

## ВЛИЯНИЕ МЫШЕЧНОГО И ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ОБЪЕМ СЛЮНЫ, ЖЕЛУДОЧНОГО И ПОДЖЕЛУДОЧНОГО СОКОВ И МОЧИ У ЛИЦ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ПОВСЕДНЕВНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

А.П. Кузнецов<sup>1</sup>, А.С. Московкин<sup>1</sup>, А.Д. Шалабодов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Курганский государственный университет, г. Курган, Россия,

<sup>2</sup>Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

**Цель.** Изучение взаимоотношений объемов слюны, желудочного, поджелудочного соков, мочи и пота у лиц с различным уровнем повседневной двигательной активности (спортсменов легкоатлетов, лыжников, борцов) и испытуемых, не занимающихся спортом в покое, при действии физической нагрузки и эмоционального напряжения. **Материалы и методы.** У 117 лиц мужского пола в возрасте 18–23 лет методом гастро-дуоденального зондирования исследованы объемы слюны, желудочного и поджелудочного соков и мочи в условиях покоя и при действии мышечного и эмоционального напряжения. **Результаты.** Установлено, что в условиях мышечного покоя существует обратная зависимость в величинах объемов желудочного и поджелудочного соков. В условиях действия мышечного и эмоционального напряжения эта связь усиливается ( $r = -0,74$ ;  $P = 0,001$ ). При этом сохранение высокой функциональной активности секреторного аппарата желудка и поджелудочной железы после физической нагрузки и эмоционального напряжения сочеталось со снижением напряжения слюноотделения и мочеотделения, особенно после совместного действия мышечного и эмоционального напряжения. **Заключение.** Выявлены компенсаторные взаимоотношения между желудочным и поджелудочным соковыделением: при значительном снижении объема желудочного сока сохраняется или увеличивается уровень панкреатической секреции и наоборот, при снижении панкреатической секреции желудочное соковыделение усиливалось.

**Ключевые слова:** объем слюны, желудочного и поджелудочного соков и мочи, мышечное и эмоциональное напряжение.

**Введение.** Согласованная деятельность пищеварительной системы обеспечивается координацией и функциональной активностью всех органов желудочно-кишечного тракта. Еще работами И.П. Павлова и его учеников было убедительно продемонстрировано, что сниженная работа желудочно-кишечного тракта определяется преобладанием в работе слюнных желез, желудка, печени, поджелудочной железы и кишечника. Причем это касается взаимодействия секреторной и моторно-эвакуационной, экзокринной, иммунной и экскреторной функций пищеварительной системы [3, 4, 8, 11, 12, 17]. В структуре взаимоотношений усиление одной функции может быть тормозным сигналом для другой и, наоборот. Торможение другой функции является стимулом для усиления определенной функциональной активности для

тех или иных органов желудочно-кишечного тракта [2, 6, 7, 18].

Накоплен огромный материал, основанный на физиологических и клинических наблюдениях, который демонстрирует сложное функциональное взаимодействие между различными отделами пищеварительной системы [22, 24]. Это взаимодействие обеспечивается рефлекторными влияниями с различных отделов желудочно-кишечного тракта и нейрогуморальными взаимодействиями между органами пищеварительного аппарата [14, 16, 25, 26].

Работами В.Д. Суходоло и др. [23] показано, что слюнные железы оказывают влияние на моторно-секреторную и экскреторную деятельность желудка. Хроническая 3–5-месячная потеря слюны ведет к резкому падению уровня секреции желудочного сока, снижению сво-

бодной и общей кислотности, угнетению протеолитической активности секрета при действии пищевых раздражителей, в то время как тощачовая кислотность в этих условиях растет.

Желудок, поджелудочная железа и двенадцатиперстная кишка имеют особое значение в системе функциональных взаимоотношений в желудочно-кишечном тракте. Установлено, что для оптимального протекания кишечной фазы желудочной секреции имеет значение состав секрета двенадцатиперстной кишки и поджелудочной железы.

Исследователями давно установлено, что попадание хлористоводородной кислоты в двенадцатиперстную кишку вызывает выделение в ее слизистой гормона секретина. Обнаружено, что секреция этого гормона начинается при  $\text{pH} = 4,5$  и ниже. Секретин вызывает существенные усиление выделения поджелудочного сока и содержания в нём бикарбонатов и параллельно снижение секреции желудочного сока [11, 12]. Ингибирование выделения хлористоводородной кислоты желудком при действии ее на слизистую двенадцатиперстной кишки во многом зависит от характера стимулятора секреторной функции желудка. Самый выраженный эффект отмечается при использовании в качестве раздражителя желудочной секреции гастрин. Эти данные послужили основанием для объяснения ингибирующего эффекта на желудочную секрецию поступающей в двенадцатиперстную кишку хлористоводородной кислоты антигастринового механизма. Хотя имеется и противоположное мнение. Е.И. Матросова [19] в условиях перфузии дистального отдела дуоденума и проксимального отдела тонкой кишки кислым раствором отмечала выраженное увеличение кислотовыделения в желудке. Тем не менее практически все исследователи склонны считать, что наблюдается выраженный ингибирующий эффект на выделение кислоты в желудке при действии хлористоводородной кислоты на слизистую двенадцатиперстной кишки. При этом подчеркивается, что единственной  $\text{pH}$ -чувствительной зоной является луковица двенадцатиперстной кишки. Это в полной мере подтверждается фактами, полученными в хронических опытах на животных и при наблюдении за людьми с патологией тех или иных органов пищеварительной системы [5, 11, 20].

Постоянство функциональных взаимодействий отмечается не только внутри желу-

дочно-кишечного тракта. Небольшие, но достоверные данные были накоплены по функциональной связи пищеварительной и выделительной системам [1, 11, 13]. Выявлено, что при повышении функциональной активности желудка и поджелудочной железы наблюдается торможение деятельности почек и, наоборот, при повышении активности почек или потовых желез работа пищеварительных желез замедляется [1]. Отмечено, что у рабочих горячих цехов происходит снижение секреции и кислотности желудочного сока вследствие больших потерь воды и хлоридов при интенсивном потоотделении. Вышеприведенные сведения представляют большой интерес для анализа влияния острой и хронической гипердинамии на секреторную функцию желудка и поджелудочной железы. Кроме того исследований, выполненных на здоровых людях в условиях покоя, мышечного и эмоционального напряжения, еще не проводилось.

**Организация и методы исследования.** У 117 лиц мужского пола в возрасте 18–23 лет, имеющих разный уровень и специфику повседневной двигательной активности (МС, КМС, I разряд и лица не занимающиеся спортом (контрольная группа), для исследования секреторных взаимоотношений пищеварительных желез нами осуществлялось параллельное изучение динамики и объемов слюны, желудочного сока, мочи, а при выполнении физической нагрузки и пота. Для получения желудочного и поджелудочного соков использовался метод гастродуоденального зондирования, когда посредством двухканального зонда раздельно извлекали желудочный сок и содержимое двенадцатиперстной кишки. В эти же промежутки времени собирали смешанную слюну и порции мочи. Именно такой способ параллельного сбора слюны, желудочного, поджелудочного соков, а в случае физиологической нагрузки и пота, давал возможность анализировать взаимоотношения объемов этих биологических жидкостей и сопоставлять содержание в них отдельных ингредиентов. В течение часа исследовалась базальная секреция, затем в двенадцатиперстную кишку вводили 0,5%-ный раствор хлористоводородной кислоты в объеме 30 мл. После чего в течение часа собиралась стимулированная секреция [9].

Для удобства сопоставления объемов исследуемых биологических жидкостей собранных параллельно часовым порциям базальной

секреции, мы использовали термин «в условиях базальной секреции». А при введении в качестве стимулятора панкреатической секреции 30 мл 0,5%-ного раствора хлористоводородной кислоты в двенадцатиперстную кишку применяли термин «в условиях стимулированной секреции» [12, 15].

В покое и после эмоционального напряжения бралась кровь из локтевой вены, и в сыворотке крови определяли иммуноферментный метод содержания гормонов АКГГ и кортизола.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Поддержание водного баланса в организме является важнейшей функцией, обеспечивающей постоянство внутренней среды организма, создавая условия для оптимального функционирования всех систем организма. На водный гомеостаз оказывают влияние различные факторы внешней среды, среди которых важное место отводится физической нагрузке и эмоциональному напряжению. При этом особое значение придаётся содер-

жанию воды в пищеварительных соках, поскольку от этого во многом зависит активность пищеварительных гидролаз и, следовательно, качество расщепления в желудочно-кишечном тракте принятой пищи [10]. Важная роль водной составляющей отводится и функционированию почек и потовых желез.

В проведенных нами исследованиях было установлено, что у лиц с различным уровнем и спецификой повседневной двигательной активности наблюдаются различия в объемах пищеварительных соков и мочи (табл. 1).

У спортсменов, занимающихся борьбой, в условиях базальной секреции, по сравнению с лицами не занимающимися спортом, уровень слюноотделения был значительно ниже ( $P < 0,05$ ). А у спортсменов, занимающихся велосипедным спортом, был обнаружен самый высокий уровень объема слюны в условиях базальной секреции ( $P < 0,05$ ). Именно у велосипедистов в этих условиях объем часовой порции мочи был достоверно ниже, чем у лиц, не занимающихся спортом.

Таблица 1  
Table 1

Часовые объемы слюны, желудочного и поджелудочного соков у испытуемых контрольной группы и спортсменов разных специальностей  
Hour volumes of saliva, gastric and pancreatic juices in the control group subjects and athletes of different specializations

Спортивная специализация Sports specialization	n	В условиях базальной секреции Basal secretion				В условиях стимулированной секреции Stimulated secretion			
		Слюна, мл/ч Saliva, mL / hr	Желудочный сок, мл/ч Gastric juice, mL / hr	Поджелудочный сок, мл/ч Pancreatic juice mL / hr	Моча, мл/ч Urine, mL / hr	Слюна, мл/ч Saliva, mL / hr	Желудочный сок, мл/ч Gastric juice, mL / hr	Поджелудочный сок, мл/ч Pancreatic juice, mL / hr	Моча, мл/ч Urine, mL / hr
Контрольная группа Control group	47	51 ± 5,3	66 ± 6,9	30 ± 3,8	95 ± 16,4	55 ± 6,4	62 ± 6,97	80 ± 11,5	76 ± 10,9
Велосипедисты Cyclists	21	74 ± 7,5*	79 ± 10	32 ± 2,6	54 ± 8,4*	79 ± 7,2*	68 ± 9,3	115 ± 5,9*	43 ± 5,2*
Лыжники Skiers	20	68 ± 11,4	97 ± 17	42 ± 6,3	70 ± 11	66 ± 10,4	77 ± 9,4	93 ± 9,7	74 ± 10,8
Легкоатлеты-средневики Middle-distance athletes	15	70 ± 12,3	93 ± 10,3	36 ± 3,5	52 ± 7,6*	64 ± 10,2	67 ± 8	107 ± 12	79 ± 13,9
Борцы Wrestlers	14	34 ± 4,8*	64 ± 7,5	34 ± 3,5	67 ± 7	48 ± 10,3	67 ± 9,5	88 ± 8,6	62 ± 7

Примечание. Все биологические жидкости собирались в условиях гастродуоденального зондирования. В условиях стимулированной секреции в двенадцатиперстную кишку вводится раствор хлористоводородной кислоты. \* – различия достоверны по отношению к испытуемым контрольной группы ( $P < 0,05$ ).

Note. All biological fluids were collected by the means of gastroduodenal probe. Under the conditions of stimulated secretion, hydrochloric acid solution was administered into the duodenum. \* – differences are significant in relation to the control group subjects ( $P < 0.05$ ).

Следует отметить, что у спортсменов различных специальностей и не занимающихся спортом не выявлено достоверных различий в объемах базальной желудочной и панкреатической секреции. Однако просматривается выраженная закономерность, что более высоким показателям объемов слюны и желудочного сока в условиях базальной секреции параллельно наблюдаются низкие значения объемов мочи. В условиях стимулированной секреции самый большой объем слюноотделения выявлен у спортсменов-велосипедистов. Параллельно у них объем панкреатического сока достоверно выше, чем у лиц, не занимающихся спортом, а объем мочи в этих условиях у них почти вдвое ниже. Аналогичные данные были получены А.Н. Бакурадзе, который обнаружил, что при усилении функциональной активности секреторного аппарата желудка и поджелудочной железы заметно снижается уровень диуреза [1]. Анализируя полученные данные можно заключить, что у лиц с различным уровнем и спецификой повседневной двигательной активности наблюдается перераспределение в объемах слюны, желудочного, поджелудочного соков и мочи в условиях как базальной, так и стимулированной секреции (когда в двенадцатиперстную кишку вводилось 30 мл 0,5%-ного раствора хлористоводородной кислоты). При низких значениях объема желудочного и поджелудочного соков наблюдались высокие значения диуреза и, наоборот, при высокой функциональной активности слюнных, желудочных и поджелудочной желез объемы мочи снижались. С целью выяснения характера и направленности взаимоотношений между исследуемыми объемами биологических жидкостей был проведен корреляционный анализ. На большой группе спортсменов ( $n = 85$ ), занимающихся различными видами спорта в покое в условиях базальной секреции между объемами желудочного и поджелудочного секретов обнаружили достоверную отрицательную связь ( $r = -0,31 \pm 0,09$ ;  $P < 0,01$ ), а в условиях стимулированной секреции эта связь усиливалась ( $r = -0,39 \pm 0,07$ ;  $P < 0,001$ ). При ацидификации двенадцатиперстной кишки происходило значительное усиление выделения поджелудочного сока и параллельное снижение желудочной секреции. При этом коэффициент корреляции между объемами слюны и мочи носил также отрицательную направленность ( $r = -0,24 \pm 0,11$ ;  $P < 0,05$ ), а между объ-

емами панкреатического сока и мочи равно ( $r = -0,17 \pm 0,12$ ;  $P < 0,2$ ). Таким образом, корреляционный анализ позволил установить, что при относительном мышечном покое между показателями объемов желудочного и поджелудочного секретов имеет место достоверная отрицательная связь. При введении в двенадцатиперстную кишку стимулятора панкреатической секреции эта связь усиливалась. Выполнение дозированной велоэргометрической нагрузки различного объема вызвало различное влияние на объемы слюны, желудочного, поджелудочного соков и мочи (табл. 2). Получасовая велоэргометрическая нагрузка объемом 36 900 кгм вызывала в условиях базальной секреции уменьшение объемов желудочного секрета ( $P < 0,05$ ) и объема мочи ( $P < 0,05$ ). При этом уровень слюноотделения практически не изменялся, а уровень выделения панкреатического секрета имел тенденцию к повышению ( $P < 0,2$ ).

При выполнении дозированной велоэргометрической нагрузки в течение 30 мин обследования теряли с потом  $401 \pm 52$  мл жидкости. Выполнение часовой велоэргометрической нагрузки объемом 73 800 кгм приводили к двукратному снижению объема слюны ( $P < 0,01$ ), не вызывая достоверных изменений объемов желудочного, поджелудочного сока и мочи. При этом во время часовой велоэргометрической нагрузки с потом выделялось 894 мл жидкости.

Частым спутником жизни человека является эмоциональное напряжение. В наших исследованиях в качестве эмоционального стресса использовалась сдача государственного экзамена. Уровень АКТГ повышался до  $134,6 \pm 12,1$  %, кортизола до  $148 \pm 16,4$  %. Частота сердечных сокращений достигала  $167 \pm 20,2$  уд./мин. Систолическое давление поднималось с  $118,3 \pm 9,2$  до  $156 \pm 14,6$  мм рт. ст. Эти данные свидетельствуют о значительном эмоциональном напряжении [13]. Исследования объемов пищеварительных соков сразу после сдачи экзамена показало, что эмоциональное напряжение, особенно совместное влияние эмоционального напряжения и сразу после этого выполнение дозированной велоэргометрической нагрузки продолжительностью 30 минут и объемом 36 900 кгм оказывают существенное влияние на показатели объемов желудочного и поджелудочного соков (табл. 3). Уровень базального желудочного секрета после сдачи государственного

Таблица 2  
Table 2

Влияние дозированных велоэргометрических нагрузок на объемы пищеварительных соков, мочи и пота ( $M \pm m$ ) ( $n = 10$ )  
Effects of controlled cycle ergometer loads on volumes of digestive juices, urine, and sweat ( $M \pm m$ ) ( $n = 10$ )

Исследуемые показатели Test indicators	В покое At rest		После нагрузки 36 900 кгм After 36,900 kg-m load				После нагрузки 73 800 кгм After 73,800 kg-m load			
	I	II	I	P	II	P	I	P	II	P
	$M \pm m$	$M \pm m$								
Объем слюны, мл/ч Saliva volume, mL / hr	72 ± 8,5	79 ± 9,9	68 ± 6,8	> 0,5	60 ± 7,1	< 0,5	34 ± 4,8	< 0,01	33 ± 5,8	< 0,01
Объем желудочного сока, мл/ч Gastric juice volume, mL / hr	83 ± 5,2	70 ± 7,9	66 ± 6,4	< 0,05	73 ± 8,2	> 0,5	74 ± 10,5	< 0,5	64 ± 9,3	> 0,5
Объем поджелудочного сока, мл/ч Pancreatic juice volume, mL / hr	39 ± 4,1	95 ± 7,2	46 ± 2,8	< 0,2	90 ± 9,3	> 0,5	39 ± 4,2	> 0,5	112,5 ± 8,6	< 0,2
Объем мочи, мл/ч Urine volume, mL / hr	54 ± 4,6	68 ± 10,2	40 ± 4	< 0,05	65 ± 6,5	> 0,5	50 ± 6,7	> 0,5	62 ± 7,1	> 0,5
Объем пота, мл/ч Sweat volume, mL / hr			401 ± 52				894 ± 74	< 0,001		

Примечание. P – достоверность по отношению к показателям, полученным в условиях мышечного покоя. I – базальная секреция, II – стимулированная секреция.

Note. P – significance in relation to parameters obtained under the conditions of muscle rest. I – basal secretion, II – stimulated secretion.

экзамена заметно снижался ( $P < 0,05$ ), а в условиях стимуляции поджелудочной секреции (введение в двенадцатиперстную кишку раствора хлористоводородной кислоты) наблюдалось снятие ингибирующего влияния на желудочную секрецию ацидификации дуоденума. Отмечалось выраженное повышение объема желудочного сока ( $P < 0,05$ ). При этом объем поджелудочного сока достоверно снижался ( $P < 0,05$ ) и особенно снижался объем мочи ( $P < 0,01$ ).

На рисунке представлены данные влияния мышечного и эмоционального напряжения на объемы слюны, желудочного и поджелудочного сока и мочи в процентах к исходным данным, полученным в условиях покоя. Как следует из рисунка, значительное угнетение слюноотделения обнаруживается после выполнения часовой дозированной велоэргометрической нагрузки и сочетанного влияния сдачи государственного экзамена и 30-минут-

ной велоэргометрической нагрузки. Заметное снижение напряжения диуреза отмечалось после совместного влияния эмоционального и мышечного напряжения. В тех случаях, когда наблюдалось увеличение объемов желудочного или поджелудочного соков, заметно снижались объемы слюны или мочи.

В табл. 4 представлена корреляционная матрица между объемами слюны, желудочного и поджелудочного соков и мочи в условиях покоя и после выполнения 30- и 60-минутных дозированных велоэргометрических нагрузок. Следует подчеркнуть, что очень тесных связей между объемами исследуемых жидкостей ни в покое, ни после выполнения 30- и 60-минутных нагрузок не обнаружено. Однако заслуживает внимания тот факт, что дозированные мышечные нагрузки различного объема изменяли не только тесноту связи, но и ее направленность. Так, в условиях базальной секреции между объемом слюны и объемом

Влияние эмоционального и мышечного напряжения  
на объем пищеварительных соков, мочи и пота ( $M \pm m$ ) ( $n = 10$ )  
Effects of emotional and muscle tension  
on volumes of digestive juices, urine, and sweat ( $M \pm m$ ) ( $n = 10$ )

Исследуемые показатели Test indicators	В покое At rest		После сдачи госэкзамена After the state examination				После сдачи госэкзамена + мышечной нагрузки After the state examination + muscle load			
	I	II	I	P	II	P	I	P	II	P
Объем слюны, мл/ч Saliva volume, mL / hr	62 ± 4,9	62,1 ± 5,1	66 ± 13	> 0,5	53 ± 11	< 0,5	35 ± 7,8	0,01	37 ± 7,9	< 0,05
Объем желудочного сока, мл/ч Gastric juice volume, mL / hr	103 ± 5,1	61 ± 7,9	79 ± 9,6	< 0,05	88 ± 8,4	< 0,05	80 ± 2,7	0,01	94 ± 10,8	< 0,05
Объем поджелудочного сока, мл/ч Pancreatic juice volume, mL / hr	39 ± 2,2	106 ± 5,4	38 ± 7	> 0,5	81 ± 8,4	< 0,05	39 ± 5,6	0,5	113 ± 5,9	< 0,5
Объем мочи, мл/ч Urine volume, mL / hr	56 ± 3,4	73 ± 5,8	60 ± 10	> 0,5	42 ± 6,1	< 0,01	33 ± 3,59	0,001	55 ± 6,4	< 0,05
Объем пота, мл/ч Sweat volume, mL / hr							422 ± 55			

Примечание. I – базальная секреция, II – стимулированная секреция. Объемы соков исследовались при гастродуоденальном зондировании. Объем пота определялся по потере массы тела в процессе сдачи государственного экзамена и выполнения мышечной нагрузки. P – достоверно по отношению к показателям, полученным в условиях мышечного покоя.

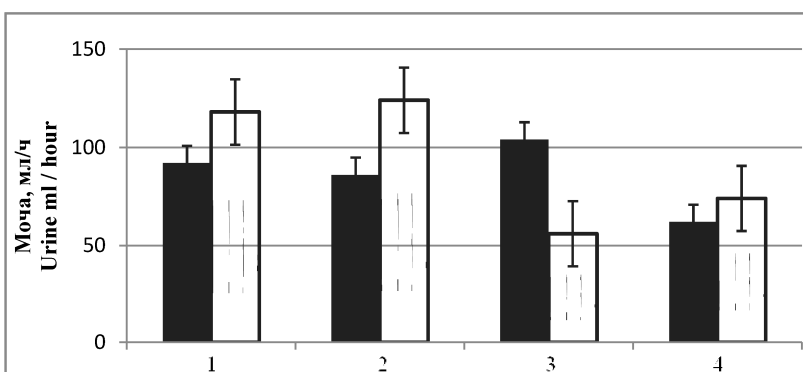
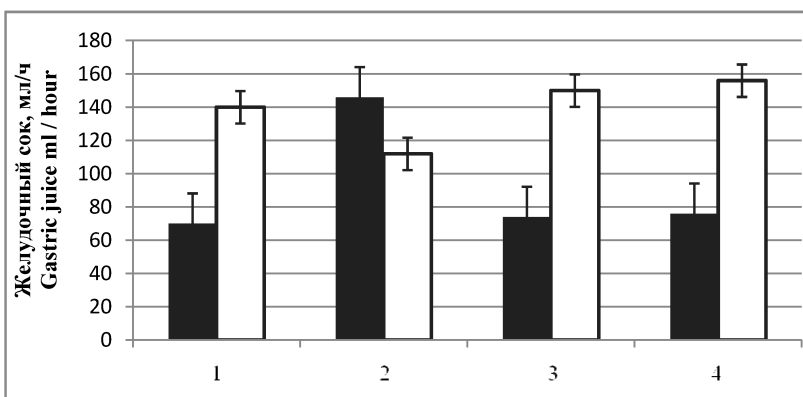
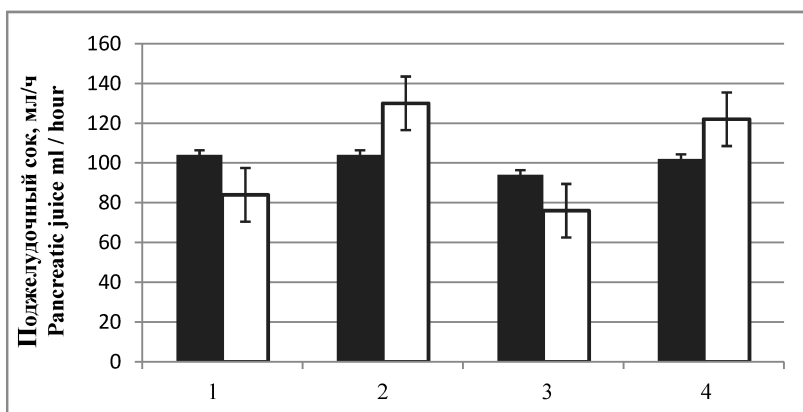
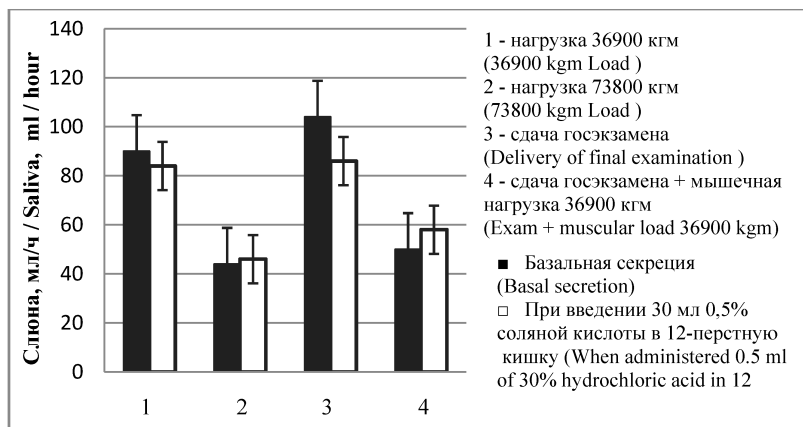
Note. I – basal secretion, II – stimulated secretion. Volumes of juices were assessed by the means of gastroduodenal probe. Sweat volume was estimated based on the body weight loss during the state examination and muscle load. P is significant in relation to indicators obtained at muscle rest.

желудочного сока в покое связь положительная ( $r = 0,37$ ;  $P < 0,05$ ), после выполнения ( $r = -0,38$ ;  $P < 0,05$ ), а после 60-минутной нагрузки становится снова положительной ( $r = 0,47$ ;  $P < 0,01$ ). Аналогичные изменения наблюдались между взаимоотношениями базального объема слюны и объема поджелудочного сока [21].

Изменение взаимоотношений объемов слюны, желудочного сока, поджелудочного сока и мочи отмечалось и после действия эмоционального напряжения (табл. 4). После сдачи государственного экзамена усиливалась обратная связь между объемом желудочного и поджелудочного соков (в условиях базальной секреции  $r = -0,38$ ;  $P < 0,1$ ); в условиях стимулированной секреции ( $r = -0,59$ ;  $P < 0,01$ ). Причем, в то время как базальный объем же-

лудочного сока снижался до  $76,9 \pm 14,8 \%$ , а объем панкреатического сока почти не изменялся, регистрировалась отрицательная связь между объемом желудочного сока и слюны ( $r = -0,58$ ;  $P < 0,01$ ). В то время как между объемами слюны и мочи и объемами поджелудочного сока и мочи наблюдалась положительная связь соответственно ( $r = 0,24$ ;  $P < 0,5$ ;  $r = 0,54$ ;  $P < 0,05$ ).

После сочетанного влияния эмоционального и мышечного напряжения между базальными объемами желудочного и поджелудочного соков выявили тесную отрицательную связь ( $r = -0,74$ ;  $P < 0,001$ ) а также отрицательную связь между объемами слюны и желудочного сока и объемами желудочного сока и мочи (табл. 3). После сдачи государственного экзамена с последующим выполнением



**Влияние мышечного и эмоционального напряжения на объем пищеварительных соков и мочи (в % к исходным данным). Слюна и желудочный сок получены при гастродуоденальном зондировании**  
**Effects of muscle and emotional tension on volumes of digestive juices and urine (% of the baseline levels). Saliva and gastric juice were obtained by gastroduodenal probing**

## Физиология и биохимия

30-минутной велоэргометрической нагрузки в условиях стимулированной секреции достоверная отрицательная связь обнаружена только между объемами слюны и мочи.

Таким образом, и мышечное, и эмоциональное напряжение оказывали значительное влияние на объемы слюны, желудочного и поджелудочного секретов и мочи, изменяя не только их объемы, но и их взаимоотношения. Учитывая, что все реакции обмена веществ и энергии протекают у человека в водной среде (а для реакций, протекающих в желудочно-кишечном тракте, это особенно характерно), важно понять, как мышечное и эмоциональное напряжение перераспределяет объемы исследуемых биологических жидкостей. Поскольку известно, что именно от объемов пищеварительных соков во многом зависит ско-

рость гидролитических реакций, протекающих в желудочно-кишечном тракте [8].

**Закключение.** Процессы пищеварения в желудочно-кишечном тракте идут в определенной последовательности. Каждый орган пищеварительной системы выполняет свои специфические функции, а все вместе обеспечивают работу пищеварительно-транспортного конвейера. В этих согласованных и взаимосвязанных действиях важное место отводится объемам пищеварительных секретов, которые тесно связаны с водным объемом организма человека. Изучение взаимоотношений объемов пищеварительных соков, мочи, а при выполнении физической нагрузки и пота позволили заключить, что в условиях относительно мышечного покоя имеет место обратная зависимость между объемами желудочного

Таблица 4  
Table 4

Влияние дозированных нагрузок на корреляционные взаимоотношения между объемами слюны, желудочного сока, поджелудочного сока и мочи  
Effect of controlled loads on correlations between volumes of saliva, gastric juice, urine, and pancreatic juice

Коррелируемые показатели Correlated indicators	В покое At rest				После нагрузки 36 900 кгм After 36,900kg-m load				После нагрузки 73 800кгм After 73,800kg-m load			
	I		II		I		II		I		II	
	r	P	R	P	r	P	R	P	r	P	r	P
Объем слюны – объем желудочного сока Saliva volume – gastric juice volume	0,37	< 0,05	0,20	< 0,5	-0,36	< 0,05	0,08	> 0,5	0,47	< 0,01	0,06	> 0,5
Объем слюны – объем поджелудочного сока Saliva volume – pancreatic juice volume	0,20	< 0,5	0,11	> 0,5	-0,30	< 0,2	0,05	> 0,5	0,16	< 0,5	-0,03	> 0,5
Объем слюны – объем мочи Saliva volume – urine volume	0,03	> 0,5	-0,28	< 0,2	0,13	> 0,5	-0,19	< 0,5	0,19	< 0,5	-0,16	< 0,5
Объем желудочного сока – объем поджелудочного сока Gastric juice volume – pancreatic juice volume	-0,14	< 0,5	-0,26	< 0,5	0,01	> 0,5	-0,18	< 0,5	0,25	< 0,5	-0,08	> 0,5
Объем желудочного сока – объем мочи Gastric juice volume – urine volume	0,06	> 0,5	0,47	< 0,05	0,17	< 0,5	-0,18	< 0,5	0,32	< 0,2	-0,01	> 0,5
Объем поджелудочного сока – объем мочи Pancreatic juice volume – urine volume	0,06	> 0,5	-0,1	> 0,5	-0,34	< 0,2	0,10	> 0,5	-0,04	> 0,5	-0,37	< 0,05

Примечание. I – базальная секреция, II – стимулированная секреция.

Note. I – basal secretion, II – stimulated secretion.



и поджелудочного секретов. Такие взаимоотношения выявлены в условиях базальной секреции и особенно при введении в двенадцатиперстную кишку раствора хлористоводородной кислоты. При выполнении физической нагрузки и действии эмоционального напряжения эта связь усиливается. При сочетанном действии эмоционального напряжения и выполнении после этого 30-минутной дозированной физической нагрузки коэффициент корреляции между объемами желудочного и поджелудочного соков достигал самых высоких значений ( $r = -0,74$ ;  $P < 0,001$ ). Полученные данные позволяют констатировать, что физическая нагрузка и эмоциональное напряжение вызывают разнонаправленные изменения в объемах слюны, желудочного, поджелудочного соков и мочи. При этом в характере взаимоотношений этих биологических жидкостей просматривается определенная закономерность: для сохранения оптимальной секреторной активности желудка и поджелудочной железы при действии физического и эмоционального напряжения снижается функциональная активность слюнных желез и уменьшается количество выделяемой мочи. Выявлены компенсаторные взаимоотношения между объемами желудочного и поджелудочного соков: при существенном уменьшении объема желудочного секрета, усиливается или остается без изменения объем поджелудочного сока. При заметном снижении уровня панкреатического секрета объем желудочного сока увеличивается.

### Литература

1. Бакурадзе, А.Н. О функциональной взаимосвязи пищеварительной и выделительной системы / А.Н. Бакурадзе // *Физиологический журнал СССР*. – 1982. – Т. 68, № 4. – С. 443–446.
2. Климов, П.К. Функциональные взаимосвязи в пищеварительной системе / П.К. Климов. – Л.: Наука, 1976. – 272 с.
3. Коротько, Г.Ф. Желудочное пищеварение, его функциональная организация и роль в пищеварительном конвейере / Г.Ф. Коротько. – Ташкент: Медицина, 1980. – 219 с.
4. Коротько, Г.Ф. Введение в физиологию желудочно-кишечного тракта / Г.Ф. Коротько. – Ташкент: Медицина, 1987. – 186 с.
5. Коротько, Г.Ф. Регуляторная роль панкреатического секрета в моторной деятельности желудка / Г.Ф. Коротько, Г.А. Асханов, А.Н. Арипов // *Физиология и патология моторной деятельности желудочно-кишечного тракта: материалы симпозиума*. – Томск, 1992. – С. 129–131.
6. Коротько, Г.Ф. Дифференцированность экскреторных реакций желудка, двенадцатиперстной кишки и поджелудочной железы на пробные завтраки разного состава / Г.Ф. Коротько, А.А. Аблязов // *Физиология человека*. – 1993. – Т. 19, № 3. – С. 135–140.
7. Коротько, Г.Ф. Секреция поджелудочной железы / Г.Ф. Коротько. – 2-е доп. изд. – Краснодар: Изд-во КГМУ, 2005. – 312 с.
8. Коротько, Г.Ф. Секреция слюнных желез и элементы саливадиагностики / Г.Ф. Коротько. – М.: ИД «Академия Естествознания», 2006. – 192 с.
9. Коротько, Г.Ф. Желудочное пищеварение / Г.Ф. Коротько. – Краснодар: Изд. ООФБ «Группа Б», 2007. – 256 с.
10. Коротько, Г.Ф. Физиология органов системы пищеварения: лекции для начинающих гастроэнтерологов (учебное пособие) / Г.Ф. Коротько. – Краснодар: Изд-во «Традиция», 2013. – 264 с.
11. Коротько, Г.Ф. Физиология системы пищеварения / Коротько Г.Ф. – Краснодар, 2009. – 608 с.
12. 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.
13. 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. Сер. «Физиология, психология, медицина»*. – 2014. – Вып. 6, № 1 (32). – С. 16–19.
14. 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 // *Физиол. человека*. – 1995. – Т. 21. – № 3. – С. 137–141.
15. Кузнецов, А.П. Гастроэнтеропатическая эндокринная система человека при действии мышечной нагрузки / А.П. Кузнецов, Р.В. Сидоров // *Вестник Курган. гос. ун-та. Сер. «Физиология, психология, медицина»*. – 2013. – Вып. 5, № 1 (28). – С. 11–15.
16. Кузнецов, А.П. Нейроэндокринные механизмы регуляции секреции пищеварительных желез при мышечной нагрузке / А.П. Кузнецов, Л.Н. Смелышева, Н.В. Сажина, А.В. Гряз-

ных, С.В. Панов // *Вестник Междунар. акад. наук экологии и безопасности жизнедеятельности*. – 2011. – Т. 16, № 3. – С. 134–140.

17. 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.

18. Кучина, Н.В. Влияние эмоционального напряжения на деятельность слюнных желез / Н.В. Кучина // *Материалы 25-й Юбилейной науч.-практ. конф. врачей Кург. обл., посвящ. 50-летию Курган. обл.* – Курган, 1992. – С. 107–109.

19. Матросова, Е.М. Ваготомия (последствия и их механизмы) / Е.М. Матросова, А.А. Курыгин, С.Д. Гройсман. – Л.: Наука, 1981. – 2016 с.

20. Овсянников, В.И. Моторная функция желудочно-кишечного тракта: механизмы торможения / В.И. Овсянников // *Тез. докл. XVII съезда физиол. об-ва им. И.П. Павлова*. – Казань, 2001. – С. 178.

21. Сажина, Н.В. О некоторых защит-

ных факторах смешанной слюны, желудочно-го и панкреатического сока в условиях эмоционального стресса у здорового человека / Н.В. Сажина, А.П. Кузнецов, Л.Н. Смелышева, А.В. Грязных // *Вестник Курган. гос. ун-та. Сер. «Физиология, психология, медицина»*. – 2012. – Вып. 4, № 1 (23). – С. 33–38.

22. Сажина, Н.В. Секреторная функция желудка и содержание иммуноглобулинов в сыворотке крови у здорового человека в условиях эмоционального напряжения / Н.В. Сажина, А.П. Кузнецов // *Вестник Курган. гос. ун-та. Сер. «Физиология, психология, медицина»*. – 2015. – Вып. 7. – С. 16–19.

23. Суходоло, В.Д. Периодическая деятельность главных пищеварительных желез / В.Д. Суходоло, И.В. Суходоло. – Томск: Изд-во ТУ. – 1997. – 155 с.

24. Johnson, L.R. *Physiology of the Gastrointestinal Tract (Fourth ed.)* / L.R. Johnson // *Acad. Press Elsevier*. – 2006. – Vol. 1, 2. – 2000 p.

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

26. 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, г. Курган, augh@kgsu.ru.

**Московкин Алексей Сергеевич**, аспирант кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет, г. Курган, moskowk@inbox.ru.

**Шалабодов Александр Дмитриевич**, доктор биологических наук, профессор, директор Института математики, естественных наук и информационных технологий, Тюменский государственный университет, г. Тюмень, shalabodov@utmn.ru.

*Поступила в редакцию 12 мая 2017 г.*

## INFLUENCE OF MUSCLE AND EMOTIONAL TENSION ON VOLUMES OF SALIVA, GASTRIC AND PANCREATIC JUICE, AND URINE IN PEOPLE WITH DIFFERENT LEVELS OF DAILY PHYSICAL ACTIVITY

A.P. Kuznetsov<sup>1</sup>, [afgh@kgsu.ru](mailto:afgh@kgsu.ru)

A.S. Moskovkin<sup>1</sup>, [moskowk@inbox.ru](mailto:moskowk@inbox.ru),

A.D. Shalabodov<sup>2</sup>, [shalabodov@utmn.ru](mailto:shalabodov@utmn.ru)

<sup>1</sup>Kurgan State University, Kurgan, Russian Federation,

<sup>2</sup>Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation

**Aim.** To study correlations of volumes of saliva, gastric and pancreatic juices, urine, and sweat in people with different levels of daily physical activity (track and field athletes, skiers, and martial arts practitioners) and people not engaged in sports – at rest, during exercise, and under emotional tension. **Materials and Methods.** Gastroduodenal probing was used to assess volumes of saliva, gastric and pancreatic juices, and urine in 117 men aged 18–23 at rest and under muscle and emotional tension. **Results.** It was established that at muscle rest there was an inverse correlation between levels of gastric and pancreatic juices. Under muscle and emotional tension this correlation became stronger ( $r = -0.74$ ;  $P = 0.001$ ). Along with that, the preserved high functional activity of the secretory apparatus of the stomach and pancreas after exercise and emotional tension was accompanied by the decreased tension of salivation and urination, especially after combined muscle and emotional tension. **Conclusion.** There are compensatory relationships between levels of secretion of gastric and pancreatic juices: the pronounced reduction of gastric juice volume is associated with a maintenance or growth of the pancreatic secretion level; and, vice versa, the decrease of pancreatic secretion is accompanied by the increased secretion of gastric juice.

**Keywords:** volume of saliva, gastric and pancreatic juice, urine, muscle and emotional tension.

### References

1. Bakuradze A.N. [On the Functional Relationship of the Digestive and Excretory System]. *Fiziologicheskii zhurnal SSSR* [The Physiological Journal of the USSR], 1982, vol. 68, no. 4, pp. 443–446. (in Russ.)
2. Klimov P.K. *Funktsional'nye vzaimosvyazi v pishchevaritel'noy sisteme* [Functional Interrelations in the Digestive System]. Leningrad, Science Publ., 1976. 272 p.
3. Korot'ko G.F. *Zheludochnoe pishchevarenie, ego funktsional'naya organizatsiya i rol' v pishchevaritel'nom konveyere* [Gastric Digestion, its Functional Organization and Role in the Digestive Pipeline]. Tashkent, Medicine Publ., 1980. 219 p.
4. Korot'ko G.F. *Vvedenie v fiziologiyu zheludochno-kishechnogo trakta* [Introduction to the Physiology of the Gastrointestinal Tract]. Tashkent, Medicine Publ., 1987. 186 p.
5. Korot'ko G.F., Askhanov G.A., Aripov A.N. [Regulatory Role of Pancreatic Secretion in Motor Activity of the Stomach]. *Fiziologiya i patologiya motornoy deyatel'nosti zheludochno-kishechnogo trakta: Materialy simpoziuma* [Physiology and Pathology of Motor Activity of the Gastrointestinal Tract. Materials of the Symposium], 1992, pp. 129–131. (in Russ.)
6. Korot'ko G.F., Ablyazov A.A. [Differentiation of Excretory Reactions of the Stomach, Duodenum and Pancreas for Trial Breakfasts of Different Composition]. *Fiziologiya cheloveka* [Physiology of Man], 1993, vol. 19, no. 3, pp. 135–140. (in Russ.)

7. Korot'ko G.F. *Sekretsiya podzheludochnoy zhelezy* [Secretion of the Pancreas]. 2nd ed. Krasnodar, KSMU Publ., 2005. 312 p.
8. Korot'ko G.F. *Sekretsiya slyunnykh zhelez i elementy salivadiagnostiki* [Secretion of Salivary Glands and Elements of Salivadiagnostics]. Moscow, Academy of Natural History Publ., 2006. 192 p.
9. Korot'ko G.F. *Zheludochnoe pishchevarenie* [Gastric Digestion]. Krasnodar, OOOBK Group B Publ., 2007. 256 p.
10. Korot'ko G.F. *Fiziologiya organov sistemy pishchevareniya. Lektsii dlya nachinayushchikh gastroenterologov (uchebnoe posobie)* [Physiology of the Organs of the Digestive System. Lectures for Beginning Gastroenterologists (Textbook)]. Krasnodar, Tradition Publ., 2013. 264 p.
11. Korot'ko G.F. *Fiziologiya sistemy pishchevareniya* [Physiology of the Digestive System]. Krasnodar, OOOBK Group B Publ., 2009. 608 p.
12. 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.
13. Kuznetsov A.P., Smelysheva L.N., Vasil'eva Yu.A. [Secretory Function of the Stomach with the Action of Emotional and Muscle Tension]. *Vestnik Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Fiziologiya, psikhologiya, meditsina* [Bulletin of the Kurgan State University. Ser. Physiology, Psychology, Medicine], 2014, iss. 6, no. 1 (32), pp. 16–19. (in Russ.)
14. 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.)
15. Kuznetsov A.P., Sidorov R.V. [Gastroenteropathic Endocrine System of a Man under the Influence of Muscle 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.)
16. Kuznetsov A.P., Smelysheva L.N., Sazhina N.V., Gryaznykh A.V., Panov S.V. [Neuroendocrine Mechanisms of the Regulation of the Secretion of the Digestive Glands in Muscle Work]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii nauk ekologii i bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti* [Bulletin of the International Academy of Ecology and Life Safety], 2011, vol. 16, no. 3, pp. 134–140. (in Russ.)
17. 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'nye i prikladnye aspekty fiziologii pishchevareniya i pitaniya: Vserossiyskiy simpozium s mezhdunarodnym uchastiem, 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. Ugolyevo], 2016, pp. 61–63. (in Russ.)
18. Kuchina N.V. [The Influence of Emotional Stress on the Activity of Salivary Glands]. *Materialy 25-y Yubileynoy nauchno-prakticheskoy konferentsii vrachey Kurganskoy oblasti, posvyashchennoy 50-letiyu Kurganskoy oblasti* [Materials of the 25th Jubilee Scientific and Practical Conference of Doctors of the Kurgan Region, Dedicated to the 50th Anniversary of the Kurgan Region], 1992, pp. 107–109. (in Russ.)
19. Matrosova E.M., Kurygin A.A., Groysman S.D. *Vagotomiya (posledstviya i ikh mekhanizmy)* [Vagotomy (Consequences and Their Mechanisms)]. Leningrad, Science Publ., 1981. 2016 p.
20. Ovsyannikov V.I. *Motornaya funktsiya zheludochno-kishechnogo trakta: mekhanizmy tormozheniya. Tezisy Doklady XVII s"ezda fiziologicheskogo obshchestva imeni I.P. Pavlova* [Motor Function of the Gastrointestinal Tract. Mechanisms of Inhibition. Theses Reports of the XVII Congress of the Physiological Society Named After I.P. Pavlova]. Kazan', 2001. 178 p.
21. Sazhina N.V., Kuznetsov A.P., Smelysheva L.N., Gryaznykh A.V. [On Some Protective Factors of Mixed Saliva, Gastric and Pancreatic Juice in Conditions of Emotional Stress in a Healthy Person]. *Vestnik Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Fiziologiya, psikhologiya, meditsina* [Bulletin of the Kurgan State University. Ser. Physiology, Psychology, Medicine], 2012, iss. 4, no. 1 (23), pp. 33–38. (in Russ.)
22. Sazhina N.V., Kuznetsov A.P. [Secretory Function of the Stomach and the Content of Immunoglobulins in the Blood Serum in a Healthy Person under Conditions of Emotional Stress]. *Vestnik*

*Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Fiziologiya, psikhologiya, meditsina* [Bulletin of the Kurgan State University. Ser.. Physiology, Psychology, Medicine], 2015, iss. 7, pp. 16–19. (in Russ.)

23. Sukhodolo V.D., Sukhodolo I.V. *Periodicheskaya deyatel'nost' glavnykh pishchevaritel'nykh zhelez* [Periodic Activity of the Main Digestive Glands]. Tomsk, TU Publ., 1997. 155 p.

24. Johnson L.R. *Physiology of the Gastrointestinal Tract*. Acad. Press Elsevier. 2006, vol. 1, 2000 p.

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

26. Schuster M.M., Crowell M.D., Koch K.L. *Gastrointestinal Motility in Health and Disease* (Sec. ed.). BC Decker Inc. Hamilton. London, 2002. 472 p.

*Received 12 May 2017*

---

**ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ**

Кузнецов, А.П. Влияние мышечного и эмоционального напряжения на объем слюны, желудочного и поджелудочного соков и мочи у лиц с различным уровнем повседневной двигательной активности / А.П. Кузнецов, А.С. Московкин, А.Д. Шалабодов // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17, № 3. – С. 5–17. DOI: 10.14529/hsm170301

**FOR CITATION**

Kuznetsov A.P., Moskovkin A.S., Shalabodov A.D. Influence of Muscle and Emotional Tension on Volumes of Saliva, Gastric and Pancreatic Juice, and Urine in People with Different Levels of Daily Physical Activity. *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. 3, pp. 5–17. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm170301