

МИКРОБИОТА КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ ВКУСОВЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОСЛЕ БАРИАТРИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ



© Ф.Х. Дзгоева, Н.В. Силина*

Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии, Москва, Российская Федерация

В настоящее время для достижения ремиссии сахарного диабета, связанного с ожирением, все чаще применяются хирургические методы лечения: лапароскопическое гастрощунтирование, продольная резекция желудка и другие. В клинической практике после данного вида оперативных вмешательств у пациентов часто наблюдаются изменения вкусовых привычек и нарушения толерантности к продуктам — тошнота, рвота, непереносимость запаха, вида и текстуры пищи. В представленном обзоре обобщены данные исследований о факторах, влияющих на изменение микробиоты кишечника и слюны, о воздействии состава микробиоты на развитие ожирения, об изменении вкусовых привычек у пациентов после бариатрических операций и возможных причинах изменений. Для поиска источников использовались интернет-ресурсы PubMed, Google Scholar, eLIBRARY.ru за последние 10 лет, для доступа к полному тексту статей — сайты издательств Springer, Elsevier и другие. По результатам поиска проанализирован 101 источник, 60 из них включены в данный обзор.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: бариатрическая хирургия; микробиота кишечника; микробиота слюны; вкус.

MICROBIOTA AS A FACTOR INFLUENCING THE CHANGE IN TASTE PREFERENCES AFTER BARIATRIC SURGERY

© Fatima Kh. Dzgoeva, Natalia V. Silina*

Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia

Currently, surgical methods of treatment are increasingly used to achieve remission of diabetes mellitus associated with obesity: laparoscopic gastric bypass, longitudinal resection of the stomach and others. In clinical practice, after this type of surgical intervention, patients often experience changes in taste habits and violations of tolerance to foods, nausea, vomiting, intolerance to the smell, type and texture of food. This review summarizes research data on the factors influencing changes in the gut and salivary microbiota, on the impact of microbiota composition on the development of obesity, on changes in taste habits in patients after bariatric surgery, and on possible causes of changes. To search for sources, Internet resources PubMed, Google Scholar, eLIBRARY.ru were used for the last 10 years, to access the full text of articles, the websites of publishers Springer, Elsevier and others were used. According to the search results, 101 sources were analyzed, 60 of them are included in this review.

KEYWORDS: bariatric surgery; gut microbiota; salivary microbiota; taste.

ВВЕДЕНИЕ

Ожирение признано глобальной проблемой здравоохранения и рассматривается как основной фактор риска развития жизнеугрожающих заболеваний, таких как сахарный диабет типа 2 (СД2), дислипидемия, гипертоническая болезнь и другие.

По данным ВОЗ, в 2016 г. более 1,9 млрд взрослого населения планеты имели избыточную массу тела. Из них свыше 650 млн страдали ожирением [1]. По оценкам экспертов, к 2025 г. глобальная распространенность ожирения достигнет 18% среди мужчин и более 21% среди женщин [2]. К 2030 г., по прогнозам экспертов, 20% взрослого населения мира будут иметь ожирение [3].

Несмотря на применение в настоящее время множественных стратегий по лечению ожирения: коррекции пищевых привычек, двигательной активности, медикаментозных методов лечения, с каждым годом растет

количество людей с рассматриваемым заболеванием. В связи с этим все чаще прибегают к бариатрической хирургии, которая считается одним из наиболее эффективных методов лечения ожирения [4]. По данным IFSO (Международная федерация хирургии ожирения и метаболических нарушений), в 2018 г. в 50 странах мира было выполнено почти 400 тысяч бариатрических операций.

Было показано, что эффект операции не ограничивается лишь уменьшением объема желудка и снижением всасывания макронутриентов. Вероятно, имеется системное влияние хирургического вмешательства на изменение метаболических параметров. У большинства пациентов после бариатрической операции меняются пищевые привычки и вкусовые предпочтения [5]. До сих пор остается неясным, за счет чего происходит изменение вкусового восприятия пищи после оперативного лечения ожирения. Одна из рассматриваемых версий — модуляция состава кишечной микробиоты и продуцируемых ею метаболитов.

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author.

Цель данного обзора — поиск научных данных о возможных механизмах, объясняющих изменение вкусовой чувствительности у бариатрических пациентов в послеоперационном периоде.

Роль бактерий кишечника как фактора, предрасполагающего к развитию ожирения

Ожирение — сложное многофакторное заболевание, связанное с генетическими, поведенческими и социально-экономическими факторами. В последние десятилетия возможным предрасполагающим фактором развития ожирения считают микробиоту кишечника [6]. Ее называют невидимым метаболическим органом, так как она производит метаболиты, гормоны, важные для регуляции физиологических функций в организме. Кишечная микробиота участвует в регуляции иммунитета хозяина, процессах ферментации неперевариваемых сложных углеводов, способна аккумулировать дополнительную энергию из пищи, осуществлять метаболизм ксенобиотиков и лекарств, а также другие функции, часть которых еще не ясна [7, 8].

Предполагается, что измененная микробиота кишечника играет ключевую роль в патогенезе ожирения, которое, в свою очередь, создает дисбаланс в составе микробиоты кишечника и полости рта, вмешиваясь в производство метаболитов бактериального происхождения, таких как γ -аминомасляная кислота и бутират, что подтверждается сравнением состава микробиоты при ожирении и нормальной массе тела [9]. Сигналы, исходящие от микробиоты кишечника, могут действовать как локально, так и создавая более масштабные системные эффекты (например, «ось кишечник — мозг») [10]. S. Fetissov обнаружил, что некоторые виды кишечной микробиоты способствуют развитию ожирения за счет обеспечения дополнительного источника энергии или усиления потребления пищи через молекулярные механизмы, опосредованно влияющие на мозг человека [11]. Один из них показывает, что бактерии и побочные продукты их метаболизма работают совместно с хемосенсорными сигнальными путями, влияя как на краткосрочное, так и на долгосрочное пищевое поведение [7].

E. Le Chatelier и соавт. показали, что у людей с низким бактериальным разнообразием и фенотипом метаболически нездорового ожирения, который характеризуется преимущественным накоплением жировой ткани в абдоминальной области, наблюдается уменьшение количества бактерий, продуцирующих бутират (*Eubacterium rectale*, *Eubacterium ramulus*, *Roseburia cecicola*), уменьшение количества метаногенных бактерий *Methanobrevibacter smithii*, *Methanosphaera stadtmanae* (*M. stadtmanae*, *Methanomassiliicoccales*), увеличение количества бактерий, связанных с деградацией слизи (*Akkermansia muciniphila*). Таким образом, оказывается, что при избыточной массе тела наблюдается низкое бактериальное разнообразие, а состав кишечной микрофлоры предрасполагает к развитию системного воспаления в организме [12].

Влияние бактерий кишечника на восприятие вкусовых стимулов

Вкусовые рецепторы в большом количестве представлены в ротовой полости, однако они также располо-

жены по всему желудочно-кишечному тракту, где могут опосредованно влиять на усвоение питательных веществ с помощью нескольких механизмов, включая секрецию кишечных пептидов и различных молекул. Специфические рецепторы T1R2 (вкусовой рецептор типа 1), T1R3 (вкусовой рецептор типа 3), молекулы гаструцина и ГПП-1 (глюкагоноподобный пептид 1), продуцируемые энтероэндокринными клетками в ответ на стимуляцию вкусовых рецепторов, участвуют во многих функциях, например, восприятии питательных веществ. Было показано, что функция вкусовых рецепторов в обнаружении питательных веществ и последующем влиянии на вкусовые и пищеварительные процессы связана с побочными продуктами метаболизма кишечной микрофлоры, такими как КЦЖК (короткоцепочечные жирные кислоты), которые предположительно могут обладать стимулирующим воздействием на вкусовые рецепторы (табл. 1) [7].

В исследованиях уделялось пристальное внимание и метаболитам, продуцируемым кишечной микробиотой. Так, индол, производное триптофана и побочный продукт жизнедеятельности бактерий, может стимулировать энтероэндокринные клетки к высвобождению ГПП-1. Рецепторы ГПП-1 экспрессируются в нейронах, отвечающих за анализ вкусовых стимулов, и участвуют в передаче вкусовых сигналов, особенно сладкого вкуса [13]. Это говорит о том, что метаболиты бактерий могут действовать как лиганды для модуляции вкусовых рецепторов, что приводит к изменениям вкусовых предпочтений и массы тела [14].

Вкусовые изменения выявляются также у пациентов с СД2. В исследованиях сообщается о снижении вкусовой чувствительности к сладким, соленым и кислым раздражителям и восприятия вкуса пищи с высоким содержанием жиров [15]. Изменение порога восприятия жиров в составе продуктов связано с колебаниями бактериального состава желобовидных сосочков языка. У пациентов с высоким порогом восприятия жировых стимулов обнаружены более высокие соотношения бактериоидов/лактобацилл и провоспалительный профиль, чем в группе с низким порогом восприятия жиров, что может объяснить снижение чувствительности вкусовых рецепторов к пище с высоким содержанием жиров [16].

Несмотря на большой интерес ученых к влиянию бактерий на модификацию вкусовых ощущений у людей с ожирением, до сих пор остаются неизвестными точные механизмы, связывающие влияние кишечной микробиоты и модификацию вкусовых рецепторов [11]. Более точное понимание этих механизмов в перспективе может сыграть важную роль в развитии технологий по управлению составом микробиоты желудочно-кишечного тракта и, следовательно, изменению вкусовых привычек, снижению массы тела и улучшению метаболического профиля.

Изменение бактериального профиля кишечника после бариатрической операции

В качестве основных причин снижения массы тела после бариатрических операций названы два физиологических изменения: механизмы в центральной нервной системе, влияющие на чувство голода, и наблюдаемые в кишечной микробиоте [17]. Бариатрическая хирургия напрямую влияет на бактериальный состав кишечника человека посредством анатомических

Таблица 1. Влияние бактерий на изменение вкуса (адаптация из работы Leung) [7]

Бактерии/ Безмикробные мыши	Влияние на вкус	Потенциальный механизм
<i>Staphylococci, Streptococci</i>	Чувствительность сладкого, соленого, кислого и горького вкусов ↓	Образуют физический барьер через микробную пленку на языке
<i>Streptococci, Actinomyces, Lactobacillus</i>	—	Расщепляют углеводы до органических кислот
<i>Prevotella, Porphyromonas</i>	—	Расщепление белка до аминокислот и КЦЖК
<i>Lactobacillus</i>	Чувствительность кислого вкуса ↓	Бактериальные продукты повышают порог обнаружения кислого вкуса
<i>Actinobacteria u Bacteroidetes</i>	Вкусовая чувствительность, особенно к горькому вкусу ↓	Бактерии производят вторичные метаболиты, которые действуют как предшественники некоторых горьких кислот
<i>Actinomyces, Oribacterium, Solobacterium, Catonella, Campylobacter</i>	Связаны с высокой чувствительностью к горькому вкусу	—
<i>Clostridia</i>	Рост численности бактерий положительно связан с диетой, богатой белками/жирами, и отрицательно с потреблением клетчатки	—
<i>Proteobacteria, Prevotella</i>	Ассоциируется с диетой, богатой овощами	—
<i>Bacteroidetes, Bacteroidia</i>	Связаны со сниженным восприятием всех вкусов у детей с ожирением	—
<i>Streptococci mutans</i>	Чувствительность к горькому вкусу ↓ Риск кариеса зубов ↑	—
Безмикробные мыши 1	Предпочтение сладкого вкуса ↑	Количество рецепторов сладкого вкуса в проксимальном отделе кишечника ↑
Безмикробные мыши 2	Предпочтение жирных продуктов ↑	Количество рецепторов жирных кислот языка и кишечника ↑ Постпрандиальные сигналы насыщения ↓

и физиологических изменений в желудочно-кишечном тракте, которые способны вызывать модификацию в составе и количестве циркулирующих метаболитов, продуцируемых бактериями [18]. Обнаружено, что после бариатрической операции происходит специфический сдвиг в микробиоте, который отличается от изменений, связанных с диетическими вмешательствами [19].

Н. Zhang и соавт. изучили изменения микробных сообществ в образцах стула у 9 человек, которых разделили на 3 группы: 1-я — с нормальным весом; 2-я — с морбидным ожирением и 3-я группа — пациенты после гастрешунтирования (ГШ). Оказалось, что люди с ожирением являются носителями метаногенных групп бактерий и архей, продуцирующих водород (H_2), в частности, членов семейства *Prevotellaceae* и некоторых групп *Firmicutes*. Увеличение образования водорода (H_2) облегчает ферментацию поступающих с пищей углеводов, при которой производится больше КЦЖК, которые затем поглощаются эпителием кишечника человека, что может способствовать увеличению массы тела.

В результате после хирургического лечения морбидного ожирения заметно изменилась структура микробного сообщества в образцах стула: увеличилось количество *Gammaproteobacteria* (96,2% из которых были членами семейства *Enterobacteriaceae*) и пропорционально уменьшился титр *Firmicutes*, метаногенных бактерий и архей, что может быть расценено как возможный механизм положительного влияния бариатрической операции на метаболический профиль пациентов (табл. 2) [20].

В исследовании D. Rios-Covian и соавт. показано, что в фекалиях людей с морбидным ожирением концентрация общих КЦЖК (уксусная, пропионовая и масляная кислоты) и разветвленных КЦЖК (изовалериановая и изомасляная кислоты) была значительно выше, чем у группы с нормальным, избыточным весом и ожирением, что может быть связано с увеличением массы тела [21]. После бариатрической операции, наоборот, отмечалось снижение уровня КЦЖК в образцах фекалий, что также указывает на возможное уменьшение получаемой из продуктов питания энергии [8].

Помимо изменения уровня КЦЖК, исследователи отмечали снижение концентрации разветвленных аминокислот (BCAA) в сыворотке после бариатрической хирургии [22, 23]. В то же время при ожирении повышается титр данных аминокислот. В сыворотке крови выявлена положительная корреляция снижения содержания BCAA и глюкозы с уменьшением численности бактерий *Roseburia*, *Ros. faecis* и *D. longicatena*, которые относятся к типу *Firmicutes* и в большом количестве представлены у людей с ожирением [24].

J. Aron-Wisniewsky и соавт. указывают, что низкий уровень микробного разнообразия гораздо более распространен при морбидном ожирении (у 75% пациентов), чем в группах с нормальной, избыточной массой тела или 1-й и 2-й степенью ожирения. Бариатрическая хирургия увеличивает уровень микробного разнообразия, однако он частично восстанавливается у большинства пациентов спустя год после операции. У большинства прооперированных микробное разнообразие так и остается низким несмотря на значительное улучшение метаболических показателей и потерю массы тела у всех пациентов, в более длительной перспективе, например, пять лет, микробный состав не улучшается [25].

P. Turnbaugh и соавт. выявили взаимосвязь морбидного ожирения с более низкой представленностью *Bacteroides/Prevotella* до ГШ и их увеличение после опера-

ции и снижения массы тела [26]. Предполагается, что эти сообщества бактерий тесно связаны с метаболическими параметрами, например, после ГШ увеличение соотношения *Bacteroides/Prevotella* коррелировало с лучшими результатами по снижению массы тела и лептина плазмы.

Систематический обзор 14 клинических исследований с участием 222 человек показал, что основные изменения на уровне типов бактерий включают снижение относительной численности *Faecalibacterium prausnitzii*, *Firmicutes* и увеличение титра кишечной палочки после рукавной гастрэктомии, а также увеличение *Bacteroidetes*, *Proteobacteria* после ГШ [27]. R. Murphy и соавт. зафиксировали увеличение типов *Firmicutes*, *Actinobacteria* и уменьшение *Bacteroidetes*. Через 1 год после ГШ у части взрослых с ожирением и СД2 наблюдались ремиссия диабета и увеличение количества бактерий *Roseburia* [28].

Отмечалось, что быстрые изменения в составе микробиома происходят в течение 3 мес после операции и обычно сохраняются некоторое время, но регрессируют до дооперационных значений спустя год [29].

Оценка долгосрочных эффектов бариатрической операции — в течение 9 лет — показала, что кишечный микробиом оказывает прямое влияние на удержание достигнутых результатов в снижении массы тела [19].

Результаты исследований показывают значительное влияние кишечного микробиома на снижение массы

Таблица 2. Изменение состава микробиоты кишечника у пациентов с ожирением до и после бариатрической хирургии

Исследование	Вид бактерий	Свойства
E. Le Chatelier и соавт. [12]	У пациентов с ожирением до ГШ * <i>Eubacterium rectale</i> , <i>Eubacterium ramulus</i> , <i>Roseburia cecicola</i> ↓	Продукция бутирата ↓
	<i>Methanobrevibacter smithii</i> , <i>Methanospaera stadtmanae</i> ↓	Продукция CH ₄ ↓
	<i>Akkermansia muciniphila</i> ↑	Деградация слизи ↑
H. Zhang и соавт. [20]	До ГШ <i>Prevotellaceae</i> , некоторые группы <i>Firmicutes</i> ↑	Продукция водорода ↑ (H ₂ облегчает ферментацию углеводов → поглощение КЦЖК * эпителием кишечника ↑ → m* тела ↑)
	После ГШ <i>Gammaproteobacteria</i> (96,2% из них <i>Enterobacteriaceae</i>) ↑ <i>Firmicutes</i> ↓ метаногенные бактерии и археи ↓	—
	До ГШ <i>Bacteroides / Prevotella</i> ↓	—
P. Turnbaugh и соавт. [26]	После ГШ <i>Bacteroides / Prevotella</i> ↑	m тела ↓ и уровень лептина плазмы ↓
N.K. Davies и соавт. [27]	После рукавной гастрэктомии <i>Faecalibacterium prausnitzii</i> ↓, <i>E. coli</i> ↑, <i>Firmicutes</i> ↓	—
	После ГШ <i>Bacteroidetes</i> ↑ <i>Proteobacteria</i> ↑	—

* Примечание: ГШ — гастрешунтирование; КЦЖК — короткоцепочечные жирные кислоты; m — масса.

тела, изменение метаболических показателей как в течение первого года после бариатрической хирургии, так и в долгосрочной перспективе, однако клиническое значение данных изменений, связь конкретных представителей семейств бактерий с метаболическими изменениями, пока не ясны.

СВЯЗЬ ОЖИРЕНИЯ С ИЗМЕНЕНИЕМ МИКРОБНОГО СОСТАВА ПОЛОСТИ РТА И ВКУСОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

В некоторых научных исследованиях высказано предположение, что бактерии желудочно-кишечного тракта и полости рта — потенциальный механизм в формировании пищевого поведения и пищевых предпочтений человека [30]. Обсуждается возможная связь между вкусовой чувствительностью и бактериальным составом полости рта [31, 32].

Y. Feng и соавт. обнаружили положительную корреляцию между вкусовой чувствительностью и некоторыми видами бактерий [32]. N. Takahashi связывает присутствие *Actinobacteria* и *Bacteroidetes* в пленке языка с повышенной чувствительностью к горькому вкусу [33]. Многие бактерии (например, *Actinobacteria*) продуцируют вторичные метаболиты, которые, являясь предшественниками биоактивных веществ, таких, например, как фенолы, могут усиливать ощущение вяжущего и горького вкуса в пищевых продуктах и вызывать адаптацию к восприятию горечи и терпкости, что, вероятно, может уменьшать потребление пищи с горьким вкусом (например, некоторых овощей, специй и др.) [31].

Микробиота слюны у пациента с ожирением отличается от микробиоты людей с нормальным весом: она имеет значительно более низкое бактериальное разнообразие [34]. Эти данные подтверждаются C. Zeigler и соавт., установившими, что количество бактериальных клеток в поддесневой биопленке связано с ожирением ($p < 0,001$): титр 23 видов бактерий был втрое выше у лиц с ожирением, чем в группе с нормальным весом [35]. В недавнем обзоре Ю. Самойловой и соавт. обобщены данные о взаимосвязи изменения состава микробиоты ротовой полости и ожирения у детей и подростков, проанализированы исследования, показавшие, что дети с ожирением, обладая значительно меньшей способностью правильно определять вкусовые особенности пищи, характеризовались меньшим количеством грибовидных сосочков. Выявлены также различия в экологических показателях микробного альфа-разнообразия (в пределах одного сообщества) у субъектов с ожирением и с нормальной массой тела [36].

Вероятно, в дальнейшем возможно использование этих данных в качестве потенциальных мишеней при терапевтическом лечении ожирения, например, модуляции микробиоты полости рта, а следовательно, и изменения вкусовой чувствительности.

Изменение микробиоты полости рта после бариатрической операции

В ряде исследований сообщается, что через несколько дней после ГШ у большинства пациентов с СД2 значительно улучшаются показатели гликемии, вплоть до полной отмены сахароснижающей терапии. Поскольку в этот период еще не наблюдается снижения массы тела, то,

по одной из гипотез, причиной, влияющей на уровень глюкозы крови, является микробиота кишечника и ротовой полости [37]. Однако большинство исследований проведено через несколько месяцев после ГШ и не отражает в полной мере непосредственных (до потери массы тела) послеоперационных изменений в организме, поэтому представляется целесообразным определение изменений микробиоты полости рта в ближайший послеоперационный период [38].

E. Shillitoe и соавт. исследовали бактериальный состав полости рта в течение 2 нед после операции, когда, по их мнению, происходят наиболее важные изменения. До операции у пациентов с СД2 общее содержание всех бактерий было десятикратно выше, чем у пациентов с ожирением, но без диабета. Помимо микробного состава, зафиксировано повышение воспалительных маркеров, в частности, циркулирующего эндотоксина, фактора некроза опухоли- α (ФНО- α) и С-реактивного белка. Через 2 нед после операции у пациентов с СД2 снижались уровни циркулирующего эндотоксина и ФНО- α . Что касается изменения микробиоты полости рта, то авторы отмечают десятикратное увеличение количества бифидобактерий [39].

В недавнем исследовании M. Dzunkova и соавт. проанализировали образцы слюны 35 пациентов в 1-е сутки после бариатрической операции, а также спустя 3 и 12 мес. Состав микробиоты слюны пациентов определялся секвенированием ампликона гена *16S rRNA*. При сравнении образцов до операции и через сутки выявлены большие сдвиги микробиоты слюны. Более чем у половины пациентов обнаружена связь снижения ИМТ с увеличением *Veillonella atypica*, *Veillonella sp.*, *Megasphaera micronuciformis* и *Prevotella salivae*. У 25 из 35 пациентов содержание *S. oralis* уменьшилось более чем на 5%. Выявлена также положительная корреляция со снижением ИМТ ($p < 0,001$); доля *Granulicatella elegans*, *Porphyromonas pasteri*, *Gemella sp.* и *Prevotella nanceiensis* увеличилась более чем на 100% у половины участников. Высказано предположение, что микробиота слюны, меняющаяся после операции, может способствовать снижению массы тела, влияя на регуляцию метаболизма организма через ось кишечник–мозг или посредством изменения вкусовых предпочтений [40].

Слюна как возможный субстрат для определения бактериального состава полости рта

Впервые Clough выявил лактобактерии в слюне с использованием well-техники в 1934 г.; позже Tailor и Bibby определили в слюне бактерии *L. acidophilus* и *M. lysodeikticus*. По современным данным, количество бактерий в слюне колеблется от 43 млн до 5,5 млрд в 1 мл, в зубном налете почти в 100 раз больше. Т. Вавилова и соавт. характеризуют слюну как информативную биологическую жидкость, которая в перспективе может стать альтернативой забору крови в качестве маркера функционирования различных систем организма [41]. У пациентов после бариатрической операции наблюдаются различные расстройства органов желудочно-кишечного тракта, в частности снижение моторики, задержка стула, поэтому определение микробиоты слюны и ротовой полости может стать более удобным методом диагностики изменений ее состава. Слюна как биологическая жидкость может стать серьезным объектом для изучения в научной и клинической практике [42].

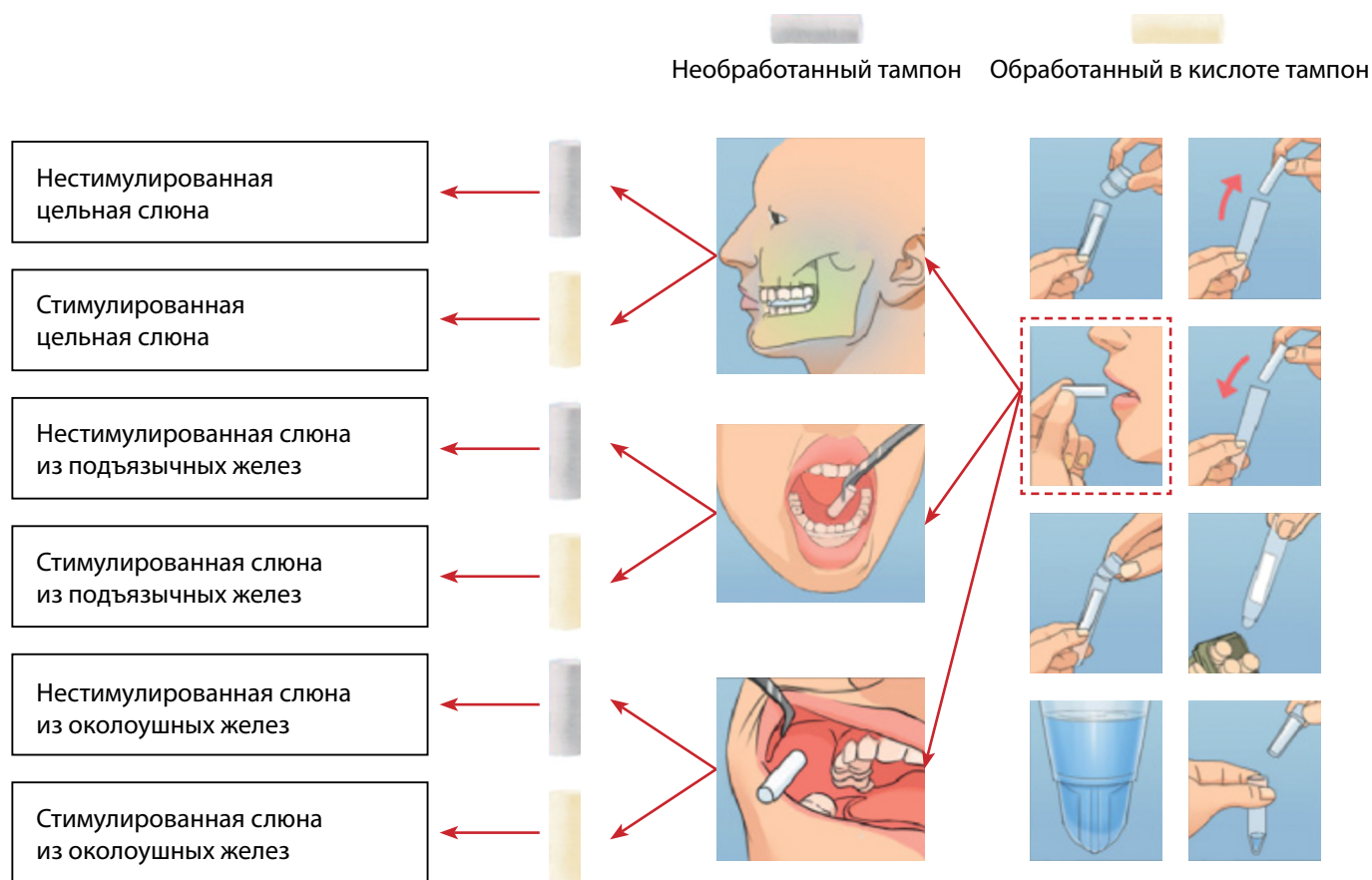


Рис. 1. Различные методы сбора слюны (адаптация схемы Y. Cui и соавт. [43]).

Fig. 1. Various methods of saliva sampling (adapted from the scheme by Y. Cui et al. [43]).

Влияние бариатрической операции на изменение вкусовой чувствительности и выбор пищи

Бариатрическая хирургия приводит к долгосрочной потере веса, улучшению течения СД2, повышению чувства сытости при снижении аппетита и, что интересно, к изменению пищевого поведения в большинстве случаев. Пациенты в послеоперационном периоде находят сладкую и жирную еду менее приятной не только из-за дискомфорта после приема определенной пищи, но и за счет изменения вкусовых ощущений (рис. 2) [44].

Еще в 1995 г. J. Burge и соавт. отметили значительное улучшение восприятия сладкого и горького вкусов через 1,5 и 3 мес после ГШ [45].

Выборка из 103 пациентов с ГШ за период с 2000 по 2011 гг. показала, что у 73% из них изменился вкус ранее привычных продуктов, особенно мяса (умами), сладкой и соленой пищи [46]. Улучшение распознавания сладкого вкуса на раннем этапе (от 1 до 2 мес) после операции подтвердили и M. Nielsen с соавт. [47].

В исследованиях с использованием метода вкусовых полосок Бургхарта обнаружено снижение порога вкусовой чувствительности для кислого вкуса через 1, 2 и 3 мес после ГШ [48]. Кроме сладкого, кислого, горького вкусов, тенденция к улучшению восприятия также прослеживалась и для соленого вкуса [49].

Помимо изменений восприятия разновидности вкуса, оценивалось восприятие интенсивности стимулов вкусовых рецепторов, для чего использовалась серия концентрированных растворов для каждого вкусового стимула, интенсивность которых оценивалась участ-

никами с помощью обобщенной шкалы. Однако в результате тестов на восприятие интенсивности сладкого, соленого и вкуса умами с использованием растворов сахарозы, глюкозы, хлорида натрия и глутамата натрия, которые предлагались пациентам в возрастающих концентрациях, никаких изменений не выявлено [50].

В нескольких исследованиях пытались обнаружить влияние бариатрической хирургии на область вознаграждения в головном мозге, используя progressive-ratio task (PRT — задание на проспективное соотношение) [51]. В одном из таких исследований через 2 мес после ГШ уменьшалась ценность вознаграждения для сладкого и жирового стимулов, но для горького такой зависимости не обнаружено [52, 53]. При использовании визуально-аналоговой шкалы пациенты после ГШ оценивали вкус мороженого (сладко-жировой стимул) как менее приятный, чем после бандажирования желудка. А во время оценки испытуемыми изображений высококалорийной пищи при помощи функциональной магнитно-резонансной томографии была прослежена корреляция изменения вкусового восприятия со снижением активации мезолимбических путей (система вознаграждения). Авторы отмечали послеоперационное повышение порога восприятия для смешанного стимула «сладкое + жирное», связывая его с ростом уровней постпрандиальных гормонов сытости PYY (пептид YY) и ГПП-1 [54, 55].

Было высказано предположение, что после хирургического лечения ожирения среди пяти основных видов вкуса (сладкий, горький, соленый, кислый и умами)

наиболее часто происходят изменения в восприятии сладкого вкуса, в связи с чем некоторые пациенты, перенесшие бариатрическую операцию, предпочитают употреблять менее сладкие продукты, чем до операции [56].

В недавнем исследовании L. Schiavo и соавт. показали изменения в частоте употребления определенных типов продуктов питания и их переносимости через 1 год после операции. В результате было отмечено снижение потребления хлеба и мучных изделий ($p < 0,001$), молочных продуктов и масел ($p < 0,001$), сладостей ($p < 0,001$), сладких безалкогольных напитков ($p < 0,001$), значительное увеличение потребления овощей и фруктов ($p < 0,001$) как у мужчин, так и у женщин. Не обнаружено существенных изменений в частоте потребления мяса и рыбы у женщин ($p = 0,204$), тогда как у мужчин достоверно выявлено уменьшение потребления мяса ($p = 0,028$). Зафиксированы изменения интенсивности воспринимаемого вкуса жирной ($p = 0,021$), острой пищи ($p = 0,006$) у женщин, вкуса горькой пищи у обоих полов ($p = 0,002$; $p = 0,017$). Наблюдалось общее снижение тяги к сладкой, жирной, соленой пище [57].

Данные, приведенные в этом разделе, согласуются с результатами многих других исследований, где обнаружено снижение предпочтения сладкой и жирной пищи у пациентов после бариатрической хирургии.

Влияние микробиоты кишечника на изменение вкусовых предпочтений

Хотя сложные механизмы, приводящие к изменениям в привычках питания, еще предстоит изучить, некоторые исследователи предполагают, что измененная микробиота кишечника может играть немаловажную роль в модуляции вкусовых предпочтений как усиливая вкусовую чувствительность к пищевым стимулам, так и снижая ее, способствуя набору массы тела [58]. Ученые связывают изменения, наблюдаемые в определенных областях мозга (предклинья и скорлупы), отвечающих за аддиктивное и пищевое поведение, с изменениями в микробиоте желудочно-кишечного тракта и ротовой полости. Вероятно, стремительная модификация микробиоты кишечника вследствие операции может способствовать изменению восприятия пищевых сигналов соответствующими областями мозга, подобно тому, что наблюдается при зависимом пищевом поведении [59]. На животных моделях в настоящее время проводят исследования, в которых мышам с ожирением пересаживают фекальную микробиоту от мышей, перенесших бариатрическую операцию, в результате чего у первых наблюдалось уменьшение жировых отложений [60]. Возможно, положительный результат будет наблюдаться у людей как при аллотрансплантации, так и при аутоотрансплантации фекальной микробиоты.

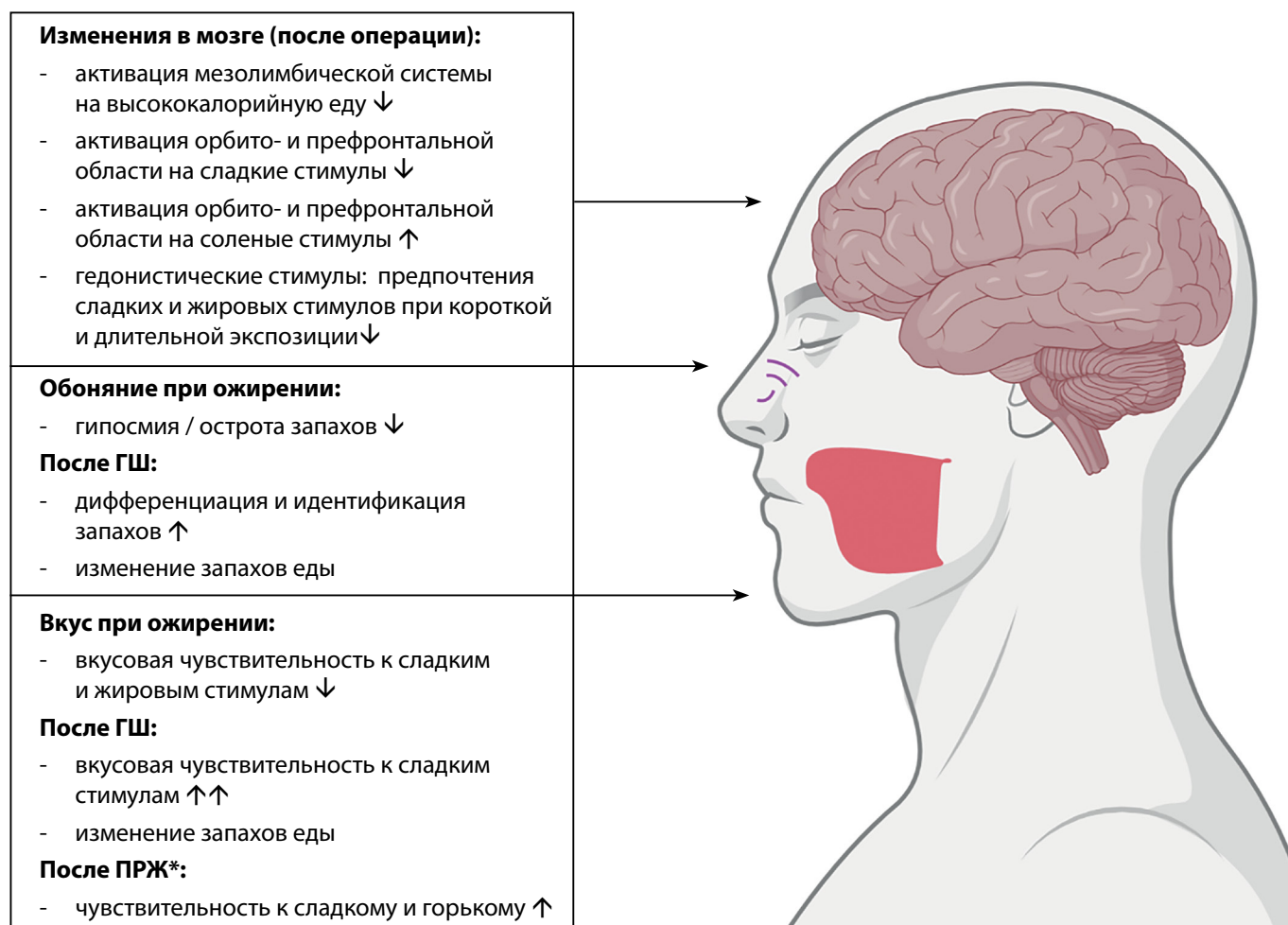


Рис. 2. Схематическое изображение изменений в органах чувств в ответ на вкус и запах после бариатрических процедур (адаптация схемы K. Ahmed и соавт. [44]. Создано на BioRender.com).

* Примечание: ПРЖ — продольная резекция желудка.

Fig. 2. Schematic representation of sensory changes in response to taste and smell after bariatric procedures (adapted from K. Ahmed et al. [44]. Created with BioRender.com).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многочисленные данные исследований, в том числе метаанализов, подтверждают факт влияния микробиоты кишечника как на развитие ожирения, так и на изменение вкусовой чувствительности в ответ на пищевые стимулы, что может усугублять прогрессирование данного заболевания.

Бариатрическая хирургия способствует быстрому и стойкому снижению массы тела, в том числе и за счет изменения бактериального состава кишечника, однако в настоящее время патогенез данного влияния остается малоизученным. После бариатрических операций достоверно изменяется восприятие ранее привычных для пациентов вкусовых стимулов, как предполагается, за счет изменения кишечной микробиоты, микробиоты слюны и производства метаболитов бактериями, которые оказывают системное воздействие на весь организм.

Исследование слюны может стать перспективным методом определения изменений микробного состава не только ротовой полости, но и кишечника, что позволит в будущем упростить лабораторную диагностику для пациентов, перенесших бариатрическую операцию.

Результаты, проанализированные в данной статье, могут быть полезны для будущих исследователей при выяснении связи между микробиотой полости рта и изменением вкусовой чувствительности у бариатрических пациентов, при разработке методов модуляции микробиоты, при использовании специфических веществ, способных влиять на порог вкусового восприятия, что, в свою очередь, может способствовать формированию здоровых пищевых привычек и снижению массы тела. Введение в рацион достаточного количества продуктов, содержащих пробиотики и пребиотики, поддержит стабильное удержание уменьшенной массы тела.

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. Дзгоева Ф.Х. — редактирование текста статьи, внесение правок; Силина Н.В. — анализ литературных данных, написание текста. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- World Health Organization [Internet]. *The challenge of obesity - quick statistics 2016* [cited 01.02.23]. Available from: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Di Cesare M, Bentham J, Stevens GA, et al. Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet*. 2016;387(10026):1377-1396. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30054-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30054-X)
- Kelly T, Yang W, Chen C-S, et al. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *Int J Obes*. 2008;32(9):1431-1437. doi: <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.102>
- Han Y, Kim G, Ahn E, et al. Integrated metagenomics and metabolomics analysis illustrates the systemic impact of the gut microbiota on host metabolism after bariatric surgery. *Diabetes, Obes Metab*. 2022;24(7):1224-1234. doi: <https://doi.org/10.1111/dom.14689>
- Sarwer DB, Wadden TA, Moore RH, et al. Preoperative eating behavior, postoperative dietary adherence, and weight loss after gastric bypass surgery. *Surg Obes Relat Dis*. 2008;4(5):640-646. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2008.04.013>
- Zhao L. The gut microbiota and obesity: from correlation to causality. *Nat Rev Microbiol*. 2013;11(9):639-647. doi: <https://doi.org/10.1038/nrmicro3089>
- Leung R, Covasa M. Do gut microbes taste? *Nutrients*. 2021;13(8):2581. doi: <https://doi.org/10.3390/nu13082581>
- Turnbaugh PJ, Ley RE, Mahowald MA, et al. An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *Nature*. 2006;444(7122):1027-1031. doi: <https://doi.org/10.1038/nature05414>
- Ren Z, Wang H, Cui G, et al. Alterations in the human oral and gut microbiomes and lipidomics in COVID-19. *Gut*. 2021;70(7):1253-1265. doi: <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-323826>
- Cryan JF, Dinan TG. Mind-altering microorganisms: the impact of the gut microbiota on brain and behaviour. *Nat Rev Neurosci*. 2012;13(10):701-712. doi: <https://doi.org/10.1038/nrn3346>
- Fetissov SO. Role of the gut microbiota in host appetite control: bacterial growth to animal feeding behaviour. *Nat Rev Endocrinol*. 2017;13(1):11-25. doi: <https://doi.org/10.1038/nrendo.2016.150>
- Le Chatelier E, Nielsen T, Qin J, et al. Richness of human gut microbiome correlates with metabolic markers. *Nature*. 2013;500(7464):541-546. doi: <https://doi.org/10.1038/nature12506>
- Takai S, Yasumatsu K, Inoue M, et al. Glucagon-like peptide-1 is specifically involved in sweet taste transmission. *FASEB J*. 2015;29(6):2268-2280. doi: <https://doi.org/10.1096/fj.14-265355>
- Vascellari S, Melis M, Cossu G, et al. Genetic variants of TAS2R38 bitter taste receptor associate with distinct gut microbiota traits in Parkinson's disease: A pilot study. *Int J Biol Macromol*. 2020;165:665-674. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.09.056>
- Khera S, Saigal A. Assessment and evaluation of gustatory functions in patients with diabetes mellitus Type II: A study. *Indian J Endocrinol Metab*. 2018;22(2):204. doi: https://doi.org/10.4103/ijem.IJEM_555_17
- Besnard P, Christensen JE, Bernard A, et al. Identification of an oral microbiota signature associated with an impaired orosensory perception of lipids in insulin-resistant patients. *Acta Diabetol*. 2020;57(12):1445-1451. doi: <https://doi.org/10.1007/s00592-020-01567-9>
- Seeley RJ, Chambers AP, Sandoval DA. The role of gut adaptation in the potent effects of multiple bariatric surgeries on obesity and diabetes. *Cell Metab*. 2015;21(3):369-378. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2015.01.001>
- Li JV, Ashrafian H, Bueter M, et al. Metabolic surgery profoundly influences gut microbial-host metabolic cross-talk. *Gut*. 2011;60(9):1214-1223. doi: <https://doi.org/10.1136/gut.2010.234708>
- Tremaroli V, Karlsson F, Werling M, et al. Roux-en-Y gastric bypass and vertical banded gastroplasty induce long-term changes on the human gut microbiome contributing to fat mass regulation. *Cell Metab*. 2015;22(2):228-238. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2015.07.009>
- Zhang H, DiBaise JK, Zuccolo A, et al. Human gut microbiota in obesity and after gastric bypass. *Proc Natl Acad Sci*. 2009;106(7):2365-2370. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.0812600106>
- Rios-Covian D, González S, Nogacka AM, et al. An Overview on Fecal Branched Short-Chain Fatty Acids Along Human Life and as Related With Body Mass Index: Associated Dietary and Anthropometric Factors. *Front Microbiol*. 2020;11(7):2365-2370. doi: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00973>
- Gralka E, Luchinat C, Tenori L, et al. Metabolomic fingerprint of severe obesity is dynamically affected by bariatric surgery in a procedure-dependent manner. *Am J Clin Nutr*. 2015;102(6):1313-1322. doi: <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.110536>
- Wijayatunga NN, Sams VG, Dawson JA, et al. Roux-en-Y gastric bypass surgery alters serum metabolites and fatty acids in patients with morbid obesity. *Diabetes Metab Res Rev*. 2018;34(8):e3045. doi: <https://doi.org/10.1002/dmrr.3045>

24. Koliada A, Syzenko G, Moseiko V, et al. Association between body mass index and Firmicutes/Bacteroidetes ratio in an adult Ukrainian population. *BMC Microbiol.* 2017;17(1):120. doi: <https://doi.org/10.1186/s12866-017-1027-1>
25. Aron-Wisnewsky J, Prifti E, Belda E, et al. Major microbiota dysbiosis in severe obesity: fate after bariatric surgery. *Gut.* 2019;68(1):70-82. doi: <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2018-316103>
26. Turnbaugh PJ, Hamady M, Yatsunenko T, et al. A core gut microbiome in obese and lean twins. *Nature.* 2009;457(7228):480-484. doi: <https://doi.org/10.1038/nature07540>
27. Davies NK, O'Sullivan JM, Plank LD, Murphy R. Altered gut microbiome after bariatric surgery and its association with metabolic benefits: A systematic review. *Surg Obes Relat Dis.* 2019;15(4):656-665. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2019.01.033>
28. Murphy R, Tsai P, Jüllig M, et al. Differential changes in gut microbiota after gastric bypass and sleeve gastrectomy bariatric surgery vary according to diabetes remission. *Obes Surg.* 2017;27(4):917-925. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-016-2399-2>
29. Shen N, Caixàs A, Ahlers M, et al. Longitudinal changes of microbiome composition and microbial metabolomics after surgical weight loss in individuals with obesity. *Surg Obes Relat Dis.* 2019;15(8):1367-1373. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2019.05.038>
30. Alcock J, Maley CC, Aktipis CA. Is eating behavior manipulated by the gastrointestinal microbiota? Evolutionary pressures and potential mechanisms. *BioEssays.* 2014;36(10):940-949. doi: <https://doi.org/10.1002/bies.201400071>
31. Besnard P, Christensen JE, Brignot H, et al. Obese subjects with specific gustatory papillae microbiota and salivary cues display an impairment to sense lipids. *Sci Rep.* 2018;8(1):6742. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24619-1>
32. Feng Y, Licandro H, Martin C, et al. The associations between biochemical and microbiological variables and taste differ in whole saliva and in the film lining the Tongue. *Biomed Res Int.* 2018;1-10. doi: <https://doi.org/10.1155/2018/2838052>
33. Takahashi N. Oral microbiome metabolism: from "who are they?" to "what are they doing?" *J Dent Res.* 2015;94(12):1628-1637. doi: <https://doi.org/10.1177/0022034515606045>
34. Wu Y, Chi X, Zhang Q, et al. Characterization of the salivary microbiome in people with obesity. *PeerJ.* 2018;6(12):e4458. doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.4458>
35. Zeigler CC, Persson GR, Wondimu B, et al. Microbiota in the Oral Subgingival Biofilm Is Associated With Obesity in Adolescence. *Obesity.* 2012;20(1):157-164. doi: <https://doi.org/10.1038/oby.2011.305>
36. Самойлова Ю.Г., Олейник О.А., Кудлай Д.А., и др. Патогенетическая взаимосвязь микробиоты ротовой полости и ожирения у детей и подростков // *Российский вестник перинатологии и педиатрии.* — 2021. — Т. 66. — №5. — С. 38-41. [Samoilova YuG, Oleynik OA, Kudlay DA, et al. Pathogenetic relationship of oral microbiota and obesity in children and adolescents. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics.* 2021;66(5):38-41. (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2021-66-5-38-41>
37. Wickremesekera K, Miller G, Naotunne TD, et al. Loss of Insulin Resistance after Roux-en-Y Gastric Bypass Surgery: a Time Course Study. *Obes Surg.* 2005;15(4):474-481. doi: <https://doi.org/10.1381/0960892053723402>
38. Li J V., Ashrafian H, Bueter M, et al. Metabolic surgery profoundly influences gut microbial-host metabolic cross-talk. *Gut.* 2011;60(9):1214-1223. doi: <https://doi.org/10.1136/gut.2010.234708>
39. Shillitoe E, Weinstock R, Kim T, et al. The oral microflora in obesity and type-2 diabetes. *J Oral Microbiol.* 2012;4(1):19013. doi: <https://doi.org/10.3402/jom.v4i0.19013>
40. Džunková M, Lipták R, Vlková B, et al. Salivary microbiome composition changes after bariatric surgery. *Sci Rep.* 2020;10(1):20086. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76991-6>
41. Вавилова Т.П., Янушевич О.О., Островская И.Г. *Слюна. Аналитические возможности и перспективы.* — М.: БИНОМ; 2014. — 312 с. [Vavilova TP, Ianushevich OO, Ostrovskaya IG. *Sliuna. Analiticheskie vozmozhnosti i perspektivy.* Moscow: BINOM; 2014. 312 p. (In Russ.)].
42. Cui Y, Yang M, Zhu J, et al. Developments in diagnostic applications of saliva in human organ diseases. *Med Nov Technol Devices.* 2022;13(1):100115. doi: <https://doi.org/10.1016/j.medntd.2022.100115>
43. Cui Y, Zhang H, Zhu J, et al. Unstimulated Parotid Saliva Is a Better Method for Blood Glucose Prediction. *Appl Sci.* 2021;11(23):11367. doi: <https://doi.org/10.3390/app112311367>
44. Ahmed K, Penney N, Darzi A, Purkayastha S. Taste changes after bariatric surgery: a systematic review. *Obes Surg.* 2018;28(10):3321-3332. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-018-3420-8>
45. Burge JC, Schaumburg JZ, Choban PS, et al. Changes in patients' taste acuity after Roux-en-Y gastric bypass for clinically severe obesity. *J Am Diet Assoc.* 1995;95(6):666-670. doi: [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(95\)00182-4](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(95)00182-4)
46. Graham L, Murty G, Bowrey DJ. Taste, smell and appetite change after Roux-en-Y gastric bypass surgery. *Obes Surg.* 2014;24(9):1463-1468. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-014-1221-2>
47. Nielsen MS, Andersen INSK, Lange B, et al. Bariatric surgery leads to short-term effects on sweet taste sensitivity and hedonic evaluation of fatty food stimuli. *Obesity.* 2019;27(11):1796-1804. doi: <https://doi.org/10.1002/oby.22589>
48. Holinski F, Menenakos C, Haber G, et al. Olfactory and gustatory function after bariatric surgery. *Obes Surg.* 2015;25(12):2314-2320. doi: <https://doi.org/10.1007/s11695-015-1683-x>
49. Ekmekcioglu C, Maedge J, Lam L, et al. Salt taste after bariatric surgery and weight loss in obese persons. *PeerJ.* 2016;4(4):e2086. doi: <https://doi.org/10.7717/peerj.2086>
50. Nance K, Eagon J, Klein S, Pepino M. Effects of sleeve gastrectomy vs. roux-en-y gastric bypass on eating behavior and sweet taste perception in subjects with obesity. *Nutrients.* 2017;10(1):18. doi: <https://doi.org/10.3390/nu10010018>
51. Abdeen GN, Miras AD, Alqahtani AR, le Roux CW. Vertical sleeve gastrectomy in adolescents reduces the appetitive reward value of a sweet and fatty reinforcer in a progressive ratio task. *Surg Obes Relat Dis.* 2019;15(2):194-199. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soard.2018.10.033>
52. Miras AD, Jackson RN, Jackson SN, et al. Gastric bypass surgery for obesity decreases the reward value of a sweet-fat stimulus as assessed in a progressive ratio task. *Am J Clin Nutr.* 2012;96(3):467-473. doi: <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.036921>
53. Ribeiro G, Camacho M, Fernandes AB, et al. Reward-related gustatory and psychometric predictors of weight loss following bariatric surgery: a multicenter cohort study. *Am J Clin Nutr.* 2021;113(3):751-761. doi: <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa349>
54. Scholtz S, Miras AD, Chhina N, et al. Obese patients after gastric bypass surgery have lower brain-hedonic responses to food than after gastric banding. *Gut.* 2014;63(6):891-902. doi: <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2013-305008>
55. Goldstone AP, Miras AD, Scholtz S, et al. Link between increased satiety gut hormones and reduced food reward after gastric bypass surgery for obesity. *J Clin Endocrinol Metab.* 2016;101(2):599-609. doi: <https://doi.org/10.1210/jc.2015-2665>
56. Molin Netto BD, Earthman CP, Farias G, et al. Eating patterns and food choice as determinant of weight loss and improvement of metabolic profile after RYGB. *Nutrition.* 2017;33(3):125-131. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2016.05.007>
57. Schiavo L, Aliberti SM, Calabrese P, et al. Changes in food choice, taste, desire, and enjoyment 1 year after sleeve gastrectomy: A prospective study. *Nutrients.* 2022;14(10):2060. doi: <https://doi.org/10.3390/nu14102060>
58. Sanmiguel CP, Jacobs J, Gupta A, et al. Surgically induced changes in gut microbiome and hedonic eating as related to weight loss: Preliminary findings in obese women undergoing bariatric surgery. *Psychosom Med.* 2017;79(8):880-887. doi: <https://doi.org/10.1097/PSY.0000000000000494>
59. Dong TS, Gupta A, Jacobs JP, et al. Improvement in uncontrolled eating behavior after laparoscopic sleeve gastrectomy is associated with alterations in the brain-gut-microbiome axis in obese women. *Nutrients.* 2020;12(10):2924. doi: <https://doi.org/10.3390/nu12102924>
60. Ilhan ZE, DiBaise JK, Isern NG, et al. Distinctive microbiomes and metabolites linked with weight loss after gastric bypass, but not gastric banding. *ISME J.* 2017;11(9):2047-2058. doi: <https://doi.org/10.1038/ismej.2017.71>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]

***Силина Наталья Валерьевна [Natalia V. Silina, MD];** адрес: ул. Дмитрия Ульянова, д. 11, 117036 Москва, Россия [address: 11 Dm. Ulyanova street, 117036 Moscow, Russia]; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6170-6603>; e-mail: similnatav@mail.ru

Дзгоева Фатима Хаджимуратовна, к.м.н. [Fatima Kh. Dzgoeva, MD, Cand. Sci. (Med.); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7314-9063>; Scopus Author ID: 57202120653; eLibrary SPIN: 9315-0722; e-mail: fatima.dzgoeva@gmail.com

ИНФОРМАЦИЯ:

Рукопись получена: 04.12.2022. Рукопись одобрена: 18.01.2023. Received: 04.12.2022. Accepted: 18.01.2023.

ЦИТИРОВАТЬ:

Дзгоева Ф.Х., Силина Н.В. Микробиота как фактор, влияющий на изменение вкусовых предпочтений после бариатрической операции // *Эндокринная хирургия*. — 2022. — Т. 16. — № 1. — С. 13-22. doi: <https://doi.org/10.14341/serg12755>

TO CITE THIS ARTICLE:

Dzgoeva FKh., Silina N.V. Microbiota as a factor influencing the change in taste preferences after bariatric surgery // *Endocrine surgery*. 2022;16(1):13-22. doi: <https://doi.org/10.14341/serg12755>