

---

## ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ВОЗРАСТНОГО ОЖИРЕНИЯ ЖЕНЩИН: МНОЖЕСТВЕННЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

М.А. Гаврилов<sup>1</sup>, И.В. Мальцева<sup>1</sup>, В.И. Донцов<sup>2</sup>,  
В.Н. Крутько<sup>2</sup>, Н.С. Потёмкина<sup>2</sup>, А.Я. Чижов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ООО «Медицинский центр снижения веса»  
ул. Самотечная, 5, Москва, Россия, 127473

<sup>2</sup>Институт системного анализа РАН  
Национальный геронтологический центр  
пр. 60-летия Октября, 9, Москва, Россия, 117312

<sup>3</sup>Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

При решении глобальных экологических проблем применяется многомерная система оценки: медико-биологическая, социальная, экономическая, нравственная. Особенностью экологических болезней является то, что они поражают не каждый индивидуум, а лишь определенную часть популяции. Эти болезни являются следствием нарушения отношений организма и среды его обитания и проявляются в виде физических и психических дефектов. Одной из проблем современности является прогрессирующий рост ожирения населения планеты. Ожирение у женщин носит системный характер и затрагивает многие физиологические функции, которые можно объединить на основании корреляционных связей в несколько основных групп: повышение функции легких, возрастные изменения триглицеридов и алиментарные изменения с повышением триглицеридов.

**Ключевые слова:** ожирение, системный анализ, корреляционный анализ.

В самом начале нового тысячелетия перед человечеством остро встали глобальные проблемы экологического характера. Окружающее нас пространство и внутренняя среда человека взаимосвязаны.

При решении глобальных экологических проблем применяется многомерная система оценки: медико-биологическая, социальная, экономическая, нравственная. Особенностью экологических болезней является то, что они поражают не каждый индивидуум, а лишь определенную часть популяции. Эти болезни являются следствием нарушения отношений организма и среды его обитания и проявляются в виде физических и психических дефектов. Одной из главных проблем современности является прогрессирующий рост ожирения населения планеты.

Ожирение, в том числе возрастное, распространено повсеместно, и частота его в развитых странах нарастает, несмотря на увеличивающееся внимание к нему со стороны научной и практической медицины. Так, в США ожирением страдает около 30% населения, в странах Европейского региона ежегодно более миллиона человек умирают от болезней, связанных с избыточной массой тела, а повышенную массу тела имеет около половины населения и каждый пятый ребенок [4; 9].

В России, по данным масштабного эпидемиологического исследования, доля больных ожирением среди пациентов, обратившихся за медицинской помощью, составляет 20% [1].

Ожирение, с одной стороны, влияет на ряд физиологических функций, с другой — само связано с нарушением метаболизма. Однако в большинстве случаев исследуют связь ожирения с небольшим количеством функций, между тем, несомненно, ожирение носит системный характер и влияет на многие стороны метаболизма и физиологические параметры. Кроме того, функции организма сами тесно взаимосвязаны, что является требованием для сохранения целостности организма и целостного реагирования при адаптационных реакциях на внешние влияния.

Целью настоящего исследования было параллельное изучение многих функций организма женщин при развитии ожирения и выявление корреляционно связанных групп функций для выяснения основных механизмов развития ожирения.

**Материалы и методы.** Под наблюдением находились 102 женщины от 25 лет до 71 года, обратившиеся в 2009—2010 гг. в Медицинский центр снижения веса г. Москвы по поводу ожирения. Масса тела пациентов находилась в пределах от 53 до 167 кг. Все они дали согласие на участие в расширенном обследовании. Обследование включало, кроме обычного клинического осмотра и опроса, изучение более 100 показателей физиологических функций и биохимических показателей.

Использовали методы антропометрии, ЭКГ, спирографии, биоимпеданса, биофизических исследований на основе аппарата АМП-2 и комплекс биохимических исследований.

Данные подвергали корреляционному анализу с вычислением коэффициента корреляции ( $r$ ): корреляция функций с весом тела, возрастом и между собой.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Было обнаружено 59 значимых корреляций ( $p < 0,05$ ) функций с весом (табл. 1 и 2). Показателей с очень высокой корреляцией ( $r > 0,8$ ) не обнаружилось; высокая корреляция ( $0,8 > r > 0,6$ ) обнаруживалась только для корреляции веса и выделения  $\text{CO}_2$ ; средние корреляции ( $0,6 > r > 0,4$ ) обнаруживались для веса и семи показателей: легочной вентиляции, максимального воздушного потока, жизненной емкости легких, гемоглобина, эритроцитов, триглицеридов крови, амилазы; степень корреляции остальных 50 показателей была низка ( $0,4 > r > 0,18$ ), хотя их корреляции с весом и были статистически значимы. С возрастом вес тела обнаруживал низкую, хотя и достоверную корреляцию ( $r = 0,22, p < 0,05$ ).

Для показателей с высокой и средней корреляцией рассчитывали множественные корреляции между собой (табл. 2).

Таблица 1

**Корреляции физиологических показателей и веса**

Физиологические показатели	Коэффициент корреляции ( $r$ )
Очень высокая корреляция ( $r > 0,8$ ) НЕТ	
Высокая корреляция ( $0,8 > r > 0,6$ )	
Выделение $\text{CO}_2$ , мл/мин*	0,643
Средняя корреляция ( $0,6 > r > 0,4$ )	
Максимальный воздушный поток, л/мин*	0,498
Жизненная емкость легких, см куб.*	0,477
Гемоглобин, г/л*	0,467
Триглицериды крови, ммоль/л*	0,445
Эритроциты, $\times 10^{12}$ /л*	0,421
Легочная вентиляция, л/мин*	0,410
Амилаза, г/л · час*	0,402

Окончание

Физиологические показатели	Коэффициент корреляции (r)
Очень высокая корреляция ( $r > 0,8$ ) НЕТ	
Высокая корреляция ( $0,8 > r > 0,6$ )	
Холестерин общий, ммоль/л*	0,387
АД систолическое, мм рт. ст.*	0,380
Кровоток миокарда, %*	-0,379
Мочевина крови, ммоль/л*	0,359
Спектр. длина волны поглощения окиси азота крови, мкм*	-0,349
pH*	0,346
ЧД*	0,326
Время кровообращения большого круга, сек.*	-0,332
Сопrotивление малого круга кровообращения, дин/см-сек*	0,322
$\beta$ -липопротеиды, ммоль/л*	0,321
Липопротеиды низкой плотности, ммоль/л*	0,321
Спектр. длина волны поглощения CO <sub>2</sub> крови, мкм*	0,303
Транспорт кислорода, мл/мин*	0,287
Время кровообращения малого круга, сек*	0,284
Тромбоциты, тыс.*	-0,282
Креатенинкиназа мышц, мкмоль/мин/кг*	0,310
Скорость оксигинации, мл/сек*	0,277
Глюкоза крови, ммоль/л*	0,269
Скорость продукции CO <sub>2</sub> , мл/мин*	-0,267
Индекс тканевой экстракции кислорода, мл*	0,264
Ацетилхолин, мкг/мл*	0,258
Объем циркулирующей крови, мл/кг*	0,251
sH*	-0,249
АД диастолическое, мм рт. ст.*	0,247
Билирубин общий, мкмоль/л*	0,245
Билирубин непрямой*	0,245
AST, Е/л*	0,244
Расходуемая мощность жизнеобеспечения, ккал/кг/мин*	0,243
Липопротеиды очень низкой плотности, ммоль/л**	0,239
AST, ммоль/л**	0,238
Концентрация H <sub>2</sub> желудочного сока**	0,225
Центральное венозное давление, мм вод. ст.**	-0,234
Лимфоциты, %**	-0,229
Гематокрит, %**	0,228
Потребление O <sub>2</sub> /100 г головного мозга, мл**	-0,228
Калий крови, ммоль/л**	-0,223
Возраст**	0,221
Нейтрофилы сегментоядерные, %**	0,219
Интервал PQ, сек.**	0,209
Поверхность газообмена, м кв.**	0,210
Дыхательный коэффициент**	0,210
Билирубин прямой, мкмоль/л**	0,205
Работа сердца, Дж**	0,202
Внеклеточная вода, %**	-0,197
Потребление O <sub>2</sub> на кг, мл/мин/кг**	0,196
Начало свертывания крови, мин**	0,193
Сердечный выброс, мл**	-0,192
Кровоток миокарда, мл/мин**	-0,191
Молочная кислота крови, ммоль/л**	0,190
Интервал QT, сек.**	0,190
Потребление O <sub>2</sub> , мл/мин**	0,184

\*  $p < 0,01$ \*\*  $p < 0,05$ .

Таблица 2

**Множественные корреляции отобранных параметров между собой**

Показатель	Тест							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Гемоглобин, г/л								
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	0,92*							
Амилаза, г/л·час	0,36*	0,31*						
Жизненная емкость легких, см куб.	0,12	0,09	-0,06					
Легочная вентиляция, л/мин.	0,39*	0,30*	0,20*	0,25*				
Максимальный воздушный поток, л/мин.	0,46*	0,39*	0,36*	0,25*	0,12			
Триглицериды крови, ммоль/л	0,28*	0,21**	0,41*	-0,15	0,37*	0,11		
Выделение $CO_2$ , мл/мин.	0,57*	0,52*	0,36*	0,31*	0,75*	0,43*	0,24*	
Возраст, календарных лет	0,17	0,23*	0,38*	0,01	0,19	0,19	0,43*	0,08

\*  $p < 0,01$

\*\*  $p < 0,05$ .

Очень высокие корреляции параметров ( $r > 0,8$ ) были обнаружены только для корреляции количества эритроцитов с гемоглобином, что естественно. Высокие корреляции параметров ( $0,8 > r > 0,6$ ) обнаруживались для корреляции выделения  $CO_2$  с легочной вентиляцией. Средние корреляции параметров ( $0,6 > r > 0,4$ ): максимальный воздушный поток коррелировал с выделением  $CO_2$  и с гемоглобином; выделение  $CO_2$  коррелировало с содержанием эритроцитов крови; возраст коррелировал с содержанием триглицеридов крови, а триглицериды крови — с амилазой.

Сравнение корреляционной и физиологической значимости параметров показывает, что они объединяются в три независимые связанные группы:

1) показатели повышенной функции легких и переноса кислорода: выделение  $CO_2$  — легочная вентиляция — максимальный воздушный поток — содержание эритроцитов и гемоглобина;

2) показатели, связанные с возрастными изменениями липидного обмена: возраст — триглицериды крови;

3) показатели, связанные с алиментарными функциями: амилаза — содержание триглицеридов.

Интересно, что возраст слабо коррелирует с ожирением, хотя и выраженно коррелирует с триглицеридами крови.

Таким образом, возраст и возрастные изменения липидного обмена, хотя и предрасполагают к ожирению, но это предрасположение выражено корреляционно слабо и не носит обязательный характер.

Повышение амилазы и триглицеридов, видимо, зависит от характера пищевых предпочтений, что согласуется с данными опроса и пищевого дневника, и физиологической связи углеводного и жирового обмена.

Значимость 2-й и 3-й групп для ожирения достаточно ясна. Одной из основных целей лечения ожирения является снижение общего кардиометаболического риска, который во многом определяется липидным составом крови. Наиболее

частые нарушения липидного обмена для пациентов с избыточной массой тела и ожирением — снижение уровня холестерина липопротеидов высокой плотности и повышение уровня триглицеридов. Многочисленные исследования показывают, что даже умеренное снижение массы тела (5—10%) путем ограничения калорийности пищи и повышения физической нагрузки сопровождается снижением уровня триглицеридов и повышением уровня холестерина липопротеидов высокой плотности [2; 5; 6].

В свою очередь, улучшение липидного и углеводного обмена снижает степень риска сахарного диабета, атеросклероза, сердечно-сосудистых заболеваний, улучшает качество и увеличивает продолжительность жизни [4; 9]

Четкие связи повышения веса и показателей повышения функции легких остаются малопонятными и требуют специального исследования. Литературные данные по этому вопросу неоднозначны. В большинстве случаев в связи с повышением массы тела и ожирением отмечается снижение функции легких. Однако, как правило, это происходит на фоне сопутствующих заболеваний, таких как астма, сахарный диабет, сердечно-сосудистые заболевания [3; 7; 8].

Возможной причиной повышения легочной функции в нашем исследовании является нарушение экологии в мегаполисе, отражающееся на состоянии атмосферы, содержании кислорода и углекислого газа в ней, а также многих токсичных примесей, влияние которых на метаболизм является весьма вероятным. Токсичное влияние подтверждается статистически значимой ( $P > 0,01$ ) корреляционной связью повышения содержания билирубина крови с легочной вентиляцией ( $r = 0,374$ ), выделением  $\text{CO}_2$  ( $r = 0,287$ ), гемоглобина ( $r = 0,242$ ) и эритроцитами крови ( $r = 0,188$ ,  $P > 0,05$ ), что характеризует вовлеченность печени, а также вовлеченность в процесс почек — корреляция уровней общего билирубина и креатинина крови ( $r = 0,347$ ,  $P > 0,01$ ).

Данный тип ожирения оказывается гораздо более значимым, чем возрастной, алиментарный и связанный с нарушениями липидного обмена.

**Заключение.** Исследование множественных корреляций физиологических параметров с весом показывает системный характер ожирения, затрагивающего более 50 различных физиологических функций. Эти изменения группируются в три корреляционно и физиологически связанные группы: связанные с повышением показателей внешнего дыхания и кислородного обмена; связанные с возрастом и триглицеридами крови; связанные с алиментарными нарушениями. Возраст и изменения липидного обмена, хотя и предрасполагают к ожирению, но не носят обязательный характер. Особый интерес представляют обнаруженные выраженные связи повышения веса и показателей повышения функции легких, которые могут быть обусловлены с экологическими ухудшениями состава воздуха в мегаполисе и токсическими влияниями на обмен веществ.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дробизhev. Н.Ю. Ожирение среди больных, обратившихся за медицинской помощью // Ожирение и метаболизм. — 2009. — Вып. 19. — № 3. — С. 35—40.
- [2] Гинсбург М.М., Крюков Н.И. Ожирение: влияние на развитие метаболического синдрома. Профилактика и лечение. — М.: Медпрактика, 2002.

- [3] *Chow J.S., Leung A.S., Li W.W. et al.* Airway inflammatory and spirometric measurements in obese children // *Hong. Kong. Med. J.* — 2009. — V. 15. — № 5. — С. 346—352.
- [4] Европейская хартия по борьбе с ожирением. Европейская министерская конференция по борьбе с ожирением 803. Стамбул, Ноябрь, 2006 // <http://euro.who.int/Document/E89567r.pdf>
- [5] *Brixner D., Ghate S., McAdman-Marx C. et al.* Association between cardiometabolic risk (actors and body mass index based on diagnosis and treatment codes in anelectronic medical record database // *JMPC.* — 2008. — V. 14. — № 8. — С. 756—767.
- [6] *Datillo A., Kris-Etherton P.* Effects of weight reduction on blood lipids and lipoproteins: a meta-analysis // *Am. J. Clin. Nutr.* — 1992. — № 56. — С. 320—328.
- [7] *Li A.M., Chan D., Wong E. et al.* The effects of obesity on pulmonary function // *Arch. Dis. Child.* — 2003. — V. 4. — № 88. — С. 361—363.
- [8] *Prado D.M., Silva A.G., Trombetta I.C. et al.* Weight loss associated with exercise training restores ventilatory efficiency in obese children // *Int. J. Sports Med.* — 2009 — V. 30. — № 11. — С. 821—826.
- [9] Obesity and overweight What are overweight and obesity? WHO Fact sheet N\*311September 2006 // <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>

## **ECO-PHYSIOLOGICAL MECHANISMS AGE WOMANS OBESITY: MULTIPLE CORRELATION PHYSIOLOGICAL PARAMETER**

**M.A. Gavrilov<sup>1</sup>, N.S. Potyomkina<sup>1</sup>, V.I. Dontsov<sup>2</sup>,  
V.N. Krutko<sup>2</sup>, I.V. Maltseva<sup>2</sup>, A.Ya. Chizhov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Medical Centre of Weight reduction  
*Samotechnaya str., 5, Moscow, Russia, 127473*

<sup>2</sup>The institute for the systems analysis of the Russian academy of sciences  
The National Gerontology Center  
*Prospect 60-letya Otyabrya, 9, Moscow, Russia, 117312*

<sup>2</sup>Department of Ecology  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Podolskoye Shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093*

In addressing global environmental issues relevant is the multidimensional evaluation system: bio-medical, social, economic, moral. Singularity of environmental diseases is that they affect every individual, but only certain part of the population. These diseases are the result of violations of relations the organism and its habitat, and are manifested in the form of physical and mental defects. One of the leading problems of modernity is the progressive growth of obesity in the world. The Obesity beside woman's carries the system nature and touches many physiological functions, which possible unite on the grounds of correlation relationships in several main groups: increased pulmonary functions, age and triglycerides change, alimentary change and triglycerides increasing.

**Key words:** obesity, system analysis, correlation analysis.