



Персонализированный подход к терапии ожирения на основе идентификации полоспецифичных метаболических фенотипов с использованием биоимпедансометрии и непрямой калориметрии

И.А. Лапик, к.м.н., К.М. Гаппарова, к.м.н.

Адрес для переписки: Ирина Александровна Лапик, Lapik_@inbox.ru

Для цитирования: Лапик И.А., Гаппарова К.М. Персонализированный подход к терапии ожирения на основе идентификации полоспецифичных метаболических фенотипов с использованием биоимпедансометрии и непрямой калориметрии. Эффективная фармакотерапия. 2025; 21 (46): 14–20.

DOI 10.33978/2307-3586-2025-21-46-14-20

Ожирение представляет собой глобальную медико-социальную проблему, для решения которой требуется разработка персонализированных подходов к терапии. Особого внимания заслуживают лица молодого возраста с ожирением, у которых стандартное лечение часто оказывается недостаточно эффективным. Цель – разработать принципы персонализированной дието- и фармакотерапии ожирения для пациентов молодого возраста на основе идентификации полоспецифичных метаболических фенотипов с использованием биоимпедансометрии и непрямой калориметрии.

Материал и методы. В одноцентровое поперечное исследование включены 700 пациентов (300 мужчин и 400 женщин) в возрасте 20–40 лет с ожирением (индекс массы тела $\geq 30 \text{ кг}/\text{м}^2$). Всем участникам исследования проведена оценка состава тела на анализаторе InBody 770 и метаболического статуса на метаболографе Quark RMR.

Результаты. Выявлены статистически значимые различия между мужчинами и женщинами. У мужчин наблюдался андроидный тип ожирения со снижением скорости окисления жиров и преобладанием скорости окисления углеводов. У женщин отмечался гиноидный тип ожирения со снижением скорости окисления углеводов.

Заключение. Комплексное использование биоимпедансометрии и непрямой калориметрии позволяет идентифицировать четкие полоспецифичные метаболические фенотипы ожирения у пациентов молодого возраста. Полученные данные обосновывают необходимость дифференцированного подхода к разработке персонализированных терапевтических программ с учетом выявленных особенностей состава тела и метаболизма.

Ключевые слова: ожирение, персонализированная терапия, биоимпедансометрия, непрямая калориметрия, метаболические фенотипы

Введение

Ожирение приобрело масштабы глобальной пандемии, поразившей население как развитых, так и развивающихся стран. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, распространенность ожирения среди взрослого населения достигла 13%, что почти втрое превышает показатели 1975 г. [1].

Особую тревогу вызывает стремительный рост детского ожирения, частота встречаемости которого увеличилась в десять раз за последние четыре десятилетия [2].

Результаты современных исследований убедительно демонстрируют, что традиционная оценка наличия ожирения с помощью индекса массы тела



(ИМТ) является недостаточной для комплексной диагностики метаболических нарушений, поскольку не позволяет дифференцировать жировую и мышечную массу, а также оценивать распределение жировой ткани [3]. В этой связи в 2023 г. Европейской ассоциацией по изучению ожирения рекомендовано проводить комплексную оценку состава тела с использованием биоимпедансного анализа [4]. Этот неинвазивный, безопасный и экономически эффективный метод позволяет получить детальную информацию о составе тела. В многочисленных исследованиях, включая метаанализ U.G. Kyle и соавт., подтверждена высокая диагностическая ценность биоимпедансного анализа для оценки содержания жировой массы, безжировой массы, общей жидкости и фазового угла – важного маркера клеточного здоровья [5]. Для получения достоверных результатов анализ должен проводиться по стандартизированному протоколу: утром, натощак, после десятиминутного отдыха в положении лежа, с исключением физических нагрузок за 24 часа до исследования [6]. Переменный ток низкой амплитуды и высокой частоты, используемый в устройстве анализатора, не оказывает негативного влияния на здоровье пациента.

Еще одним ключевым компонентом комплексной диагностики является основной обмен веществ, оцениваемый с помощью непрямой калориметрии. Этот метод, основанный на анализе газообмена, позволяет точно определить уровень основного обмена, дыхательный коэффициент и скорость окисления макронутриентов [7–9]. В клинических исследованиях установлено, что у пациентов с ожирением часто наблюдаются снижение основного обмена на 10–15% по сравнению с прогнозируемыми значениями, а также нарушение соотношения окисляемых субстратов [10]. В современных международных рекомендациях, в частности в рекомендациях Европейского общества клинического питания и метаболизма 2021 г., подчеркивается необходимость комбинированного использования биоимпедансометрии и непрямой калориметрии для точной диагностики типа ожирения, выявления метаболических нарушений и разработки индивидуальных программ лечения [11]. Таким образом, комбинированное применение биоимпедансометрии и непрямой калориметрии формирует объективную основу для перехода от универсальных рекомендаций по лечению к истинно персонализированной терапии ожирения, что является актуальной задачей современной медицины.

Цель исследования

Цель настоящего исследования заключалась в разработке принципов персонализированной диетоти и фармакотерапии ожирения для пациентов молодого возраста на основе идентификации полоспецифичных метаболических фенотипов с использованием биоимпедансометрии и непрямой калориметрии.

Материал и методы

Проведено одноцентровое аналитическое поперечное обсервационное исследование.

В исследовании приняли участие 700 пациентов (300 мужчин и 400 женщин) в возрасте 20–40 лет с диагностированным ожирением ($\text{ИМТ} \geq 30 \text{ кг}/\text{м}^2$). Отбор участников проводился согласно строгим критериям включения/исключения для обеспечения представительности выборки.

Критерии включения:

- ✓ возраст от 20 до 40 лет;
- ✓ диагностированное ожирение ($\text{ИМТ} \geq 30 \text{ кг}/\text{м}^2$);
- ✓ подписанное добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Выбор пациентов молодого возраста был обусловлен необходимостью минимизировать влияние инволюционных метаболических изменений, которые, согласно современным данным, существенно модифицируют состав тела и энергетический обмен после 40–45 лет [12].

Критерии исключения:

- ✓ наличие сахарного диабета 1 и 2 типов;
- ✓ беременность;
- ✓ наличие тяжелых заболеваний печени и почек;
- ✓ прием гормональных препаратов;
- ✓ наличие патологии щитовидной железы.

У пациентов оценивали показатели состава тела методом биоимпедансометрии с использованием мультичастотного анализатора InBody 770 (Biospace, Южная Корея). С помощью биоимпедансометрии на основании измеренного значения активного сопротивления определяли количество общей жидкости в организме и тощую массу тела. Жировая масса рассчитывалась как разность значений массы тела и тощей массы. Энерготраты покоя и метаболические субстраты (белки, жиры, углеводы) оценивали методом непрямой калориметрии с помощью стационарного метаболографа Quark RMR (Cosmed, Италия) с авторским программным обеспечением Cosmed RMR и регистрацией концентрации потребляемого O_2 , выдыхаемого CO_2 , дыхательного коэффициента. Исследование проводили натощак, после 8–9-часового сна, в состоянии покоя. Регистрируемые параметры стандартизовали по температуре, барометрическому давлению и влажности в соответствии с международными протоколами стандартизации STPD. Расчет энерготрат покоя осуществлялся с помощью модифицированного уравнения Вейра – Ферранини: $E = 3,78 \times V_{\text{O}_2} + 1,16 \times V_{\text{CO}_2} - 2,98 \times N$, где E – энерготраты в состоянии основного обмена (ккал/сут);

V_{O_2} – потребление кислорода (л/сут);

V_{CO_2} – продукция углекислого газа (л/сут);

N – экскреция азота мочевины мочи (г/сут).

Расчетным способом определяли показатели окисления макронутриентов, такие как скорость окисления белков, скорость окисления жиров и скорость окисления углеводов.

Статистический анализ проводили с использованием программы IBM SPSS Statistics 27.0 (IBM, США).



Количественные данные с нормальным распределением представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$), количественные данные с отклонением от нормального распределения – в виде медианы и межквартильного размаха ($Me [Q1; Q3]$). Нормальность распределения проверяли с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Для сравнения независимых групп при нормальном распределении применяли t-критерий Стьюдента, при отклонении от нормального распределения – U-критерий Манна – Уитни. Для оценки связи между переменными использовали коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Проведенное исследование выявило значительные отклонения от нормативных значений по ключевым параметрам состава тела у пациентов с ожирением. Анализ показал, что процент жировой массы превышал физиологические нормы в 1,5–2,0 раза, достигая в среднем $38,2 \pm 6,8$. Особого внимания заслуживает показатель висцерального жира, который в среднем составлял $158 \pm 42 \text{ см}^2$ при критическом пороге 100 см^2 . Фазовый угол был снижен ($5,1 \pm 0,8^\circ$) по сравнению с оптимальными

значениями ($5,5\text{--}7,0^\circ$), что может свидетельствовать о нарушении клеточного метаболизма. Корреляционный анализ выявил статистически значимые связи между параметрами состава тела. Наблюдалась сильная положительная корреляция между значениями ИМТ и жировой массой ($r = 0,82$, $p < 0,001$), подтверждающая, что увеличение ИМТ преимущественно обусловлено накоплением жира. Установлена значимая положительная корреляция между площадью висцерального жира и отношением окружности талии к окружности бедер ($r = 0,75$, $p < 0,001$). Среди отрицательных корреляций особый интерес представляет связь между фазовым углом и процентом жировой массы ($r = -0,64$, $p < 0,001$). Умеренная отрицательная корреляция между безжировой массой и соотношением «внеклеточная жидкость/общая жидкость» (ECW/TBW) ($r = -0,53$, $p < 0,01$) свидетельствует о важности сохранения мышечной массы для поддержания водного гомеостаза. Полученные данные демонстрируют комплексный характер метаболических нарушений при ожирении, включая избыточное накопление жировой ткани, нарушение водного баланса, накопление висцерального жира. Это подчеркивает необходимость комплексного подхода к терапии ожирения, направленного не только на снижение веса, но и на нормализацию состава тела, а также на улучшение метаболических параметров.

Зависимость состава тела от степени ожирения

Анализ показателей состава тела выявил прогрессирующее ухудшение всех изучаемых параметров по мере увеличения ИМТ (табл. 1). В группе пациентов с ожирением первой степени (ИМТ $30,0\text{--}34,9 \text{ кг}/\text{м}^2$) содержание жировой массы в среднем составляло $35,1 \pm 4,2\%$, площадь висцерального жира – $140 \pm 30 \text{ см}^2$, фазовый угол – $5,3 \pm 0,6^\circ$. При ожирении второй степени (ИМТ $35,0\text{--}39,9 \text{ кг}/\text{м}^2$) наблюдалось увеличение содержания жира до $39,8 \pm 5,1\%$, площади висцерального жира до $175 \pm 38 \text{ см}^2$, при этом фазовый угол был снижен до $4,9 \pm 0,7^\circ$. Наиболее выраженные изменения регистрировались при ожирении третьей степени (ИМТ $\geq 40 \text{ кг}/\text{м}^2$). Так, у данных пациентов содержание жировой массы достигало $44,6 \pm 6,3\%$, площадь висцерального жира – $210 \pm 45 \text{ см}^2$. Фазовый угол был снижен до $4,5 \pm 0,9^\circ$.

Гендерные различия в показателях состава тела

Анализ данных 700 пациентов (300 мужчин и 400 женщин) выявил статистически значимые гендерные различия по всем изучаемым параметрам (табл. 2). У мужчин отмечены более высокие показатели веса ($102,3 \pm 16,8$ против $95,1 \pm 18,9 \text{ кг}$ у женщин ($p < 0,001$)) и окружности талии ($112,5 \pm 10,2$ против $98,7 \pm 12,1 \text{ см}$ соответственно ($p < 0,001$)). При анализе состава тела выявлено, что у женщин имели место достоверно более высокие значения содержания жировой массы ($43,4 \pm 5,9$ против $32,5 \pm 5,1\%$ у мужчин

Таблица 1. Показатели состава тела в зависимости от степени ожирения

Группа	ИМТ, $\text{кг}/\text{м}^2$	Содержание жировой массы, %	Площадь висцерального жира, см^2	Фазовый угол, $^\circ$
Ожирение первой степени	$30,0\text{--}34,9$	$35,1 \pm 4,2$	140 ± 30	$5,3 \pm 0,6$
Ожирение второй степени	$35,0\text{--}39,9$	$39,8 \pm 5,1$	175 ± 38	$4,9 \pm 0,7$
Ожирение третьей степени	≥ 40	$44,6 \pm 6,3$	210 ± 45	$4,5 \pm 0,9$

Таблица 2. Антропометрические показатели и показатели состава тела у пациентов с ожирением в зависимости от пола

Параметр	Мужчины	Женщины	p
Антропометрия			
Вес, кг	$102,3 \pm 16,8$	$95,1 \pm 18,9$	$< 0,001$
ИМТ, $\text{кг}/\text{м}^2$	$35,2 \pm 4,3$	$34,3 \pm 3,9$	$0,002$
Окружность талии, см	$112,5 \pm 10,2$	$98,7 \pm 12,1$	$< 0,001$
Состав тела			
Содержание жира, %	$32,5 \pm 5,1$	$43,4 \pm 5,9$	$< 0,001$
Жировая масса, кг	$33,2 \pm 8,1$	$41,3 \pm 9,7$	$< 0,001$
Безжировая масса, кг	$69,1 \pm 10,5$	$53,8 \pm 9,2$	$< 0,001$
Скелетная мышечная масса, кг	$36,4 \pm 6,8$	$24,7 \pm 5,1$	$< 0,001$
Общая жидкость, л	$45,3 \pm 7,9$	$39,2 \pm 8,3$	$< 0,001$
Соотношение внеклеточной жидкости и общей жидкости	$0,378 \pm 0,012$	$0,385 \pm 0,015$	$< 0,001$
Метаболические показатели			
Энерготраты покоя, ккал/сут	2105 ± 315	1750 ± 285	$< 0,001$
Площадь висцерального жира, см^2	168 ± 38	149 ± 44	$< 0,001$
Фазовый угол, $^\circ$	$5,4 \pm 0,7$	$4,9 \pm 0,8$	$< 0,001$



Таблица 3. Показатели состава тела в зависимости от степени ожирения и пола

Группа	Пол	ИМТ, кг/м ²	Содержание жировой массы, %	Площадь висцерального жира, см ²	Фазовый угол, °
Ожирение первой степени	Мужчины	32,1 ± 1,4	30,8 ± 3,9	152 ± 28	5,6 ± 0,6
	Женщины	31,8 ± 1,3	41,2 ± 4,5	132 ± 31	5,1 ± 0,5
Ожирение второй степени	Мужчины	36,7 ± 1,4	33,5 ± 4,2	182 ± 32	5,2 ± 0,6
	Женщины	36,4 ± 1,3	44,1 ± 5,0	158 ± 36	4,8 ± 0,6
Ожирение третьей степени	Мужчины	42,5 ± 2,1	35,8 ± 5,3	210 ± 40	4,8 ± 0,8
	Женщины	41,8 ± 1,9	47,3 ± 6,1	185 ± 42	4,3 ± 0,7

Таблица 4. Особенности метаболического статуса у пациентов с ожирением в зависимости от пола

Параметр	Мужчины	Женщины	P
Дыхательный коэффициент	0,84 [0,82; 0,87]	0,88 [0,85; 0,92]	< 0,001
Окисление жиров (FAT%)	34,5 [29,1; 40,3]	42,9 [37,2; 48,6]	< 0,001
Окисление углеводов (CHO%)	57,8 [52,4; 63,5]	49,7 [44,2; 56,1]	< 0,001
Окисление белков (PRO%)	6,6 [5,2; 8,1]	6,9 [5,4; 8,5]	0,12

($p < 0,001$) и абсолютной массы жира ($41,3 \pm 9,7$ против $33,2 \pm 8,1$ кг соответственно ($p < 0,001$)). В то же время для мужчин были характерны более высокие показатели безжировой массы ($69,1 \pm 10,5$ против $53,8 \pm 9,2$ кг ($p < 0,001$)) и скелетной мышечной массы ($36,4 \pm 6,8$ против $24,7 \pm 5,1$ кг ($p < 0,001$)).

Особенности состава тела в зависимости от степени ожирения и пола

Стратифицированный анализ с учетом пола и степени ожирения выявил сохранение гендерных различий во всех категориях ИМТ (табл. 3). У женщин наблюдалась более высокий процент жировой массы (от 41,2 при первой степени ожирения до 47,3 при третьей степени ожирения), в то время как у мужчин имели место более высокие абсолютные показатели площади висцерального жира (от 152 см² при первой степени ожирения до 210 см² при третьей степени ожирения). У представителей обоего пола с увеличением степени ожирения отмечалось прогрессирующее снижение фазового угла.

Корреляционный анализ выявил статистически значимые связи между изучаемыми параметрами. Отмечена сильная положительная корреляция между значениями ИМТ и площадью висцерального жира как у мужчин ($r = 0,78$, $p < 0,001$), так и у женщин ($r = 0,72$, $p < 0,001$). Установлена отрицательная корреляция между процентом жировой массы и величиной фазового угла у мужчин ($r = -0,61$, $p < 0,001$) и женщин ($r = -0,58$, $p < 0,001$). Положительная связь между скелетной мышечной массой и базовым метabolизмом была более выражена у мужчин ($r = 0,69$, $p < 0,001$), чем у женщин ($r = 0,54$, $p < 0,001$). Полученные данные демонстрируют выраженные гендерные различия в характере распределения жировой массы и метаболических показателях у пациентов с ожирением молодого возраста, что подтверждает необходимость дифференцированного подхода к разработке персонализированных программ терапии.

Особенности метаболического статуса у пациентов с ожирением

Исследование с применением непрямой калориметрии выявило существенные гендерные различия в метаболизме энергетических субстратов у пациентов с ожирением в возрасте 20–40 лет (табл. 4, рис. 1 и 2). У мужчин с ожирением значение дыхательного коэффициента составило 0,84 [0,82; 0,87], что статистически значимо ниже ($p < 0,001$), чем у женщин, у которых данный показатель составил 0,88 [0,85; 0,92]. Анализ окисления жиров продемонстрировал, что у мужчин этот показатель был достоверно ниже, чем у женщин, – 34,5 [29,1; 40,3] против 42,9 [37,2; 48,6]% ($p < 0,001$). В то же время у женщин относительно мужчин окисление углеводов оказалось сниженным – 49,7 [44,2; 56,1] против 57,8 [52,4; 63,5]% ($p < 0,001$). Различия в скорости окисления белков между группами не достигли статистической значимости: у мужчин – 6,6 [5,2; 8,1]%, у женщин – 6,9 [5,4; 8,5]% ($p = 0,12$).

Полученные данные демонстрируют два разных метаболических профиля. У мужчин с ожирением наблюдается снижение окисления жиров при относительно сохранной утилизации углеводов. У женщин, напротив, выявлено значимое снижение окисления углеводов при более высоком окислении жиров.

Выявленные нами четкие половые различия в окислении субстратов не только согласуются с концепцией стабильности индивидуальных метаболических профилей у лиц молодого возраста [13], но и находят прямое подтверждение в работе S.R. Smith и соавт., которые также отмечали на 15–20% более низкое окисление жиров у мужчин с ожирением по сравнению с женщинами сопоставимого возраста и ИМТ [14]. Отсутствие гендерных различий в окислении белков подчеркивает важность адекватного белкового питания для всех групп пациентов. Выявленные метаболические особенности подтверждают необходимость оценки параметров основного обмена у пациентов с ожирением перед назначением диетотерапии и могут служить основой для разработки гендерно ориентированных подходов к лечению.

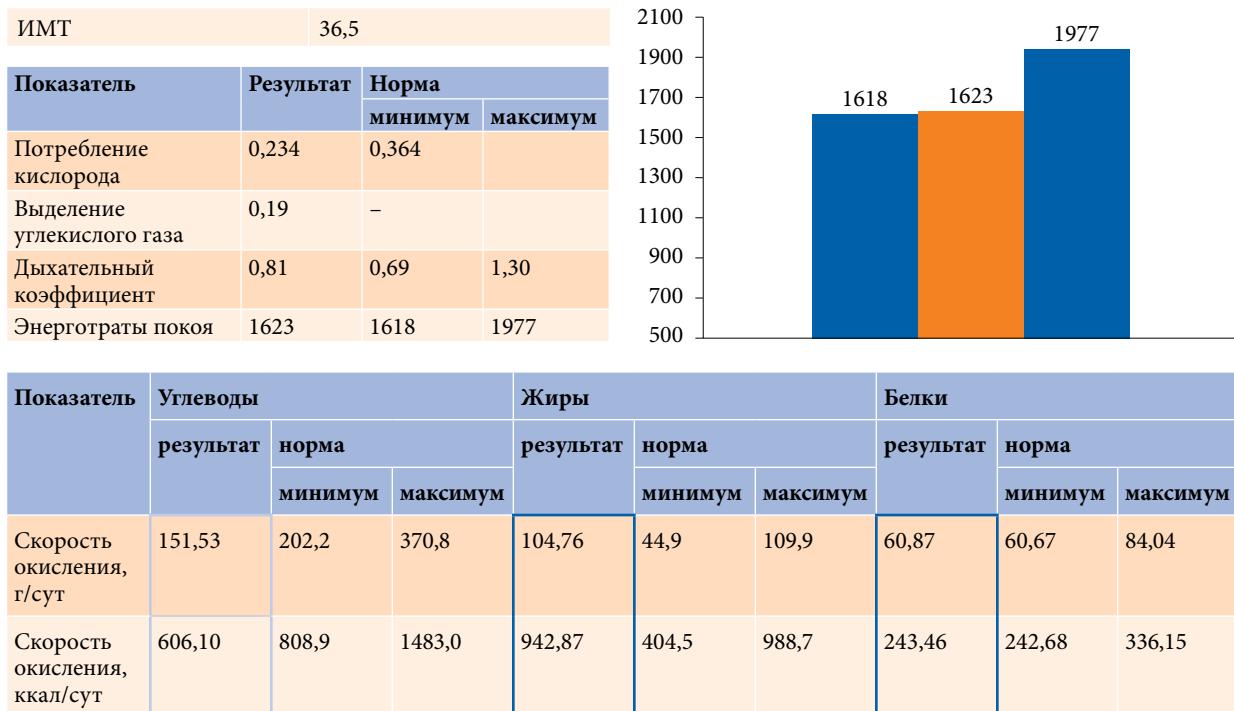


Рис. 1. Результаты непрямой калориметрии у женщины с ожирением

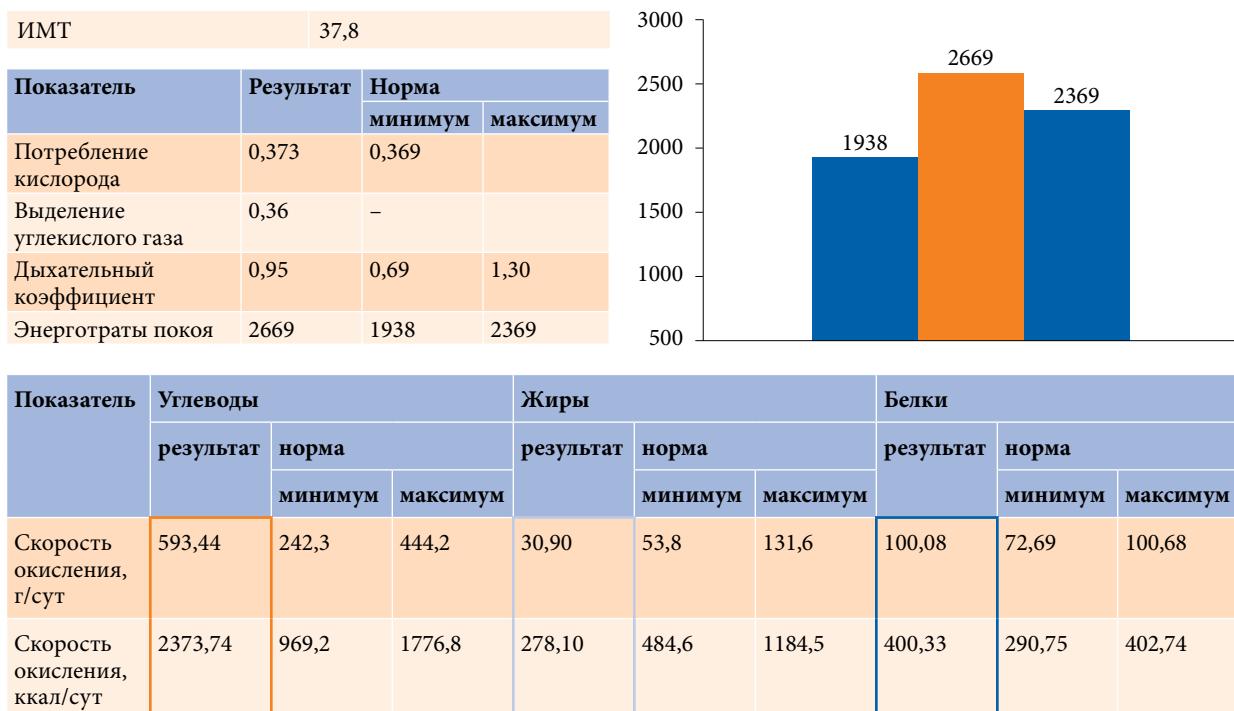


Рис. 2. Результаты непрямой калориметрии у мужчины с ожирением

Персонализированный подход к коррекции метаболических нарушений при ожирении требует дифференцированных стратегий для мужчин и женщин, основанных на особенностях их метаболизма. У мужчин с ожирением ключевой задачей диетотерапии является коррекция дефицита

окисления жиров на фоне относительного преобладания окисления углеводов. Для этого рекомендуется умеренное ограничение в рационе углеводов, особенно простых сахаров и рафинированных продуктов, при одновременном увеличении доли полиненасыщенных жирных кислот. Особое внимание



уделяется достаточному потреблению белка для сохранения мышечной массы. У женщин с ожирением диетотерапия строится с учетом сниженного окисления углеводов. В отличие от подхода для мужчин женщинам рекомендуется не ограничение, а равномерное распределение углеводов в течение дня с выбором продуктов с низким гликемическим индексом. Важной составляющей является обеспечение достаточного потребления клетчатки из овощей и цельнозерновых продуктов, а также адекватное потребление белка.

Медикаментозная поддержка может включать метформин при инсулинерезистентности. Медикаментозная терапия подбирается с учетом выявленных полоспецифичных метаболических фенотипов, коморбидного фона и индивидуальных противопоказаний. Для пациентов, у которых для достижения клинически значимого снижения веса немедикаментозных мер недостаточно, в Российской Федерации зарегистрировано несколько классов препаратов. При инсулинерезистентности и высоком кардиометаболическом риске препаратами выбора могут стать агонисты рецепторов глюкагоноподобного пептида 1 (ГПП-1), такие как лираглатид и семаглатид. Они не только эффективно снижают массу тела за счет регуляции аппетита и потребления пищи, но и демонстрируют кардиоопротективное действие и снижение риска развития сахарного диабета 2 типа. Орлистат показан пациентам, которым необходим препарат с периферическим механизмом действия, особенно при рационе с высоким содержанием жиров. Его применение требует строгого соблюдения диеты. Сибутрамин (включая комбинацию с метформином) может рассматриваться для интенсивного снижения веса у пациентов при отсутствии противопоказаний, к которым в первую очередь относятся сердечно-сосудистые заболевания (ишемическая болезнь сердца, неконтролируемая артериальная гипертензия, хроническая сердечная недостаточность, аритмии), цереброваскулярные заболевания, а также тяжелые нарушения функции печени и почек. Обязательным условием терапии является тщательный контроль артериального давления и частоты сердечных сокращений. Комбинация с метформином особенно актуальна при наличии нарушений углеводного обмена. Выбор конкретного препарата и продолжительности его приема определяется врачом на основании оценки эффективности (снижение массы тела на $\geq 5\%$ за три месяца) и переносимости такой терапии. Для женщин и мужчин универсальным остается комплексный мониторинг, включающий регулярную оценку состава тела методом биоимпедансометрии, контроль метаболических параметров с применением непрямой калориметрии и динамическое наблюдение за лабораторными показателями. На основании этих данных проводится своевременная коррекция терапии, что обеспечивает истинно персонализированное ведение пациента с ожирением.

Заключение

Проведенное исследование позволило выявить статистически значимые гендерные различия в показателях состава тела и метаболического статуса у пациентов молодого возраста с ожирением. Результаты биоимпедансного анализа подтвердили, что для мужчин характерен андроидный тип ожирения с более высокими показателями площади висцерального жира (168 ± 38 против $149 \pm 44 \text{ см}^2$ у женщин ($p < 0,001$)) и меньшим процентом общей жировой массы ($32,5 \pm 5,1$ против $43,4 \pm 5,9$ ($p < 0,001$)). У женщин, в свою очередь, диагностирован гиноидный тип ожирения с более выраженным нарушением водного баланса. Результаты непрямой калориметрии свидетельствуют о следующих различиях в метabolизме: у мужчин – снижение скорости окисления жиров на фоне относительного преобладания скорости окисления углеводов, у женщин – снижение скорости окисления углеводов. Эти различия, сохраняющиеся при всех степенях ожирения, обосновывают необходимость строго индивидуальных терапевтических стратегий. Полученные данные указывают на важность разработки персонализированных программ коррекции веса. Для мужчин диетотерапия должна быть направлена на умеренное ограничение углеводов и увеличение доли полиненасыщенных жирных кислот. Для женщин рекомендованы диеты с контролируемым гликемическим индексом и равномерным распределением потребления углеводов в течение дня. Медикаментозная поддержка также должна учитывать выявленные фенотипы. При наличии инсулинерезистентности препаратом выбора у пациентов с ожирением может выступать метформин. При недостаточной эффективности немедикаментозной терапии целесообразно рассмотреть возможность назначения современных препаратов для лечения ожирения (орлистат, агонисты рецепторов ГПП-1), выбор которых обусловлен полоспецифичным метаболическим профилем, коморбидным фоном и индивидуальными противопоказаниями.

Таким образом, комплексное использование биоимпедансометрии и непрямой калориметрии подтвердило свою высокую клиническую ценность для объективного фенотипирования ожирения и разработки индивидуализированных программ лечения. Перспективным направлением дальнейших исследований является оценка влияния гормонального статуса на эффективность терапии, а также долгосрочных результатов таких персонализированных вмешательств в рамках проспективных рандомизированных исследований. ☈

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Источник финансирования – федеральный бюджет. Публикация подготовлена в рамках выполнения фундаментальной научно-исследовательской работы ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи» № FGMF-2025-0003.



Литература

1. World Health Organization. Obesity and overweight. 2023 // <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> Accessed.
2. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet.* 2017; 390 (10113): 2627–2642.
3. Bray G.A., Kim K.K., Wilding J.P.H., World Obesity Federation. Obesity: a chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. *Obes. Rev.* 2017; 18 (7): 715–723.
4. Yumuk V., Tsigos C., Fried M., et al. European Guidelines for Obesity Management in Adults. *Obes. Facts.* 2015; 8 (6): 402–424.
5. Kyle U.G., Bosaeus I., de Lorenzo A.D., et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin. Nutr.* 2004; 23 (6): 1430–1453.
6. Earthman C.P. Body composition tools for assessment of adult malnutrition at the bedside: a tutorial on research considerations and clinical applications. *JPEN J. Parenter. Enteral. Nutr.* 2015; 39 (7): 787–822.
7. Compher C., Frankenfield D., Keim N., et al. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. *J. Am. Diet. Assoc.* 2006; 106 (6): 881–903.
8. Лапик И.А., Гаппарова К.М. Оценка метаболического статуса пациентов с ожирением и артериальной гипертензией. *Российский кардиологический журнал.* 2025; 30 (S8): 56–57.
9. Дербенева С.А., Стародубова А.В. Особенности нутритивного статуса коморбидных больных. *Инновационные технологии в эндокринологии // Сборник тезисов IV (XXVII) Национального конгресса эндокринологов с международным участием,* 2021: 168.
10. Müller M.J., Enderle J., Bosy-Westphal A. Changes in energy expenditure with weight gain and weight loss in humans. *Curr. Obes. Rep.* 2016; 5 (4): 413–423.
11. Singer P., Blaser A.R., Berger M.M., et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin. Nutr.* 2019; 38 (1): 48–79.
12. Taylor R. Age-related metabolic changes: Impact on body composition and energy expenditure. *J. Gerontol. Biol. Sci. Med. Sci.* 2021; 76 (3): 367–375.
13. Anderson L.J., Wilson K.T., Martinez C.D., et al. Reconciling conflicting data on age-related metabolic decline: a longitudinal cohort study. *Metabolism.* 2022; 128: 154–162.
14. Smith S.R., de Jonge L., Zachwieja J.J., et al. Fat and carbohydrate balances during adaptation to a high-fat diet. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000; 71 (2): 450–457.

Personalized Approach to Obesity Therapy Based on the Identification of Sex-Specific Metabolic Phenotypes Using Bioimpedance Analysis and Indirect Calorimetry

I.A. Lapik, PhD, K.M. Gapparova, PhD

Federal Research Centre for Nutrition, Biotechnology and Food Safety

Contact person: Irina A. Lapik, Lapik_@inbox.ru

Obesity as a global medical and social problem requires the development of personalized therapeutic approaches. Particular attention should be paid to obesity among young adults, where standard treatment is often insufficiently effective.

Objective – to develop principles of personalized diet and pharmacotherapy for obesity in young patients based on the identification of sex-specific metabolic phenotypes using bioelectrical impedance analysis and indirect calorimetry.

Material and methods. A single-center cross-sectional study included 700 patients (300 men and 400 women) aged 20–40 years with obesity ($BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$).

To all participants of the study underwent body composition assessment using the InBody 770 analyzer and metabolic status assessment using the Quark RMR metabolizer.

Results. Statistically significant differences were found between men and women. Men exhibited an android type of obesity with a decreased fat oxidation rate and a predominance of carbohydrate oxidation. Women were characterized by a gynoid type of obesity with a decreased carbohydrate oxidation rate.

Conclusion. The combined use of bioimpedance analysis and indirect calorimetry makes it possible to identify distinct sex-specific metabolic phenotypes of obesity in young patients. The obtained data justify the need for a differentiated approach to developing personalized treatment programs, taking into account the identified features of body composition and metabolism.

Keywords: obesity, personalized therapy, bioimpedance analysis, indirect calorimetry, metabolic phenotypes