

ВЛИЯНИЕ БАРИАТРИЧЕСКОЙ ХИРУРГИИ НА ВЫРАБОТКУ ТЕСТОСТЕРОНА У МУЖЧИН



© Р.В. Роживанов¹, М.О. Чернова¹, Е.В. Морозова¹, Е.Р. Роживанова¹, К.Е. Гайдайчук¹, Е.Н. Андреева^{1,2}, Г.А. Мельниченко¹, Н.Г. Мокрышева¹

¹ГНЦ РФ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии им. академика И.И. Дедова» Минздрава России, Москва, Россия

²ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Россия

Обоснование. Мужской гипогонадизм ассоциирован с ожирением, в связи с этим интересна оценка влияния одного из эффективных методов снижения жировой массы тела — бариатрической хирургии на выработку тестостерона.

Цель. Оценка влияния бариатрической хирургии на выработку тестостерона у мужчин.

Материалы и методы. В сплошное проспективное наблюдательное одноцентровое интервенционное исследование были включены мужчины с ожирением, подвергшиеся бариатрической хирургии в ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» МЗ РФ в период с января 2022 по август 2024 гг. Проводилась динамическая оценка массы тела, индекса массы тела и уровней общего тестостерона. Сравнение групп проведено с помощью непараметрических методов. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$. При множественных сравнениях применялась поправка Бонферрони.

Результаты. Статистически значимое снижение массы тела, которое составило $-30,7$ [$-32,8$; $-27,2$] % от исходной, сопровождалось статистически значимым увеличением уровней тестостерона на $6,7$ [$4,2$; $11,4$] нмоль/л. Гипогонадизм был устранен у 56 (95% ДИ 31 ; 79) % мужчин. Пациенты с достигнутым эугонадизмом имели статистически значимо более высокий исходный уровень общего тестостерона $8,2$ [$7,3$; $8,7$] нмоль/л по сравнению с мужчинами с персистенцией гипогонадизма — $5,5$ [$3,7$; $6,5$] нмоль/л, $p = 0,005$. Осложнений от применения бариатрической хирургии не было.

Заключение. Применение бариатрической хирургии приводит к увеличению выработки тестостерона и снижению частоты гипогонадизма у мужчин.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гипогонадизм; мужчины; тестостерон; ожирение; бариатрическая хирургия.

THE EFFECT OF BARIATRIC SURGERY ON TESTOSTERONE PRODUCTION IN MEN

© Roman V. Rozhivanov¹, Mariia O. Chernova¹, Elena V. Morozova¹, Ekaterina R. Rozhivanova¹, Konstantin E. Gaidaichuk¹, Elena N. Andreeva^{1,2}, Galina A. Mel'nichenko¹, Natalya G. Mokrysheva¹

¹Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

²«Endocrinology research center» State funded research facility of the Ministry of Health of Russian Federation, Moscow, Russia

BACKGROUND: Male hypogonadism is associated with obesity; therefore, it is of interest to evaluate the impact of bariatric surgery – one of the most effective methods for reducing adipose tissue mass on testosterone production.

AIM: Evaluation of the effect of bariatric surgery on testosterone production in men.

MATERIALS AND METHODS: A solid prospective observational single-center interventional study included men with obesity who underwent bariatric surgery at the National Medical Research Center for Endocrinology of the Ministry of Health of the Russian Federation between January 2022 and August 2024. Dynamic assessment of body weight, body mass index, and total testosterone levels was performed. Group comparisons were made using nonparametric methods. Differences were considered statistically significant at $p < 0.05$. The Bonferroni correction was applied for multiple comparisons.

RESULTS: A statistically significant reduction in body weight, amounting to -30.7 [-32.8 ; -27.2] % from baseline, was accompanied by a statistically significant increase in testosterone levels of 6.7 [4.2 ; 11.4] nmol/L. Hypogonadism was resolved in 56% (95% CI 31 ; 79) of men. Patients who achieved eugonadism had a statistically significantly higher baseline total testosterone level of 8.2 [7.3 ; 8.7] nmol/L compared to men with persistent hypogonadism — 5.5 [3.7 ; 6.5] nmol/L, $p = 0.005$. There were no complications from bariatric surgery.

CONCLUSION: The use of bariatric surgery leads to increased testosterone production and reduced frequency of hypogonadism in men.

KEYWORDS: hypogonadism; men; testosterone; obesity; bariatric surgery.

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author.



ОБОСНОВАНИЕ

Установлено, что не менее 16% мужчин старше 18 лет страдает ожирением, а избыточный вес имеется у 43% мужчин населения мира, и, по прогнозам Всемирной организации здравоохранения, доля таких людей будет расти [1]. Одним из последствий ожирения является синдром гипогонадизма [2]. Синдром гипогонадизма был выявлен у 76,7 (95% ДИ 71,9–81,5)% мужчин с ожирением [3]. Частота гипогонадизма, выявляемого при избытке массы тела составила 63,7 (95% ДИ 53,2–74,3)% случаев, при ожирении 1 степени — 74,8 (95% ДИ 66,8–82,7)%, при ожирении 2 степени — 88,2 (95% ДИ 76,1–95,6)% и при ожирении 3 степени — 88,9 (95% ДИ 77,4–95,8)% [3]. Если у мужчины с ожирением выявляется нормогонадотропный гипогонадизм, то он является потенциально обратимым, при условии снижения жировой массы тела [4, 5]. Одним из эффективных методов снижения жировой массы тела является бариатрическая хирургия, и, в связи с этим, интересна оценка ее влияния на выработку тестостерона.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка влияния бариатрической хирургии на выработку тестостерона у мужчин.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Место и время проведения исследования

Место проведения. В исследование были включены мужчины с ожирением, обратившиеся за медицинской помощью в ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии имени академика И.И. Дедова» МЗ РФ.

Время исследования. Период сбора материала с января 2022 по август 2024 гг.

Исследуемая популяция

Мужчины с ожирением.

Критерии включения: мужской пол, совершеннолетие, индекс массы тела (ИМТ) более 30 кг/м², уровень общего тестостерона менее 12 нмоль/л.

Критерии не включения: необратимые виды гипогонадизма (гипергонадотропный или гипогонадотропный), нарушения пола и развития; отсутствие хотя бы одного из яичек, крипторхизм, травмы и/или хирургические вмешательства на половых органах; прием препаратов андрогенов, анаболических стероидов, гонадотропинов, антиэстрогенов или антиандрогенов на момент исследования или в анамнезе; алкоголизм или наркомания.

Критерии исключения: отказ от участия в исследовании.

Способ формирования выборки из изучаемой популяции

Сплошной.

Дизайн исследования

Сплошное проспективное наблюдательное одноцентровое интервенционное исследование.

Описание медицинского вмешательства

Проводился забор крови для исследования в утреннее время натощак из локтевой вены. 11 пациентам в качестве бариатрической хирургии было проведено гастрощунтирование, а 5 мужчинам — продольная резекция желудка.

Методы

Проводилась одномоментная оценка уровня лютеинизирующего гормона (ЛГ) и динамическая оценка массы тела, ИМТ и уровней общего тестостерона (показатели оценивались однократно до применения бариатрической хирургии и однократно в динамике). Определение ЛГ (референсный интервал 2,5–11,0 ЕД/л) и общего тестостерона выполнялось методом иммунохемилюминисцентного анализа на автоматическом анализаторе Vitros Eci 3600 (Ortho-Clinical Diagnostics). Сравнивались исходные показатели и параметры, полученные через 6 месяцев после бариатрического вмешательства. Кроме того, проводилось сравнение показателей в зависимости от вида бариатрического вмешательства, а также у пациентов с достигнутым эугонадизмом и с персистенцией гипогонадизма. Основным исходом исследования являлся показатель частоты восстановления нормального уровня тестостерона (частота устранения гипогонадизма).

Статистический анализ

Принципы расчета размера выборки: предварительное не рассчитывался, включались все пациенты.

Методы статистического анализа данных: статистическая обработка полученных данных была проведена с использованием пакета прикладных программ STATISTICA (StatSoft Inc. США, версия 13.0); количественные данные представлены в виде медиан и границ интерквартильного отрезка, качественные — в виде процентов. Сравнение зависимых групп по количественным признакам осуществлялось тестом Вилкоксона. Сравнение зависимых групп по качественным признакам осуществлялось тестом МакНемара. Сравнение независимых групп по количественным признакам проводилось с помощью U-критерия Манна-Уитни. Расчет доверительного интервала для долей проводился методом Клоппера-Пирсона. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$. При множественных сравнениях применялась поправка Бонферрони.

Этическая экспертиза

Исследование было одобрено на заседании локального этического комитета ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России «Масс-спектрометрическая диагностика и персонализация лечения синдрома гипогонадизма у мужчин с ожирением» (протокол №20 от 08.11.2023). Представляемая работа является фрагментом интервенционной части исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследование было включено 16 пациентов в возрасте 45 [42; 50] лет. Гипогонадизм, выявленный у этих мужчин, являлся нормогонадотропным — уровень ЛГ составил 4,3 [2,9; 5,5] ЕД/л. Исходные данные

Таблица 1. Результаты обследования мужчин

Показатель	Исходно	Динамика	p
Масса тела, кг	168 [154; 175]	115 [105; 128]	<0,001
ИМТ, кг/м ²	51,3 [47,8; 56,7]	35,3 [32,1; 41,0]	<0,001
Общий тестостерон, нмоль/л	7,1 [5,6; 8,5]	13,2 [10,2; 18,9]	<0,001

Примечания: данные представлены в виде медиан и границ интерквартильного отрезка. ИМТ — индекс массы тела; тест Вилкоксона, проводились множественные сравнения, применялась поправка Бонферрони, уровень статистической значимости 0,016.

обследования пациентов и результаты в динамике представлены в таблице 1.

Статистически значимое снижение массы тела, которое составило -30,7 [-32,8; -27,2]% от исходной, сопровождалось статистически значимым увеличением уровней тестостерона на 6,7 [4,2; 11,4] нмоль/л. Более выраженное увеличение уровня тестостерона отмечалось у пациентов, которым проводилось гастрощунтирование — 10,8 [5,9; 12,3] нмоль/л, против 4,0 [3,8; 4,4] нмоль/л у пациентов, которым проводилась продольная резекция желудка, $p=0,019$, тест Манна-Уитни, при том, что исходные данные обследования мужчин (возраст, масса тела, ИМТ и уровни ЛГ и общего тестостерона) статистически значимо не различались. Частота гипогонадизма уменьшилась со 100 (95% ДИ 79; 100)% до 44 (95% ДИ 21; 69)%, $p=0,003$, тест МакНемара. Таким образом, гипогонадизм был устранен у 56 (95% ДИ 31; 79)% мужчин. Пациенты с достигнутым эугонадизмом имели статистически значимо более высокий исходный уровень общего тестостерона 8,2 [7,3; 8,7] нмоль/л, по сравнению с мужчинами с персистенцией гипогонадизма — 5,5 [3,7; 6,5] нмоль/л, $p=0,005$, тест Манна-Уитни. Статистически значимых различий в других исследуемых показателях (возраст, масса тела, ИМТ и величины их изменения, уровни ЛГ) выявлено не было. Осложнений от применения бариатрической хирургии не было.

ОБСУЖДЕНИЕ

Репрезентативность выборок

Формирование выборки проводилось из пациентов, обратившихся в крупный федеральный медицинский центр, следовательно, существуют риски нерепрезентативности выборки в отношении общей популяции.

Сопоставление с другими публикациями

Установлено, что на фоне снижения жировой массы тела (<15%) отмечается повышение уровня общего тестостерона в среднем на 2 нмоль/л. При большем снижении веса (>15%) уровни общего тестостерона возрастают сильнее — в среднем на 5,7 нмоль/л [4]. Эти результаты сопоставимы с данными, полученными в нашем исследовании. Снижение массы тела наших пациентов составило -30,7 [-32,8; -27,2]% и сопровождалось увеличением уровней тестостерона на 6,7 [4,2; 11,4] нмоль/л. В другом исследовании, оценивающим влияние бариатрической хирургии на выработку тестостерона, было достигнуто в среднем 25% снижение массы тела, что привело к увеличению уровня общего тестостерона в среднем на 7 нмоль/л, при этом гипогонадизм

был устранен у 76% мужчин [6]. Это лучше, чем результат, достигнутый в нашем исследовании, и объясняется тем, что в работе коллег возраст пациентов был значительно меньше — $30,8 \pm 8,1$ года [6]. Таким образом, снижение жировой массы тела можно рассматривать как потенциальный подход к коррекции гипогонадизма, ассоциированного с метаболическими нарушениями [5]. Бариатрическая хирургия в настоящее время является одним из эффективных способов лечения морбидного ожирения (ИМТ ≥ 40 кг/м²) с целью быстрой потери массы тела и улучшения метаболических параметров [7]. В метаанализе было продемонстрировано, что бариатрическая операция более эффективна как с точки зрения снижения веса (-32%), так и восстановления уровня тестостерона (9 нмоль/л) по сравнению с низкокалорийной диетой, которая вызывала меньшее снижение массы тела (-9,8%) и лишь умеренное повышение уровня тестостерона (3 нмоль/л) [8]. Положительный эффект бариатрической хирургии в отношении восстановления уровней половых гормонов обычно отмечался после средне- или долгосрочного наблюдения, но он также может проявляться быстро, уже через 1 месяц после рукавной гастрэктомии или желудочного шунтирования по Ру [8].

Клиническая значимость результатов

Снижение массы тела с помощью бариатрической хирургии позволяет достичь устранения обратимого нормогонадотропного гипогонадизма у мужчин с ожирением.

Ограничения исследования

Формирование выборки проводилось из пациентов, обратившихся в крупный федеральный медицинский центр, следовательно, результаты бариатрического хирургического лечения в общей популяции мужчин с ожирением могут отличаться.

Направления дальнейших исследований

Планируется проведение проспективного, сравнительного (в сравнении с отсутствием конкурентного вмешательства), рандомизированного исследования по оценке влияния терапии препаратом трансдермального тестостерона на качество жизни у мужчин с гипогонадизмом и ожирением.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение бариатрической хирургии приводит к увеличению выработки тестостерона и снижению частоты гипогонадизма у мужчин.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источники финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

Участие авторов. Роживанов Р.В. — разработка концепции исследования, сбор научного материала, написание текста; Чернова М.О. —

сбор научного материала, написание текста; Морозова Е.В. — сбор научного материала, Роживанова Е.Р. — статистическая обработка научного материала; Гайдайчук К.Е. — сбор литературного материала; Андреева Е.Н. — разработка концепции исследования, редактирование текста, Мельниченко Г.А. — редактирование текста; Мокрышева Н.Г. — редактирование текста.

Благодарности. Авторы выражают благодарность пациентам, принявшим участие в исследовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. WHO – World Health organization (2022). Fact sheet: Obesity and overweight. Updated March 2024 Retrieved from Obesity and overweight (who.int)
2. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Роживанов Р.В., Курбатов Д.Г. Рекомендации по диагностике и лечению дефицита тестостерона (гипогонадизма) у мужчин. // *Проблемы эндокринологии*. 2016. — Т. 62. — №6. — С.78-80. [Dedov II, Melnichenko GA, Rozhivanov RV, Kurbatov DG. Guidelines for the Diagnosis and Treatment of testosterone deficiency (hypogonadism) in male patients. *Problems of Endocrinology*. 2016;62(6):78-80. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/probl201662678-80>
3. Роживанов Р.В., Морозова Е.В., Иоутси В.А., Анцупова М.А., Савельева Л.В., Роживанова Е.Р., Андреева Е.Н., Мельниченко Г.А., Мокрышева Н.Г. Частота встречаемости и особенности синдрома гипогонадизма у мужчин с ожирением // *Ожирение и метаболизм*. — 2025. — Т. 22. — №1. — С. 19-25. [Rozhivanov RV, Morozova EV, Ioutsy VA, Antsupova MA, Savelyeva LV, Rozhivanova ER, Andreeva EN, Mel'nichenko GA, Mokrysheva NG. The frequency and peculiarities of hypogonadism in men with obesity. *Obesity and metabolism*. 2025;22(1):19-25. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/omet13145>
4. Camacho EM, Huhtaniemi IT, O'Neill TW, et al. Age-associated changes in hypothalamic-pituitary-testicular function in middle-aged and older men are modified by weight change and lifestyle factors: longitudinal results from the European Male Ageing Study. *Eur J Endocrinol*. 2013;168(3):445-455. doi: <https://doi.org/10.1530/EJE-12-0890>
5. La Vignera S, Cannarella R, Galvano F, et al. The ketogenic diet corrects metabolic hypogonadism and preserves pancreatic β -cell function in overweight/obese men: a single-arm uncontrolled study. *Endocrine*. 2021;72(2):392-399. doi: <https://doi.org/10.1007/s12020-020-02518-8>
6. Boonchaya-Anant P, Laichuthai N, Suwannasrisuk P, Hounngam N, Udomsawaengsup S, Snabboon T. Changes in Testosterone Levels and Sex Hormone-Binding Globulin Levels in Extremely Obese Men after Bariatric Surgery. *International Journal of Endocrinology*. 2016. doi: <https://doi.org/10.1155/2016/1416503>
7. Capoccia D, Coccia F, Guarisco G, et al. Long-term Metabolic Effects of Laparoscopic Sleeve Gastrectomy. *Obes Surg*. 2018;28(8):2289-2296. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-018-3153-8>
8. Escobar-Morreale HF, Santacruz E, Luque-Ramírez M, Botella Carretero JI. Prevalence of 'obesity-associated gonadal dysfunction' in severely obese men and women and its resolution after bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *Hum Reprod Update*. 2017;23(4):390-408. doi: <https://doi.org/10.1093/humupd/dmx012>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]:

***Роживанов Роман Викторович**, д.м.н. [Roman V. Rozhivanov, MD, PhD]; адрес: Россия, 117036, Москва, ул. Дм. Ульянова, д. 11 [address: 11 Dm. Ulyanova street, 117036 Moscow, Russia]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5386-4289>; eLibrary SPIN: 8052-3310; e-mail: rozhivanov@mail.ru

Чернова Мария Олеговна, аспирант [Mariia O. Chernova, MD, PhD-student];

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7250-4588>; eLibrary SPIN: 7765-3872; e-mail: maryblack22@mail.ru

Морозова Елена Валерьевна [Elena V. Morozova, MD]; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1348-161X>; eLibrary SPIN: 1814-8066; e-mail: elenafedoseeva08@gmail.com

Роживанова Екатерина Романовна [Ekaterina R. Rozhivanova, MD]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4195-7234>; eLibrary SPIN: 4459-1159; e-mail: erozhivanova@mail.ru

Гайдайчук Константин Евгеньевич [Konstantin E. Gaidaichuk, MD]; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6107-4494>; eLibrary SPIN: 3384-1038; e-mail: Gaidaikon@yandex.ru

Андреева Елена Николаевна, д.м.н., профессор [Elena N. Andreeva, MD, PhD, Professor];

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8425-0020>; eLibrary SPIN: 1239-2937; e-mail: endogin@mail.ru

Мельниченко Галина Афанасьевна, д.м.н., профессор, академик РАН [Galina A. Mel'nichenko, MD, PhD, Professor]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5634-7877>; eLibrary SPIN: 8615-0038; e-mail: teofrast2000@mail.ru

Мокрышева Наталья Георгиевна, д.м.н., профессор, член-корр. РАН [Natalya G. Mokrysheva, MD, PhD, Professor]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9717-9742>; eLibrary SPIN: 5624-3875; e-mail: nm70@mail.ru

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author.

ЦИТИРОВАТЬ:

Роживанов Р.В., Чернова М.О., Морозова Е.В., Роживанова Е.Р., Гайдайчук К.Е., Андреева Е.Н., Мельниченко Г.А., Мокрышева Н.Г. Влияние бариатрической хирургии на выработку тестостерона у мужчин // *Ожирение и метаболизм*. — 2025. — Т. 22. — №4. — С. 306-309. doi: <https://doi.org/10.14341/omet13261>

TO CITE THIS ARTICLE:

Rozhivanov RV, Chernova MO, Morozova EV, Rozhivanova ER, Gaidaichuk KE, Andreeva EN, Mel'nichenko GA, Mokrysheva NG. The effect of bariatric surgery on testosterone production in men *Obesity and metabolism*. 2025;22(4):306-309. doi: <https://doi.org/10.14341/omet13261>