

Зміни ферментативної активності кишкового соку

І. С. Самойленко

Рациональне харчування людей в різних умовах зовнішнього теплового режиму може бути організоване на основі всебічного вивчення фізіологічних змін в організмі під впливом коливань зовнішньої температури.

З цієї точки зору ще недостатньо вивчені функції травних органів. Особливо мало досліджена залежність ферментативних властивостей кишкового соку від теплових умов зовнішнього середовища.

Г. Ю. Грінберг (1934), вивчаючи вплив високої температури на кишкову секрецію у собак з фістулами тонкого кишечника, не спостерігав будь-яких змін активності ліпази і ентерокинази кишкового соку як під час, так і після перебування тварин на протязі 35—120 хв. в камері при температурі повітря 30, 40, 50°С і абсолютній волозі 29 мм рт. ст.

Виявлена нами раніше (1954) залежність секреції кишкового соку від зовнішнього теплового режиму, очевидно, може відбиватись і на його ферментативних властивостях, бо виділення ферментів, як відомо (В. В. Савич, 1904; І. К. Хазен, 1947; Г. К. Шлигін, 1954), тісно зв'язане з виділенням рідкої та густої частини соку.

Метою цього дослідження було вивчення закономірностей змін травних властивостей кишкового соку під впливом коливань теплового обміну організму як безпосереднього прояву його зв'язку із зовнішніми тепловими умовами.

Досліди були поставлені на собаках з ізольованими відрізками верхньої частини порожнистої кишки в спеціальній тепловій камері. Збирання соку провадилось на механічне подразнення слизової оболонки відрізка кишки гумовою трубкою. В зібраному соці (окремо в рідкій та густій його частинах) визначали силу і загальну кількість ереспину й амілази, що виділяються за 1 год. Про ереспичну активність соку судили на основі глибини гідролізу 5%-ного розчину пептону, а про амілолітичну силу його — на основі глибини гідролізу 1%-ного розчину крохмалю. Ереспична сила визначена в умовних ереспичних одиницях; кожна ереспична одиниця відповідає 0,1 мл децинормального розчину їдкого лугу, який іде на відтитрування кислот, що утворюються в процесі гідролізу пептону. Амілолітична активність показана або в міліграмах мальтози, або в умовних одиницях. За умовну одиницю амілази ми прийняли кількість цього ферменту, здатну за дві години при температурі 37—38° утворити 1,715 мг мальтози.

Результати досліджень

В звичних для тварин зовнішніх теплових умовах ферментативна активність кишкового соку у певній мірі залежить від його секреції. На протязі досліду інтенсивність соковиділення зменшується; разом з цим падає загальна кількість ферментів, незважаючи на деяке підвищення їх активності.

Це переконливо ілюструється даними табл. 1, в якій наведені результати 10 дослідів на собаці Юлі, проведених у травні 1952 р., коли середня температура атмосферного повітря досягала $+13^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 1

Собака Юла. Ферментативна активність кишкового соку при звичних теплових умовах

Показники	Години дослідів			
	Перша	Друга	Третя	Четверта
Температура повітря в лабораторії в $^{\circ}\text{C}$	16,0	16,1	16,2	16,1
Секреція соку в <i>мл</i>	10,7	9,10	7,33	7,15
Ерептична сила рідкої частини соку в умовних ерептичних одиницях на 1 <i>мл</i>	21,1	20,0	21,4	22,0
Загальна кількість ерепсину в ерептичних одиницях	232,0	210,0	199,0	150,0
Амілолітична активність рідкої частини соку в <i>мг</i> мальтози на 1 <i>мл</i>	27,8	26,1	29,1	27,6
Загальна активність амілази в <i>мг</i> мальтози	280,0	224,5	172,2	172,2

Перехід тварин від звичних теплових умов у камеру з підвищеною ($30\text{—}40^{\circ}\text{C}$) або значно підвищеною ($40\text{—}45^{\circ}\text{C}$) зовнішньою температурою супроводжується крутим спадом загальної кількості ферментів, але сила їх при цьому помітно збільшується. Це зумовлено різким пригніченням секреції соку.

Для підтвердження цього наводимо середні дані дослідів, проведених у березні — квітні 1952 р. на собаці Трезорі (табл. 2).

Таблиця 2

Собака Трезор. Вплив значно підвищеної зовнішньої температури на ферментативну активність кишкового соку

Показники	Години дослідів			
	Перша	Друга	Третя	Четверта
Температура повітря в камері (у числівнику по сухому, у знаменнику по вологому термометру), в $^{\circ}\text{C}$	8,5	8,5	44	44
Секреція соку в <i>мл</i>	3,5	3,5	26	26
Ерептична сила рідкої частини соку в умовних ерептичних одиницях на 1 <i>мл</i>	8,4	8,6	5,0	4,3
Загальна кількість ерепсину в ерептичних одиницях	30,3	28,5	32,3	33,0
Амілолітична активність рідкої частини соку в <i>мг</i> мальтози на 1 <i>мл</i>	311	294	202	188
Загальна активність амілази в <i>мг</i> мальтози	20,2	19,5	26,8	25,5
	192	200	155	128

Короточасні впливи високої зовнішньої температури ($45\text{—}50^{\circ}\text{C}$) спочатку пригнічують секрецію кишкового соку, при цьому сила його ферментів зростає, а загальна ферментативна активність зменшується. Потім соковиділення значно збільшується, сила ферментів різко падає і загальна ферментативна активність соку залишається на низькому рівні. Це можна проілюструвати середніми даними дослідів, проведених на собаці Трезорі (табл. 3).

Собака Трезор. Вплив

Пока

Липень 1952 р.

Температура повітря в лабораторії в $^{\circ}\text{C}$
Секреція соку в *мл*
Ерептична сила рідкої частини соку в умовних ерептичних одиницях на 1 *мл*
Загальна кількість ерепсину в ерептичних одиницях
Амілолітична активність рідкої частини соку в *мг* мальтози на 1 *мл*
Загальна активність амілази в *мг* мальтози

Червень 1952 р.

Температура повітря в камері в $^{\circ}\text{C}$
Секреція соку в *мл*
Ерептична сила рідкої частини соку в умовних ерептичних одиницях на 1 *мл*
Загальна кількість ерепсину в ерептичних одиницях
Амілолітична активність рідкої частини соку в *мг* мальтози на 1 *мл*
Загальна активність амілази в *мг* мальтози

На протязі дослідів температура в камері зовнішньої температури внаслідок низького рівня і тривале перебування в камері при низькій температурі (взимку до 10°C) вих залоз; внаслідок цього ферментів у кишковому соку змінюється кількість секреторної клітинної маси зовнішнього мозку. Це сприяє кріпленню реакцій нервової системи зовнішнього теплового впливу.

Характер реакцій апарату тонкого кишечника залежить від якісного складу соку.

При змішаному соку на годину, ерептична сила соку становить 581 і 181 одиниці на годину; загальна активність ерепсину становить 581 і 181 одиниць на 1 *мл* соку; загальна активність амілази становить 15,4 одиниць на 1 *мл* соку на попередньому рівні: (

Таблиця 3

Собака Трезор. Вплив високої зовнішньої температури на ферментативну активність кишкового соку

Показники	Години досліду			
	Перша	Друга	Третя	Четверта
Липень 1952 р., середня зовнішня температура +24°C, мінімальна +21°C				
Температура повітря в камері в °C	46	47	25	24
Секреція соку в мл	34	34	20	20
Ерептична сила рідкої частини соку в умовних ерептичних одиницях на 1 мл	4,5	4,9	11,0	12,6
Загальна кількість ерепсину в ерептичних одиницях	19,0	18,5	12,5	11,0
Амілолітична активність рідкої частини соку в мг мальтози на 1 мл	117	125	162	151,5
Загальна активність амілази в мг мальтози	27,0	27,4	21,5	23,1
	159	179	251	289

Червень 1952 р., середня зовнішня температура +20°C, мінімальна +15°C

Температура повітря в камері в °C	47,5	47,5	47,5	47,5
Секреція соку в мл	32	32	32	32
Ерептична сила рідкої частини соку в умовних ерептичних одиницях на 1 мл	4,0	3,1	5,6	7,9
Загальна кількість ерепсину в ерептичних одиницях	23	23	16	13
Амілолітична активність рідкої частини соку в мг мальтози на 1 мл	131	95	115	145
Загальна активність амілази в мг мальтози	31,9	32,0	23,3	21,4
	136,3	110,9	188,3	158,0

На протязі дослідів з короткочасними впливами високою зовнішньою температурою виникають глибокі зміни секреторної функції тонкого кишечника, внаслідок чого загальна кількість ферментів залишається на низькому рівні і в період післядії.

Тривале перебування тварин при помірно низькій зовнішній температурі (взимку до 10° C) значно посилює секреторні процеси кишкового залоз; внаслідок цього збільшується кількість «слизових комків» і ферментів у кишковому соці.

Зміни секреторної функції кишечника під впливом фізіологічно помірних коливань зовнішньої температури відбуваються з участю кори головного мозку. Це свідчить про можливість умовнорефлекторного закріплення реакцій нервово-залозистого апарата кишечника на зміни зовнішнього теплового режиму (табл. 4).

Характер реакцій теплорегуляційного механізму і нервово-залозистого апарата тонкого кишечника на зовнішні теплові подразнення залежить від якісного складу корму.

При змішаному кормі секреція соку в середньому досягала 13,1 мл на годину, ерептична сила — 36,2, амілолітична — 13 умовних одиниць на 1 мл, а загальна активність цих ферментів відповідно дорівнювала 581 і 181 одиниці на годину.

При переважно білковій дієті секреція соку знизилась до 10,6 мл на годину; активність ерепсину при цьому збільшилась до 46,5, амілази — до 15,4 одиниць на 1 мл, а загальна кількість їх фактично залишилась на попередньому рівні: 611 і 178,5 умовних одиниць на годину.

Таблиця 4

Собака Трезор. Умовнорефлекторні зміни ферментативної активності кишкового соку під впливом коливань зовнішньої температури

Показники	Години досліду			
	Перша	Друга	Третя	Четверта
Січень-лютий 1953 р. Середня зовнішня температура +14° С, собака живе у віварії				
Умовний подразник	Світло+ тиша	Темрява+ шум венти- лятора	Світло+ тиша	Темрява+ шум венти- лятора
Безумовний подразник—температура повітря в камері в °С	38	8	38	8
	23,5	2	23	2,5
Секреція кишкового соку в мл . . .	7,8	12,8	6,9	11,1
Ерептічна сила рідкої частини соку в ерептічних одиницях на 1 мл	34,5	30,4	30,3	26,6
Загальна кількість ерепсину в ерептічних одиницях	359	473	245	360

Лютий (друга половина) 1953 р. Середня зовнішня температура +14° С, собака живе у віварії

Температура повітря в камері в °С	17,3	16,5	17,5	17
	11,8	11,5	12	11
Секреція кишкового соку в мл . . .	9,0	11,7	8,2	9,8
Ерептічна сила рідкої частини соку в ерептічних одиницях на 1 мл	52,5	42,5	44,0	39,0
Загальна кількість ерепсину в ерептічних одиницях	537	612	396	451

Короточасні впливи підвищеної чи значно підвищеної зовнішньої температури при переважно білковому кормі супроводжуються порівняно незначними коливаннями температури тіла і слабкими, спочатку незвичайними реакціями залозистого апарата кишечника. Пізніше ці реакції набувають звичайного характеру і швидко зникають зовсім. Корм, збагачений вуглеводами, викликає посилення секреції кишкового соку; сила ферментів при цьому значно зменшується, а загальна активність їх мало змінюється. Наприклад, у наших дослідах при переході від в основному білкового корму до переважно вуглеводного секреція соку в середньому збільшилась з 10,6 до 12,5 мл на годину, ерептічна сила його знизилась з 46,5 до 37, амілолітична — з 15,4 до 11,1 одиниць на 1 мл, а загальна ферментативна активність соку зменшилась лише до 585 ерептічних і 146 амілолітичних одиниць на годину.

Короточасні впливи значно підвищеної чи високої зовнішньої температури при цьому харчовому режимі здебільшого супроводжуються різкими змінами температури тіла і значними, часто парадоксальними реакціями нерво-секреторного апарата кишечника. Внаслідок цього або значно зростає загальна кількість ферментів при ослабленні їх сили,

або не спостерігається змін кишкового соку.

Якісно різні умовних рефлексів реакції на коливання температури. При переважанні вуглеводної дієти реакції на коливання температури не сильні, навпаки, збільшуються (134, 137—141).

Різна чутливість до різних умовних подразників тонкого кишечника зумовлена нерво-секреторною системою.

Білкова їжа послаблює безумовні рефлекси кишкового залозистого апарата, підвищує ерептічність нерво-секреторної системи зовнішнього теплого впливу.

Результати досліджень (1948) про залежність реакції кишкового соку від якісного складу їжі.

Отже, основним чинником на зміни зовнішньої температури є кора головного мозку.

1. Секреція кишкового соку при зміні організму зовнішніх умов. Чим вище температура навколишнього середовища, тим вище секреція кишкового соку на організм під впливом зовнішньої температури.

2. У механізмі регуляції секреції кишкового соку при зміні температури зовнішнього середовища беруть участь нерво-секреторна система і кишечник.

3. Якісно різні реакції кишкового соку на організм під впливом зовнішньої температури.

4. З точки зору механізму регуляції секреції кишкового соку у тонкому кишечнику найбільш доцільним є харчовий режим.

Гринберг Г. «Жизнь человека» под ред. И. С. Самойленко. Зоологии и патологии. Савич В. В., С. Хазен И. К., О. Разенков И. М., 1948.

Таблиця 4
тивності
атури

Четверта
а живе у віварії
Темрява + шум вентилятора
8
2,5
11,1
26,6
360
а +14° С,
17
11
9,8
39,0
451

або не спостерігається виразних змін ферментативної активності кишкового соку.

Якісно різне харчування не лише відбивається на характері безумовних рефлексів залоз кишечника, а й змінює їх умовнорефлекторні реакції на коливання зовнішньої температури.

При переважно білковому кормі умовні рефлекси кишкових залоз не сильні і легко згасають; годування переважно вуглеводами, навпаки, збільшує силу умовнорефлекторних реакцій (досліди № 133—134, 137—141).

Різна чутливість терморегуляційного механізму і секреторного апарата тонкого кишечника до зовнішньої температури при якісно неоднаковій їжі зумовлені, очевидно, зміною функціонального стану нервової системи.

Білкова їжа зменшує реактивність центральної нервової системи, ослаблює безумовнорефлекторні реакції механізму терморегуляції і кишкових залоз на зміни зовнішньої температури. Корм, збагачений вуглеводами, підвищує подразливість нервової системи і посилює реактивність нервово-залозистого апарата кишків і терморегуляції на зміни зовнішнього теплового режиму.

Результати наших дослідів узгоджуються з даними І. П. Разенкова (1948) про залежність функціональної активності нервової системи від якісного складу їжі.

Отже, основною ланкою в механізмі реакцій залоз тонкого кишечника на зміни зовнішньої температури є центральна нервова система і кора головного мозку.

Висновки

1. Секреція ферментів кишкового соку залежить від теплового обміну організму як загального прояву його реакції на зміни зовнішніх теплових умов. Чим вищий рівень теплового обміну організму, тим інтенсивніша секреція ферментів тонкого кишечника. Короточасні впливи на організм підвищеною, значно підвищеною або високою зовнішньою температурою супроводжуються ослабленням процесів секреції ферментів.

2. У механізмі змін секреторної функції кишкових залоз при коливаннях зовнішньої температури основна роль належить центральній нервовій системі і корі головного мозку, від функціонального стану якої залежить характер реакцій нервово-залозистого апарата кишечника.

3. Якісно різне харчування, змінюючи реактивність нервової системи, змінює характер безумовних і умовних реакцій секреторного апарата кишечника на коливання температури зовнішнього середовища.

4. З точки зору забезпечення нормального перебігу травних процесів у тонкому кишечнику при змінах зовнішніх теплових умов найбільш доцільним є харчовий режим з оптимальною кількістю білків.

ЛІТЕРАТУРА

- Гринберг Г. Ю., В кн. «Влияние высокой температуры на жив. орг. и орг. человека» под ред. И. П. Резникова, 1934.
Самойленко И. С., Тезисы докладов научного совещания по проблемам физиологии и патологии пищеварения, Изд-во АН УССР, К., 1954.
Савич В. В., Отделение кишечного сока. Дисс., 1904.
Хазен И. К., О механизме регуляции деятельности кишечных желез. Дисс., 1947.
Разенков И. П., Новые данные по физиологии и патологии пищеварения. Лекции, М., 1948.

Шлыгин Г. К., Тезисы докладов научного совещания по проблемам физиологии и патологии пищеварения, Изд-во АН УССР, К., 1954.

Институт физиологии им. О. О. Богомольца
Академии наук УССР,
лаборатория физиологии пищеварения,
Одесский фармацевтический институт,
кафедра биохимии, микробиологии и гигиены.

Надійшла до редакції
25.V 1956 р.

Изменения ферментативной активности кишечного сока

И. С. Самойленко

Резюме

Рациональное питание людей в различных условиях внешнего теплового режима должно основываться на всестороннем изучении физиологических сдвигов в организме под влиянием колебаний внешних тепловых условий.

Наши исследования показали, что секреция кишечных ферментов зависит от теплового обмена организма как общего проявления его реакции на внешние тепловые условия. Чем выше тепловой обмен организма, тем выше уровень секреции ферментов железами тонкого кишечника. Кратковременное воздействие на организм повышенной, значительно повышенной или высокой внешней температуры обычно сопровождается угнетением секреции кишечных ферментов.

В механизме реализации влияния изменений внешнего теплового режима на секреторную функцию кишечных желез основная роль принадлежит центральной нервной системе и коре головного мозга, от функционального состояния которой зависит характер ответных реакций нервно-железистого аппарата кишечника.

Качественно различное питание, изменяя реактивность центральной нервной системы, влияет на характер безусловных и условных реакций секреторного аппарата кишечника на внешние тепловые воздействия. С точки зрения обеспечения нормального осуществления пищеварительных процессов в тонком кишечнике при колебаниях внешних тепловых условий наиболее целесообразным является пищевой рацион, содержащий оптимальное количество белков.

Changes in the Enzymic Activity of Intestinal Juice

I. S. Samoilenko

Summary

Developing measures for the organization of rational nourishment of people under various conditions of the external thermal regime may be accomplished on the basis of a comprehensive study of the physiological changes in the organism under the influence of fluctuations in the external thermal conditions.

The author's investigations showed that the secretion of intestinal enzymes depends on the heat exchange of the organism as a general manifestation of its response to the external thermal conditions. The higher the thermal metabolism of the organism the higher the level of enzyme secretion by the intestinal glands. Transitory action of a high external temperature on the organism is usually attended by a depression of intestinal enzyme secretion.

In the mechanism of external thermal conditions the main role is that on the functional state of the intestinal neurogland.

Nutrition of the nervous system, affecting reactions of the intestine. From the viewpoint of the small intestine it is expedient to have proteins.

In the mechanism of the realization of the effect of fluctuations of the external thermal conditions on the secretory function of the intestinal glands the main role is that of the central nervous system and the cerebral cortex, on the functional state of which depends the nature of the responses of the intestinal neuroglandular apparatus to these influences.

Nutrition of different quality, altering the reactivity of the central nervous system, affects the character of the unconditioned and conditioned reactions of the intestinal secretory apparatus to external thermal action. From the viewpoint of securing a normal course of the processes of digestion in the small intestine on fluctuations in the external thermal conditions it is expedient to have recourse to a diet containing an optimal quantity of proteins.

мам физиологии

до редакції
1956 р.

ного сока

ях внешнего
тем изучении
тебаний внеш-

ых ферментов
оявления его
ловой обмен
зами тонкого
повышенной,
атуры обычно
гов.

его теплового
основная роль
овного мозга,
тер ответных

сть централь-
и условных
тепловые воз-
осуществления
и колебаниях
вляется пище-
ов.

al Juice

nourishment of
may be accom-
ological changes
external thermal

of intestinal en-
a general mani-
The higher the
f enzyme secre-
external tempe-
of intestinal