

Оценка некоторых гормонально-метаболических показателей у женщин различных возрастных групп

Потеряева Е.Л.^{1,2}, Смирнова Е.Л.¹, Селятицкая В.Г.³, Галанова Ж.М.⁴, Несина И.А.^{1,2}

¹ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России

²ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора

³ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины» (Новосибирск)

⁴ФКУ «Главное бюро медико-социальной экспертизы по Новосибирской области» Министерства труда и социальной защиты РФ, Бюро № 28

Evaluation of certain hormonal and metabolic parameters in women of different age groups

Poteryaeva E.L.^{1,2}, Smirnova E.L.¹, Selyatitskaya V.G.³, Galanova Zh.M.⁴, Nesina I.A.^{1,2}

¹Novosibirsk State Medical University

²Novosibirsk Research Institute of Hygiene

³Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine (Novosibirsk)

⁴Main Bureau of Medical and Social Expertise in Novosibirsk, Bureau No. 28

АННОТАЦИЯ

Проведен анализ гормонально-метаболических показателей у женщин различных возрастных групп. Обследованы 122 женщины в возрасте от 21 года до 70 лет (средний возраст 41 ± 1.8 года). Всем женщинам проведено антропометрическое исследование, по результатам которого рассчитывали индекс массы тела и соотношение обхвата талии/обхват бедер. Лабораторное исследование включало: определение содержания в сыворотке крови глюкозы, триглицеридов, общего холестерина, холестерина липопротеидов высокой плотности, иммунореактивного инсулина, лептина, адипонектина, кортизола и дегидроэпиандростерона-сульфата (ДГЭА-С). Выявлено, что увеличение возраста у женщин сопровождается повышением величин антропометрических показателей, что указывает на накопление подкожного и висцерального жира. Накопление жировой ткани и рост показателей артериального давления (АД) ассоциировано с гипертриглицеридемией, гиперлептинемией и снижением уровня ДГЭА-С. Результаты корреляционного анализа позволяют говорить о том, что процессы накопления избыточной массы тела и формирование ожирения у женщин с увеличением возраста связаны, по крайней мере частично, с нарушениями регуляции жирового обмена со стороны адипоцитокинов. Сочетание у пожилых женщин абдоминального ожирения, повышенного АД и гипертриглицеридемии — трех основных компонентов метаболического синдрома — свидетельствует о высоком риске сердечно-сосудистых заболеваний.

Ключевые слова: метаболический синдром, жировой обмен, ожирение.

ABSTRACT

The analysis of hormonal and metabolic parameters in women of different age groups was carried out. 122 women aged 21 to 70 years were examined (the average age was 41 ± 1.8 years). All women underwent an anthropometric survey to calculate the body mass index and waist-to-hip ratio. The laboratory study included: determination of serum glucose, triglycerides, total cholesterol, high-density lipoprotein cholesterol, immunoreactive insulin, leptin, adiponectin, cortisol, and dehydroepiandrosterone sulfate (DHEA-S). It was revealed that the advance in age in women is accompanied by an

Поступила 18.02.2020
Принята 15.03.2020

*Автор, ответственный за переписку
Смирнова Елена Леонидовна: ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России. 630091, г. Новосибирск, Красный просп., 52.
E-mail: smelet@mail.ru

Received 18.02.2020
Accepted 15.03.2020

*Corresponding author
Smirnova Elena Leonidovna: Novosibirsk State Medical University, 52, Krasny Prospect, Novosibirsk, 630091, Russia.
E-mail: smelet@mail.ru

increase in the values of anthropometric parameters, which testifies the accumulation of subcutaneous and visceral fat. The accumulation of adipose tissue and an increase in blood pressure (BP) was associated with hypertriglyceridemia, hyperleptinemia, and DHEA-S decrease. The results of the correlation analysis suggest that the processes of accumulation of excess body weight and the formation of obesity in women with aging are associated, at least partially, with disturbance of adipocytokine fat metabolism regulation. The combination of abdominal obesity, high BP and hypertriglyceridemia in older women being the three main components of the metabolic syndrome testifies to a high risk of cardiovascular diseases.

Keywords: metabolic syndrome, lipid metabolism, obesity.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время эпидемиологические исследования по оценке распространенности ожирения и метаболического синдрома проводятся во всех странах мира [1]. Эндокринно-метаболические аспекты избыточной массы тела и ожирения продолжают оставаться объектом пристального внимания исследователей разных специальностей в связи с его выраженным влиянием на качество жизни пациентов, в том числе женщин, во все возрастные периоды. Существуют определенные возрастные периоды более интенсивного накопления жировой ткани: препубертатный и пубертатный, активной репродуктивной деятельности (беременность с различными вариантами исходов) и менопаузы. Данные возрастные периоды характеризуются определенными морфологическими и функциональными особенностями. В любом из этих периодов ожирение может оказать неблагоприятное влияние на формирование, становление и функцию репродуктивной системы [2].

Гормонально-метаболические нарушения при ожирении сопровождаются инсулинорезистентностью и проявляются в снижении способности инсулина обеспечивать утилизацию глюкозы, подавлять продукцию глюкозы печенью. Гиперинсулинемия, характерная для ожирения, является одной из причин формирования артериальной гипертензии (за счет увеличения реабсорбции натрия) и гиперпродукции андрогенов поликистозными яичниками. Инсулинорезистентность и гиперинсулинемия играют существенную роль в патогенезе дислипидемий, которые являются факторами риска ишемической болезни сердца (ИБС) и других атеросклеротических макрососудистых осложнений [3].

Эндокринно-метаболические особенности ожирения в возрастном аспекте исследованы недостаточно и продолжают оставаться объектом пристального внимания исследователей разных специальностей в связи с его значительным влиянием на качество и продолжительность жизни пациентов, а также трудовое долголетие [4, 5].

INTRODUCTION

Nowadays epidemiological studies to assess the prevalence of obesity and metabolic syndrome are being conducted in all countries all over the world [1]. Hormonal and metabolic aspects of overweight and obesity continue to be the subject of various field researchers' focus due to its pronounced impact on the quality of patients' life, including women during all age periods. There are certain age periods of more intense accumulation of adipose tissue: prepubertal and pubertal, of active reproductive activity (pregnancy with different outcomes) and menopause. These age periods are characterized by certain morphological and functional characteristics. In any of these periods obesity can have an adverse impact on formation, maturation and function of reproductive system [2].

Hormonal and metabolic disorders in obesity are accompanied by insulin resistance and manifest in the reduction of insulin ability to provide glucose utilization and suppress glucose production in the liver. Hyperinsulinemia being characteristic for obesity is one of the causes for the arterial hypertension development (due to increased sodium reabsorption) and hyperproduction of androgens by polycystic ovaries. Insulin resistance and hyperinsulinemia play a significant role in the pathogenesis of dyslipidemias which are the risk factors for ischemic heart disease (IHD) and other atherosclerotic macrovascular complications [3].

Endocrine and metabolic characteristics of obesity in the age aspect are insufficiently studied and continue to be the subject of various field researchers' focus due to its significant impact on the life quality and life expectancy in patients, as well as work life expectancy [4, 5].

Thus, the high prevalence of overweight and obesity and the low efficacy of treatment determine the high medical, social and economic importance of the disease and require further research on the pathogenesis of body weight growth and obesity with increasing age.

Таким образом, широкая распространенность избыточной массы тела и ожирения, низкая эффективность лечения определяют высокую медико-социальную и экономическую значимость заболевания и требуют дальнейших исследований патогенеза нарастания массы тела и ожирения с увеличением возраста.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ гормонально-метаболических показателей у женщин различных возрастных групп.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследованы 122 женщины в возрасте от 21 года до 70 лет (средний возраст 41 ± 1.8 года), которые были распределены на три группы. В 1-ю группу включены 25 женщин (20.3 %), находящихся в первом периоде зрелого возраста (21–35 лет); средний возраст 27.9 ± 0.72 года. Во 2-ю группу вошли 73 женщины (60 %) во втором периоде зрелого возраста (36–55 лет); средний возраст 46.9 ± 0.66 года. В 3-ю группу включены 24 женщины (19.7 %) в пожилом возрасте (56–74 года); средний возраст 57.5 ± 0.21 года.

Всем женщинам проведено антропометрическое исследование. По данным антропометрии рассчитывали: индекс массы тела (ИМТ) ($\text{ИМТ (кг)} = \text{масса тела (кг)} / \text{рост}^2 (\text{м})$) и соотношение обхвата талии (ОТ) к обхвату бедер (ОБ) ($\text{ОТ, см} / \text{ОБ, см}$).

Биохимическое исследование включало: определение содержания в сыворотке крови глюкозы, триглицеридов (ТГ), общего холестерина (ОХС), холестерина липопротеидов высокой плотности (ЛПВП). Для измерения содержания гормонов в сыворотке крови использовали коммерческие наборы для иммуноферментного анализа: иммунореактивного инсулина (ИРИ) (нормативные величины 0.7–9.0 мкЕд/мл), лептина (нормативные величины 3.7–11.1 нг/мл), адипонектина (нормативные величины 8.3–13.9 мкг/мл), кортизола (нормативные величины 150–660 нмоль/л) и дегидроэпиандростерона-сульфата (ДГЭА-С).

Рассчитывали индекс инсулинорезистентности НОМА (ИР НОМА) по формуле

$$\text{ИР НОМА} = \text{ИРИ (мкЕд/мл)} \times \text{глюкоза плазмы натощак (ммоль/л)} / 22.5.$$

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета статистических программ STATISTICA 6.0 (StatSoft, США). При статистической обработке полученных дан-

AIM OF THE RESEARCH

Analysis of hormonal and metabolic parameters in women of different age groups.

MATERIALS AND METHODS

122 women aged 21 to 70 (the average age 41 ± 1.8 years) were examined and divided into three groups. The 1st group included 25 women (20.3%) in 1st period of adulthood (21–35 years) with the average age 27.9 ± 0.72 years. The 2nd group included 73 women (60%) in 2nd period of adulthood (36–55 years) with the average age of 46.9 ± 0.66 years. The 3rd group included 24 older women (19.7%) (56–74 years) with the average age of 57.5 ± 0.21 years.

All women underwent an anthropometric survey. According to anthropometry the following parameters were calculated: body mass index (BMI) ($\text{BMI (kg)} = \text{body mass (kg)} / \text{height}^2 (\text{m})$) and ratio of the waist circumference (WC) to hips circumference (HC) (waist-to-hip ratio, cm).

Biochemical study included: determination of blood serum glucose, triglycerides (TG), total cholesterol (TC), high density lipoprotein cholesterol (HDL). Commercial kits for enzyme immunoassay were used to measure the hormone content in the blood serum: immunoreactive insulin (IRI) (normal values of 0.7–9.0 $\mu\text{U/ml}$), leptin (normal values of 3.7–11.1 ng/ml), adiponectin (normal values of 8.3–13.9 $\mu\text{g/ml}$), cortisol (normal values of 150–660 nmol/l) and dehydroepiandrosterone sulfate (DHEA-S).

The insulin resistance index of HOMA (HOMA-IR) was counted according to the formula

$$\text{HOMA-IR} = \text{IRI } (\mu\text{U/ml}) \times \text{fasting glucose (mmol/l)} / 22.5.$$

Statistical processing of the results was performed using STATISTICA 6.0 software (StatSoft, USA). In the statistical analysis of the obtained data, the Kruskal-Wallis test was used for multiple comparisons; significance of differences between the average values in groups was evaluated using the Mann-Whitney test. The Pearson chi-squared (χ^2) test (for two groups with Yates' correction) was used to compare qualitative characteristics in groups. Correlation analysis was performed with Spirman's rank correlation coefficient (r). Changes in the dynamics of the same persons' indices were evaluated using the Wilcoxon signed-rank test.

ных применяли критерий Краскела — Уоллиса для множественного сравнения; достоверность различий между средними значениями показателей в группах оценивали при помощи критерия Манна — Уитни. Для сравнения качественных признаков в группах использовали критерий χ^2 Пирсона (для двух групп с поправкой Йейтса). Корреляционный анализ проводили с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмана (r). Изменение показателей у одних и тех же людей в динамике оценивали с применением непараметрического критерия Вилкоксона.

Вероятность справедливости нулевой гипотезы (p) принимали при 5% уровне значимости ($p < 0.05$). Величины параметров в табл. 1–5 представлены как средняя величина признака (M) $\pm$ стандартное отклонение (SD).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При сравнительном анализе антропометрических показателей установлено, что при одинаковой величине роста средние величины всех остальных показателей различались у женщин 1-й и 2-й, а также 1-й и 3-й возрастных групп. Между 2-й и 3-й возрастными группами женщин статистически значимых отличий выявлено не было, хотя по всем показателям отмечена тенденция к росту их величин от 2-й к 3-й возрастной группе.

Средняя величина ИМТ в 1-й возрастной группе женщин еще соответствует должной массе тела ($<25.0 \text{ кг/м}^2$), но находится на ее верхней границе. Во 2-й группе женщин средняя величина ИМТ соответствует избыточной массе тела, а в 3-й группе — ожирению. Согласно критериям IDF (Международной федерации диабета, 2005), учитывающим для выявления абдоминального ожирения величину обхвата талии ($<80 \text{ см}$ — нормативные значения), во 2-й и 3-й возрастных группах женщин констатировали наличие абдоминального ожирения. Данные представлены в табл. 1.

Следовательно, полученные результаты позволяют говорить о накоплении жировой ткани в абдоминальной области, что отражает не только отложение подкожного, но и висцерального жира. На это же указывает и величина ОТ/ОБ. Как видим из табл. 1, у женщин 2-й возрастной группы этот показатель был в 1.08, а у женщин 3-й возрастной группы — в 1.13 раза выше, чем у женщин 1-й возрастной группы.

В ходе исследования содержания в сыворотке крови обследованных женщин глюкозы и ин-

The probability concerning null hypothesis validity (p) was taken at a 5% significance value ($p < 0.05$). The values of the parameters in Tables 1–5 are presented as the average value of the sign (M) $\pm$ standard deviation (SD).

RESULTS AND DISCUSSION

During the comparative analysis of anthropometric parameters, it was found that with the same parameters of height the average values of all other parameters differed in women of the 1st and 2nd groups, as well as the 1st and 3rd age groups. There were no statistically significant differences between the 2nd and 3rd age groups of women, although for all parameters there was a tendency in their values to increase from the 2nd to the 3rd age group.

The average BMI in the 1st age group of women still corresponds to the reference body mass ($<25.0 \text{ kg/m}^2$) but it is on its upper limit. The average BMI value in the 2nd group corresponds to overweight, and in the 3rd group — to obesity. According to the criteria of the IDF (International Diabetes Federation, 2005) which takes into account the size of waist circumference ($<80 \text{ cm}$ — normative values) for detection of abdominal obesity — abdominal obesity was found in the 2nd and 3rd groups of women. The data are presented in Table 1.

Consequently, the results obtained suggest the accumulation of adipose tissue in the abdominal region, which reflects not only the deposition of subcutaneous but also visceral fat. The same is indicated by the waist-to-hip ratio. As presented in Table 1, females in the 2nd age group had 1.08, while females in the 3rd age group had 1.13 times higher values than females in 1st age group.

The study of the glucose and insulin as carbohydrate metabolism indicators in serum of examined women has showed that IRI in blood serum as well as fasting glucose concentration were higher in older women (group 3) than in women of mature age (group 1 and 2), but this differences between groups did not reach statistically significant values. Accordingly, the value of HOMA-IR did not change, although a clear trend to a higher index was noted from group 1 to group 2. However, in both the 2nd and 3rd age groups of women the average value of HOMA index did not exceed the borderline value ($>2.77 \text{ U}$) used to detect insulin resistance (Table 2).

Results concerning measurement in examined women of blood serum content of triglycerides and cholesterol as the parameters of lipid metabolism

Таблица 1. Результаты сравнительного анализа антропометрических показателей у женщин разных возрастных периодов**Table 1.** Results of comparative analysis of anthropometric parameters in women of different age

Показатель Parameter	1-я группа / Group 1 (21–35 лет / years) (n = 25)	2-я группа / Group 2 (36–55 лет / years) (n = 73)	3-я группа / Group 3 (56–74 года / years) (n = 24)	p		
	1	2	3	1–2	1–3	2–3
Рост (см) Height (cm)	165.9 ± 1.4	164.5 ± 0.7	161.9 ± 1.2	1.000	0.079	0.131
Масса тела (кг) Body weight (kg)	68.2 ± 2.9	77.5 ± 1.7	81.4 ± 3.2	0.009	0.004	1.000
Обхват талии (см) Waist circumference (cm)	76.2 ± 2.3	87.3 ± 1.4	94.8 ± 2.5	0.001	0.001	0.050
Обхват бедер (см) Hip circumference (cm)	101.0 ± 2.2	106.9 ± 1.1	111.8 ± 2.2	0.023	0.001	0.221
Ширина плеч (см) Shoulder width (cm)	37.2 ± 0.8	38.2 ± 0.4	37.5 ± 0.5	0.771	1.000	1.000
Ширина таза (см) Pelvis width (cm)	29.2 ± 0.7	31.4 ± 0.4	32.0 ± 0.4	0.011	0.003	0.718
Обхват груди (см) Chest circumference (cm):						
верхний / upper	85.4 ± 1.4	92.6 ± 0.9	96.0 ± 1.7	0.001	0.001	0.377
нижний / lower	81.8 ± 1.6	89.1 ± 1.0	93.4 ± 1.7	0.001	0.001	0.169
Индекс массы тела (кг/м²) Body mass index (kg/m²)	24.72 ± 0.99	28.63 ± 0.60	31.08 ± 1.13	0.002	0.001	0.233
Отношение ОТ/ОБ (усл. ед.) Waist-to-hip ratio (arbitrary units)	0.75 ± 0.01	0.81 ± 0.01	0.85 ± 0.01	0.004	0.001	0.095

Примечание. ОТ — окружность талии; ОБ — окружность бедер.

сулина — показателей, характеризующих углеводный обмен, установлено, что у женщин пожилого возраста (3-я группа) содержание ИРИ в сыворотке крови, а также концентрация глюкозы в крови натощак были выше, чем у женщин зрелого возраста (1-я и 2-я группа), однако эта разница не достигала статистически значимых различий между группами. Соответственно не менялась величина индекса инсулинорезистентности НОМА, хотя от 1-й ко 2-й группе отмечена выраженная тенденция в сторону более высокого показателя. Однако и во 2-й, и в 3-й возрастной группе женщин средняя величина индекса НОМА не превышала пограничного значения (>2.77 усл. ед.), используемого для выявления инсулинорезистентности (табл. 2).

Результаты измерения содержания в сыворотке крови обследованных женщин триглицеридов и холестерина — показателей, характеризующих липидный обмен, представлены в табл. 3. Наиболее выраженное отличие между группами

are provided in Table 3. The most pronounced difference between groups is revealed in the comparative analysis of content of triglycerides in blood serum. Thus, TG concentration in women of age group 2 and 3 was twice higher than in group 1. Higher values of TC concentration in blood serum of age groups 2 and 3 in comparison with group 1, and lower values of concentration of HDLC were registered, however they, like the concentration of glucose, did not reach statistically significant differences between the groups.

Adipose tissue plays a crucial role in the regulation of energy homeostasis, insulin sensitivity, glucose and lipid metabolism through the secretion of adipokines, including leptin and adiponectin. It is known that the secretion of leptin in females is 2 times higher than in males, which is due to the influence of sex hormones on its secretion (in estrogens — stimulatory, in androgens — inhibitory). A significant factor in the development of obesity,

Таблица 2. Показатели, характеризующие углеводный обмен, у женщин разных возрастных групп
Table 2. Carbohydrate metabolism in females of different age groups

Показатель Parameter	1-я группа / Group 1 (21–35 лет / years) (n = 25)	2-я группа / Group 2 (36–55 лет / years) (n = 73)	3-я группа / Group 3 (56–74 года / years) (n = 24)	p		
	1	2	3	1–2	1–3	2–3
ИРИ (мкЕд/мл) IRI (μU/ml)	2.72 ± 1.05	5.59 ± 0.88	4.91 ± 1.43	0.062	0.279	1.000
Глюкоза крови (ммоль/л) Glucose (mmol/l)	5.13 ± 0.14	5.53 ± 0.10	5.87 ± 0.30	0.109	0.072	1.000
Индекс НОМА (усл. ед.) HOMA index (arbitrary units)	0.71 ± 0.33	1.42 ± 0.23	1.49 ± 0.55	0.073	0.279	1.000

Примечание. ИРИ — иммунореактивный инсулин; НОМА — индекс инсулинорезистентности.
Note. IRI — immunoreactive insulin; HOMA — insulin resistance index.

выявлено при сравнительном анализе содержания триглицеридов в сыворотке крови женщин. Так, концентрация ТГ у женщин 2-й и 3-й возрастной группы была в 2 раза выше, чем у женщин 1-й группы. Регистрировались более высокие величины концентрации ОХС в сыворотке крови женщин 2-й и 3-й возрастной группы по сравнению с 1-й группой и более низкие величины концентрации холестерина ЛПВП, однако они, аналогично концентрации глюкозы, не достигли статистически значимых различий между группами.

Жировая ткань играет важнейшую роль в регуляции энергетического гомеостаза, чувствительности к инсулину, метаболизме глюкозы и липидов через секрецию адипокинов, в том числе лептина и адипонектина. Известно, что секреция лептина у женщин в 2 раза выше, чем у мужчин, что обусловлено влиянием половых гормонов на его секрецию (у эстрогенов — стимулирующим, у андрогенов — тормозящим). Важным фактором при развитии ожирения, особенно его висцеральной формы, является утрата протективных механизмов адипонектина в отноше-

especially its visceral form, is the loss of the protective mechanisms of adiponectin in relation to the atherosclerotic changes development due to the reduction in its secretion.

When determining the content of adipose tissue hormones — leptin and adiponectin — in blood serum of women of different age groups, it was found that the content in women of the 2nd age group was 1.4 times, of the 3rd group — 1.9 times higher than in women of the 1st group (Table 4). It is noteworthy that the concentration of leptin in examined women even in the 1st group is higher than the normative values of this parameter (3.7–11.1 ng/ml), which is consistent with the data on the high prevalence of hyperleptinemia in the females of northern regions with overweight (88%) and obesity (100%).

This study found that the adiponectin serum concentration in women of the 2nd and 3rd age groups was lower than that in women of the 1st group, but this difference did not reach significant differences in the groups, herewith the parameter value was within the normative limits (8.3–13.9 μg/ml).

Таблица 3. Показатели, характеризующие липидный обмен, у женщин разных возрастных групп (ммоль/л)
Table 3. Parameters of lipid metabolism in females of different age groups (mmol/l)

Показатель Parameter	1-я группа / Group 1 (21–35 лет / years) (n = 25)	2-я группа / Group 2 (36–55 лет / years) (n = 73)	3-я группа / Group 3 (56–74 года / years) (n = 24)	p		
	1	2	3	1–2	1–3	2–3
ТГ / TG	1.05 ± 0.09	2.15 ± 0.49	2.06 ± 0.28	0.004	0.001	1.000
ОХС / TC	5.42 ± 0.22	6.24 ± 0.21	6.30 ± 0.26	0.219	0.112	1.000
ХС ЛПВП / HDLC	1.55 ± 0.11	1.43 ± 0.06	1.31 ± 0.08	0.702	0.244	1.000

Примечание. ТГ — триглицериды; ОХС — общий холестерин; ХС ЛПВП — холестерин липопротеидов высокой плотности.
Note. TG — triglycerides; TC — total cholesterol; HDLC — high-density lipoprotein cholesterol.

нии развития атеросклеротических изменений, вследствие снижения его секреции.

При определении содержания гормонов жировой ткани — лептина и адипонектина — в сыворотке крови женщин разных возрастных групп установлено, что их содержание у женщин 2-й возрастной группы было в 1.4 раза, 3-й группы — в 1.9 раза выше, чем у женщин 1-й группы (табл. 4). Обращает на себя внимание тот факт, что концентрация лептина у обследованных нами женщин даже 1-й группы выше, чем нормативные величины данного показателя (3.7–11.1 нг/мл), что согласуется с данными о высокой частоте гиперлептинемии у жительниц северных регионов с избыточной массой тела (88 %) и ожирением (100 %).

В ходе данного исследования выявлено, что концентрация адипонектина в сыворотке крови женщин 2-й и 3-й возрастных групп была ниже, чем у женщин 1-й группы, но эта разница не достигала достоверных различий в группах, при этом величина показателя находилась в пределах нормативных величин (8.3–13.9 мкг/мл).

Исследования последних лет свидетельствуют о том, что развитие ожирения ассоциировано с гипoadипонектинемией. Выявлено, что у женщин наиболее важными факторами, влияющими на уровень адипонектина, являются возраст, отношение ОТ/ОБ, индекс НОМА, что позволяет сделать предположение о важной патогенетической роли адипонектина в развитии инсулинорезистентности. Низкий уровень адипонектина в сыворотке крови является ранним признаком развития нарушений коронарного кровотока и фактором риска развития ИБС, артериальной гипертензии, сахарного диабета.

Учитывая тот факт, что для ожирения характерны повышенный периферический клиренс кортизола и гиперфункция надпочечников, обуславливающая повышение продукции андрогенов, в работе изучены концентрации в сыворотке крови гормонов кортизола и ДГЭА-С у женщин зрелого и пожилого возраста (табл. 5). Результаты исследования показали, что средние значе-

Studies in recent years have shown that the development of obesity is associated with hypoadiponectinemia. It was revealed that in women, the most important factors affecting adiponectin level are age, waist-to-hip ratio, HOMA index, which allows us to make an assumption about an important pathogenetic role of adiponectin in the insulin resistance development. Low serum adiponectin level is an early sign of the development of coronary blood flow disorders and a risk factor for the development of IHD, arterial hypertension, diabetes mellitus.

Considering the fact that obesity is characterized by increased peripheral clearance of cortisol and hyperfunction of adrenal glands which causes the increased production of androgens, the concentrations of cortisol and DHEA-S in blood serum of mature and older women have been studied (Table 5). The results of the study showed that the average values of serum cortisol concentration in women of all age groups did not differ significantly. The analysis of individual cortisol levels in relation to normative values in females over 16 years of age (from 138 to 635 nmol/l) showed that 15 (60.0%) persons of the 1st age group, 30 (41.1%) of the 2nd age group and 9 (37.5%) of persons of the 3rd age group had cortisol levels exceeding the normative values.

At the same time, serum DHEA-S level was 2.2 times lower in women in the 2nd age group and 3.4 times lower in women of the 3rd age group than in women of the 1st group. The results obtained are consistent with scientific sources indicating that serum DHEA-S content depends on the woman's age, but is not related to the phase of the menstrual cycle, the presence or absence of menstrual function. The serum DHEA-S concentration was in accordance with the standard values in women of 1st age group (21–35 years) — from 0.37 to 5.0 µg/ml and the 2nd age group (36–55 years) — from 0.34 to 2.9 µg/ml, and in women of the 3rd age group (56–74 years) it was higher than the standard values — from 0.25 to 0.85 µg/ml. In women of the 3rd

Таблица 4. Содержание лептина и адипонектина в сыворотке крови у женщин разных возрастных групп
Table 4. Serum leptin and adiponectin in women of different age groups

Показатель Parameter	1-я группа / Group 1 (21–35 лет / years) (n = 25)	2-я группа / Group 2 (36–55 лет / years) (n = 73)	3-я группа / Group 3 (56–74 года / years) (n = 24)	p		
	1	2	3	1–2	1–3	2–3
Лептин (нг/мл) Leptin (ng/ml)	24.93 ± 3.41	34.77 ± 2.85	49.66 ± 7.11	0.011	0.003	0.092
Адипонектин (мкг/мл) Adiponectin (µg/ml)	10.20 ± 1.12	9.40 ± 0.93	9.36 ± 1.81	0.871	1.000	1.000

Таблица 5. Концентрация кортизола и ДГЭА-С в сыворотке крови у женщин разных возрастных групп
Table 5. Serum cortisol and DHEA-S concentrations in women of different age groups

Показатель Parameter	1-я группа / Group 1 (21–35 лет / years) (n = 25)	2-я группа / Group 2 (36–55 лет / years) (n = 73)	3-я группа / Group 3 (56–74 года / years) (n = 24)	p		
	1	2	3	1–2	1–3	2–3
Кортизол (нмоль/л) Cortisol (nmol/l)	714.1 ± 39.6	620.1 ± 26.0	642.6 ± 46.6	0.236	0.864	1.000
ДГЭА-С (мкг/мл) DHEA-S (µg/ml)	5.03 ± 0.85	2.31 ± 0.27	1.47 ± 0.32	0.001	0.001	0.041

Примечание. ДГЭА-С — дегидроэпиандростерон-сульфат.
 Note. DHEA-S — dehydroepiandrosterone sulfate.

ния концентрации кортизола в сыворотке крови женщин всех возрастных групп достоверно не различались. Анализ индивидуальных значений кортизола относительно нормативных значений у лиц женского пола старше 16 лет (от 138 до 635 нмоль/л) показал, что у 15 (60 %) женщин 1-й возрастной группы, 30 (41.1 %) — 2-й возрастной группы и 9 (37.5 %) женщин 3-й возрастной группы уровень кортизола превышал нормативные величины.

В то же время уровень сывороточного ДГЭА-С у женщин 2-й возрастной группы был в 2.2 раза, а у женщин 3-й возрастной группы — в 3.4 раза ниже, чем у женщин 1-й группы. Полученные результаты соответствуют сведениям из научных источников, в которых указывается, что содержание ДГЭА-С в сыворотке крови зависит от возраста женщины, но не связано с фазой менструального цикла, наличием или отсутствием менструальной функции. Концентрация ДГЭА-С в сыворотке крови соответствовала нормативным величинам у женщин 1-й возрастной группы (21–35 лет) — от 0.37 до 5.0 мкг/мл и 2-й возрастной группы (36–55 лет) — от 0.34 до 2.9 мкг/мл, а у женщин 3-й возрастной группы (56–74 года) была выше нормативных величин — от 0.25 до 0.85 мкг/мл. У женщин 3-й возрастной группы уровень ДГЭА-С в сыворотке крови в 1.7 раза превышал возрастные нормативные показатели.

Проведен корреляционный анализ связи величин расчетных антропометрических показателей, таких как ИМТ и отношение ОТ/ОБ, с величинами гормонально-биохимических показателей у женщин разных возрастных групп (табл. 6).

В группе женщин 1-го периода зрелого возраста (21–35 лет) были выявлены достоверные положительные связи ИМТ с ТГ, лептином и отрицательная связь с адипонектином. С отношением ОТ/ОБ достоверных корреляционных свя-

age group, the serum DHEA-S level was 1.7 times higher than the standard age parameters.

Correlation analysis of calculated anthropometric indicators such as BMI and waist-to-hip ratio with hormonal and biochemical parameters in women of different age groups was performed (Table 6).

In the group of young adult women (21–35 years), significant positive correlation of BMI with TG, leptin and negative correlation with adiponectin were revealed. There were no significant correlative relationships of hormonal and metabolic parameters with the waist-to-hip ratio.

Therefore, it can be said that in young women, investigated adipose tissue hormones — leptin and adiponectin (adipocytokines) — participate in the regulation of body weight accumulation processes in ontogenesis due to the increase in the weight of predominantly subcutaneous adipose tissue. The presence of positive correlation of BMI with serum concentration of TG, as the main transport form of fatty acids in the body, indicates the same.

The largest number of statistically significant correlations was revealed in the group of women of 2nd period of adulthood (36–55 years): BMI with glucose, IRI, leptin, and negative correlations with HDLC level; waist-to-hip ratio with glucose, IRI, leptin, and negative correlations with HDLC level. In this group of women all statistically significant correlations of hormonal and biochemical parameters with body mass index are duplicated by similar correlations with waist-to-hip ratio value which characterizes accumulation of abdominal fat, including visceral fatty tissue, metabolically more active tissue than hypodermic one. It plays an important role in development of type 2 diabetes mellitus, dyslipidemia, hypertension and atherosclerosis.

Negative correlations of the studied anthropometric parameters, namely waist-to-hip ratio and

Таблица 6. Результаты корреляционного анализа связи расчетных антропометрических показателей (ИМТ, ОТ/ОБ) с гормонально-метаболическими показателями у женщин разных возрастных групп**Table 6.** Results of correlation analysis of calculated anthropometric values (BMI, waist-to-hip ratio) with hormonal and metabolic parameters in women of different age groups

Показатель / Parameter	ИМТ / BMI		ОТ/ОБ WC/HC	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
<i>Первый период зрелого возраста (21–35 лет) / The 1st period of mature age (21–35 years)</i>				
ИРИ (мкЕд/мл) / IRI (μU/ml)	0.05	0.8220	–0.01	0.9506
Лептин (нг/мл) / Leptin (ng/ml)	0.74	<0.0001	0.38	0.0715
Глюкоза (ммоль/л) / Glucose (mmol/l)	0.13	0.5530	0.19	0.3951
ТГ (ммоль/л) / TG (mmol/l)	0.43	0.0362	0.21	0.3433
Холестерин ЛПВП (ммоль/л) / HDLC (mmol/l)	–0.26	0.2142	–0.38	0.0734
Адипонектин (мкг/мл) / Adiponectin (μg/ml)	–0.93	0.0025	–0.66	0.1562
<i>Второй период зрелого возраста (36–55 лет) / The 2nd period of mature age (36–55 years)</i>				
ИРИ (мкЕд/мл) / IRI (μU/ml)	0.32	0.0072	0.45	0.0001
Лептин (нг/мл) / Leptin (ng/ml)	0.52	<0.0001	0.43	0.0003
Глюкоза (ммоль/л) / Glucose (mmol/l)	0.35	0.0031	0.28	0.0215
ТГ (ммоль/л) / TG (mmol/l)	0.07	0.5848	0.09	0.4599
Холестерин ЛПВП (ммоль/л) / HDLC (mmol/l)	–0.28	0.0186	–0.24	0.0568
Адипонектин (мкг/мл) / Adiponectin (μg/ml)	–0.09	0.6849	0.11	0.5902
<i>Пожилой возраст (56–74 года) / Older age (56–74 years)</i>				
ИРИ (мкЕд/мл) / IRI (μU/ml)	0.15	0.5104	0.32	0.1537
Лептин (нг/мл) / Leptin (ng/ml)	0.19	0.3973	0.29	0.2091
Глюкоза (ммоль/л) / Glucose (mmol/l)	0.17	0.4608	0.41	0.0648
ТГ (ммоль/л) / TG (mmol/l)	0.30	0.1912	0.35	0.1209
Холестерин ЛПВП (ммоль/л) / HDLC (mmol/l)	–0.06	0.8121	–0.42	0.0552
Адипонектин (мкг/мл) / Adiponectin (μg/ml)	–0.44	0.2715	–0.72	0.0454

Примечание. ИРИ — иммунореактивный инсулин; ТГ — триглицериды; ЛПВП — липопротеиды высокой плотности.
 Note. IRI — immunoreactive insulin; TG — triglycerides; HDLC — high-density lipoprotein cholesterol.

зей гормонально-биохимических показателей выявлено не было.

Следовательно, можно говорить о том, что у молодых женщин исследованные гормоны жировой ткани — лептин и адипонектин (адипоцитокينات) — принимают участие в регуляции процессов накопления массы тела в онтогенезе, обусловленных увеличением массы преимущественно подкожной жировой ткани. Об этом же свидетельствует наличие положительной корреляционной связи ИМТ с концентрацией в сыворотке крови ТГ — основной транспортной формы жирных кислот в организме.

В группе женщин 2-го периода зрелого возраста (36–55 лет) выявлено наибольшее количество статистически значимых корреляционных связей: ИМТ с глюкозой, ИРИ, лептином и отрицательная корреляционная связь с уровнем ХС ЛПВП; ОТ/ОБ с глюкозой, ИРИ, лептином и отрицательная корреляционная связь с уров-

BMI, with the level of adiponectin and cholesterol were revealed in group of women of older age (56–74 years).

Thus, in our view, the correlation analysis results demonstrate effective leptin and adiponectin regulatory action on lipometabolism in the 1st period of mature age, that contributes to maintenance of women's BMI at the level of standard parameters.

The results of the analysis of correlative relationships between calculated anthropometric and hormonal-biochemical parameters in women of the 2nd period of adulthood, on the one hand, make it possible to state the weakening of adiponectin regulatory role, and, on the other hand, to state the possible development of relative resistance of a hypothalamus to the central action of leptin while its level in blood being elevated in women of this group. Development of leptin resistance, perhaps,

нем ХС ЛПВП. В данной группе женщин все статистически значимые корреляционные связи гормонально-биохимических показателей с индексом массы тела дублируются аналогичными корреляционными связями с величиной отношения ОТ/ОБ, которое характеризует накопление абдоминального жира, включая висцеральную жировую ткань, метаболически более активную, чем подкожная жировая ткань, и играющую важную роль в развитии сахарного диабета 2-го типа, дислипидемий, гипертензии и атеросклероза.

В группе женщин пожилого возраста (56–74 года) были выявлены отрицательные корреляционные связи исследованных антропометрических показателей, а именно отношения ОТ/ОБ и ИМТ, с уровнем адипонектина и холестерина.

Таким образом, результаты корреляционного анализа, на наш взгляд, свидетельствуют об эффективном регуляторном действии лептина и адипонектина на жировой обмен в 1-м периоде зрелого возраста, что способствует поддержанию ИМТ женщин на уровне нормативных значений.

Результаты корреляционного анализа связей расчетных антропометрических и гормонально-метаболических показателей у женщин 2-го периода зрелого возраста, с одной стороны, позволяют говорить об ослаблении регуляторной роли адипонектина, а с другой — о возможном развитии относительной резистентности гипоталамуса к центральному действию лептина на фоне высокого его уровня в крови женщин данной группы. Развитие лептинорезистентности, возможно, приводит к существенным нарушениям липидного обмена на фоне формирования инсулинорезистентности. Об этом свидетельствуют выявленные положительные корреляционные связи ИМТ женщин этой группы с концентрациями ИРИ и глюкозы.

У женщин пожилого возраста результаты корреляционного анализа связей расчетных антропометрических и гормонально-биохимических показателей позволяют говорить о развитии существенных нарушений в механизмах регуляции липидного обмена. При этом выявленная отрицательная корреляционная связь между величинами отношения ОТ/ОБ и концентрацией адипонектина в сыворотке крови у женщин данной возрастной группы свидетельствует о развитии ожирения, связанного с гипoadипонектинемией, и позволяет рассматривать ожирение в пожилом возрасте как ключевой фактор кардиоваскулярного риска.

leads to significant disturbances in lipid metabolism together with insulin resistance formation. The revealed in women of this group positive correlational relationships of BMI with IRI and glucose concentration testifies to it.

In women of advanced age the correlation analysis of the relationships between calculated anthropometric and hormonal and biochemical parameters in women make it possible to state the development of significant disturbances in the lipid metabolism regulatory mechanisms. At the same time, the revealed negative correlational relationship between waist-to-hip ratio and concentration of adiponectin in blood serum in women of this age group testifies to the development of obesity associated with hypoadiponectinemia and allows to consider obesity at advanced age as a key risk factor for cardiovascular disease.

CONCLUSION

Comparative assessment of anthropometric, hemodynamic and hormonal and metabolic parameters revealed that among women of advanced age (56–74 years) overweight was registered in 25%, obesity — in 62.5%; among women of two mature age periods (21–35 and 36–55 years) — in 28 and 36.9% and 16 and 33% respectively.

An advance in the age in women is followed by an increase in anthropometric parameters (body mass, BMI, WC, HT, waist-to-hip ratio), that evidences of accumulation of subcutaneous and visceral fat. Accumulation of fatty tissue and increase in parameters of the arterial blood pressure (BP) is associated with hypertriglyceridemia, hyperleptinemia and decrease in the DHEA-S level.

The significant differences between groups in the content of glucose, TC, HDLC, IRI, adiponectin, cortisol in blood serum were not established.

Results of the correlation analysis indicate that processes of overweight accumulation and obesity development in women are connected with age advance, at least partially, with disturbances of lipid metabolism regulation from the side of adipocytokines. The association of abdominal obesity, high BP and hypertriglyceridemia in older women — being three main components of metabolic syndrome — makes it possible to state the high risk of cardiovascular diseases.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При сравнительной оценке антропометрических, гемодинамических и гормонально-метаболических показателей у женщин зрелого и пожилого возрастов выявлено, что среди женщин пожилого возраста (56–74 года) избыточная масса тела регистрировалась у 25 %, ожирение — у 62.5 %; среди женщин двух периодов зрелого возраста (21–35 и 36–55 лет) — у 28 и 36.9 % и 16 и 33 % соответственно.

Увеличение возраста у женщин сопровождается ростом величин антропометрических показателей (массы тела, ИМТ, ОТ, ОБ, ОТ/ОБ), что указывает на накопление подкожного и висцерального жира. Накопление жировой ткани и увеличение показателей артериального давления (АД) ассоциировано с гипертриглицеридемией, гиперлептинемией и снижением уровня ДГЭА-С.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цанова И.А., Шаронова Л.А., Вербовой А.Ф. Метаболический синдром и сердечно-сосудистые заболевания // Рус. мед. журн. 2017. № 11. С. 785–789.
2. Григорян О.Р., Андреева Е.Н. Ожирение и репродуктивная функция // Трудный пациент. 2011. Т. 9, № 8–9. С. 21–24.
3. Николаенко Л.А., Алехин Д.И., Николаенко Е.С. Постменопауза, метаболический синдром и ИБС (обзор литературы) // Проблемы репродукции. 2015. Т. 21, № 3. С. 117–121.
4. Разина А.О., Ачкасов Е.Е., Руненко С.Д. Ожирение: современный взгляд на проблему // Ожирение и метаболизм. 2016. Т. 13, № 1. С. 3–8.
5. Пинхасов Б.Б., Селятицкая В.Г., Обухов В.Г. Метаболический синдром у женщин с разными типами ожирения // Вестн. НГУ. 2011. Т. 9, № 2. С. 36–43.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Потеряева Елена Леонидовна — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; главный научный сотрудник отдела гигиенических исследований ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора.

Смирнова Елена Леонидовна — д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Селятицкая Вера Георгиевна — д-р биол. наук, профессор, заместитель директора по научно-организационной работе ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины» (Новосибирск).

Галанова Жанна Марковна — канд. мед. наук, руководитель Бюро медико-социальной экспертизы № 28 ФКУ «Главное бюро медико-социальной экс-

По содержанию в сыворотке крови глюкозы, ОХС, ХС ЛПВП, ИРИ, адипонектина, кортизола достоверных различий между группами не установлено.

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что процессы накопления избыточной массы тела и формирование ожирения у женщин с увеличением возраста связаны, по крайней мере частично, с нарушениями регуляции жирового обмена со стороны адипоцитов. Сочетание у пожилых женщин абдоминального ожирения, повышенного АД и гипертриглицеридемии — трех основных компонентов метаболического синдрома — позволяет говорить о высоком риске сердечно-сосудистых заболеваний.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Tsanova I.A., Sharonova L.A., Verbovoy A.F. (2017). Metabolic syndrome and cardiovascular diseases. *Russian Medical Journal*, 11, 785–789. In Russ.
2. Grigorian O.R., Andreeva E.N. (2011). Obesity and reproductive function. *Difficult Patient*, 9 (8–9), 21–24.
3. Nikolayenko L.A., Alekhin D.I., Nikolayenko E.S. (2015). Postmenopause, metabolic syndrome and coronary heart disease (a review). *Russian Journal of Human Reproduction*, 21 (3), 117–121. In Russ.
4. Razina A.O., Achkasov E.E., Runenko S.D. (2016). Obesity: the modern approach to the problem. *Obesity and Metabolism*, 13 (1), 3–8. In Russ.
5. Pinkhasov B.B., Selyatitskaya V.G., Obukhov V.G. (2011). Metabolic syndrome at women with different types of obesity. *Bulletin of Novosibirsk State University*, 9 (2), 36–43.

ABOUT THE AUTHORS

Poteryaeva Elena Leonidovna — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head, Emergency Therapy with Endocrinology and Occupational Pathology Department, Novosibirsk State Medical University; Head Researcher, Department of Hygiene Research, Novosibirsk Research Institute of Hygiene.

Smirnova Elena Leonidovna — Dr. Sci. (Med.), Assistant Professor, Professor, Emergency Therapy with Endocrinology and Occupational Pathology Department, Novosibirsk State Medical University.

Selyatitskaya Vera Georgiyevna — Dr. Sci. (Biol.), Professor, Deputy Director for Scientific and Organizational Work, Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine (Novosibirsk).

Galanova Zhanna Markova — Cand. Sci. (Med.), Head, Bureau of Medical and Social Expertise No. 28, Main Bureau of Medical and Social Expertise in Novosibirsk Region.

Nesina Irina Alekseyevna — Dr. Sci. (Med.), Professor, Emergency Therapy with Endocrinology and Occupational Pathology Department, Novosibirsk State

пертизы по Новосибирской области» Министерства труда и социальной защиты РФ.

Несина Ирина Алексеевна — д-р мед. наук, профессор кафедры неотложной терапии с эндокринологией и профпатологией ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России; ведущий научный сотрудник отдела гигиенических исследований ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора.

Образец цитирования: Потеряева Е.Л., Смирнова Е.Л., Селятицкая В.Г., Галанова Ж.М., Несина И.А. Оценка некоторых гормонально-метаболических показателей у женщин различных возрастных групп // *Journal of Siberian Medical Sciences*. 2020. № 2. С. 77–88.

Medical University; Leading researcher, Department of Hygiene Research, Novosibirsk Research Institute of Hygiene.

Citation example: Poteryaeva E.L., Smirnova E.L., Selyatitskaya V.G., Galanova Zh.M., Nesina I.A.(2020). Evaluation of certain hormonal and metabolic parameters in women of different age groups. *Journal of Siberian Medical Sciences*, 2, 77–88.