



FEATURES OF PANCREATIC AND ENZYME HOMEOSTASIS UNDER THE COMBINED IMPACT OF HYPOKINESIA, HYPERTHERMIA, AND INSOLATION

Mirzarakhimova M.A.

Andijan State Medical Institute
Department of Normal Physiology

Article history:	Abstract:
Received: 26 th March 2026 Accepted: 24 th April 2026	These changes are driven by a disruption of water-salt metabolism and complex physiological realignments caused by heat stress. The body differentially regulates the protein synthesis of various pancreatic enzymes in response to heat shock. The combination of multiple stressors (hyperthermia, sun exposure, and lack of movement) leads to a more pronounced decrease in exocrine secretion (release into the intestine) and endocrine secretion of enzymes compared to the effect of a single factor. This must be taken into account when designing dietary regimens and assessing the health status of individuals exposed to such conditions

Keywords: Water-salt metabolism, Heat stress, Pancreatic enzymes, Sun exposure (Insolation), Hypokinesia (Lack of movement), Exocrine and endocrine secretion

ОСОБЕННОСТИ ПАНКРЕАТИЧЕСКОГО И ФЕРМЕНТНОГО ГОМЕОСТАЗА ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ГИПОКИНЕЗИИ, ГИПЕРТЕРМИИ И ИНСОЛЯЦИИ

АГМИ, Кафедра нормальной физиологии.

К.Б.Н., доцент Мирзарахимова Марина Анваржановна.

<https://orcid.org/0009-0006-3159-1060>

Эл.адрес- mainmis@yandex.com

Аннотация. В основе этих изменений лежит нарушение водно-солевого обмена и сложные физиологические перестройки, вызванные тепловым стрессом. Организм по-разному регулирует протеинсинтез различных панкреатических ферментов в ответ на тепловой шок. Сочетание нескольких стрессоров (гипертермия, инсоляция, гипокинезия) приводит к более выраженному снижению экзокреции (выделения в кишечник) и инкреции ферментов по сравнению с действием одного фактора. Это необходимо учитывать при составлении режимов питания и оценке состояния здоровья людей, подвергающихся подобным воздействиям.

Ключевые слова: Водно-солевой обмен, тепловой стресс, ферменты поджелудочной железы, воздействие солнечного света (инсоляция), гипокинезия (недостаток движения), экзокринная и эндокринная секреция.

Актуальность работы. Необходимость всестороннего исследования гипокинетического состояния диктуется прогрессивным снижением мышечной активности человека, связанным с научно – техническим прогрессом, а также потребностями клинической медицины, когда лечение больного сочетается с длительным ограничением двигательной активности. Эксперименты на различных видах лабораторных животных и изучение влияния ограничения двигательной активности на организм здорового

человека показали, что на ранних этапах гипокинезии возникает своеобразная стресс реакция [2]. К настоящему времени выполнено большое количество работ, в которых освещаются отдельные стороны влияния на организм длительной гипокинезии. [3, 10, 11] .

Высокая температура и инсоляция в нашем регионе рассматривается как один из важнейших факторов внешней среды. Оказывающий в умеренной дозе положительное - адаптивное, в значительной - повреждающее влияние [1, 6, 7, 9].



Учитывая сложный механизм, как физиологического, так и патологического влияния гипокинезии, высокой температуры и инсоляции, а также весомый вклад ферментов поджелудочной железы в гидролизе пищевых продуктов мы определили цель настоящего исследования.

Целью исследования явилась оценка ферментного гомеостаза и секреция ферментов поджелудочной железы у крыс при сочетанном влиянии гипокинезии, высокой температуры и инсоляции.

Методика и техника проведения экспериментов. Эксперименты были выполнены на белых лабораторных беспородных крысах самцах, весом 180-200г, в разные периоды года – осенью (при температуре внешней среды 20⁰ – 25⁰ С) и летом (при температуре внешней среды 37⁰ – 40⁰ С). Гипокинезию моделировали путем помещения крыс в специальные пеналы малого размера [8], на различное время, по продолжительности (1, 3, 7 часов, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25 сутки, 1, 2, 3, 4 месяцев).

Осенний период изучали влияние только одной гипокинезии на ферментный спектр поджелудочной железы и крови. Контролем для этой группы служили показатели крыс, находящиеся в обычной клетке, без ограничения движений.

Летом изучали сочетанное влияние гипокинезии, высокой температуры и инсоляции. В течении всей продолжительности крысы подвергались влиянию инсоляции на солнцеплощадке каждодневно в 12⁰⁰ – часов дня, в течении 30 минут. Экспериментальные животные были разделены на 3 группы. Первая группа интактные животные (контрольная группа), не подвергались никаким воздействиям. Вторая группа животных подвергалась острой инсоляции на солнцеплощадке. Исследовано влияние однократной 30 минутной экспозиции на солнце в летнее время (июль) с мощностью излучения 10 ват (За 30 минут 18000 ват), при температуре воздуха 37⁰ - 40⁰ С. Третья группа животных подвергались сочетанному влиянию гипокинезии и инсоляции. Экспериментальные животные находились в специальных пеналах с ограничением двигательной активности различной продолжительности (1, 3, 7 часов, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25 суток, 1, 2, 3, 4 месяцев) и каждодневно подвергались инсоляции по выше указанной методике. В первой и второй группе было использовано по 6 крыс, в третьей группе 80 крыс,

всего экспериментальных – животных 92. Контролем служили показатели двух групп крыс, первая группа: крысы содержались в обычной клетке при той же температуре внешней среды (37⁰- 40⁰ С). Вторая группа животных содержались в тех же условиях, как и первая группа, но, кроме этого, они подвергались воздействию инсоляции.

Питание контрольных и экспериментальных крыс было одинаковое, белково– углеводное. В клетке постоянно находился сосуд с питьевой водой. Крысы непосредственно перед забоем находились под эфирным наркозом и забивались они путем декапитации, собиралась их кровь.

После забоя животных у них извлекалась поджелудочная железа. В гомогенате поджелудочной железы и в сыворотке крови определяли ферменты - амилаза, общая протеолитическая активность, липаза и общий белок. Ферментативная активность и содержание общего белка относилась к 1 г ткани желез, и считали это как выделение (дебит) данного фермента и общего белка. Полученные данные сравнивались с показателями контроля.

Результаты и обсуждения. При одновременном действии трех факторов, гипокинезии+высокой температуры+инсоляции изменение амилитической активности ткани поджелудочной железы и крови зависело от длительности эксперимента.

В зависимости от длительности действий этих факторов, были разные изменения активности амилазы в ткани поджелудочной железы. При 1-, 3-, 7-, 24-, часовом и 5-, 7-, 10-, 15-суточном действии гипокинезии+высокой температуры+инсоляции амилитическая активность в гомогенате ткани поджелудочной железы увеличилась. На 20, 25 и 30 сутки эксперимента активность ее в ткани остается на уровне показателя контроля. При 3^x. часовом эксперименте активность амилазы в ткани поджелудочной железы достоверно снижалась.

При сочетанном влиянии этих факторов несколько иные результаты получены по изменениям активности амилазы в крови. При 1-, 24- часовом и 3-, 5-, 7- суточном эксперименте активность ее в крови увеличилась. При 3-, 7- часовой и 10 суточной длительности эксперимента активность ее в крови осталась на уровне исходных величин. Начиная с 15-го суточного эксперимента и в остальных сроках его длительности (20, 25 и 30 суток) амилитическая активность крови многократно снизилась по сравнению показателями контроля.



Корреляционная зависимость между активностью амилазы крови и ткани поджелудочной железы была положительной и достаточно высокой. Только при более продолжительном воздействии этих факторов-гипокинезии+высокой температуры+инсоляции коэффициенты корреляции были положительными но очень низкими.

Отсюда можно заключить, что уровень активности амилазы в ткани поджелудочной железы и в крови по-разному реагируют на влияние комплекса стресс факторов как гипокинезии, высокой температуры и солнечного облучения, т.к. источником амилазы крови является не только поджелудочная железа, но и слюнные железы [4, 5].

Эти реакции в основном зависят от длительности действия этих факторов и проявляются в виде увеличения или уменьшения активности этого фермента в неодинаковой степени в ткани поджелудочной железы и в крови.

При одновременном действии трех стресс факторов (гипокинезия + высокая температура + инсоляция) липолитическая активность ткани поджелудочной железы и крови осталась без изменений или снизилась. Изменение активности липазы в исследуемых материалах - в ткани поджелудочной железы и крови были не всегда однозначными и зависели от длительности действия этих факторов.

При кратковременном действии их (3-х, 7 часов, 3-х и 5-и суток), в ткани поджелудочной железы была тенденция к снижению активности липазы, но из-за высокой вариабельности показателей, она остается на уровне контроля.

Начиная с 7-и суток и далее (10, 15 суток), с увеличением длительности действия гипокинезии, высокой температуры, инсоляции активность липазы в ткани поджелудочной железы все более и более становится ниже. На 15-е сутки эксперимента этот показатель в ткани становится в 5 раз меньше от исходного уровня. На 20-е и 25-е сутки эксперимента липолитическая активность ткани поджелудочной железы остается ниже исходного уровня. На 30-е сутки она доходит до уровня величин показателей контроля.

В данном варианте эксперимента липолитическая активность крови изменилась в основном в сторону снижения ее. Единственно на 10 сутки эксперимента активность липазы осталась на уровне контроля, а в остальных сроках воздействия этих факторов, липолитическая активность в крови достоверно снижалась. Максимальное снижение липолитической

активности крови наблюдали при 24 –х часовом эксперименте, снижение ее было в 3-3,5 раза ниже контроля. В остальных сроках эксперимента снижение активности липазы в крови было в 1,3-2,5 раза ниже, чем контрольные величины. Коэффициенты корреляции между активностью липазы в ткани поджелудочной железы и крови были в основном положительными. Когда изменение активности липазы в исследуемых нами материалах были однозначными, коэффициенты корреляции стали высокими, а в остальных случаях этот показатель был низким.

Значит, при сочетанном действии гипокинезии+высокой температуры+инсоляции нарушается (тормозится), секреция липазы поджелудочной железой. При этом экзосекреция нарушается меньше, чем инкреция ее в кровь, и они в основном зависят от длительности одновременного действия трех стресс факторов. При сочетанном влиянии гипокинезии, высокой температуры и инсоляции содержание общего белка в зависимости от длительности действий этих факторов в ткани поджелудочной железы содержание общего белка изменяется разнонаправлено. При кратковременном (1, 3, 7, 24 часа) и более длительном (20, 25, 30 суток) эксперименте содержание общего белка в гомогенате ткани поджелудочной железы крыс достоверно увеличивается. Максимальное увеличение содержание его в ткани железы, наблюдается при 7-ми часовом эксперименте.

Начиная с 3-х суток и более (5, 7, 10, 15 суток) по продолжительности эксперимента, наоборот содержание общего белка в ткани снижается. При одновременном действии этих факторов независимо от длительности эксперимента содержание общего белка в крови достоверно снижается. Коэффициенты корреляции между содержанием общего белка в крови и в ткани поджелудочной железы положительные, но низкие.

В зависимости от длительности одновременного действия трех факторов стресса гипокинезии, высокой температуры и инсоляции были разные изменения в общей протеолитической активности ткани поджелудочной железы. При более кратковременном эксперименте (1, 3, 7 часов, и 3-х суток) общая протеолитическая активность ткани поджелудочной железы увеличивается. В остальных сроках сочетанного влияния этих факторов в зависимости от длительности эксперимента либо ее активность снижается (5, 7 суток), либо остается на уровне показателей контроля (1, 10, 15, 20 и 30 суток).



Изменение содержания бикарбонатов в ткани поджелудочной железы также зависит от длительности действий этих факторов, но даже при очень коротких сроках эксперимента, получены разноречивые результаты. При 1, 7, 24-часовом, 3, 7, 15, суточных экспериментах получены результаты с увеличенным содержанием бикарбонатов в ткани поджелудочной железы. При других сроках эксперимента (3 часа, 5, 10, 20, 25 суток, 1 месяц) содержание его в ткани поджелудочной железы остается на уровне исходных величин.

Выводы:

1. Характер и направленность адапционно-компенсаторных реакций экзокринного панкреатического процесса (экзосекреции и инкреции гидролаз) определяются длительностью воздействия и синергизмом стресс-факторов (гипокинезии, гипертермии и инсоляции).
2. Кратковременный сочетанный экостресс (в пределах 1–3 часов) оказывает раздражающее действие, приводя к выраженной стимуляции синтеза, экзосекреции и патологического уклонения (инкреции) α -амилазы и общих протеолитических ферментов в кровеносное русло.
3. Пролонгированное воздействие комплекса факторов (7, 10 и 15 суток) вызывает глубокое угнетение панкреатического липолиза, проявляющееся в стойком падении экзосекреции и критическом снижении инкреции липазы на протяжении всего экспериментального периода.
4. Динамика общего белка в паренхиме органа носит разнонаправленный характер: кратковременное воздействие (1–24 часа) стимулирует его накопление, в то время как хронический экостресс (20–30 суток) приводит к истощению его пула, протекающему на фоне персистирующей системной гипопроотеинемии.
5. Секреция бикарбонатов поджелудочной железой демонстрирует временную волнообразную зависимость: адапционный подъем их концентрации в ткани органа регистрируется в дискретные периоды острого (1–24 часа) и подострого/хронического (3–15 суток) стресса, стабилизируясь на исходных значениях на более поздних этапах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боженкова М.В. Строение околоушных желез у белых крыс, погибших от теплового удара // Морфология. – Санкт-Петербург, 2004. – т. 126, № 4. – С. 22.
2. Изатулин А.В., Голуб И.Е., Шашкова О.Н., Изатулин В.Г. Морфофункциональные

изменения в надпочечниках при хроническом психи-эмоциональном стрессе / Актуальные проблемы морфологии. Сб науч. тр. посвященный 70-летию проф. В.Г. Николаева. – Красноярск, 2005. – С. 102-103.

3. Камскова Ю.Г. Изменения в системе крови при длительной гипокинезии // Вестник ЧГПУ. – 2000. – сер.9, № 1. – С. 90-93.
4. Коротько Г.Ф. Секреция поджелудочной железы. – Краснодар: Кубанский гос. мед. университет, 2005. – 312 с.
5. Коротько Г.Ф. Секреция слюнных желез и элементы саливадиагностики. – М.: Издательский Дом Академия естествознания, 2006. – 192 с.
6. Романов В.И. Морфология экзокринного отдела поджелудочной железы белой крысы при остром перегревании организма // Морфологические ведомости (приложение). – Москва-Берлин, 2004. – № 1-2. – С. 87.
7. Романов В.И., Боженкова М.В. Стромально-паренхиматозные отношения в пищеварительных железах белых крыс при остром перегревании организма // Морфологические ведомости (приложение). – Москва-Берлин, 2004. – № 1-2. – С. 88.
8. Смирнов К.В. Пищеварение и гипокинезия. – М.: Медицина, 1990. – 224 с.
9. Стельникова И.Г. Особенности реакции эндокриноцитов надпочечников собак при длительном ограничении двигательной активности // Морфология. – Санкт-Петербург, 2008. – т. 133, № 4. – С. 95.
10. Kocharyan A.G., Stepanyan Z.V. The influence of the hypokinesia on the Behavioral reactions and Brain morphology of the rats // Department of pharmacology, Yerevan State Medical University. – 1999. – P. 1-5.
11. Munoz Rojas V.V., Goncalves L.F., Nunes R.D. Holoprosencephalyhypokinesia syndrome // (Morse syndrome) Munoz Rojas / www.thefetus.r – 2001. – P. 1-6.