russian Federation. Clinical recommendations under the supervision of Dedov I. I., Melnichenko G. A. Osteoporosis, 2016. (In Russ.)
  18. ACR-SPR-SSR practice parameter for the performance of quantitative computed tomography (QCT) bone densitometry. URL: <https://www.acr.org/~media/DE78D-218C7A64526A821A9E8645AB46D.pdf>. Res. 32–2013, Amended 2014 (Res. 39).
  19. Министерство здравоохранения Российской Федерации: Клинические рекомендации Рак желудка под руководством Абдуллаев А. Г., Аллахвердиев А. К., Бесова Н.С., 2017.  
Ministry of Health of the Russian Federation. Clinical recommendations under the supervision of Abdullaev A. G., Allahverdiev A. K., Besonova N. S., 2017. (In Russ.)