

УДК 612.8:613.25

Л.М. Тарасенко, А.Е. Омельченко, М.В. Билец, В.Ю. Цубер

ВГУЗ «Украинская медицинская стоматологическая академия», г. Полтава

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОКАЛОРИЙНОГО ПИТАНИЯ НА СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ КРЫС

В экспериментах на половозрелых крысах исследовали стрессоустойчивость организма в условиях сочетанного действия высококалорийного питания и хронического стресса. Критерием стрессоустойчивости животных служили изменения концентрации в крови перекиси водорода, сиаловых кислот, а также амилолитическая активность поджелудочной железы. Сделан вывод о взаимопотенцирующем эффекте высококалорийного питания и хронического стресса, о чем свидетельствует повышение уровня в крови перекиси водорода, сиаловых кислот и торможение синтеза α -амилазы в поджелудочной железе. Снижение стрессоустойчивости организма отражает негативное влияние избыточного питания на механизмы гомеостаза.

Ключевые слова: стрессоустойчивость, сиаловые кислоты, перекись водорода, α -амилаза, высококалорийное питание.

Стресс-синдром характеризуется активацией стресс-реализующих и стресс-лимитирующих систем [1–3]. Мобилизация защитных механизмов организма в ответ на действие стрессорных факторов составляет физиологическую основу стрессоустойчивости организма, что лежит в основе выделения типов реагирования на стрессоры [4, 5].

Особенности метаболических изменений при сочетанном действии стрессорных раздражителей и высококалорийного питания мало исследованы и описаны в единичных работах [6, 7]. Между тем эти исследования приобретают важное значение в связи с изменением условий жизни современного человека – возрастанием роли стрессогенных ситуаций и избыточного потребления энергетически ценных продуктов питания [8, 9].

Целью настоящей работы явилось изучение метаболических показателей, характеризующих стрессоустойчивость организма в условиях сочетанного действия хронического стресса и высококалорийного питания.

Материал и методы. Эксперименты выполнены на 35 половозрелых крысах-самцах линии Вистар, подвергнутых парциальному влиянию высококалорийного питания в течение 8 недель [10], хроническому иммобилизационному стрессу в течение пяти дней по методу Г. Селье [11], а также их сочетанному воздействию. Высококалорийное питание

моделировали по методу E.W. Kraegen [10]. Контролем служили интактные крысы. Животных умерщвляли под гексеналовым наркозом (50 мг/кг массы тела). Кровь отбирали из полостей сердца. При проведении экспериментов придерживались принципов «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных и других научных целях» (Страсбург, 1986) и норм биомедицинской этики, одобренных Первым национальным Конгрессом по биоэтике (Киев, 2011). В цельной крови определяли содержание перекиси водорода [12], в сыворотке крови – концентрацию сиаловых кислот по Hess [13]. В гомогенате ткани поджелудочной железы исследовали амилолитическую активность методом Каравея [13] с помощью стандартного набора реактивов. Выбор данных показателей для оценки стрессоустойчивости организма не случайный – они отличаются высокой чувствительностью к стрессорным воздействиям [4, 5]. Статистический анализ результатов исследований проводили методами вариационной статистики. Для оценки различий между группами применяли тест Краскела–Уоллиса. Критическим считали уровень значимости при $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что раздельное воздействие иммобилизационного стресса

© Л.М. Тарасенко, А.Е. Омельченко, М.В. Билец, В.Ю. Цубер, 2016

и высококалорийного питания способствует повышению уровня перекиси водорода в крови на 87 и 55 % соответственно по сравнению с контрольной группой крыс (таблица). Степень увеличения концентрации перекиси

точных мембран принимают участие в межклеточных взаимодействиях. Нативная структура углеводной части гликопротеинов является необходимым условием сохранения функций этих биомолекул.

Биохимические показатели сыворотки крови и поджелудочной железы в условиях парциального и сочетанного влияния высококалорийного питания (ВКП) и иммобилизационного стресса (ИС) ($M \pm m$)

Группа	Количество животных	Перекись водорода, усл. ед/л	Сиаловые кислоты, ммоль/л	Амилолитическая активность поджелудочной железы, мг гидролиз крахмала за 1 мин / 1 г гомогената ткани
Контроль	9	0,162±0,012	2,34±0,15	258,38±6,65
ВКП	9	0,251±0,016*	2,47±0,20	253,26±4,89
ИС	8	0,303±0,018*	2,31±0,26	249,77±3,09
ВКП+ИС	8	0,385±0,021*	3,01±0,11**	236,83±4,55**

Примечание. * $p < 0,001$ во всех группах сравнения; ** достоверные отличия от контроля.

водорода в крови у стрессированных крыс была большей, чем в группе животных, которые находились на высококалорийном питании. Сочетанное влияние высококалорийного питания и иммобилизационного стресса способствовало дальнейшему увеличению уровня перекиси водорода в крови, что отражает взаимопотенцирующее действие обоих факторов на организм (таблица).

Как известно, перекись водорода образуется из супероксиданионрадикала под действием супероксиддисмутазы и расщепляется нерадикальным путем группой ферментов антиоксидантной защиты – пероксидаз, в частности наиболее активных – каталазы и глутатионпероксидазы.

Перекись водорода легко проникает через клеточные биомембраны и, вступая в реакцию Фентона, образует $\cdot\text{OH}$ -радикал, способный разрывать любую C–H или C–C связь, образуя набор биологически активных соединений, избыток которых оказывает повреждающее действие [14]. Следовательно, сочетанное влияние высококалорийного питания и иммобилизационного стресса способствует активации процессов свободнорадикального окисления, что, по-видимому, лежит в основе их взаимоотношения действия на организм.

Десиализация сложных белково-углеводных комплексов – гликопротеинов – имеет существенное значение в механизме стрессорных повреждений тканей [15]. Гликопротеины – это многочисленная группа сложных белков, являющихся структурными компонентами биомембран, внеклеточного матрикса, соединительной ткани, иммуноглобулинов, гормонов и других соединений. Следует подчеркнуть, что гликопротеины кле-

При раздельном влиянии высококалорийного питания и иммобилизационного стресса не наблюдалось отличий в содержании сиаловых кислот в сыворотке крови по сравнению с контрольной группой крыс. При сочетанном действии обоих факторов содержание сиаловых кислот в сыворотке крови возросло на 30 % по сравнению с контролем. Следовательно, проявился взаимопотенцирующий эффект действия высококалорийного питания и иммобилизационного стресса на катаболизм гликопротеинов, следствием чего является отщепление от олигосахаридной цепи гликопротеинов концевой мономера – сиаловой кислоты.

Показано, что высококалорийная диета у мышей инициирует развитие гипоксии жировой ткани и способствует возникновению инсулинорезистентности [16]. Возможно, определенную роль в снижении чувствительности клеток к инсулину в условиях сочетанного влияния высококалорийного питания и иммобилизационного стресса играет десиализация гликопротеинов биомембран, включая инсулиновые рецепторы, что показано нами ранее в работе [6].

Исследование амилолитической активности гомогената поджелудочной железы показало, что раздельное действие высококалорийного питания и иммобилизационного стресса существенно не влияло на продукцию амилазы в поджелудочной железе (таблица). Однако при сочетанном их действии наблюдалось достоверное снижение амилолитической активности поджелудочной железы. Следовательно, отчетливо проявляется взаимопотенцирующее влияние высококалорийного питания и иммобилизационного

стресса на экскрецию амилазы поджелудочной железы, что может отражать нарушение ее белково-синтетической функции. Эта закономерность – угнетение синтеза амилазы, прослежена ранее одним из нас в ткани слюнных желез под влиянием острого стресса [5].

Таким образом, проведенные исследования обосновывают положение о том, что высококалорийное питание снижает стрес-

соустойчивость организма, что может играть существенную роль в условиях изменений образа жизни и характера питания современного человека.

Перспективность исследования. Продолжение исследований будет сосредоточено на изучении влияния высококалорийного питания на стрессоустойчивость поджелудочной железы и риск развития инсулиновой недостаточности.

Литература

1. *Барабой В.А.* Стресс: природа, биологическая роль, механизмы, исходы / В.А. Барабой. – К.: Украиника, 2006. – 424 с.
2. *Пшеничкова М.Г.* Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии / М.Г. Пшеничкова // Патол. физиология и эксперим. терапия. – 2000. – № 2. – С. 24–31.
3. *Резніков О.Г.* Про- та антиоксидантна системи і патологічні процеси в організмі людини / О.Г. Резніков, О.М. Полумбрик, Я.Г. Бальон // Вісник Національної академії наук України. – 2014. – № 10. – С. 17–29.
4. *Омельченко О.Є.* Біохімічні механізми типу реагування та індивідуальної стресостійкості організму / О.Є. Омельченко // Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії. – 2009. – Т. 9, вип. 2 (26). – С. 101–105.
5. *Цубер В.Ю.* Аналіз морфологічних та біохімічних змін в слинних залозах щурів під впливом гострого стресу залежно від типу нервової регуляції / В.Ю. Цубер // Світ медицини та біології. – 2012. – № 3. – С. 56–61.
6. Вплив висококалорійної змішаної дієти на виразкове ушкодження шлунка та інкреторну функцію підшлункової залози за умов іммобілізаційного стресу в щурів / Л.М. Тарасенко, О.Є. Омельченко, М.В. Білець та ін. // Медична хімія. – 2014. – Т. 16, № 3 (60). – С. 46–49.
7. *Омельченко О.Є.* Стресостійкість органів травлення, зміни ліпідного спектра крові у щурів при висококалорійному харчуванні, іммобілізаційному стресі та їх поєднаному впливі / О.Є. Омельченко // Вісник проблем біології і медицини. – 2015. – Вип. 2 (118) – С. 177–181.
8. *Колов С.А.* Первичный стресс и его последствия у ветеранов боевых действий / С.А. Колов // Российский психиатрический журнал. – 2010. – № 5. – С. 54–58.
9. *Лифтиев Р.Б.* Роль пищевого поведения в формировании избыточной массы тела и ожирения взрослого населения г. Баку / Р.Б. Лифтиев, А.А. Агаев // Междунар. мед. журнал. – 2011. – № 2. – С. 65–68.
10. Development of muscle insulin resistance after liver insulin resistance in high-fat-fed rats / E. Kraegen, P. Clark, A. Jenkins, et al. // Diabetes. – 1991. – Vol. 40, № 11. – P. 1397–1403.
11. *Селье Г.* Очерки об адаптационном синдроме / Г. Селье – М.: Медицина, 1960. – 254 с.
12. *Graf E.* Method for determination of hydrogen peroxide with its application illustrated by glucose assay / E. Graf, T.P. John // J. Clin. Chem. – 1980. – Vol. 26, № 5. – P. 658–660.
13. *Камышников В.С.* Клиническая биохимия / В.С. Камышников. – Минск: Беларусь, 2000. – Т. 2. – 463 с.
14. *Сазонтова Т.Г.* Значение баланса прооксидантов и антиоксидантов – равнозначных участников метаболизма / Т.Г. Сазонтова, Ю.В. Архипенко // Пат. физиология и эксперим. терапия. – 2007. – № 3. – С. 2–17.
15. *Меерсон Ф.З.* Роль потери сиаловой кислоты миокардом в депрессии сократительной функции сердечной мышцы при стрессе / Ф.З. Меерсон, А.И. Сауля, В.С. Гудумак // Вопр. мед. химии. – 1985. – № 2. – С. 118–120.
16. Adipose tissue hypoxia in obesity and its impact on adipocytokine dysregulation / N. Hosogai, A. Fukuhara, K. Oshima, et al. // Diabetes. – 2007. – Vol. 56. – № 4. – P. 901–911.

Л.М. Тарасенко, О.Є. Омельченко, М.В. Білець, В.Ю. Цубер

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ВИСОКОКАЛОРИЙНОГО ХАРЧУВАННЯ НА СТРЕСОСТІЙКІСТЬ ЩУРІВ

В експериментах на статевозрілих щурах дослідили стресостійкість організму за умов поєданого впливу висококалорійного харчування та хронічного стресу. Критерієм стресостійкості тварин служили зміни рівня в крові перекису водню, сіалових кислот, а також амілолітична активність підшлункової залози. Зроблено висновок о взаємопотенціюючому ефекті висококалорійного харчування та хронічного стресу, про що свідчить збільшення рівня в крові перекису водню, сіалових кислот та гальмування синтезу α -амілази в підшлунковій залозі. Зниження стресостійкості організму відображає негативний вплив надлишкового харчування на механізми гомеостазу.

Ключові слова: *стресостійкість, сіалові кислоти, перекис водню, α -амілаза, висококалорійне харчування.*

L.M. Tarasenko, A.E. Omelchenko, M.V. Bilets, V.Yu. Zuber

CHARACTERISTICS OF HIGH-CALORIE DIET EFFECT TO STRESS RESISTANCE IN RATS

In experiments on adult rats the stress resistance was investigated under combined action of high-calorie diet and chronic stress. Changes of hydrogen peroxide, sialic acids concentration in the blood and the amylolytic activity of the pancreas were criterions of animals stress resistance. Concluded about the synergistic effect of high-calorie diet and chronic stress. Hydrogen peroxide, sialic acids in the blood, inhibition of α -amylase synthesis in the pancreas are evidenced of this conclusion. Decreasing of organism stress resistance reflects the negative effect of excessive nutrition at the homeostasis mechanisms.

Key words: *stress, sialic acid, hydrogen peroxide, α -amylase, high-calorie diet.*

Поступила 12.05.16