

СЕКРЕТОРНАЯ ФУНКЦИЯ ЖЕЛУДКА ПРИ ДЕЙСТВИИ МЫШЕЧНОЙ НАГРУЗКИ В УСЛОВИЯХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ БЛОКАДЫ М-ХОЛИНО- И β -АДРЕНОРЕЦЕПТОРОВ

А.П. Кузнецов, Л.Н. Смелышева, О.А. Архипова, А.С. Московкин, Н.В. Сажина
Курганский государственный университет, г. Курган, Россия

Цель: изучение влияния действия мышечной нагрузки на секреторную функцию желудка у человека в условиях частичной фармакологической блокады М-холино- и β -адренорецепторов при ацидификации двенадцатиперстной кишки. **Материалы и методы.** У 22 лиц мужского пола 18–23 лет методом гастрального и гастродуоденального зондирования исследовалась секреторная функция желудка в покое при действии 30-минутной велоэргометрической нагрузки объемом 36 900 кГм в сочетании с частичной фармакологической блокадой М-холинорецепторов (1,5 мг/кг массы тела) и β -адренорецепторов (0,6 мг обзидана на кг массы тела). **Результаты.** Блокада М-холинорецепторов вызывала в условиях мышечного покоя выраженное снижение валового содержания электролитов ($p < 0,01$), ферментов ($p < 0,001$), HCl ($p < 0,001$) и протеолитической активности ($p < 0,001$) в желудочном соке. Сочетанное действие атропина и физической нагрузки в условиях ацидификации двенадцатиперстной кишки еще более выражено тормозило объем секрета до $49,9 \pm 11,1$ %, HCl до $29,7 \pm 9,4$ %, пепсиногена до $19,8 \pm 7,4$ % ($p < 0,001$). При блокаде β -адренорецепторов секреторная функция желудка в условиях базальной секреции и ацидификации двенадцатиперстной кишки достоверно снижалась. При использовании в качестве стимулятора желудочной секреции 10 % отвара сухой капусты объем возрастал до $141,1 \pm 12,2$ %, дебит HCl до $186,3 \pm 21,9$ %, пепсиноген до $188,5 \pm 20,4$ %. Аналогичная картина наблюдалась при выполнении велоэргометрической нагрузки в условиях блокады β -адренорецепторов. **Заключение.** При действии мышечной нагрузки на секреторный аппарат желудка существенно возрастает роль симпатического отдела вегетативной нервной системы. При ацидификации двенадцатиперстной кишки в условиях блокады β -адренорецепторов тормозный эффект усиливается, а при стимуляции капустным отваром секреторной функции желудка отмечается ее усиление.

Ключевые слова: секреторная функция желудка, М-холино- и β -адренорецепторы, велоэргометрическая нагрузка.

Введение. В последние годы наблюдается рост числа работ отечественных и зарубежных исследователей, посвященных регуляции секреторной функции пищеварительных желез [3, 5, 11, 12, 15]. Это в первую очередь обусловлено тем, что сохраняется высокий процент людей с различными заболеваниями пищеварительной системы [1, 13, 14, 17, 18, 19]. Для выявления причин этого явления необходимы знания об участии в регуляции желудочно-кишечного тракта центральной нервной и эндокринной систем, гормонов желудочно-кишечного тракта, циклических нуклеотидов, посредством которых осуществляется влияние практически всех гормонов [2, 4, 7, 16, 20]. Однако следует отметить, что в основном все исследования проводились в условиях относительного мышечного покоя, когда уровень двигательной активности сведен до минимума. В повседневной жизни че-

ловек очень часто испытывает значительные мышечные и эмоциональные напряжения. Специалистами спортивной медицины установлено, что у людей, имеющих высокий уровень повседневной двигательной активности, в условиях мышечного покоя наблюдаются специфические особенности регуляторных механизмов, обеспечивающих экономичность функций организма [6, 7]. Особенно проявление регуляторных механизмов наблюдается в процессе выполнения мышечной нагрузки и после ее окончания у людей, адаптированных и неадаптированных к действию физической нагрузки [5, 9]. Все эти изменения накладывают отпечаток на различные функции систем организма, в том числе и на желудочно-кишечный тракт [10, 21].

Перед исследователем, который ставит перед собой задачу изучения механизмов регуляции секреторной функции пищеваритель-

ных желез, возникает методическая трудность, суть которой состоит в том, что при описании единых нейрогуморальных механизмов регуляции пищеварительных желез он вынужден условно расчленять этот процесс, выделяя в нем нервные и гуморально-гормональные механизмы.

В данной работе представлены результаты исследования участия в регуляции секреторной функции желудка парасимпатического и симпатического отдела вегетативной нервной системы. При этом особое внимание уделено не только изучению механизмов регуляции секреторного аппарата желудка при действии стимуляторов секреции желудочных желез, но и механизмов торможения желудочной секреции. Именно эти механизмы являются малоизученными. Известно, что поступление из желудка в двенадцатиперстную кишку хлористоводородной кислоты, которая там вырабатывается в значительных количествах, вызывает выделение в ее слизистой гормона секретина [17]. Установлено, что секреция этого гормона начинается при рН ниже 4,5 [3, 17]. Секретин тормозит секрецию желудочного сока. При этом самый выраженный эффект обнаружили при использовании в качестве раздражителя желудочной секреции гастрин. Именно антигастриновым механизмом объясняется ингибирующий эффект на желудочную секрецию поступающей из желудка в двенадцатиперстную кишку хлористоводородной кислоты. Полагают, что единственной рН чувствительной зоной является луковица двенадцатиперстной кишки. Это убедительно продемонстрировано в хронических опытах на животных и наблюдениях за людьми с патологией органов желудочно-кишечного тракта [3, 5, 8].

К эндогенным ингибиторам желудочной секреции HCl относятся также холецистокинин, желудочный ингибирующий пептид, вазоактивный интестинальный пептид, глюкагон, нейротензин, соматостатин, бульбогастрон, энтерогастрон, тиролиберин, при этом сама HCl из полости желудка оказывает регуляторное влияние, действуя на хемосенсоры желудка и двенадцатиперстной кишки – на эти гастроинтестинальные регуляторные пептиды [3].

Организация и методы исследования. У 22 лиц мужского пола в возрасте 18–23 лет, регулярно занимающихся спортом (1-й разряд, КМС и МС по легкой атлетике (стайеры) и

лыжным гонкам), исследовалась методом гастрального и гастродуоденального зондирования желудочное содержимое в условиях базальной секреции (1 час), секреции, стимулированной 10 % отваром капусты (1 час), и желудочной секреции при введении в двенадцатиперстную кишку 0,5 % раствора хлористоводородной кислоты (1 час) в объеме 30 мл. Исследование секреторной функции желудка в условиях ацидификации двенадцатиперстной кишки давало возможность изучить механизмы торможения секреторной функции желудка, которые имеют место в условиях повседневной жизни. Именно от уравниваемости этих двух процессов (стимуляция и торможение) зависит сбалансированная работа желудка [3, 5]. Определялся объем секрета, его рН, содержание в нем натрия, калия, пепсиногена, липазы и общей протеолитической активности при исходном рН.

Для изучения влияния парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной системы использовали фармакологическую блокаду М-холинорецепторов (1,5 мг атропина на кг массы тела, подкожно) и β-адренорецепторов (0,6 мг обзидана на кг массы тела, внутрь). Фармакологические препараты вводились за 15–20 мин до начала зондирования, а при выполнении дозированной нагрузки – за 15–20 мин до ее начала. В качестве дозированной нагрузки использовалась работа на велоэргометре в течение 30 мин общим объемом 36 900 кгм при частоте педалирования 60 об/мин.

Результаты исследования и их обсуждение. Классическими работами И.П. Павлова и многочисленными последующими исследователями было убедительно продемонстрировано, что в регуляции желудочной секреции ведущая роль принадлежит блуждающему нерву [3, 5, 15].

В табл. 1 представлены показатели концентрации электролитов, ферментов и протеолитической активности желудочного сока в условиях мышечного покоя, частичной блокады М-холинорецепторов (атропин 1,5 мг/кг массы тела, подкожно) и при введении атропина с последующим выполнением 30-минутной дозированной велоэргометрической нагрузки объемом 36 900 кгм.

В условиях блокады М-холинорецепторов атропином выявлены существенные изменения в концентрации ферментов и электролитов за исключением достоверного снижения

Таблица 1
Table 1

Влияние атропина и велоэргометрической нагрузки объемом 36 900 кгм на концентрацию электролитов, ферментов и протеолитическую активность желудочного сока ($M \pm m$) ($n = 10$)
Effect of atropine and a cycle ergometer load of 36 900 kgm on the content of electrolytes, enzymes, and proteolytic activity of gastric juice ($M \pm m$) ($n = 10$)

Исследуемые показатели Parameters	В покое At rest		Атропин Atropine		Атропин + нагрузка Atropine + load	
	I	II	I	II	I	II
Хлориды, ммоль/л Chlorides, mmol/l	94 ± 5,4	87 ± 7,7	101 ± 9,3	105 ± 7,3	107 ± 8,4	113 ± 9,02*
HCl, мкмоль/л HCl, μmol/l	30 ± 8,4	31 ± 6,0	27 ± 8,0	11 ± 4,8	19 ± 3,2	26 ± 3,4
Натрий, ммоль/л Sodium, mmol/l	38 ± 3,6	41 ± 4,1	38 ± 4,3	62 ± 7,1	32 ± 4,1	38 ± 4,4
Калий, ммоль/л Potassium, mmol/l	15 ± 0,9	13 ± 0,5	10 ± 0,5***	9 ± 1,1	8,2 ± 0,9**	9 ± 0,91*
Пепсиноген, мкг/мл Pepsinogen, mkg/ml	345 ± 36	390 ± 40	214 ± 27**	129 ± 39	211 ± 26**	178 ± 21***
Протеолитическая активность, мкг/мл Proteolytic activity, mkg/ml	90 ± 10,1	120 ± 14,4	84 ± 11,2*	45 ± 18	35 ± 5,3*	40 ± 5,8***
Липаза, ед./мл Lipase, unit/ml	0,5 ± 0,05	0,5 ± 0,05	0,55 ± 0,07	1,05 ± 0,08	0,89 ± 0,1**	0,7 ± 0,08

Примечание. Здесь и в табл. 2 I – базальная секреция, II – стимулированная секреция. В условиях стимулированной секреции в двенадцатиперстную кишку вводился 0,5 % (30 мл) раствор хлористоводородной кислоты. Достоверность по отношению к исходному уровню в покое: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Note. Here and in table 2 I – basal secretion, II – stimulated secretion. In the conditions of stimulated secretion, a 0.5 % (30 ml) hydrochloric acid solution was injected into the duodenum. Reliability in relation to the initial level at rest: * – $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$; *** – $p < 0.001$.

содержания калия ($p < 0,01$). В условиях ацидификации двенадцатиперстной кишки 0,5 % раствором HCl в объеме 30 мл отмечали выраженное торможение секреторной функции желудка, а при введении атропина в этих условиях наблюдалось еще большее торможение протеолитической активности секрета желудка и снижение концентрации пепсиногена, калия и хлористоводородной кислоты.

При выполнении 30-минутной велоэргометрической нагрузки в сочетании с блокадой М-холинорецепторов атропином выявили достоверное снижение в базальном секрете протеолитической активности, концентрации пепсиногена и калия. Исключение составили и показатели концентрации липазы в желудочном секрете, которые достоверно ($p < 0,01$) возрастали по сравнению с показателями в покое. При совместном влиянии велоэргометрической нагрузки и атропина в условиях ацидификации двенадцатиперстной кишки раствором хлористоводородной кислоты обнаружили снижение в базальном желудочном секрете протеолитической активности и концентрации пепсиногена и калия. При этом в условиях атропинизации снижение концент-

рации пепсиногена и калия были более выражены, чем при сочетанном влиянии мышечной нагрузки и атропина.

Достоверные изменения выявили при блокаде М-холинорецепторов как отдельно, так и в сочетании с действием физической нагрузки в показателях протеолитической активности, дебит-часе ферментов и электролитов в желудочном соке (табл. 2). Фармакологическая блокада М-холинорецепторов вызывала снижение исследуемых показателей желудочной секреции кроме валового выделения липазы. В условиях введения в двенадцатиперстную кишку раствора хлористоводородной кислоты наблюдалось выраженное торможение желудочной секреции. Объем желудочного сока снижался до $49,9 \pm 11,1$ %, дебит-час пепсиногена – до $19,8 \pm 7,4$ %, хлористоводородной кислоты – до $29,7 \pm 9,4$ %, суммарная протеолитическая активность – до $22,9 \pm 12,1$ %. Не изменялся только один показатель – дебит-час липазы. Очевидно, повышение pH желудочного сока в этих условиях является благоприятным фактором повышения активности липазы, которая наиболее активна в нейтральной среде.

Таблица 2
Table 2Влияние атропина и велоэргометрической нагрузки объемом 36 900 кдж на секреторную функцию желудка ($M \pm m$) ($n = 10$)
Effect of atropine and a cycle ergometer load of 36 900 kJ on the stomach secretory function ($M \pm m$) ($n = 10$)

Исследуемые показатели Parameter	В покое At rest		Атропин Atropine		Атропин + нагрузка Atropine + load	
	I	II	I	II	I	II
Объем, мл/ч Amount, ml/hour	81 ± 9,1	87 ± 8,8	58,5 ± 5,2	48 ± 5,6**	35 ± 3,3***	42 ± 3,4***
pH	2,1 ± 0,06	2,2 ± 0,21	2,8 ± 0,21	4,0 ± 0,5**	3,1 ± 0,4*	2,6 ± 0,4
Хлориды, ммоль/мл Chlorides, mmol/l	7,7 ± 0,6	7,5 ± 0,8	5,8 ± 0,08	4,9 ± 0,44*	3,8 ± 0,7***	4,7 ± 0,8*
НСl, ммоль/л НСl, mmol/l	3,2 ± 0,34	3,4 ± 0,31	1,5 ± 0,4	1,1 ± 0,2***	0,7 ± 0,1***	1,0 ± 0,1***
Натрий, ммоль/л Sodium, mmol/l	3,0 ± 0,28	3,5 ± 0,31	2,2 ± 0,3	2,6 ± 0,23*	1,1 ± 0,12***	1,3 ± 0,14***
Калий, ммоль/л Potassium, mmol/l	1,3 ± 0,33	1,1 ± 0,22	0,5 ± 0,09	0,5 ± 0,1*	0,4 ± 0,07*	0,5 ± 0,07*
Пепсиноген, мкг/мл Pepsinogen, mcg/ml	33 ± 4,2	34 ± 4,7	10 ± 3,0	8,6 ± 3,03***	6,9 ± 1,05***	7,8 ± 1,2***
Протеолитическая активность, мкг/мл Proteolytic activity, mcg/ml	9,8 ± 1,13	12 ± 0,96	4,8 ± 1,7	2,8 ± 1,5***	1,3 ± 0,4***	1,9 ± 0,3***
Липаза, ед./мл Lipase, unit/ml	42 ± 5,4	45 ± 6,8	32 ± 6,1	43 ± 10,9	26 ± 2,2*	29 ± 2,6*

Еще более выраженное угнетение секреторной функции желудка выявили при действии физической нагрузки в условиях блокады М-холинорецепторов атропином, при этом объем базального желудочного секрета снижался до $39,3 \pm 9,1$ %, валовое выделение пепсиногена – до $18,9 \pm 9,4$ %, хлористоводородной кислоты – до $19,1 \pm 8,2$ %. Протеолитическая активность желудочного сока, характеризующая гидролитический потенциал желудка, снижалась в 7 раз. Выраженное торможение желудочной секреции при действии велоэргометрической нагрузки в условиях блокады М-холинорецепторов выявили при введении в двенадцатиперстную кишку раствора хлористоводородной кислоты.

Проведенные исследования позволяют констатировать, что частичная блокада М-холинорецепторов атропином в сочетании с действием 30-минутной велоэргометрической нагрузки существенно тормозили секреторную функцию желудка. Многими авторами отмечается угнетение желудочной секреции в условиях атропинизации в ответ на применение различных раздражителей секреторной функции желудка [3, 5, 15].

Следует особенно подчеркнуть, что фармакологическая блокада М-холинорецепторов вызывает более выраженное торможение желудочной секреции не только в условиях базальной секреции, но особенно при ацидификации двенадцатиперстной кишки раствором хлористоводородной кислоты при гастродуоденальном зондировании по сравнению с гастральным зондированием, когда в качестве стимуляторов секреторной функции желудка применяется гистамин или 10 % отвар сухой капусты [5, 9]. При гастродуоденальном зондировании на стенки двенадцатиперстной кишки оказывает механическое воздействие зонд, что приводит к торможению желудочной секреции. Как в условиях покоя, так и особенно при выполнении велоэргометрической нагрузки блокада М-холинорецепторов тормозный эффект значительно усиливает (рис. 1).

Известно, что в условиях мышечной деятельности важное место отводится симпатическому отделу вегетативной нервной системы. И если для сердечно-сосудистой и дыхательной систем это четко установлено, то в отношении секреторной функции желудка мнения исследователей не столь едины, как по влиянию на желудочную секрецию парасимпатического отдела вегетативной нервной

системы [1–3]. Создание фармакологических препаратов, позволяющих изолированно влиять на различные виды адренэргических рецепторов, значительно расширило возможности исследования роли симпатической нервной системы в регуляции желудочной секреции. Влияние катехоламинов на различные ткани и органы реализуется через взаимодействие с α - и β -адренорецепторами, расположенными на клеточных мембранах. Как правило, действие катехоламинов опосредуется через циклический 3,5-аденозинмонофосфат, который образуется из АТФ при участии мембранного фермента аденилатциклазы [3, 5].

В экспериментальных и клинических исследованиях разными авторами получены иногда противоречивые результаты по влиянию симпатической нервной системы на функции желудка у людей с разной патологией желудочно-кишечного тракта [1, 13, 19, 20]. В определенной мере такая разноречивость полученных данных обусловлена тем, что ответная реакция при блокаде β -адренорецепторов зависит от исходного функционального состояния секреторного аппарата желудка [3, 5].

Мы в своих исследованиях изучали влияние блокады β -адренорецепторов (обзидан 0,6 мкг/кг, внутрь) и велоэргометрической нагрузки на секреторную функцию желудка.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что в условиях мышечного покоя фармакологическая блокада β -адренорецепторов обзиданом оказывает выраженное влияние на базальную желудочную секрецию и секрецию желудка при введении в двенадцатиперстную кишку раствора хлористоводородной кислоты (рис. 2).

При этом дебит-час хлоридов снижался до $41,9 \pm 12,8$ %, HCl – до $49,8 \pm 10,1$ %, пепсиногена – до $52,8 \pm 10,1$ %, в условиях введения в двенадцатиперстную кишку раствора хлористоводородной кислоты снижение составило соответственно до $51,9 \pm 9,6$ %, $29,4 \pm 8,9$ % и $57,4 \pm 10,1$ %. Такое выраженное снижение секреторной активности желудка выявлено нами при блокаде β -адренорецепторов при гастродуоденальном зондировании.

При исследовании желудочной секреции методом гастрального зондирования, когда зонд механически действует на стенки желудка, блокада β -адренорецепторов обзиданом вызывала по отношению к фоновым показателям снижение объема желудочного секрета до $70,6 \pm 7,1$ %, валового выделения хлористоводородной кислоты – до $64,4 \pm 8,2$ % и

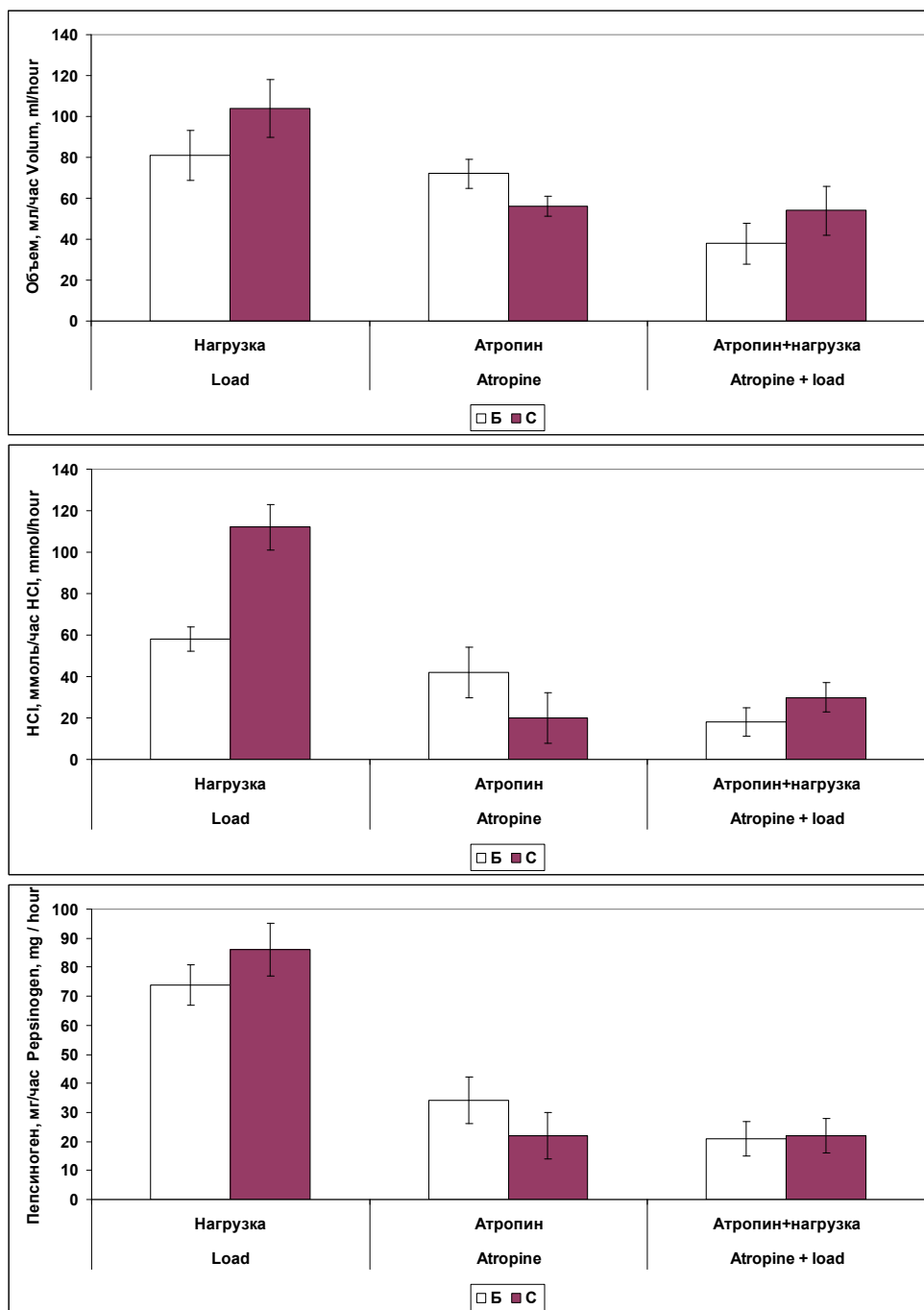


Рис. 1. Секреторная функция желудка при изолированном и сочетанном действии атропина и 30-минутной физической нагрузки (в % к исходному уровню):

Б – в условиях базальной секреции; С – в условиях ацидификации двенадцатиперстной кишки раствором хлористоводородной кислоты

Fig. 1. Stomach secretory function with isolated and combined effect of atropine and a 30-minute physical activity (in% of the baseline level):

B – basal secretion; C – in the conditions of duodenal acidification with hydrochloric acid

пепсиногена – до $70,8 \pm 8,9$ %, протеолитическая активность желудочного секрета снижалась до $67,6 \pm 8,3$ %.

Совершенно иная картина наблюдалась при стимуляции желудочной секреции 10 % отваром сухой капусты в объеме 200 мл. Объем

секрета возрастал до $141,1 \pm 12,2$ %, дебит-час хлористоводородной кислоты – до $186,3 \pm 21,9$ %, пепсиногена – до $188,5 \pm 20,4$ %. Гидролитический потенциал желудка по показателям суммарной протеолитической активности увеличивался до $126,3 \pm 11,2$ %.

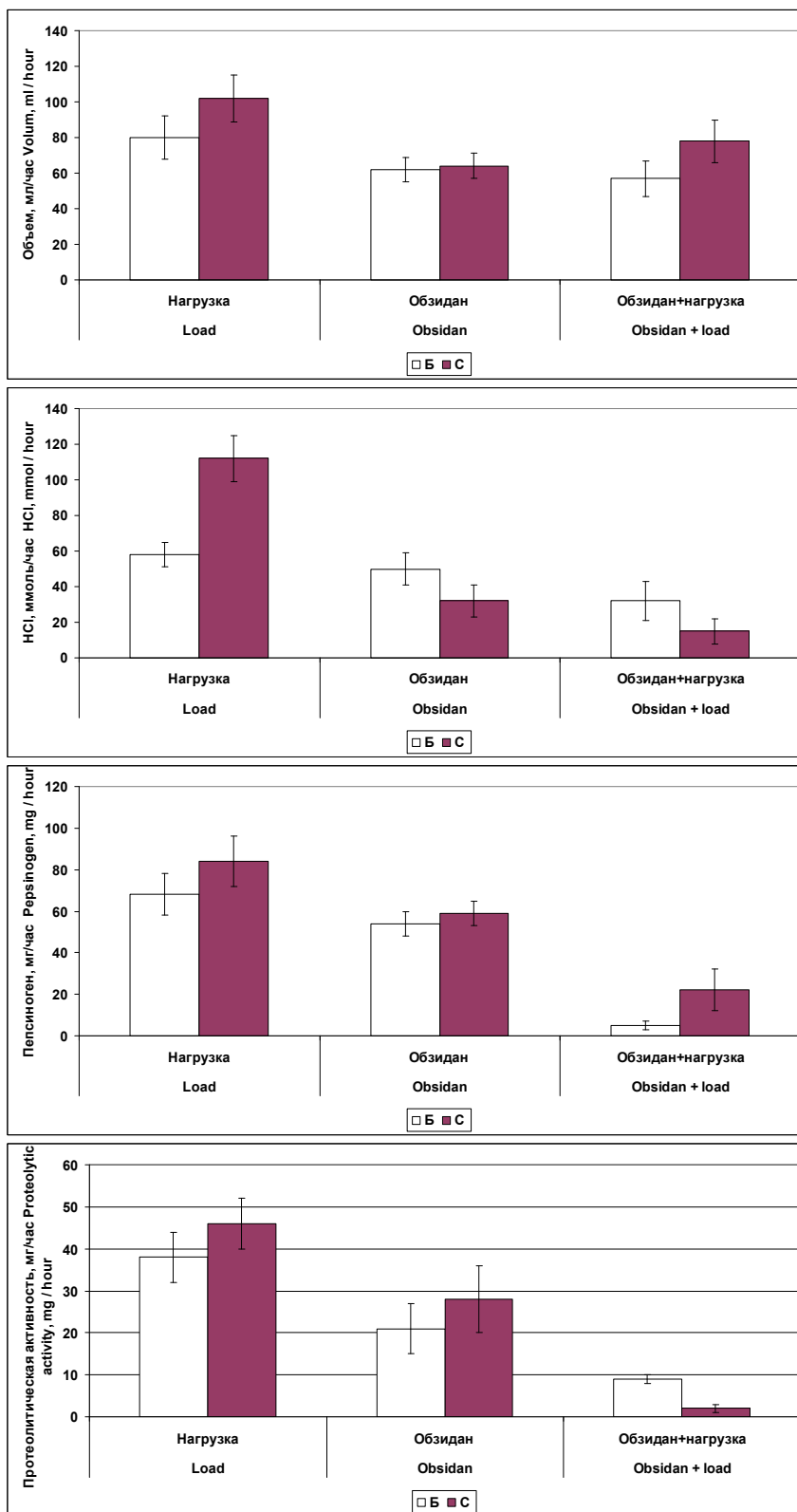


Рис. 2. Секреторная функция желудка при изолированном и сочетанном действии обзидана и 30-минутной велоэргометрической нагрузки (в % к исходному уровню): Б – в условиях базальной секреции; С – в условиях ацидификации двенадцатиперстной кишки раствором хлористоводородной кислоты

Fig. 2. Stomach secretory function with isolated and combined effect of obsidan and a 30-minute bicycle ergometric load (in % of the baseline level): B – basal secretion; C – in the conditions of duodenal acidification with hydrochloric acid

Извлечение желудочного секрета при гастральном и гастродуоденальном зондировании в условиях блокады β -адренорецепторов позволило установить, что при гастродуоденальном зондировании, когда один канал зонда находится в двенадцатиперстной кишке, а другой канал в желудке, сопровождается более выраженным снижением желудочной секреции по сравнению с уровнем секреции желудка при гастральном зондировании. Ацидификация двенадцатиперстной кишки раствором хлористоводородной кислоты в условиях блокады β -адренорецепторов приводила к очень выраженному торможению желудочной секреции.

Заключение. Фармакологическая блокада М-холино- и β -адренорецепторов в условиях выполнения велоэргометрической нагрузки вызывает снижение секреторной функции желудка. При этом тормозный эффект обеспечивается уменьшением на секреторный аппарат желудка влияний как симпатического, так и парасимпатического отделов автономной нервной системы. Частичная блокада М-холинорецепторов атропином выражено тормозит секреторный ответ желудка. Частичная блокада β -адренорецепторов обзиданом снижала секреторную функцию желудка в условиях гастрального и гастродуоденального зондирования по отношению к секреторному ответу при раздельном действии только обзидана или только 30-минутной физической нагрузки. При использовании в качестве стимулятора желудочной секреции 10 % отвара сухой капусты обнаружено усиление секреторной активности желудочных желез не только в условиях фармакологической блокады обзиданом, но и при выполнении физической нагрузки в условиях блокады β -адренорецепторов.

Полученные в результате исследования данные дают основание утверждать, что при выполнении физической нагрузки усиливается участие в регуляции функционального состояния секреторного аппарата желудка симпатического отдела вегетативной нервной системы.

В условиях мышечного покоя влияние симпатического отдела вегетативной нервной системы на регуляцию желудочной секреции незначительно, хотя и установлено наличие на мембранах париетальных клеток адренорецепторов. Регулирующие эффекты в основном обеспечиваются через действие гистамина, ацетилхолина и гастрина (В.Т. Ивашкин,

М.К. Тихонова, 1975). При выполнении мышечной нагрузки участие в регуляции секреторного аппарата желудка симпатического отдела вегетативной нервной системы существенно возрастает.

Литература

1. Ивашкин, В.Т. *Метаболическая организация функций желудка* / В.Т. Ивашкин. – Л.: Наука, 1981. – 215 с.
2. Климов, П.К. *Физиология желудка. Механизмы регуляции* / П.К. Климов, Г.М. Барашикова. – Л.: Наука, 1991. – 256 с.
3. Коротько, Г.Ф. *Физиология системы пищеварения* / Г.Ф. Коротько. – Краснодар: Изд-во ООО БК «Группа Б», 2009. – 608 с.
4. Коротько, Г.Ф. *Постпрандиальная секреция поджелудочной железы* / Г.Ф. Коротько. – Краснодар: Изд-во «ЭДВИ», 2017. – 115 с.
5. Кузнецов, А.П. *Желудочно-кишечный тракт и стресс* / А.П. Кузнецов, А.В. Речкалов, Л.Н. Смелышева. – Курган: Изд-во Курган. гос. ун-та, 2004. – 254 с.
6. Кузнецов, А.П. *Время опорожнения желудка и транзит пищи по кишечнику у лиц с различным уровнем двигательной активности* / А.П. Кузнецов, В.И. Кожевников, А.В. Речкалов // *Физиология человека*. – 1995. – Т. 21. – № 3. – С. 137–141.
7. Кузнецов, А.П. *Гастроэнтеропатическая эндокринная система человека при действии мышечной нагрузки* / А.П. Кузнецов, Р.В. Сидоров // *Вестник Курган. гос. ун-та. Серия «Физиология, психология, медицина»*. – 2013. – Вып. 5. – № 1 (28). – С. 11–15.
8. Кузнецов, А.П. *Секреторная функция желудка при действии эмоционального и мышечного напряжения* / А.П. Кузнецов, Л.Н. Смелышева, Ю.А. Васильева // *Вестник Курган. гос. ун-та. Серия «Физиология, психология, медицина»*. – 2014. – Вып. 6. – № 1 (32). – С. 16–19.
9. Кузнецов, А.П. *Адаптация секреторной функции желудка и поджелудочной железы к высокому уровню повседневной двигательной активности* / А.П. Кузнецов, Л.Н. Смелышева // *Фундаментальные и прикладные аспекты физиологии пищеварения и питания: Всерос. симп. с междунар. участием, посвящ. 90-летию со дня рождения акад. А.М. Уголева*. – СПб.: Ин-т физиологии им. И.П. Павлова РАН, 2016. – С. 61–63.
10. Кузнецов, А.П. *Влияние занятий спор-*

том на функции пищеварительной системы // *Фундаментальные и прикладные аспекты адаптоспособности, реактивности и регуляции организма спортсменов в системе спортивной подготовки (питание, пищеварение, восстановление и энергообеспечение)* / А.П. Кузнецов, Л.Н. Смелышева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2017. – С. 699–758.

11. Уголев, А.М. Эволюция пищеварения и принципы эволюции функции. Элементы современного эволюционизма / А.М. Уголев. – Л.: Наука, 1985. – 554 с.

12. Уголев, А.М. Гормоны пищеварительной системы. Физиология, патология, теория функциональных блоков / А.М. Уголев, О.С. Радебиль. – М.: Наука, 1995. – 283 с.

13. Цимермин, Я.С. Актуальные проблемы клинической гастроэнтерологии. Клинические очерки / Я.С. Цимермин. – Пермь, 2008. – 360 с.

14. Freedberg, D.E. The risks and benefits of long-term use of proton pump inhibitors: expert review and best practice advice from the American Gastroenterological Association / D.E. Freedberg, L.S. Kim, Y.X. Yang // *Gastroenterology*. – 2017. – Vol. 152 (4). – P. 706–715.

15. Johnson, L.R. *Physiology of the Gastroin-*

testinal Tract (Fourth ed.) / L.R. Johnson // *Acad. Press Elsevier*. – 2006. – Vol. 1, 2. – 2000 p.

16. Lankisch, P.G. *Pancreatic Enzymes in Health and I Disease* / P.G. Lankisch. – Springer: Verlag, 1991. – 217 p.

17. Markowitz, J. *Workshop report: prevention of postoperative recurrence in Crohn's disease* / J. Markowitz, J.E. Markowitz, A. Bousvaros // *J. Pediatr Gastroenterol Nutr.* – 2005. – Vol. 41. – P. 45–51.

18. Meyer, H. *Pancreatic bicarbonate response to various acids in duodenum of the dog* / H. Meyer, L.N. Way, M.S. Grossman // *Amer. J. Physiol.* – 1970. – Vol. 219. – № 4. – P. 964–967.

19. Ness Jensen, E. *Lifestyle intervention in gastroesophageal reflux disease* / E. Ness Jensen, K. Hveem, H. El-Serag et al. // *Clin. Gastroenterol. Hepatol.* – 2016. – Vol. 14 (2). – P. 175–182.

20. Ramachandran, R. *Proteinases and signaling: patophysiological and therapeutic via PARs and more* / R. Ramachandran, M.D. Hollenberg // *Br. J. Pharmacol.* – 2008. – Vol. 153. – P. 263–282.

21. Schuster, M.M. *Gastrointestinal motility in Health and Disease* / M.M. Schuster, M.D. Crowell, K.L. Koch // *BC Decker Inc. Hamilton.* – London, 2002. – 472 p.

Кузнецов Александр Павлович, доктор биологических наук, профессор кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет. 640020, г. Курган, ул. Советская, 63. E-mail: afgh@kgsu.ru, ORCID: 0000-0002-4733-8063.

Смелышева Лада Николаевна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет. 640020, г. Курган, ул. Советская, 63. E-mail: smelishewa@ya.ru, ORCID: 0000-0003-2459-749X.

Архипова Ольга Алексеевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет. 640020, г. Курган, ул. Советская, 63. E-mail: Arhipova2109@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-8368-0475.

Московкин Алексей Сергеевич, аспирант кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет. 640020, г. Курган, ул. Советская, 63. E-mail: moskowk@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-2396-2734.

Сажина Нина Витальевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет. 640020, г. Курган, ул. Советская, 63. E-mail: sazhina67@mail.ru, ORCID: 0000-0001-5855-6907.

Поступила в редакцию 9 апреля 2019 г.

STOMACH SECRETORY FUNCTION UNDER MUSCLE LOAD IN THE CONDITIONS OF PHARMACOLOGICAL BLOCADE OF M-CHOLINORECEPTORS AND β -ADRENOCEPTORS

A.P. Kuznetsov, *afgh@kgsu.ru*, ORCID: 0000-0002-4733-8063,
L.N. Smelysheva, *smelischeva@ya.ru*, ORCID: 0000-0003-2459-749X,
O.A. Arkhipova, *Arhipova2109@yandex.ru*, ORCID: 0000-0001-8368-0475,
A.S. Moskovkin, *moskowk@inbox.ru*, ORCID: 0000-0002-2396-2734,
N.V. Sazhina, *sazhina67@mail.ru*, ORCID: 0000-0001-5855-6907
Kurgan State University, Kurgan, Russian Federation

Aim. The article deals with establishing the effect of muscle load on the stomach secretory function in the conditions of partial pharmacological blockade of M-cholinoreceptors and β -adrenoceptors in patients with duodenal acidification. **Materials and methods.** 22 males aged 18–23 years participated in the study. The stomach secretory function at rest under a 30-minute cycle ergometer load of 36 900 kgm combined with a partial pharmacological blockade of M-cholinoreceptors (1.5 mg per kg of body mass) and β -adrenoceptors (0.6 mg obsidan per kg of body mass) was studied using gastric and gastroduodenal intubation. **Results.** The blockade of M-cholinoreceptors at muscle rest provoked a noticeable decrease in the total content of electrolytes ($p < 0.01$), enzymes ($p < 0.001$), HCL ($p < 0.001$), and proteolytic activity ($p < 0.001$) in gastric juice. The combined activity of atropine and physical load in the conditions of duodenal acidification inhibited the amount of secretion significantly to $49.9 \pm 11.1\%$, HCl to $29.7 \pm 9.4\%$, pepsinogen to $19.8 \pm 7.4\%$ ($p < 0.001$). The blockade of β -adrenoceptors significantly decreased the stomach secretory function in the conditions of basal secretion and duodenal acidification. After using a 10% dried cabbage decoction as a stimulator we registered an increase in the amount of secretion up to $141.1 \pm 12.2\%$, HCl discharge – to $186.3 \pm 21.9\%$, and pepsinogen – to $188.5 \pm 20.4\%$. The same tendency was registered for the cycle ergometer test in the conditions of the blockade of β -adrenoceptors. **Conclusion.** The effect of muscle load on the stomach secretory function contributes significantly to the role of the sympathetic nervous system. Duodenal acidification in the conditions of the blockade of β -adrenoceptors intensifies the inhibitory effect, while stimulation with a dry cabbage decoction improves the stomach secretory function.

Keywords: stomach secretory function, M-cholinoreceptors, β -adrenoceptors, cycle ergometer load.

References

1. Ivashkin V.T. *Metabolicheskaya organizatsiya funktsiy zheludka* [Metabolic Organization of the Functions of the Stomach]. Leningrad, Science Publ., 1981. 215 p.
2. Klimov P.K., Barashkova G.M. *Fiziologiya zheludka. Mekhanizmy regulatsii* [Physiology of the Stomach. Mechanisms of Regulation]. Leningrad, Science Publ., 1991. 256 p.
3. Korot'ko G.F. *Fiziologiya sistemy pishchevareniya* [Physiology of the Digestive System]. Krasnodar, Group B Publ., 2009. 608 p.
4. Korot'ko G.F. *Postprandial'naya sekretsia podzheludchnoy zhelezy* [Postprandial Secretion of the Pancreas]. Krasnodar, 2017. 115 p.
5. Kuznetsov A.P., Rechkalov A.V., Smelysheva L.N. *Zheludochno-kishechnyy trakt i stress* [Gastrointestinal Tract and Stress]. Kurgan, Kurgan State University Publ., 2004. 254 p.
6. Kuznetsov A.P., Kozhevnikov V.I., Rechkalov A.V. [Time of Gastric Emptying and Transit of Food Through the Intestines in Persons with Different Levels of Motor Activity]. *Fiziologiya cheloveka* [Physiology of Man], 1995, vol. 21, no. 3, pp. 137–141. (in Russ.)
7. Kuznetsov A.P., Sidorov R.V. [Gastroenteropathic Endocrine System of a Man under the Influence of Muscular Load]. *Vestnik Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Fiziologiya, psikhologiya, meditsina* [Bulletin of the Kurgan State University. Ser. Physiology, Psychology, Medicine], 2013, iss. 5, no. 1 (28), pp. 11–15. (in Russ.)

8. Kuznetsov A.P., Smelysheva L.N., Vasil'eva Yu.A. [Secretory Function of the Stomach with the Action of Emotional and Muscular Tension]. *Vestnik Kurganskogo Gosudarstvennogo Univrsiteta. Ser. Fiziologiya, psikhologiya, medicina* [Bulletin of the Kurgan State University. Ser. Physiology, Psychology, Medicine], 2014, iss. 6, no. 1 (32), pp. 16–19. (in Russ.)

9. Kuznetsov A.P., Smelysheva L.N. [Adaptation of the Secretory Function of the Stomach and Pancreas to a High Level of Everyday Motor Activity]. *Fundamental'nyye i prikladnyye aspekty fiziologii pishchevareniya i pitaniya: Vserossiyskiy simpozium s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchenny 90-letiyu so dnya rozhdeniya akademika A.M. Ugoleva* [Fundamental and Applied Aspects of the Physiology of Digestion and Nutrition. The All-Russian Symposium with International Participation, Dedicated to the 90th Anniversary of the Birth. of Academician A.M. Ugolyeva], 2016, pp. 61–63. (in Russ.)

10. Kuznetsov A.P., Smelysheva L.N. [The Effect of Playing Sports on the Functions of the Digestive System]. *Fundamental'nie i prikladnie aspekty adaptosposobnosti. Reaktivnosti i regulyatsii organizma sportsmenov v sisteme sportivnoi podgotovki (pitaniye, pishchevareniye, vosstanovleniye i energoobespecheniye)* [Fundamental and Applied Aspects of Adaptability, Reactivity and Regulation of the Organism of Athletes in the System of Sports Training (Nutrition, Digestion, Recovery and Energy Supply)], 2017, pp. 699–758. (in Russ.)

11. Ugolev A.M. *Evolyutsiya pishchevareniya i printsipy evolyutsii funktsii. Elementy sovremennogo evolyutsionizma* [Evolution of Digestion and the Principles of the Evolution of Function. Elements of Modern Evolutionism]. Leningrad, Science Publ., 1985. 554 p.

12. Ugolev A.M., Radbil' O.S. *Gormony pishchevaritel'noy sistemy. Fiziologiya, patologiya, teoriya funktsional'nykh blokov* [Hormones of the Digestive System. Physiology, Pathology, Theory of Functional Blocks]. Moscow, Science Publ., 1995. 283 p.

13. Tsimmerin Ya.S. *Aktual'nyye problemy klinicheskoy gastroenterologii. Klinicheskiyeocherki* [Actual Problems of Clinical Gastroenterology. Clinical Essays]. Perm', 2008. 360 p.

14. Freedberg D.E., Kim L.S., Yang Y.X. The Risks and Benefits of Long-Term Use of Proton Pump Inhibitors: Expert Review and Best Practice Advice from the American Gastroenterological Association. *Gastroenterology*, 2017, vol. 152 (4), pp. 706–715. DOI: 10.1053/j.gastro.2017.01.031

15. Johnson L.R. Physiology of the Gastrointestinal Tract (Fourth ed.). *Acad. Press Elsevier*, 2006, vol. 1, 2, 2000 p.

16. Lankisch P.G. Pancreatic Enzymes in Health and I Disease. Springer: Verlag, 1991. 217 p. DOI: 10.1007/978-3-642-76097-6

17. Markowitz J., Markowitz J.E., Bousvaros A. Workshop Report: Prevention of Postoperative Recurrence in Crohn's Disease. *J. Pediatr Gastroenterol. Nutr.*, 2005, vol. 41, pp. 45–51. DOI: 10.1097/01.mpg.0000172746.86973.ef

18. Meyer H. Pancreatic Bicarbonate Response to Various Acids in the Duodenum of the Dog. *Amer. J. Physiol.*, 1970, vol. 219, no. 4, pp. 964–967. DOI: 10.1152/ajplegacy.1970.219.4.964

19. Ness Jensen E., Hveem K., El-Serag H. et al. Lifestyle Intervention in Gastroesophageal Reflux Discase. *Clin. Gastroenterol. Hepatol.*, 2016, vol. 14 (2), pp. 175–182. DOI: 10.1016/j.cgh.2015.04.176

20. Ramachandran R., Hollenberg M.D. Proteinases and Signaling: Patophysiological and Therapeutic via PARs and More. *Br. J. Pharmacol.*, 2008, vol. 153, pp. 263–282. DOI: 10.1038/sj.bjp.0707507

21. Schuster M.M., Crowell M.D., Koch K.L. Gastrointestinal Motility in Health and Disease. BC Decker Inc. Hamilton. London, 2002. 472 p.

Received 9 April 2019

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Секреторная функция желудка при действии мышечной нагрузки в условиях фармакологической блокады М-холино- и β-адренорецепторов / А.П. Кузнецов, Л.Н. Смелышева, О.А. Архипова и др. // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № S1. – С. 50–60. DOI: 10.14529/hsm19s107

FOR CITATION

Kuznetsov A.P., Smelysheva L.N., Arkhipova O.A., Moskovkin A.S., Sazhina N.V. Stomach Secretory Function under Muscle Load in the Conditions of Pharmacological Blocade of M-Cholinoreceptors and β-Adrenoreceptors. *Human. Sport. Medicine*, 2019, vol. 19, no. S1, pp. 50–60. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm19s107