

УДК 612.343 – 005

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАНКРЕАТИЧЕСКОЙ СЕКРЕЦИИ ПОСЛЕ ДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Грязных А.В., Горохова М.В.

ГОУ ВПО «Курганский государственный университет», Курган, e-mail: anvit-2004@mail.ru

Установлена гетерохронность восстановительных реакций внешнесекреторной функции поджелудочной железы в состоянии покоя, при действии мышечной нагрузки и в процессе восстановления после действия велоэргометрической нагрузки у обследуемых с различным уровнем и спецификой повседневной двигательной активности.

**Ключевые слова:** мышечное напряжение, восстановление, панкреатическая секреция, ферменты

## RECOVERY PANCREATIC SECRETION AFTER ACTION OF PHYSICAL LOADING

Gryaznikh A.V., Gorohova M.V.

Kurgan State University, Kurgan, e-mail: anvit-2004@mail.ru

Investigated the dynamics of redox reactions of exocrine pancreatic function at rest, under the action of muscle load and in the process of recovery of bicycle stress load in subjects with various levels and specificity of daily physical activity.

**Keywords:** muscle voltage, recovery, pancreatic secretion, enzymes

Наличие большого количества разнообразных по своим свойствам стрессовых раздражителей предполагает и множество разнообразных путей и механизмов их воздействия на организм человека. В повседневной жизни человека, к числу наиболее часто встречаемых стрессоров относятся мышечное и эмоциональное напряжение, в то же время являющиеся неотъемлемым атрибутом жизни человека.

Многочисленными работами отечественных и зарубежных авторов убедительно продемонстрировано, что у высококвалифицированных спортсменов, по сравнению с лицами, не занимающимися спортом, наблюдаются специфические особенности регуляторных механизмов, обеспечивающих у них экономичность функций организма в условиях мышечного покоя и наиболее высокий уровень функционирования физиологических систем в процессе мышечного напряжения [5, 7, 9]. Изменения в регуляторных механизмах проявляются у спортсменов в функционировании практически всех систем организма [5, 8, 9], в том числе и пищеварительной системе.

Анализ отечественной и зарубежной литературы показал достаточную, в определенной степени, изученность вопроса о функциональных особенностях структур гастроудоденального отдела желудочно-кишечного тракта у человека в норме и при различных нарушениях его деятельности [2, 3, 4, 6, 8, 10]. Вместе с тем отмечается недостаточная изученность процессов восстановления внешнесекреторной функции поджелудочной железы после действия физической нагрузки у лиц с различным уровнем и спецификой повседневной дви-

гательной активности [1]. Изучение восстановительных процессов пищеварительной системы при действии мышечных нагрузок имеет большое значение для выработки рационального режима питания, режима тренировок, а также наиболее оптимального использования мышечных нагрузок с лечебной и профилактической целью.

Целью данного исследования явилось изучение динамики восстановления внешнесекреторной функции поджелудочной железы у обследуемых с различным уровнем и спецификой повседневной двигательной активности при действии субмаксимальной мышечной нагрузки.

### Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие 24 человека – мужчины в возрасте от 18 до 22 лет. По условиям работы все обследуемые были разделены на три группы. Первую группу составили лица, не занимающиеся спортом (контрольная группа), вторую группу составили спортсмены-борцы, в третью группу вошли спортсмены-лыжники.

Исследовались базальная и стимулированная порции дуоденального содержимого. В качестве стимулятора поджелудочной секреции использовали 30 мл 0,5%-го раствора соляной кислоты. Для изучения динамики восстановления определяемых показателей исследование проводилось в четыре этапа: изучали показатели в состоянии физиологического покоя; сразу после нагрузки; в условиях восстановления через 1 и 2 часа после нагрузки.

В качестве физической нагрузки использовалась стандартная велоэргометрическая нагрузка продолжительностью 1 час. С целью подбора нагрузки у обследуемых индивидуально был определен показатель максимального потребления кислорода (МПК).

Методом фракционного гастроудоденального зондирования определяли следующие показатели: объем и pH секрета, концентрацию и валовое выделение  $\alpha$ -амилазы (Smith Roe в модификации Сокол,

1966), липазы (Бонди, 1961), протеолитическую активность (ПА) и суммарную протеолитическую активность (СПА) дуоденального содержимого (модификация Кунитца–Нортропа).

Исследование проводилось на базе ГОУ «Курганская областная клиническая больница», вузовско-академической лаборатории физиологии экстремальных состояний (зав. лабораторией д.м.н., профессор Смелышева Л.Н.) Курганского государственного университета. Все исследования проводили при наличии письменного согласия обследуемых и с учетом биотических норм. Статистический анализ проводили с использованием t-критерия Стьюдента. Для сравнения переменных в каждой обследуемой группе по отношению к фоновым данным применяли парные критерии. Взаимосвязь параметров оценивали путем расчета коэффициента корреляции ( $r$ ) Пирсона при уровне безошибочного прогноза более 95 % ( $p < 0,05$ ).

### Результаты исследования и их обсуждение

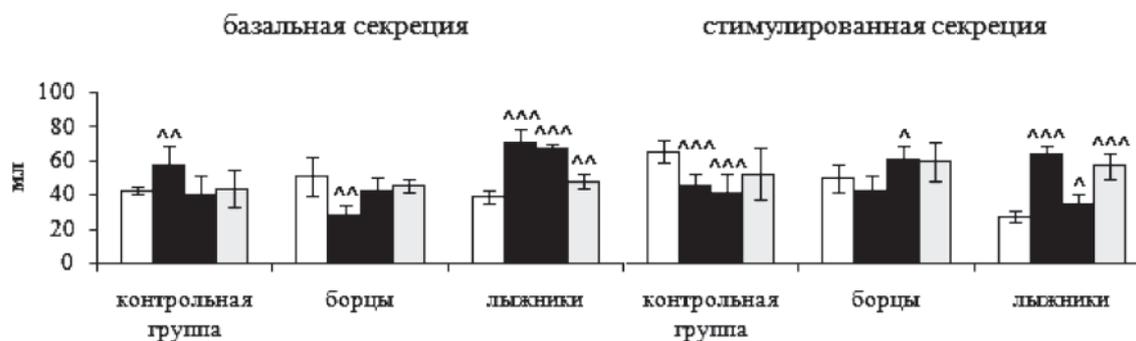
Исследование внешнесекреторной функции поджелудочной железы у обследуемых контрольной группы и спортсменов различной специализации в условиях мышечного покоя и в процессе восстановления после действия физической нагрузки показало, что в зависимости от специфики повседневных физических нагрузок наблюдаются различия в концентрации и валовой продукции липазы, амилазы и протеолитической активности дуоденального содержимого. Эти различия выявляются в большей мере при ацидификации двенадцатиперстной кишки раствором соляной кислоты, нежели в условиях базальной секреции.

Показатель объема дуоденального содержимого в условиях тощачковой и базальной секреции в состоянии физиологического покоя у спортсменов и обследуемых контрольной группы не имел достоверных

различий. По отношению к объему дуоденального содержимого в условиях базальной секреции стимуляция двенадцатиперстной кишки 0,5%-м раствором соляной кислоты вызвала увеличение ( $p < 0,05$ ) объема панкреатического секрета у обследуемых контрольной группы на  $54,7 \pm 10,1\%$  и уменьшение у спортсменов-лыжников на  $28,7 \pm 13,1\%$ .

При действии мышечной нагрузки объем дуоденального содержимого у борцов был достоверно ниже ( $p < 0,001$ ) по сравнению с аналогичным показателем у контрольной группы и лыжниками. При ацидификации двенадцатиперстной кишки 0,5%-м раствором соляной кислоты у борцов при нагрузке и во время восстановления после мышечной нагрузки наблюдается тенденция к увеличению объема, у остальных групп обследуемых тенденция к увеличению объема наблюдается лишь через 2 часа после действия мышечной нагрузки.

Объем базальной секреции дуоденального содержимого после действия физической нагрузки, по сравнению с фоновыми показателями, увеличивается у обследуемых контрольной группы и спортсменов, развивающих выносливость (у лыжников), в процессе восстановления после действия физической нагрузки объем уменьшается до фоновых показателей; у борцов же после действия физической нагрузки объем снижается ( $p < 0,001$ ), но в процессе восстановления также стремится к первоначальным показателям. При стимуляции панкреатической секреции наблюдаются разнонаправленные изменения исследуемого показателя на нагрузку у борцов и контрольной группы (рисунок).



Динамика восстановления объема панкреатического секрета у обследуемых контрольной группы и спортсменов разных специализаций; ^ – различия достоверны по отношению к фоновым данным  $p < 0,05$ ; ^^ –  $p < 0,01$ ; ^^ –  $p < 0,001$

Так, после стимуляции двенадцатиперстной кишки объем дуоденального содержимого по сравнению с базальной порцией увеличивается у обследуемых контрольной группы,

у спортсменов объем уменьшается ( $p < 0,05$ ). После действия физической нагрузки объем стимулированной порции дуоденального содержимого у обследуемых контрольной

группы и борцов снижается, у лыжников, наоборот – увеличивается ( $p < 0,05$ ). В процессе восстановления после действия физической нагрузки секреторная функция двенадцатиперстной кишки всех групп обследованных достигает фоновых показателей.

При определении содержания  $\alpha$ -амилазы дуоденального содержимого обследуемых в покое существенных различий не выявлено, после стимуляции отмечается снижение уровня  $\alpha$ -амилазы во всех группах обследуемых (табл. 1).

Таблица 1

Восстановление концентрации и валового выделения  $\alpha$ -амилазы у лиц с различным уровнем повседневной двигательной активности после действия мышечной нагрузки

Исследуемый показатель	Условие	Контрольная группа		Борцы		Лыжники	
		базальная секреция	стимулируемая секреция	базальная секреция	стимулируемая секреция	базальная секреция	стимулируемая секреция
Концентрация $\alpha$ -амилазы, мг/мл	Покой	0,45 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,52 ± 0,05	0,31 ± 0,01	0,54 ± 0,02	0,25 ± 0,03
	Нагрузка	0,7 ± 0,04***	0,7 ± 0,04***	0,93 ± 0,04***	0,7 ± 0,06***	0,3 ± 0,03***	0,3 ± 0,02
	Восстановление 1 ч	0,15 ± 0,01***	0,5 ± 0,02***	0,57 ± 0,02	0,54 ± 0,03***	0,5 ± 0,03	0,3 ± 0,03
	Восстановление 2 ч	0,48 ± 0,06	0,3 ± 0,03***	0,65 ± 0,07	0,76 ± 0,1***	0,53 ± 0,06	0,7 ± 0,04***
Валовое выделение $\alpha$ -амилазы, мг/ч	Покой	18,9 ± 0,83	10,2 ± 3,4	25,5 ± 2,51	15,17 ± 1,0	20,6 ± 0,74	6,6 ± 0,5
	Нагрузка	38,9 ± 2,69***	33,0 ± 1,3***	26,3 ± 3,1	29,1 ± 2,7***	23,26 ± 1,51	20 ± 1,1***
	Восстановление 1 ч	5,74 ± 0,53***	20,5 ± 1,9***	24,6 ± 3,0	32,5 ± 2,5***	33 ± 1,6***	10 ± 1,1**
	Восстановление 2 ч	19,7 ± 1,79	15,6 ± 1,8*	30,2 ± 3,5	45,3 ± 6,3***	25,8 ± 3,4	40 ± 3***

Примечание: – \* – различия достоверны по отношению к фоновым данным  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

После действия мышечной нагрузки уровень  $\alpha$ -амилазы достоверно увеличивается у борцов ( $0,93 \pm 0,04$  ед/мл) и у обследуемых, не занимающихся спортом ( $0,7 \pm 0,04$  ед/мл) ( $p < 0,001$ ); такая же тенденция наблюдается при ацидификации двенадцатиперстной кишки. Для лыжников характерно снижение ( $p < 0,001$ ) концентрации  $\alpha$ -амилазы после нагрузки в условиях базальной секреции, при стимуляции наблюдается тенденция к увеличению данного показателя. Через 1 час после действия нагрузки уровень  $\alpha$ -амилазы снижается в контрольной группе ( $p < 0,05$ ), у борцов наблюдается тенденция к снижению, а у лыжников, наоборот, увеличивается по сравнению с данными, полученными при действии нагрузки.

Через 2 часа после действия нагрузки уровень  $\alpha$ -амилазы в условиях базальной секреции у обследуемых соответствует фоновым значениям. При ацидификации двенадцатиперстной кишки через 2 часа после действия мышечной нагрузки отмечено достоверное увеличение  $\alpha$ -амилазы у спортсменов, а в контрольной группе наблюдается постепенное снижение по сравнению с содержанием  $\alpha$ -амилазы в дуоденальном со-

держимом через 1 час восстановления. По отношению к данным, полученным в состоянии покоя, наблюдается достоверное увеличение  $\alpha$ -амилазы дуоденального содержимого в группах спортсменов ( $p < 0,05$ ); у обследуемых контрольной группы наблюдается тенденция к увеличению концентрации  $\alpha$ -амилазы.

В ходе обследования нами выявлены несколько иные изменения концентрации липазы (табл. 2).

Фоновое значение концентрации липазы базальной порции дуоденального содержимого обследуемых контрольной группы ( $15,5 \pm 1,4$  ед/мл) выше, чем у обследуемых спортсменов (у борцов –  $12,2 \pm 0,6$  ед/мл, у лыжников –  $8,6 \pm 0,7$  ед/мл) ( $p < 0,05$ ). При стимуляции двенадцатиперстной кишки 0,5%-м раствором соляной кислоты содержание липазы в дуоденальном содержимом контрольной группы в покое ( $19,4 \pm 1,6$  ед/мл) и через 2 часа после нагрузки ( $25 \pm 3,3$  ед/мл) также значительно выше, чем в покое и после двухчасового восстановления после нагрузки у лыжников ( $9,8 \pm 0,5$  ед/мл,  $16,7 \pm 1,5$  ед/мл соответственно) и борцов ( $8,5 \pm 0,6$  ед/мл,  $8,3 \pm 0,9$  ед/мл) ( $p < 0,001$ ), а при нагрузке и через 1 час восстановления

таких различий не выявлено. После действия физической нагрузки содержание липазы в базальной порции во всех группах обследуемых достоверно снижается ( $p < 0,01$ ), а стимулированной повышается у борцов и лыжников ( $p < 0,001$ ).

После действия физической нагрузки содержание липазы в базальной порции дуоденального содержимого уменьшается во всех группах обследуемых, через 2 часа после нагрузки наблюдается увеличение липазы в контрольной группе и у лыжников

( $p < 0,001$ ). При ацидификации двенадцатиперстной кишки 0,5%-м раствором соляной кислоты нами отмечено достоверное увеличение концентрации липазы у спортсменов после действия мышечной нагрузки ( $p < 0,001$ ). В дальнейшем при восстановлении после нагрузки было отмечено увеличение в контрольной группе и у лыжников, а у борцов – уменьшение содержания липазы ( $p < 0,05$ ). У борцов восстановление секреции липазы произошло быстрее, чем в остальных группах обследуемых.

**Таблица 2**

Восстановление концентрации и валового выделения липазы у лиц с различным уровнем повседневной двигательной активности после действия мышечной нагрузки

Исследуемый показатель	Условие	Контрольная группа		Борцы		Лыжники	
		базальная секреция	стимулируемая секреция	базальная секреция	стимулируемая секреция	базальная секреция	стимулируемая секреция
Липаза, ед/мл	Покой	15,5 ± 1,4	19,4 ± 1,6	12,2 ± 0,6	8,5 ± 0,6	8,6 ± 0,7	9,8 ± 0,5
	Нагрузка	8,4 ± 1,0**	17,6 ± 1,1	6,9 ± 0,5***	21,2 ± 0,6***	6,4 ± 0,6*	18,9 ± 1,6***
	Восстановление 1 ч	22 ± 2,1*	15,6 ± 1,2	11,2 ± 1,0	15,8 ± 0,2***	19,2 ± 1,7***	16,3 ± 1,6**
	Восстановление 2 ч	30 ± 1,7***	25,0 ± 3,3	15,1 ± 1,6	8,3 ± 0,9	19,2 ± 1,8***	16,7 ± 1,5***
Валовое выделение липазы, ед/ч	Покой	657 ± 66	1251 ± 92	619 ± 60	417 ± 35	337 ± 36	269 ± 17
	Нагрузка	454 ± 44*	787 ± 51***	193 ± 22***	895 ± 93***	441 ± 32	1221 ± 132***
	Восстановление 1 ч	857 ± 95	621 ± 45***	458 ± 26*	959 ± 62***	1292 ± 134***	554 ± 54***
	Восстановление 2 ч	1273 ± 127***	1179 ± 90	671 ± 45	494 ± 61	918 ± 88***	932 ± 60***

Примечание: – \* – различия достоверны по отношению к фоновым данным  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

Рассматривая межгрупповой аспект, не отмечаем различий протеолитической активности в условиях базальной секреции в со-

стоянии покоя, при ацидификации двенадцатиперстной кишки выявлены разнонаправленные изменения данного показателя (табл. 3).

**Таблица 3**

Восстановление протеолитической активности и общей протеолитической активности у лиц с различным уровнем повседневной двигательной активности после действия мышечной нагрузки

Исследуемый показатель	Условие	Контрольная группа		Борцы		Лыжники	
		базальная секреция	стимулируемая секреция	базальная секреция	стимулируемая секреция	базальная секреция	стимулируемая секреция
ПА, мкмоль тирозина/мл	Покой	19,5 ± 0,7	31,3 ± 3,01	25,2 ± 1,3	26,9 ± 2,0	25,3 ± 1,05	29,6 ± 1,6
	Нагрузка	30,2 ± 2,4***	33,2 ± 1,5	24,9 ± 0,5	28,3 ± 1,8	25,5 ± 1,33	29,6 ± 1,5
	Восстановление 1 ч	19,7 ± 1,4	30,3 ± 3,3	24,1 ± 1,15	26,5 ± 2,6	19,9 ± 1,06**	25,1 ± 3,1
	Восстановление 2 ч	24,2 ± 2,1	19,2 ± 2,4**	38,4 ± 1,4***	21,7 ± 1,5	31,35 ± 2,7	34,6 ± 2,9
СПА, мкмоль тирозина/мл/час	Покой	826 ± 44,9	2015 ± 161	1270 ± 113	1304 ± 72	977 ± 43	805 ± 37
	Нагрузка	1708 ± 173***	1507 ± 119*	1202 ± 67	1156 ± 90	1796 ± 121***	1880 ± 83***
	Восстановление 1 ч	754 ± 70	1246 ± 166**	1016 ± 82	1570 ± 125	1334 ± 80**	828 ± 60
	Восстановление 2 ч	1013 ± 97	901 ± 80***	1736 ± 59**	1259 ± 96	1491 ± 118**	1959 ± 169***

Примечание: – \* – различия достоверны по отношению к фоновым данным  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

Физическая нагрузка вызвала увеличение ( $p < 0,001$ ) протеолитической активности в условиях базальной секреции у обследуемых контрольной группы. При ацидификации двенадцатиперстной кишки достоверных различий в уровне протеолитической активности обследуемых не выявлено. Уже через 1 час после действия мышечной нагрузки протеолитическая активность дуоденального содержимого обследуемых восстанавливается до фоновых показателей. Через 2 часа после действия мышечной нагрузки наблюдается достоверное увеличение протеолитической активности в базальной порции дуоденального содержимого спортсменов ( $p < 0,001$ ).

### Заключение

Исследование внешнесекреторной функции поджелудочной железы у обследуемых контрольной группы и спортсменов различной специализации в условиях мышечного покоя и в процессе восстановления после действия физической нагрузки показало, что в зависимости от специфики повседневных физических нагрузок наблюдаются различия в концентрации и валовой продукции липазы, амилазы и протеолитической активности у лиц, занимающихся и не занимающихся спортом.

Анализ динамики восстановления показателей внешнесекреторной деятельности поджелудочной железы у обследуемых показал, что двухчасовой период после действия нагрузки не обеспечил восстановления показателя протеолитической активности и суммарной протеолитической активности дуоденального содержимого у обследуемых контрольной группы. Спортсменам-лыжникам свойственно превышение показателей, характеризующих выделение жидкой части секрета, ферментов липазы, амилазы, протеолитической активности в условиях стимулированной панкреатической секреции относительно фоновых значений. В определенной мере положение о полном восстановлении исследуемых показателей характерно и для борцов.

*Работа выполнена в рамках реализации аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного по-*

*тениала высшей школы на 2011–2013 гг.» № 1.2.11.*

### Список литературы

1. Грязных А.В. Биохимический гомеостаз у спортсменов в условиях восстановления после мышечного напряжения // Вестник МАНЭБ. – 2009. – Том 14, № 2. – С. 39–45.
2. Данилова А.В. Динамика содержания желчных кислот в желудочном соке в покое и при действии мышечного напряжения у лиц с различным уровнем повседневной двигательной активности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Челябинск, 2000. – 22 с.
3. Камакин Н.Ф., Колодкина Е.В. Способ определения протеолитической активности биологических субстратов при различных значениях pH // Клиническая лабораторная диагностика. – 2008. – № 7. – С. 16–17.
4. Коротко Г.Ф. Пищеварение – естественная технология. – Краснодар: Изд-во: «ЭДВИ», 2010. – 304 с.
5. Кузнецов А.П., Речкалов А.В., Смелышева Л.Н. Желудочно-кишечный тракт и стресс. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2004. – 254 с.
6. Курзанов А.Н. Роль энкефалинов в пептидергической и холинергической регуляции гастродуодено-панкреатического комплекса: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Краснодар, 2001. – 42 с.
7. Потапова Т.В. Адаптивно-компенсаторные реакции организма юных спортсменов на нагрузки прогрессивной тренировки и восстановления / Т.В. Потапова, В.В. Эрлих, А.М. Мкртумян; под науч. ред. А.П. Исаева. – Тюмень: Изд-во ТГУ, 2008. – 344 с.
8. Смелышева Л.Н., Архипова О.А. Влияние физической нагрузки на секреторную функцию поджелудочной железы у студентов с различным тонусом автономной нервной системы // Психолого-педагогические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта: материалы Всероссийской научно-практической конференции (23–24 ноября 2009 г.). – Челябинск: Изд-во Челябинского гос. пед. ун-та, 2009. – С. 262–265.
9. Glace B., Murphy Ch., McHugh M. Food and fluid intake and disturbances in gastrointestinal and mental function during an ultramarathon // Int. J. Sport Nutr. and Exercise Metab. – 2002. – Vol. 12, № 4. – С. 414–427.
10. Halangk Walter, Kruger Burkhard, Ruthenburger Manuel. Trypsin activity is not involved in premature, intrapancreatic trypsinogen activation // Amer. J. Physiol. – 2002. – Vol. 282, № 2. – P. 367–374.

### Рецензенты:

Щуров В.А., д.м.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории функциональных исследований ФГУ РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» имени акад. Г.А. Илизарова, г. Курган;

Исаев А.П., д.б.н., профессор, зав. кафедрой «Теория и методика физической культуры и спорта» Южно-Уральского государственного университета, г. Челябинск.

Работа поступила в редакцию 04.04.2011.