

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ТЕЛА И СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕКРЕЦИИ ЛЕПТИНА У ДЕВУШЕК С РАЗЛИЧНЫМ ИНДЕКСОМ МАССЫ ТЕЛА

Л.Н. Смелышева¹, Е.А. Мусихина¹, Н.А. Артенян¹,
Г.А. Ковалева¹, Г.А. Кузнецов²

¹Курганский государственный университет, г. Курган, Россия,

²Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет), г. Санкт-Петербург, Россия

Цель. Исследование динамики уровня гормона жировой ткани лептина у здоровых девушек с различным композитным составом тела и индексом массы для оценки энергетического статуса в условиях стресса. **Материалы и методы.** На основании антропометрии и биоимпедансометрии были сформированы три группы девушек: в первую группу включены девушки с ИМТ менее 18,5 кг/м², дефицит массы тела (ДМТ), во вторую – с 18,5 до 24,9 кг/м², нормальная масса тела (НМТ), в третью – с ИМТ более 24,9 кг/м², что соответствует избыточной массе тела (ИзбМТ). Композитный состав тела определен методом биоимпедансометрии. Определение концентрации плазменного лептина проводилось методом иммуноферментного анализа в фоновых условиях, а также при эмоциональном стрессе. **Результаты.** В выделенных подгруппах определено достоверное различие компонентного состава тела с увеличением в ряду ДМТ→НМТ→ИзбМТ. При оценке уровня течения метаболических процессов по величине фазового угла выявлено, что в группе девушек с ДМТ у 3,41 % наблюдаются признаки повышенного белкового катаболизма. Оценена стресс-индуцированная динамика гормона лептина. В условиях фоновой нагрузки концентрация лептина в плазме крови положительно коррелировала со значением ИМТ и зависела от компонентного состава тела. **Заключение.** У лиц с НМТ в условиях эмоционального напряжения гормон жировой ткани лептин имел отрицательную динамику, что является адекватной адаптивной физиологической реакцией на стресс. Девушки с дефицитом массы тела имеют достоверно высокую положительную динамику лептина, а у девушек с избыточной массой отсутствуют значимые сдвиги его концентраций, что можно объяснить формированием лептинорезистентности.

Ключевые слова: лептин, эмоциональный стресс, энергетический гомеостаз, компонентный состав тела.

Введение. Энергетический гомеостаз реализуется через регуляторную ось гипоталамус – гипофиз – жировая ткань, в котором главным медиатором является лептин [22, 23]. К основным его физиологическим эффектам относят регуляцию аппетита и затрат энергии, жирового обмена, термогенеза, процессов роста и развития, модуляцию репродуктивной функции [4, 5, 7, 9, 13]. Уровень содержания этого гормона отражает количество жировой ткани в организме [6, 19–21]. Результаты исследований показывают, что концентрация лептина в сыворотке крови прямо пропорционально коррелирует с размерами адипоцитов: крупные жировые клетки секретируют гораздо большее количество гормона, чем мелкие адипоциты [4, 14]. Гиперлептинемия ассоциируется с атерогенными изменениями профиля липидов, что позволяет считать этот пока-

затель значимым проатерогенным маркером [10, 18].

Индекс массы тела (ИМТ) является эпидемиологически значимым индикатором риска заболеваемости и смертности. Однако использование индексов на индивидуальном уровне приводит к ошибкам при оценке степени ожирения из-за варьирования компонентов состава тела в широких пределах. Для этого необходимо проведение комплексного исследования с целью исключения ложной трактовки статуса энергетического гомеостаза [8, 11].

Отдельные параметры состава тела соотносятся с риском развития ряда заболеваний и патологических состояний, обусловленных выходом за границы нормальных значений одного или нескольких компонентов, что позволяет использовать их в качестве диагностических маркеров [2, 11, 16]. Так, жировой

компонент ассоциируется с ожирением, истощением, нарушением обмена веществ, сахарным диабетом, синдромом артериальной гипертензии, нарушением работы щитовидной и половых желез, что закономерно приводит к снижению фертильности [1, 3, 9, 15].

Таким образом, особенности секреции лептина и корреляция его с морфологическими параметрами требуют дальнейшего изучения, что поможет расширить представления о механизмах метаболических нарушений.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось на базе лаборатории «Физиология экстремальных состояний» кафедры анатомии и физиологии человека ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет».

В исследовании принимали участие 111 девушек-студенток в возрасте 18–22 лет. На основании антропометрии и биоимпедансометрии были сформированы три группы девушек, которые имели различное значение ИМТ: первую группу составляли девушки с ИМТ < 18,5 кг/м² – дефицит массы тела (ДМТ), вторую – с ИМТ от 18,5 до 24,9 кг/м² – нормальная масса тела, в третью были отнесены девушки с ИМТ более 25 кг/м², что соответствует избыточной массе тела.

Для характеристики энергетического гомеостаза в полученной выборке определялась концентрация лептина как в фоновых условиях (период повседневной учебной нагрузки), так и при эмоциональном стрессе (экзаменационная сессия). Модель экзаменационного стресса довольно часто используется для изучения влияния эмоционального напряжения на различные системы организма [12, 17, 22]. Концентрация лептина в сыворотке крови в ходе ИФА на каждом этапе определялась с помощью набора реагентов DRG (США) на анализаторе СЕМ-7. Композитный состав тела определялся методом биоимпедансометрии на биоимпедансном анализаторе состава тела «АВС-01 МЕДАСС», подключенном к персональному компьютеру с установленным программным обеспечением.

Статистический анализ проводили с помощью компьютерной программы Statistica-6. Полученные результаты представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее выборочное значение, m – ошибка средней. Проверка на нормальность распределения произведена с использованием теста Колмогорова – Смирнова. Для сравнения количественных признаков трех

независимых групп использовали критерий Краскела – Уоллиса. Для выявления величины и направленности связи между исследуемыми показателями проводился корреляционный анализ по Спирмену. Вероятность ошибки по пороговой величине традиционно устанавливалась на уровне равном 0,05 (вероятность не менее 95 %).

Результаты. В ход исследования состава тела было выявлено, что основные его компоненты – жировая, тощая, активная и скелетно-мышечная массы, а также показатели водного обмена – имеют достоверные различия в подгруппах, дифференцированных по значению ИМТ с увеличением в ряду ДМТ→НМТ→ИзбМТ. При этом жировой компонент в группах лиц с нормальной и избыточной массой тела находится в интервале высоких значений признака, указывающем на повышенный риск развития ожирения и ассоциированных с ним заболеваний.

Показатели, характеризующие водный обмен, а также тощая и активная клеточная масса находятся в интервалах низких значений признака у девушек с нормальной и недостаточной массой тела, что можно объяснить недостаточным поступлением белка с пищей или пониженным статусом питания. Дефицит скелетно-мышечной массы – важнейшего структурного элемента адаптационного резерва организма – наблюдался во всех выделенных группах, что свидетельствует о дисгармоничности физического развития, обусловленной влиянием средовых факторов или генетической предрасположенностью (рис. 1, 2).

Исследование процентной доли жира в общей массе тела девушек в зависимости от ИМТ показало, что количество лиц, имеющих избыточный вес и ожирение, достоверно возросло в ряду НМТ→ИзбМТ ($p < 0,05$). Формированию такой тенденции могла способствовать в том числе высокая активность окислительно-восстановительных реакций в мышечной ткани, наибольшее достоверное количество которой наблюдалось в группах с нормальной массой тела и ее дефицитом и обусловило сжигание подкожного жира.

Превышение нормальных значений жирового компонента по данным биоимпедансометрии у обследованных девушек (62,5 % случаев) на фоне избыточного питания в сочетании с пониженной физической активностью может привести к повышенному выско-

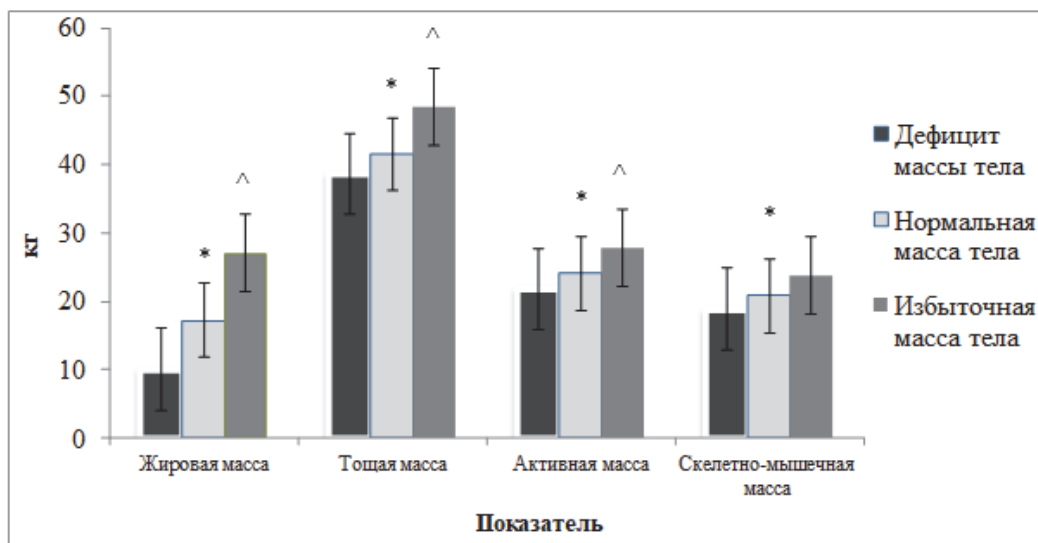


Рис. 1. Показатели компонентного состава тела у студенток с различным значением ИМТ:
 * $p < 0,05$, различия достоверны относительно группы ДМТ;
 ^ $p < 0,05$, различия достоверны относительно группы НМТ
 Fig. 1. Indicators of body component composition in female students with different BMI:
 * $p < 0.05$, differences are significant relative to the BMD group;
 ^ $p < 0.05$, differences are significant relative to the NBM group

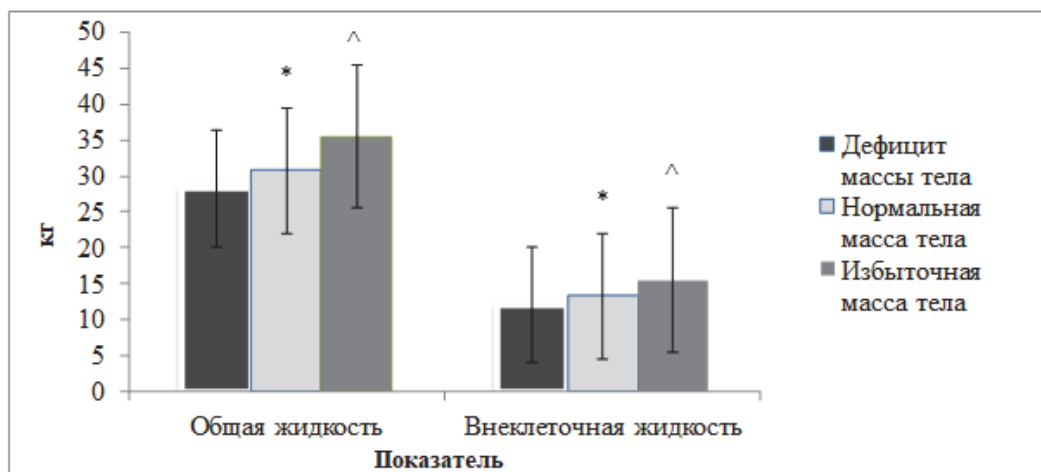


Рис. 2. Показатели водного обмена у студенток с различным значением ИМТ:
 * $p < 0,05$, различия достоверны относительно группы ДМТ;
 ^ $p < 0,05$, различия достоверны относительно группы НМТ
 Fig. 2. Indicators of water metabolism in female students with different BMI:
 * $p < 0.05$, differences are significant relative to the BMD group;
 ^ $p < 0.05$, differences are significant relative to the NBM group

бождению свободных жирных кислот, обладающих липотоксичными эффектами и вызывающих развитие инсулинорезистентности – одного из ключевых факторов развития метаболического синдрома. При этом в группе девушек с избыточной массой тела отсутствовали лица, относящиеся к категориям «истощение», «фитнес-стандарт» и «норма». В группе лиц с дефицитом массы тела 17 % студенток имеют истощение по процентной доле жировой массы.

Особый интерес представляла группа девушек с нормальной массой тела, в которой 64,41 % обследованных имели превышение процентной доли жирового компонента. Таким образом, развитие метаболических нарушений, обусловленных избыточным накоплением жировой ткани, может наступить не только при избыточном весе и ожирении, но и у лиц, имеющих нормальную массу тела, что указывает на необходимость использования показателей компонентного состава тела

в качестве маркеров нарушения энергетического гомеостаза.

Для оценки уровня метаболических процессов у обследованных студенток в ходе биоимпедансометрии была определена величина фазового угла. Фазовый угол представляет собой специфичную только для биоимпедансной технологии оценки состава тела величину, связанную со скоростью метаболических процессов в организме [17]. Наибольшее значение данного показателя ($7,06 \pm 0,11$ град.) наблюдалось в группе лиц, имеющих нормальную массу тела, что характеризует адекватный уровень интенсивности обмена веществ и достаточную скорость течения метаболических процессов ($p < 0,05$) (рис. 3).

При этом в группе девушек с дефицитом массы тела у 3,41 % по величине фазового угла определены признаки повышенного белкового катаболизма – сочетание низких значений фазового угла при нормальном или низком значении процента жировой массы. Во всех группах отмечается наличие лиц, имеющих низкие значения фазового угла и нормальные величины жирового компонента, что свидетельствует о гиподинамии обследованных девушек.

Нами определено, что у 32 % лиц исследуемой нами выборки наблюдается повышенное значение индекса талия/бедро (ИТБ), слу-

жащего маркером накопления висцерального жира. Избыток в организме последнего может привести к нарушению регуляции секреции адипокинов, в том числе повышение уровня плазменного лептина, изменению чувствительности тканей к инсулину, что является звеньями патогенеза метаболического синдрома.

В этой связи произведена оценка риска развития метаболического синдрома на основании значений ИТБ и процентной доли жирового компонента. При этом высокому риску соответствовало сочетание повышенного значения ИТБ и доли жирового компонента в градации «ожирение», повышенному риску – соблюдение одного из этих условий, низкому риску – одномоментное несоблюдение обоих условий [17]. Исходя из этого, у половины обследованных студенток с различным статусом энергетического гомеостаза наблюдается риск развития метаболического синдрома (рис. 4).

Стресс-индуцированная динамика выделения лептина представляла интерес с точки зрения его роли в регуляции энергетического гомеостаза. В условиях фоновой нагрузки концентрация лептина в плазме крови положительно коррелировала со значением ИМТ и зависела от количества жирового компонента. Такая зависимость сохранялась и в условиях эмоционального стресса (табл. 1).

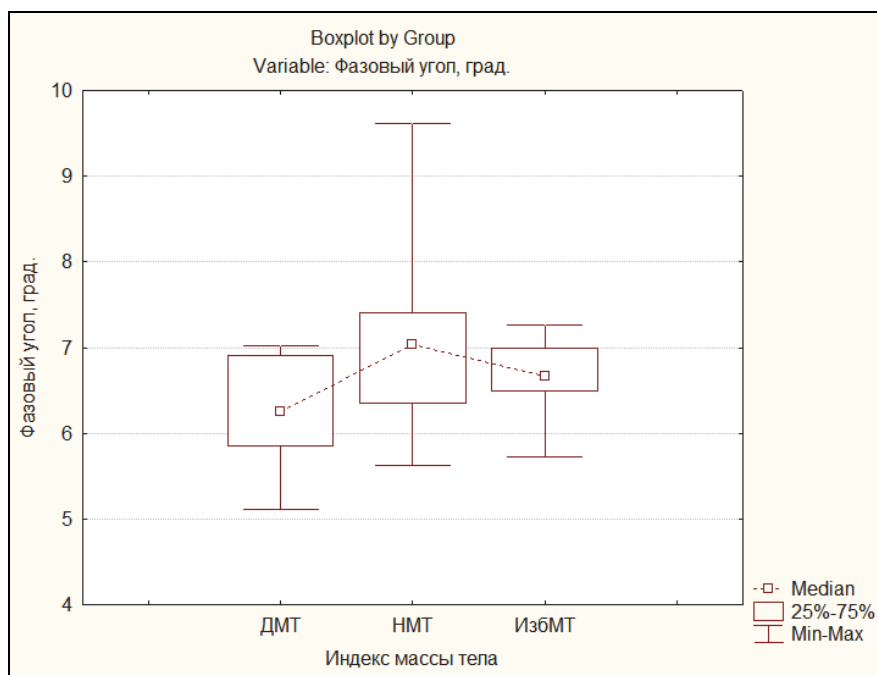


Рис. 3. Величина фазового угла у студенток с различным значением ИМТ
Fig. 3. The magnitude of the phase angle in female students with different BMI

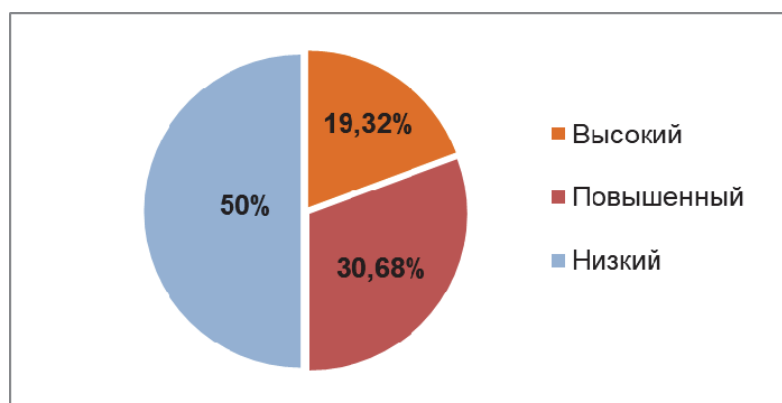


Рис. 4. Риск развития метаболического синдрома у девушек с различным статусом энергетического гомеостаза
 Fig. 4. The risk of metabolic syndrome development in female students with different energy homeostasis

Таблица 1
 Table 1

Стресс-индуцированная динамика лептина у девушек с различным значением ИМТ
 Stress-induced dynamics of leptin in females with different BMI
 (M ± m) (n = 111)

Показатель Parameter	Период исследования Stage	ДМТ / BMD (n = 15)	НМТ / NBM (n = 77)	ИзбМТ / OvBM (n = 19)
Лептин, пг/мл Leptin, pg / ml	Фон / Normal conditions	4,87 ± 0,29	13,09 ± 0,51*	19,01 ± 1,21*/**
	Стресс / Stress	8,07 ± 0,94^	11,4 ± 0,48*^	18,93 ± 0,69*/**

Примечание. * p < 0,05, различия достоверны относительно группы с дефицитом массы тела; ** p < 0,05, различия достоверны относительно группы с нормальной массой тела; ^ p < 0,05, различия достоверны относительно фона.

Note. * p < 0.05, differences are significant relative to the BMD group; ** p < 0.05, differences are significant relative to the NBM group; ^ p < 0.05, differences are significant relative to normal conditions.

Эмоциональный стресс вызывает существенные изменения в содержании многих гормонов, особенно гормонов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси [17, 22]. Их воздействие делает доступными энергетические субстраты (глюкозу и жиры) для клеток организма.

Определено, что в группе девушек с дефицитом массы тела уровень плазменного лептина при стрессе возрастал, а при нормальной массе тела снижался (p < 0,05). Повышение уровня лептина в группе с дефицитом массы тела способно тормозить утилизацию глюкозы клетками, создавая условия для более длительной ее циркуляции в крови и увеличения ее доступности в качестве энергетического субстрата. В группе лиц с избыточной массой тела развитие лептинорезистентности, имевшей место в фоновых условиях, сохранялось при действии стресса, что продолжало блокировать энергетический сигнал на уровне ядер гипоталамуса.

Анализ корреляционных связей показывает зависимость выделения лептина в плазме крови от компонентного состава тела как в фоновых условиях, так и в ходе реализации стресс-реакции (p < 0,05). Наиболее тесная прямая связь прослеживается между лептином, показателем жировой массы, водным и основным обменом. Обратные связи определены с содержанием безжировой (тощей) массы (табл. 2).

Полученные нами данные подтверждают тот факт, что жировая ткань, являясь активным эндокринным органом, обладает нейрогуморальной активностью и участвует в регуляции энергетического обмена, прежде всего за счет секреции лептина. Кроме того, она играет роль своеобразного депо воды в организме: при расщеплении жира выделяется большое количество воды, что объясняет более тесную взаимосвязь концентрации плазменного лептина и показателей водного обмена в условиях эмоционального напряжения.

Таблица 2
Table 2

Корреляционные связи между уровнем лептина и показателями состава тела
у девушек в условиях эмоционального стресса
Correlation between the level of leptin and body composition in females under stress conditions
(M ± m) (n ± 88)

Показатель / Parameter	Период исследования / Stages of study	
	Фон / Normal conditions	Стресс / Stress
Жировая масса, кг / Fat mass, kg	0,5	0,4
Тощая масса, кг / Lean mass, kg	-0,3	-0,4
Активная клеточная масса, кг / Active cell mass, kg	0,2	0,3
Скелетно-мышечная масса, кг / Musculoskeletal mass, kg	0,2	0,2
Общая жидкость, кг / Total body water, kg	0,3	0,4
Внеклеточная жидкость, кг / Extracellular fluid, kg	0,2	0,3
ИТБ / Hip/waist ratio	0,1	0,2
Фазовый угол, град / Phase angle, degrees	0,2	0,2
Основной обмен, ккал/сут / Basic metabolism, kcal / day	0,4	0,4

Заключение. У лиц с нормальной массой тела в условиях эмоционального напряжения гормон жировой ткани лептин имел отрицательную динамику, что является адекватной адаптивной физиологической реакцией на стресс. Девушки с дефицитом массы тела имеют достоверно высокую положительную динамику лептина, а у девушек с избыточной массой отсутствуют значимые сдвиги его концентраций.

Вместе с тем результаты оценки компонентного состава тела отражают негативную ситуацию в отношении риска развития метаболического синдрома, ожирения и ассоциированных с ним хронических заболеваний. Это обстоятельство указывает на необходимость изучения факторов, модулирующих композитный состав, в том числе генетический, уровень физической активности, пищевое поведение, факторы образовательной среды.

Литература

1. Биоимпедансный скрининг населения России в центрах здоровья: распространенность избыточной массы тела и ожирения / Н.П. Соболева, С.Г. Руднев, Д.В. Николаев et al. // Рос. мед. журнал. – 2014. – № 4. – С. 4–13.

2. Биоимпедансометрия как метод оценки компонентного состава тела человека (обзор литературы) / И.В. Гайворонский, Г.И. Ничипорук, И.Н. Гайворонский, Н.Г. Ничипорук // Вестник СПбГУ. Медицина. – 2017. – Т. 12, № 4. – С. 365–384. DOI: 10.21638/11701/spbu11.2017.406

3. Гириш, Я.В. Роль и место биоимпедансного анализа в оценке состава тела детей и подростков с различной массой тела /

Я.В. Гириш, О.А. Герасимчик // Бюл. сибирской медицины. – 2018. – Т. 17, № 2. – С. 121–132. DOI: 10.20538/1682-0363-2018-2-121-132

4. Гормон лептин и проблемы репродукции / Е.В. Передереева, А.А. Лушникова, А.Д. Фрыкин, А.А. Пароконная // Злокачественные опухоли. – 2012. – № 1. – С. 35–39. DOI: 10.18027/2224-5057-2012-1-35-39

5. Дедов, И.И. Жировая ткань как эндокринный орган / И.И. Дедов, Г.А. Мельниченко, С.А. Бутрова // Ожирение и метаболизм. – 2006. – Т. 3, № 1. – С. 6–13.

6. Дедов, И.И. Патогенетические аспекты ожирения / И.И. Дедов, Г.А. Мельниченко, Т.И. Романцова // Ожирение и метаболизм. – 2004. – № 1. – С. 3–9.

7. Инюшкина, Е.М. Лептин – анорексигенный регуляторный полипептид с респираторной активностью / Е.М. Инюшкина // Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. – 2006. – № 2. – С. 168–177.

8. Мартиросов, Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, С.Г. Руднев. – М.: Наука, 2006. – 248 с.

9. Место биоимпедансного анализа в эпидемиологической оценке состояния нутритивного статуса взрослых и детей (обзор) / Л.В. Козлова, В.В. Бекезин, Т.В. Дружинина, О.В. Пересекакая // Смоленский мед. альманах. – 2017. – № 4. – С. 13–22.

10. Микитюк, М.Р. Уровень лептина и его связь с антропометрическими параметрами у больных акромегалией / М.Р. Микитюк, О.О. Хижняк // Ожирение и метаболизм. – 2014. – № 1. – С. 45–49.

11. Николаев, Д.В. Лекции по биоимпе-

данному анализу состава тела человека / Д.В. Николаев, С.П. Щелькалина. – М.: РИО ЦНИИОИЗ МЗ РФ, 2016. – 152 с.

12. Ноздрачев, А. Д. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы / А.Д. Ноздрачев, Ю.В. Щербатых // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 6. – С. 95.

13. Патогенетические механизмы лептинорезистентности / Г.А. Чумакова, А.В. Отт, Н.Г. Веселовская и др. // РКЖ. – 2015. – № 4. – С. 107–110. DOI: 10.15829/1560-4071-2015-04-107-110

14. Предикторы формирования эмоциональных нарушений и снижения качества жизни пациенток раннего репродуктивного возраста с избыточной массой тела / Е.П. Хазенко, Е.В. Уварова, М.Ю. Высоких и др. // Репродуктивное здоровье детей и подростков. – 2019. – № 1. – С. 67–77. DOI: 10.24411/1816-2134-2019-11008

15. Роль нейротрансмиттеров в регуляции энергетического гомеостаза и возможности медикаментозной коррекции его нарушений при ожирении / И.И. Дедов, Е.А. Трошина, Н.В. Мазурина et al. // Ожирение и метаболизм. – 2016. – № 1. – С. 9–15. DOI: 10.14341/ОМЕТ201619-15

16. Рылова, Н.В. Актуальные аспекты изучения состава тела спортсменов / Н.В. Рылова // Казан. мед. журнал. – 2014. – № 1. – С. 108–111.

17. Стресс-индуцированные гормональные показатели репродуктивной функции

у здоровых девушек с различным индексом массы тела / А.В. Кайгородцев, Л.Н. Смелышева, Е.А. Мусихина, Н.А. Артемян // Человек Спорт Медицина. – 2019. – Т. 18, № 4. – С. 35–41. DOI: 10.14529/hsm180405

18. Смирнова, Е.Н. Динамика уровня лептина, растворимых рецепторов лептина, индекса свободного лептина и резистина при снижении массы тела у больных артериальной гипертензией, ассоциированной с ожирением / Е.Н. Смирнова, С.Г. Шулькина // Артериальная гипертензия. – 2016. – № 4. – С. 382–388.

19. Cottrel, E.C. Leptin receptors / E.C. Cottrel, J.C. Mercer // Hand. Exp. Pharmacol. – 2012. – Vol. 209. – P. 3–21.

20. Mansur, R.B. Is there a “metabolic-mood syndrome”? A review of the relationship between obesity and mood disorders / R.B. Mansur, E. Brietzke, R.S. McIntyre // Neurosci. Biobehav. Rev. – 2015. – Vol. 52. – P. 89–104.

21. Savino, F. Leptin levels in breast-fed and formula-fed infants / F. Savino, M. Costamagna, A. Prino et al. // Acta Paediatr. – 2002. – Vol. 91 (9). – P. 897–902.

22. Schepard, J.D. Additive pressor effects of caffeine and stress in male medical students at risk for hypertension / J.D. Schepard, M. Al'Absi, T.I. Whitsett et al. // Am. J. Hypertens. – 2000. – Vol. 13. – P. 475–481.

23. Yu, W.H. Role of leptin in hypothalamic-pituitary function / W.H. Yu, M. Kimura, A. Walczewska et al. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1997. – Vol. 94. – P. 1023–1028.

Смелышева Лада Николаевна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет. 640020, г. Курган, ул. Советская, 63, стр. 4. E-mail: smelisheva@ya.ru, ORCID: 0000-0003-2459-749X.

Мусихина Екатерина Андреевна, аспирант кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет. 640020, г. Курган, ул. Советская, 63, стр. 4. E-mail: Ekatl3@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9621-8228.

Артемян Наталья Акоповна, аспирант кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет. 640020, г. Курган, ул. Советская, 63, стр. 4. E-mail: afgh@kgsu.ru, ORCID: 0000-0002-4092-7084.

Ковалева Галина Александровна, аспирант кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет. 640020, г. Курган, ул. Советская, 63, стр. 4. E-mail: afgh@kgsu.ru, ORCID: 0000-0001-6396-223X.

Кузнецов Георгий Александрович, студент факультета химической и биотехнологии, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет). 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, 26. ORCID: 0000-0002-2599-2689.

Поступила в редакцию 24 марта 2020 г.

BODY COMPONENT COMPOSITION AND STRESS-INDUCED FEATURES OF LEPTIN SECRETION IN FEMALES WITH VARIOUS BODY MASS INDEX

L.N. Smelysheva¹, smelisheva@ya.ru, ORCID: 0000-0003-2459-749X,
E.A. Musikhina¹, Ekatl3@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9621-8228,
N.A. Artyan¹, afgh@kgsu.ru, ORCID: 0000-0002-4092-7084,
G.A. Kovaleva¹, afgh@kgsu.ru, ORCID: 0000-0001-6396-223X,
G.A. Kuznetsov², ORCID: 0000-0002-2599-2689

¹Kurgan State University, Kurgan, Russian Federation,

²St. Petersburg State Technological Institute (Technical University), St. Petersburg, Russian Federation

Aim. The article aims to study the dynamics of the adipose tissue hormone leptin in healthy females with different body component composition and body mass index to assess their energy status under stress. **Materials and methods.** Based on anthropometry and bioimpedancemetry, three groups of girls were formed: the first group included girls with a BMI of less than 18.5 kg/m², body mass deficiency (BMD), the second – from 18.5 to 24.9 kg/m², normal body mass (NBM), the third – with a BMI of more than 24.9 kg/m², which corresponds to overweight (OvBM). The body component composition was determined by bioimpedancemetry. Plasma leptin concentration was evaluated by enzyme-linked immunosorbent assay both in normal conditions and during emotional stress. **Results.** In the selected subgroups, a significant difference in the body component composition was found with an increase in the series of BMD → NBM → OvBM. When assessing the level of metabolic processes by the magnitude of the phase angle, it was found that 3.41% of females with BMD showed signs of increased protein catabolism. The stress-induced dynamics of the hormone leptin was evaluated. In normal conditions, the concentration of leptin in blood plasma positively correlated with BMI and depended on the component composition of the body. **Conclusion.** In persons with BMD, the adipose tissue hormone leptin had a negative dynamics under stress conditions, which was an adequate adaptive physiological response to stress. Females with BMD had a significantly high positive dynamics of leptin, while girls with OvBM did not have significant changes in its concentrations, which can be explained by the development of leptin resistance.

Keywords: leptin, emotional stress, energy homeostasis, body component composition.

References

1. Soboleva N.P., Rudnev S.G., Nikolayev D.V. et al. [Bioimpedance Screening of the Russian Population in Health Centers. Prevalence of Overweight and Obesity]. *Rossiyskiy meditsinskiy zhurnal* [Russian Medical Journal], 2014, no. 4, pp. 4–13. (in Russ.)
2. Gayvoronskiy I.V., Nichiporuk G.I., Gayvoronskiy I.N., Nichiporuk N.G. [Bioimpedansometry as a Method for Assessing the Component Composition of the Human Body (Literature Review)]. *Vestnik SPbGU. Meditsina* [Bulletin of St. Petersburg State University. Medicine], 2017, vol. 12, no. 4, pp. 365–384. (in Russ.) DOI: 10.21638/11701/spbu11.2017.406
3. Girsh Ya.V., Gerasimchik O.A. [The Role and Place of Bioimpedance Analysis in Assessing the Body Composition of Children and Adolescents with Different Body Weights]. *Byulleten' sibirskoy meditsiny* [Bulletin of Siberian Medicine], 2018, vol. 17, no. 2, pp. 121–132. (in Russ.) DOI: 10.20538/1682-0363-2018-2-121-132
4. Peredereyeva E.V., Lushnikova A.A., Frykin A.D., Parokonnaya A.A. [Hormone Leptin and Reproductive Problems]. *Zlokachestvennyye opukholi* [Malignant Tumors], 2012, no. 1, pp. 35–39. (in Russ.) DOI: 10.18027/2224-5057-2012-1-35-39

5. Dedov I.I., Mel'nichenko G.A., Butrova S.A. [Adipose Tissue as an Endocrine Organ]. *Ozhireniye i metabolism* [Obesity and Metabolism], 2006, vol. 3, no. 1, pp. 6–13. (in Russ.) DOI: 10.14341/2071-8713-4937
6. Dedov I.I., Mel'nichenko G.A., Romantsova T.I. [Pathogenetic Aspects of Obesity]. *Ozhireniye i metabolism* [Obesity and Metabolism], 2004, no. 1, pp. 3–9. (in Russ.) DOI: 10.14341/2071-8713-5172
7. Inyushkina E.M. [Leptin Anorexigenic Regulatory Polypeptide with Respiratory Activity]. *Vestnik SamGU. Estestvennonauchnaya seriya* [Bulletin of SamSU. Natural Science Series], 2006, no. 2, pp. 168–177. (in Russ.)
8. Martirosov E.G., Nikolayev D.V., Rudnev S.G. *Tekhnologii i metody opredeleniya sostava tela cheloveka* [Technologies and Methods for Determining the Composition of the Human Body]. Moscow, Science Publ., 2006. 248 p.
9. Kozlova L.V., Bekezin V.V., Druzhinina T.V., Peresetskaya O.V. [The Place of Bioimpedance Analysis in the Epidemiological Assessment of the Nutritional Status of Adults and Children (Review)]. *Smolenskiy meditsinskiy al'manakh* [Smolensk Medical Almanac], 2017, no. 4, pp. 13–22. (in Russ.)
10. Mikityuk M.R., Khizhnyak O.O. [The Level of Leptin and its Relationship with Anthropometric Parameters in Patients with Acromegaly]. *Ozhireniye i metabolism* [Obesity and Metabolism], 2014, no. 1, pp. 45–49. (in Russ.)
11. Nikolayev D.V., Shchelykalina S.P. *Lektsii po bioimpedansnomu analizu sostava tela cheloveka* [Lectures on Bio-Impedance Analysis of the Composition of the Human Body]. Moscow, 2016. 152 p.
12. Nozdrachev A.D., Shcherbatykh Yu.V. [Modern Methods of Assessing the Functional State of the Autonomous (Vegetative) Nervous System]. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology], 2001, vol. 27, no. 6, p. 95. (in Russ.) DOI: 10.1023/A:1012993430373
13. Chumakova G.A., Ott A.V., Veselovskaya N.G. et al. [Pathogenetic Mechanisms of Leptin Resistance]. *RKZH*, 2015, no. 4, pp. 107–110. (in Russ.) DOI: 10.15829/1560-4071-2015-04-107-110
14. Khashchenko E.P., Uvarova E.V., Vysokikh M.Yu et al. [Predictors of the Formation of Emotional Disorders and a Decrease in the Quality of Life of Patients of Early Reproductive Age with Overweight]. *Reproduktivnoye zdorov'ye detey i podrostkov* [Reproductive Health of Children and Adolescents], 2019, no. 1, pp. 67–77. (in Russ.) DOI: 10.24411/1816-2134-2019-11008
15. Dedov I.I., Troshina E.A., Mazurina N.V. et al. [The Role of Neurotransmitters in the Regulation of Energy Homeostasis and the Possibility of Drug Correction of its Disorders in Obesity]. *Ozhireniye i metabolism* [Obesity and Metabolism], 2016, no. 1, pp. 9–15. (in Russ.) DOI: 10.14341/OMET201619-15
16. Rylova N.V. [Actual Aspects of Studying the Composition of the Body of Athletes]. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal* [Kazan Medical Journal], 2014, no. 1, pp. 108–111. (in Russ.) DOI: 10.17816/KMJ1468
17. Kaygorodtsev A.V., Smelysheva L.N., Musikhina E.A., Artenyan N.A. Stress-Induced Hormonal Indices of Reproductive Function in Healthy Girls with a Different Body Mass Index. *Human Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 4, pp. 35–41. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm180405
18. Smirnova E.N., Shul'kina S.G. [Dynamics of the Level of Leptin, Soluble Leptin Receptors, Free Leptin and Resistin Index with a Decrease in Body Weight in Patients with Arterial Hypertension Associated with Obesity]. *Arterial'naya gipertenziya* [Arterial Hypertension], 2016, no. 4, pp. 382–388. (in Russ.) DOI: 10.18705/1607-419X-2016-22-4-382-388
19. Cottrel E.C., Mercer J.C. Leptin Receptors. *Hand. Exp. Pharmacol.*, 2012, vol. 209, pp. 3–21. DOI: 10.1007/978-3-642-24716-3_1
20. Mansur R.B., Brietzke E., McIntyre R.S. Is There a “Metabolic-Mood Syndrome”? A Review of the Relationship between Obesity and Mood Disorders. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 2015, vol. 52, pp. 89–104. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2014.12.017
21. Savino F., Costamagna M., Prino A. et al. Leptin Levels in Breast-Fed and Formula-Fed Infants. *Acta Paediatr.*, 2002, vol. 91 (9), pp. 897–902. DOI: 10.1111/j.1651-2227.2002.tb02874.x

22. Schepard J.D., Al'Absi M., Whitsett T.I. et al. Additive Pressor Effects of Caffeine and Stress in Male Medical Students at Risk for Hypertension. *Am. J. Hypertens.*, 2000, vol. 13, pp. 475–481. DOI: 10.1016/S0895-7061(99)00217-4

23. Yu W.H., Kimura M., Walczewska A. et al. Role of Leptin in Hypothalamic-Pituitary Function. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 1997, vol. 94, pp. 1023–1028. DOI: 10.1073/pnas.94.3.1023

Received 24 March 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Компонентный состав тела и стресс-индуцированные особенности секреции лептина у девушек с различным индексом массы тела / Л.Н. Смельшова, Е.А. Мусихина, Н.А. Артеян и др. // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 80–89. DOI: 10.14529/hsm200210

FOR CITATION

Smelysheva L.N., Musikhina E.A., Artyan N.A., Kovaleva G.A., Kuznetsov G.A. Body Component Composition and Stress-Induced Features of Leptin Secretion in Females with Various Body Mass Index. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. 2, pp. 80–89. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm200210
