

ВЛИЯНИЕ ЙОД-ИНДУЦИРОВАННОЙ БЛОКАДЫ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НА УРОВЕНЬ КОРТИЗОЛА У САМОК КРЫС

Н.Л. Басалаева¹, В.К. Стрижиков², Ю.М. Кузнецова³, В.В. Эрлих⁴

¹Региональная дирекция медицинского обеспечения на Южно-Уральской железной дороге, г. Челябинск,

²Уральская академия ветеринарной медицины, г. Троицк,

³Дорожная клиническая больница «РЖД» на ст. Челябинск», г. Челябинск,

⁴Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Цель – изучить возможность влияния йод-индуцированной блокады щитовидной железы на функциональную активность надпочечников у эутиреоидных самок крыс. В эксперименте были использованы 30 беспородных крыс-самок 6-месячного возраста со средней массой 250 ± 30 г. Животные содержались в виварии со стандартным световым режимом и получали стандартный корм и воду. Самки были взяты в опыт в фазы диэструса и метаэструса. 8 животных составили контрольную группу, 7 – вторую. По 3 крысы вошло в первую, третью, четвертую, пятую и шестую группы. Анализ цикличности функционирования гонад проводился на основании исследования вагинальных мазков. В сыворотке крови животных определяли содержание кортизола методом иммуноферментного анализа на иммуноферментном автоматическом анализаторе (фотометр «BIO-RAD model 680 MR 12726», США). Йод-индуцированная блокада щитовидной железы оказывала стимулирующее влияние на функцию надпочечников у самок крыс. Заслуживал внимания и тот факт, что нормализация надпочечникового статуса предшествовала нормализации функции щитовидной железы. Вероятно, надпочечники играли определенную роль в физиологическом механизме реакции организма на повышенные дозы йода, в том числе и в аспекте адаптации к стрессам. Выявлено, что йод-индуцированная блокада щитовидной железы у самок крыс сопровождается ростом кортизола. При ребаунд-эффекте уровень кортизола спонтанно нормализуется.

Ключевые слова: йодид калия, блокада щитовидной железы, кортизол, надпочечник.

В последние годы в работах, посвященных биохимии спорта, появились статьи, рекомендуемые повышение содержания йода в пищевом рационе спортсменов до «физиологически допустимого запаса» [2]. Авторы выявили «физиолого-биохимические механизмы лимитирующего действия йодной недостаточности на процессы восстановления после мышечной нагрузки и физическую работоспособность, заключающиеся в снижении эффективности утилизации лактата после физической нагрузки, уменьшении скорости перевода лактата в глюкозу клетками печени, снижении уровня физиологической подготовленности спортсменов» [1]. Исследователи считают, что включение в рацион спортсменов 20 г ламинарии ежедневно в течение 2 недель способствует повышению эффективности энергетического обмена и ускорению процессов восстановления после физических нагрузок [2]. К сожалению, авторы не измеряли

концентрацию йода в рекомендуемом рационе, но по литературным данным содержание йода в 100 г ламинарии – 200–220 мг, в то время как ежедневная суточная потребность человека в йоде – 100–200 мкг [7]. Таким образом, рекомендованная авторами дозировка йода многократно превышала физиологическую дозу алиментарного йода.

В вышеупомянутом исследовании также описан интересный факт: у спортсменов с обычным рационом в течение 2 недель восстановительного периода наблюдалось 3-кратное увеличение йодурии; у спортсменов на фоне рекомендованного авторами «йодсберегающего» рациона показатели йодурии не отличались от исходных [2]. К сожалению, авторы не проводили определение гормонального статуса. Поэтому, на наш взгляд, на данном этапе исследований нельзя было с полной достоверностью утверждать, какие именно физиологические механизмы лежат в основе

описанного ими эффекта влияния повышенных доз алиментарного йода на адаптационный потенциал спортсменов – стимуляция функции щитовидной железы или её физиологическая йод-индуцированная блокада. Заслуживает внимания и аспект участия в вышеописанном эффекте других эндокринных органов, задействованных в механизмах адаптации, – например, надпочечников.

Кортизол (гормон стресса) – главный катаболический гормон, который разрушает белки, способствует накоплению жира и повышает уровень глюкозы в крови. Он вырабатывается в ответ на стресс, физическую нагрузку и другие экстренные ситуации и мобилизует питательные вещества: белки организма (в том числе мышечные) разрушаются до аминокислот, а гликоген до глюкозы. В спорте кортизол играет негативную роль, и многие спортивные добавки и препараты направлены на снижение влияния кортизола и активацию процессов анаболизма [4]. Общепризнано, что повышение уровня тиреоидных гормонов стимулирует секрецию кортикостерона [8], а гипотиреоз может сопровождаться низким уровнем кортизола (синдром Шмидта) [3].

Влияет ли на функцию надпочечников алиментарный йод, входящий во множество биологических добавок и рационов, используемых при подготовке спортсменов?

Согласно ранее проведенным нами экспериментальным исследованиям, йодид калия перорально уже в дозировке 8 мкг/100 г веса животного вызывает краткосрочную блокаду щитовидной железы (БЩЖ) у самок-крыс [6]. Наличие БЩЖ у экспериментальных животных было подтверждено исследованием интратиреоидного содержания йода с помощью электронно-зондового микроанализа (снижение интратиреоидального йода в течение 6 дней и скачкообразный рост на 7-й день БЩЖ) [6].

Оказывает ли йод-индуцированная БЩЖ воздействие на функцию надпочечников? Каков характер этого влияния? Это вопросы обусловили цель настоящего исследования: изучение возможности влияния йод-индуцированной блокады щитовидной железы на функциональную активность надпочечников у эутиреоидных самок крыс.

Материалы и методы. В эксперименте, выполненном на кафедре анатомии и гистологии ФГОУ ВПО «Уральская академия ветеринарной медицины Минсельхоза России» (зав.

кафедрой проф. Стрижиков В.К.), были использованы 30 беспородных крыс – самок 6-месячного возраста со средней массой $250 \pm \pm 30$ г. Животные содержались в виварии со стандартным световым режимом (12 ч света: 12 ч темноты (дневная фаза – с 7:00 до 19:00 летнего времени)) и получали стандартный корм и воду.

Эксперимент проводился в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР от 12.08.1977 года № 775). Самки были взяты в опыт в фазы диэструса и метаэструса. 8 животных составили контрольную группу, 7 – вторую. По 3 крысы вошло в первую, третью, четвертую, пятую и шестую группы. Анализ цикличности функционирования гонад проводился на основании исследования вагинальных мазков.

Крысам 1-й группы однократно через желудочный зонд вводили йодид калия в дозировке 8 мкг/100 г массы животного на 0,5 мл физиологического раствора (забой был проведен через 24 ч после введения препарата). Животным из 2, 3, 4, 5 и 6-й групп введение KI было проведено соответственно в течение 1, 2, 3, 4 и 5 дней. Забой был проведен через 48 ч после введения препарата.

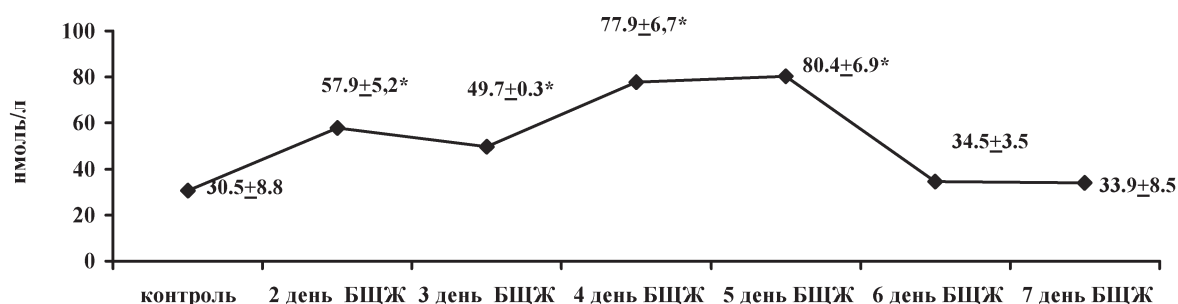
В соответствии с различными временными периодами блокады щитовидной железы, экспериментальные животные были разделены на следующие группы: крысы, забитые через 24 ч после однократного введения йодида калия, составили группу «второй день блокады щитовидной железы» (2-й день БЩЖ). Соответственно, крысы, забитые через 48 ч после однократного введения йодида калия, составили группу «третий день блокады щитовидной железы» (3-й день БЩЖ). Животные, получавшие йодид калия в течение двух дней и забитые через 48 ч после последнего введения, составили группу «четвертый день блокады щитовидной железы» (4-й день БЩЖ). Остальные крысы, получавшие йодид калия в течение трех, четырех и пяти дней, и забитые через 48 ч после последнего введения йодида калия, соответственно составили следующие группы: пятый, шестой и седьмой день блокады щитовидной железы (5, 6 и 7-й день БЩЖ).

Животные были подвержены эвтаназии под эфирным наркозом в период с 11 до 13 ч дневной фазы экспериментальных суток.

В сыворотке крови животных определяли содержание кортизола методом иммуноферментного анализа на иммуноферментном автоматическом анализаторе (фотометр «BIO-RAD model 680 MR 12726», США) в иммунологической лаборатории НУЗ «Дорожная клиническая больница ОАО «РЖД» на ст. Челябинск». Определение кортизола проводили с использованием стандартных наборов тест-систем ОАО «Алкор-Био» (Санкт-Петербург, Россия).

Комплексный статистический анализ был выполнен с использованием пакета прикладных программ Statistica for Windows 6.0. Достоверность различий между группами вычисляли с помощью t-критерия Стьюдента. Достоверными считали значения при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и обсуждение. Результаты исследования уровня кортизола в сыворотке крови при блокаде щитовидной железы приведены на рисунке.



Динамика изменений кортизола в крови самок крыс при блокаде щитовидной железы: * $p \leq 0,05$ – различия с контрольными данными

Опубликованные ранее результаты исследования гормонов гипофизарно-тиреоидной оси [1] свидетельствовали о блокаде щитовидной железы в течение 6 дней и ребаунд-эффекте на 7-й день. Наличие блокады щитовидных желез у экспериментальных животных было подтверждено исследованием интратиреоидного содержания йода с помощью электронно-зондового микроанализа (снижение интратиреоидального йода в течение 6 дней и скачкообразный рост на 7-й день БЩЖ) [6].

Динамика изменений гормонального статуса показала, что при блокаде щитовидной железы наблюдался рост кортизола со 2-го по 5-й день БЩЖ. Нормализация уровня кортизола наступала спонтанно на 6-й день БЩЖ, на сутки ранее ребаунд-эффекта.

Таким образом, можно было сделать вывод о том, что йод-индуцированная блокада щитовидной железы оказывала стимулирующее влияние на функцию надпочечников у самок крыс. Заслуживал внимания и тот факт, что нормализация надпочечникового статуса предшествовала нормализации функции щитовидной железы. Вероятно, надпочечники играли определенную роль в физиологическом механизме реакции организма на повышенные дозы йода, в том числе и в аспекте адаптации к стрессам.

Механизм влияния гормонов щитовидной железы на функцию гипофизарно-надпочечниковой системы известен давно: рост уровня тиреоидных гормонов стимулирует секрецию адренокортикотропного гормона гипофиза (АКТГ), и, как следствие, стимуляцию выработки кортикостерона [8]. Установлено, что резерв надпочечников значительно повышается при краткосрочном гипертиреозе.

Долгосрочный гипертиреоз вызывает значительное снижение резерва коры надпочечников [6]. Как мы уже упоминали, считается, что при гипотиреозе наблюдается низкий уровень кортизола (синдром Шмидта) [3]. Однако в нашем эксперименте при йод-индуцированной блокаде щитовидной железы был выявлен кратковременный рост кортизола, спонтанно купировавшийся ранее ребаунд-эффекта щитовидной железы.

Возможно, этот эффект играет роль в описанной Б. Джривах [2] оптимизации адаптации спортсменов к физическим нагрузкам с помощью «йодсберегающего рациона». Дальнейшее изучение феномена, в том числе и в эксперименте, может дать основания к оптимизации принципов восстановления спортсменов после высоких нагрузок.

Литература

1. Джривах, Б. Влияние йодной недостаточности на эффективность утилизации молочной кислоты / А.Д. Цикуниб, Б. Джривах, А.Х. Агиров // Труды Куб ГАУ. – Краснодар, 2011. – № 5 (32). – С. 146–150.
2. Джривах, Б. Влияние йодного статуса спортсмена на адаптацию к физическим нагрузкам субмаксимальной мощности: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Б. Джривах. – Майкоп: Адыгейский гос. ун-т, 2012. – 26 с.
3. Трошина, Е.А. Синдром гипотиреоза / Е.А. Трошина, М.Ю. Юкина // Клиницист. – 2008. – № 1. – С. 45–50.
4. Эндокринная система, спорт и двигательная активность: пер. с англ. / под ред. У.Дж. Кремера и А.Д. Рогола. – Киев: Олимп. лит., 2008.
5. Basalaeva, N.L. Iodine – induced thyroid blockade: role of selenium and iodine in thyroid and pituitary glands / N.L. Basalaeva // *Biol Trace Elem Res.* – 2013. – № 154(2). – P. 244–254.
6. Experimentally-induced hyperthyroidism is associated with activation of the rat hypothalamic-pituitary-adrenal axis / E. Johnson, T. Kamilaris, A. Calogero et al. // *Eur J Endocrinol.* – 2005. – 153. – P. 177–185.
7. Leung, A. Role of iodine in thyroid physiology / A. Leung, E.N. Pearce, L.E. Braverman // *Expert Review of Endocrinology & Metabolism.* – 2010. – Vol. 5(4). – P. 593–602.
8. Thyroid Hormone Action on ACTH Secretion / F. Sánchez-Franco, L. Fernández, G. Fernández, L. Cacicedo // *Horm Metab Res.* – 1989. – Vol. 21(10). – P. 550–552.

Басалаева Надежда Львовна, доктор медицинских наук, старший инспектор, врач, Региональная дирекция медицинского обеспечения на Южно-Уральской железной дороге (г. Челябинск), nadyabas@gmail.com.

Стрижиков Виктор Константинович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и гистологии, Уральская академия ветеринарной медицины (г. Троицк), conf.usavm.@mail.ru.

Кузнецова Юлия Михайловна, заведующая иммунологической лаборатории, Дорожная клиническая больница «РЖД» на ст. Челябинск» (г. Челябинск), kuznetsova@inbox.ru.

Эрлих Вадим Викторович, кандидат биологических наук, доцент, директор Института спорта туризма и сервиса, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), tmfcs@mail.ru.

Поступила в редакцию 20 августа 2015 г.

DOI: 10.14529/ozfk150410

THE AFFECT OF IODINE-INDUCED THYROID BLOCKADE ON CORTISOL LEVELS IN FEMALE RATS

N.L. Basalaeva¹, nadyabas@gmail.com,
V.K. Strizhikov², conf.usavm.@mail.ru,
Ju.M. Kuznetsova³, kuznetsova@inbox.ru,
V.V. Ehrlich⁴, tmfcs@mail.ru

¹Regional Directorate for Medical Provision at South Ural Railways, Chelyabinsk, Russian Federation,

²Ural Academy of Veterinary Medicine, Troitsk, Russian Federation,

³Road Clinical Hospital "RGD", Chelyabinsk station, Chelyabinsk, Russian Federation,

⁴South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Aim: to study the possibility that iodine-induced thyroid blockade affects the functional activity of the adrenals in euthyroid female rats. The experiment involved 30 outbred rats – 6-month-old females weighing 250 ± 30 g. The animals were kept in vivarium under standard light conditions and received standard food and water. The females were taken for experiment

in phases of diestrus and metoestrus. 8 animals were included in the control group, 7 – in the second group. The first, third, fourth, fifth, sixth and seventh groups included 3 rats each. The cycling of gonad functioning was analyzed based on examination of vaginal smears. In order to measure the cortisol concentration the animal blood serum was subjected to enzyme-linked immunoassay using the microplate reader (BIO-RAD model 680 MR 12726, USA). Iodine-induced thyroid blockade stimulated the adrenal function in female rats. It is also worth noticing that the normalization of the adrenal status was prior to normalization of thyroid function. Probably, the adrenal glands served a certain purpose in the physiological mechanism of the body reaction to large doses of iodine, including the aspect of stress adaptation. It has been found that iodine-induced thyroid blockade in female rats is combined with the growth of cortisol levels. The rebound effect leads to spontaneous normalization of cortisol levels.

Keywords: potassium iodide, thyroid blockade, cortisol, adrenal gland.

References

1. Dzhrivakh B., Tsikunib A.D., Agirov A.Kh. [Effect of Iodine Deficiency on the Efficiency of Utilization of Lactic Acid]. *Trudy Kub GAU* [Works Cube GAU], 2011, no. 5(32), pp. 146–150. (in Russ.)
2. Dzhrivakh B. *Vliyanie yodnogo statusa sportsmena na adaptatsiyu k fizicheskim nagruzkam submaksimal'noy moshchnosti. Avtoref. kand diss.* [Effect of Iodine Status of An Athlete to Adapt to Physical Stress Submaximal Power. Abstract of cand. diss.]. Maykop, Adygeya State University Publ., 2012. 26 p.
3. Troshina E.A., Yukina M.Yu. [The Syndrome of Hypothyroidism]. *Klinitsist* [Clinician], 2008, no. 1, pp. 45–50. (in Russ.)
4. Kremer U.Dzh., Rogol A.D. (Eds.) *Endokrinaya sistema, sport i dvigatel'naya aktivnost'* [The Endocrine System, Sport and Physical Activity], russian translation. Kiev, Olympic Literature Publ., 2008.
5. Basalaeva N.L. Iodine-Induced Thyroid Blockade: Role of Selenium and Iodine in Thyroid and Pituitary Glands. *Biol Trace Elem Res.*, 2013, no. 154(2), pp. 244–254.
6. Johnson E., Kamilaris T., Calogero A., Gold P., Chrousos G. Experimentally-Induced Hyperthyroidism is Associated with Activation of the Rat Hypothalamic–Pituitary–Adrenal Axis. *Eur J Endocrinol.*, 2005, no. 153, pp. 177–185. DOI: 10.1530/eje.1.01923
7. Leung A., Pearce E.N., Braverman L.E. Role of Iodine in Thyroid Physiology. *Expert Review of Endocrinology & Metabolism*, 2010, vol. 5 (4), pp. 593–602. DOI: 10.1586/eem.10.40
8. Sánchez-Franco F., Fernández L., Fernández G., Cacicedo L. Thyroid Hormone Action on ACTH Secretion. *Horm Metab Res.*, 1989, vol. 21 (10), pp. 550–552. DOI: 10.1055/s-2007-1009285

Received 20 August 2015

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Влияние йод-индуцированной блокады щитовидной железы на уровень кортизола у самок крыс / Н.Л. Басалаева, В.К. Стрижиков, Ю.М. Кузнецова, В.В. Эрлих // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2015. – Т. 15, № 4. – С. 59–63. DOI: 10.14529/ozfk150410

FOR CITATION

Basalaeva N.L., Strizhikov V.K., Kuznetsova Ju.M., Ehrlich V.V. The Affect of Iodine-Induced Thyroid Blockade on Cortisol Levels in Female Rats. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education, Healthcare Service, Physical Education*, 2015, vol. 15, no. 4, pp. 59–63. (in Russ.) DOI: 10.14529/ozfk150410