

The functional relationships of insular apparatus of the pancreas and medulla of the adrenal glands during adaptation to the high altitude (3200m)

Matyushchenko N.¹, Zakirov Dzh.², Kuchuk Je.³ (Republic of Kyrgyzstan)

Функциональные взаимоотношения инсулярного аппарата поджелудочной железы и мозгового слоя надпочечников при адаптации к условиям высокогорья (3200 м)

Матющенко Н.С.¹, Закиров Дж.З.², Кучук Э.М.³ (Кыргызская Республика)

¹Матющенко Наталья Сергеевна/ Matyushchenko Natal'ja – кандидат биологических наук, доцент;

²Закиров Джеенбек Закирович/ Zakirov Dzheenbek – доктор медицинских наук, профессор;

³Кучук Энвер Мамудович/ Kuchuk Jenver – кандидат медицинских наук, доцент, кафедра химии и биохимии, медицинский факультет,

Кыргызско-Российский славянский университет, г. Бишкек, Кыргызская Республика

Аннотация: рассмотрен механизм действия факторов высокогорья на функциональные взаимоотношения инсулярного аппарата поджелудочной железы и мозгового слоя надпочечников. Отмечены комплементарные изменения в симпатoadреналовой системе и инсулярном аппарате при продолжительных воздействиях неблагоприятных факторов высокогорья, приводящие к потере системной стойкости и надежности.

Abstract: the mechanism of action of highland factors on the functional relationships of insular apparatus of the pancreas and adrenal medulla is considerate. The complementary changes in the sympathetic-adrenal system and the insular apparatus observed in the time of prolonged effects of highland hostility resulting in a loss of system resilience and reliability.

Ключевые слова: высокогорье, поджелудочная железа, симпатoadреналовая система, инсулин, катехоламины.

Keywords: highlands, pancreas, sympathoadrenal system, insulin, catecholamines.

Пребывание в условиях высокогорья характеризуется включением и активацией в физиологических системах организма процессов долговременной адаптации, которые имеют специфическую временную организацию [1, 2].

В настоящее время можно считать установленным, что при адаптации к условиям высокогорья и у человека, и у животных происходит фазное изменение функции симпатoadреналовой системы (САС) [4-6, 8, 9]. В ранние сроки адаптации уровень адреналина в крови у лабораторных крыс резко повышается, а через 60-90 дней адаптации содержание указанного гормона в крови падает. Эти изменения со стороны мозгового слоя надпочечников направлены на поддержание углеводного обмена при гипоксии. Известно, что при гипоксии резко возрастает роль углеводов как важнейших, а для некоторых органов единственных источников энергии. Изменение углеводного обмена является причиной нарушений других видов обмена, что может способствовать жировой инфильтрации тканей, накоплению в них разнообразных недоокисленных продуктов обмена и даже снижению потенциала макроэргических соединений. Выявлено, что характер участия в этом процессе одной из основных регуляторных систем – гормонов мозгового слоя надпочечников – состоит в изменениях активности биосинтетических процессов, что значительно отражается на адаптационном потенциале в целом [2, 3].

Степень обратимости этих процессов во многом, можно предположить, зависит от взаимоотношения инсулина и катехоламинов при адаптации к высокогорью. В связи с этим перед нами ставилась задача изучить взаимосвязь между инсулином и катехоламинами при адаптации к высокогорью (3200 м).

Материал и методы исследования. Эксперименты выполнены на белых беспородных лабораторных крысах-самцах массой 180-220 г. Опыты проводили на 3, 15 и 30-й дни адаптации к условиям высокогорья (3200 м). Определение содержания в крови адреналина (А), норадреналина (НА), ДОФА и норметанефрина (НМН) проводили флюорометрическим методом по описанной стандартной методике [10,14]. Сахар крови определяли ортотолуидиновым методом, инсулин и глюкагон в плазме крови – радиоиммунологическим методом с помощью наборов фирмы Sea-Sorine для глюкозы и фирмы DRG International (США) для глюкагона.

Полученные результаты подвергнуты статистической обработке; различия между показателями оценивали по критерию Стьюдента, считая их достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Как следует из представленных данных (рис. 1, 2), отчетливо выделяются изменения активности симпатoadреналовой системы и инсулярного аппарата в процессе адаптации к условиям высокогорья (3200 м).

В первые дни адаптации (3 день) отмеченное резкое повышение в крови животных концентрации адреналина до 157,5% влияло на снижение уровня НА (87,3%), что в свою очередь изменяло соотношение А/НА. Этот же эффект достигался активизацией секреции НМН (130,4%) и торможением выработки ДОФА (89,8%). На 15-й день адаптации по сравнению с фоновыми данными и данными 3-го дня адаптации отмечалось увеличение содержания НА, ДОФА на 40% и 29,3% соответственно. В то же время рост содержания А в крови животных выявлялся как тенденция (рис. 1). Концентрация НМН (метилированного метаболита НА) достоверно увеличивалась по сравнению с фоном. Также отмечено снижение соотношения А/НА, что свидетельствует о падении активности гормонального звена симпатoadреналовой системы.

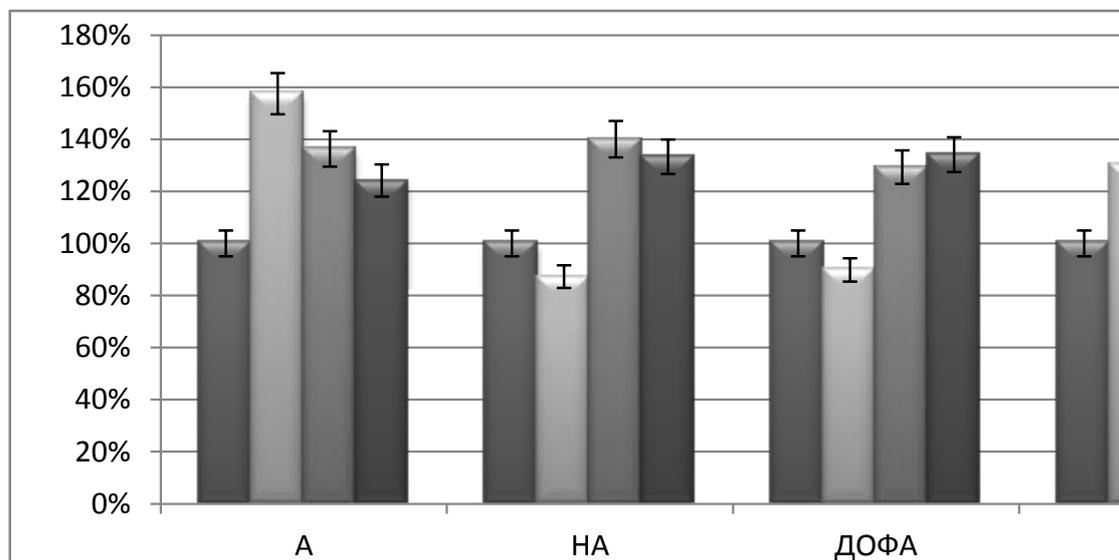


Рис. 1. Изменение концентрации катехоламинов в крови при адаптации к условиям высокогорья (3200 м)

На 30-й день адаптации к условиям высокогорья содержание в крови животных А, НА, ДОФА и НМН превышало фоновые показатели, установленные в условиях предгорья. Повышенный уровень НА вызывал признаки активизации медиаторного звена симпато-адреналовой системы. При этом изменение соотношения А/НА крови в сторону уменьшения могло достигаться, по-видимому, не за счет увеличения секреции НА, а вследствие избирательного увеличения активности метаболизма А.

Все выше перечисленные изменения уровня катехоламинов, являющихся контринсулиновыми, и их довольно длительное повышение (30 дней) не могло не повлиять и на эндокринную функцию поджелудочной железы.

Также стадийными изменениями определялось состояние инсулярного аппарата при адаптации животных к сложным факторам гор (рис. 2). Исследования показали, что у животных на 3-й день исследования значительно понижен уровень глюкозы, глюкагона и инсулина в крови до 57,1%, 58,4% и 73,6% соответственно, по сравнению с данными, установленными в предгорье.

Концентрация глюкозы в крови животных на 15-й день приближается к субконтрольным величинам и составляет 93% от фоновых данных. Хотя рост уровня глюкагона и инсулина в крови выявляется как тенденция, в то же время остается ниже фона на 23,2% и 12,6% соответственно (рис. 2). На 30-й день адаптации значительных изменений в содержании глюкозы, глюкагона и инсулина не отмечено по сравнению с 15 днем адаптации, хотя и характеризовалось незначительной тенденцией к снижению исследуемых параметров.

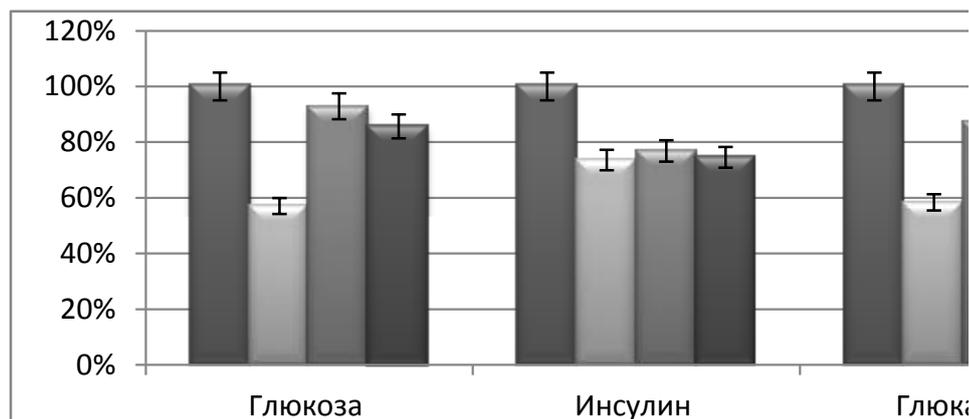


Рис. 2. Содержание глюкозы, инсулина, глюкагона, гемоглобина в крови при адаптации к условиям высокогорья (3200 м)

Таким образом, в условиях высокогорья уровень глюкозы в начальный период адаптации (3 день) снижается, что, по-видимому, можно объяснить изменением чувствительности ткани к эндогенному инсулину [7] на фоне увеличения секреции адреналина, являющегося первым звеном неспецифической адаптивной реакции организма на действие высокогорной гипоксии и способствующей мобилизации и рациональному использованию тканевых резервов. В поздние сроки адаптации (15-30 день) у животных повышен уровень катехоламинов в крови, но содержание глюкозы приближается к исходному уровню. Следовательно, в данном случае гомеостаз поддерживается ценой перенапряжения эндокринной системы.

Катехоламины, чьи функции в основном сводятся к мобилизации тканевых резервов и к оптимизации использования последних, очевидно, не могут не реагировать на обеспеченность организма энергетическими и пластическими субстратами.

К эффектам катехоламинов и глюкагона относится усиление глюकोгенолиза и глюконеогенеза [12, 16]. Поэтому под действием катехоламинов и глюкагона у животных возрастает содержание в крови сахара, молочной и пировиноградной кислот [15]. Метаболические эффекты катехоламинов, во многом противоположные действию инсулина, усиливаются еще и тем, что они по одним данным снижают величину секреторного ответа β -клеток поджелудочной железы на глюкозу, воздействуя через α -рецепторы на эти клетки [11], а по другим – уменьшают чувствительность тканей-мишеней к инсулину при перmissiveм действии глюкокортикоидов [13].

В норме инсулин находится в динамическом равновесии с симпато-адреналовой системой. Однако в условиях гипоксии при длительном повышении уровней контринсулиновых гормонов, а также в следствии оксидативного стресса может формироваться нарушение чувствительности тканей к разным гормонам, в том числе и к инсулину. За счет десенситизации инсулин зависимых рецепторов развивается дисбаланс между системами, что приводит к дезадаптационным нарушениям.

Катехоламинам принадлежит важная, но неоднозначная роль в регуляции пластического и энергетического обмена. Указанные гормоны усиливают мобилизацию тканевых резервов, но при избыточной секреции могут снижать доступность субстратов для клеток. Нужно учитывать, кроме всего прочего, и межгормональные взаимодействия – в частности, катехоламинов и глюкокортикоидов между собой, а также с инсулином – важнейшим их антагонистом.

Таким образом, можно предположить, что при продолжительных воздействиях неблагоприятных факторов высокогорья в симпатоадреналовой системе развиваются изменения комплементарные таковым в инсулярном аппарате, приводящие к потере системной стойкости и надежности.

Литература

1. Агаджанян Н.А. Очерки по экологии человека: адаптация и резервы здоровья. Москва-Астрахань, 1997.- 165 с.
2. Баевский Р.М. Временная организация функций и адаптационно-приспособительная деятельность организма// Теоретические и прикладные аспекты анализа временной организации биосистем. М.: Наука, 1976. – С.88.
3. Воробьев Д.В., Ларина И.М. Рецепция глюкокортикоидных гормонов в физиологических условиях и при экстремальных состояниях// Космич. биология и авиакосмич. медицина. 1990. Т. 24. № 6. - С.4.
4. Закиров Дж. З. Гуморально-гормональные механизмы адаптации в горах. – Фрунзе: Илим, 1983. – 112 с.

5. *Закиров Дж. З.* Физиологические механизмы формирования функциональных взаимоотношений эндокринных комплексов в условиях высокогорья // Автореф. дисс. ... д.м.н. – Бишкек, 1996. – 55 с.
6. *Закиров Дж.З., Кудрявцева Л.В.* Нейрогормональные механизмы адаптации у зимоспящих. – Фрунзе: Илим, 1987. – 100 с.
7. *Кучук Э.М.* Содержание инсулина в крови, инсулинсвязывающая способность эритроцитов и чувствительность тканей к инсулину у интактных и аллоксандиабетических крыс в условиях высокогорья// Актуальные вопросы физиологии, морфологии, экспериментальной и клинической патологии организма в климатогеографических условиях Кыргызстана. Бишкек, 1999.- С. 98-113
8. *Матющенко Н.С.* Гипоталамо-гипофизарно-адреналовая система у животных при дегидратации в условиях высокогорья. // Автореф. дисс. ... к.б.н. – Бишкек, 2000. – 23 с.
9. *Турсубеков Б.Т., Максумов К.М., Кирьянова Р.И.* Механизмы высокогорной адаптации при различных функциональных состояниях эндокринной системы. – Фрунзе: Илим, 1979.- 140 с.
10. *Alekhina T.A., Gilinsky M.A., Kolpakov V. G.* Catecholamines level in the brain of rats with a genetic predisposition to catatonia// Biogenic Amines/ 10: 443-450. 1994.
11. *Bassett J.M.* Metabolic effects of catecholamines in sheep //Austral. J. Biol. Sci. 1970. V. 23. № 4. P. 903-914.
12. *Kumar N.G., Bahga H.S.* Studies on epinephrine & carbachol induced metabolic changes in Bubalus bubalis // Indian J. Exp. Biol. 1975. V.13. № 4. P. 405-407.
13. *Moriya K., Sasaki Y.* Effects of simultaneous epinephrine and insulin injection on the changes of plasma glucose and NEFA levels in sheep // Jap. J. Zootechn. Sci. 1984. V.55. № 8. P. 562-568.
14. *Schlumpf M., Lichtensteiger W., Langemann H. et al.* A fluorimetric microteaching for simultaneous assay of 5-hydroxytryptamine, noradrenaline and dopamine in milligrams of brain tissue. // Biochem. Pharmacol, 32: 2337-2446, 1974.
15. *Slawski Z., Barej W., Wiechetek M.* The participation of adrenal medullary hormones in the metabolic effects of hyperammonaemia // Zbl. Veterinarmed. 1984. V.A31. № 7. P.481-488.
16. *Turner M., Munday K.* Hormonal control of muscle growth // Meat animals and growth productivity. 1976. P.197-216.