

© Ю.А. Хорина, А.П. Гайдарова, Г.А. Корощенко, М.А. Суботялов, Р.И. Айзман

УДК 591.133 + 591.149.2

ОСОБЕННОСТИ ВОДНО-СОЛЕВОГО ОБМЕНА И ФУНКЦИЙ ПОЧЕК У ЮНОШЕЙ РАЗНЫХ ТИПОВ КОНСТИТУЦИИ

Ю.А. Хорина, А.П. Гайдарова, Г.А. Корощенко, М.А. Суботялов,
Р.И. Айзман (Новосибирск, Россия)

Статья посвящена изучению особенностей водно-солевого обмена и функций почек у юношей разных типов конституции. Установлено, что в плазме крови юношей гиперстенического типа концентрация натрия достоверно выше, а у юношей астенического типа уровень калия выше по сравнению с другими типами. На фоне спонтанного мочеотделения показатели гидро- и ионоуретических функций почек и гормонального статуса достоверно не различались между юношами разных конституциональных групп. После 1 % водной нагрузки у юношей гиперстенического типа отмечался повышенный уровень диуреза при пониженной реабсорбции жидкости, тогда как уровень экскреции натрия достоверно ниже, а выведение калия выше по сравнению с другими типами.

Ключевые слова: почки, юноши, типы конституции, водно-солевой обмен, гормоны.

Учение о конституции человека имеет многовековую историю [17]. Но в настоящее время отсутствует общепринятая теория и классификация конституций. В первую очередь, это связано с достаточно различными методическими подходами к выделению конституциональных типов, как собственно неоднозначное толкование и самого понятия «конституция» [14]. Для характеристики конституциональных типов оценивали особен-

ности телосложения, двигательную активность, психо-физиологические и функциональные особенности организма [6, 7, 18]. Накоплен обширный материал, свидетельствующий о конституционально-генетической предрасположенности человека к некоторым заболеваниям, специфике клинической картины в зависимости от типа индивидуальной конституции человека [13], особенностях адаптационных процессов при смене климата или географического региона [3, 8, 9].

Хорина Юлия Александровна – студентка ИЕСЭН, Новосибирский государственный педагогический университет.

Гайдарова Анна Павловна – студентка ИЕСЭН, Новосибирский государственный педагогический университет.

E-mail: anna-gajdarova@yandex.ru

Корощенко Галина Анатольевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности ИЕСЭН, Новосибирский государственный педагогический университет

Суботялов Михаил Альбертович – кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности ИЕСЭН, Новосибирский государственный педагогический университет

E-mail: subotyalov@yandex.ru

Айзман Роман Иделевич – доктор биологических наук, профессор кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности ИЕСЭН, Новосибирский государственный педагогический университет

E-mail: roman.aizman@mail.ru

Собраны данные по биохимическим особенностям человека в зависимости от типа конституции. Е.Н. Хрисанфова в своей книге «Конституция и биохимическая индивидуальность человека» пытается дать обобщенную биохимическую характеристику для групп пятнадцатилетних подростков, применительно к соматическим вариантам Штефко–Островского. Отмечалась высокая индивидуальность биохимических признаков, в том числе содержания в крови белков, кальция, магния, фосфора, брома, фтора, йода и ряда гормонов [19, 20].

Однако сведения о функциональном состоянии почек в зависимости от типа конституции у взрослых людей практически отсутствуют. В связи с этим целью настоящей работы явилось изучение особенностей водно-солевого обмена и функций почек у юношей разных типов конституции.

Методика. В исследовании принимали участие юноши различных факультетов НГПУ в возрасте 18-24 лет в количестве 70 человек.

Для выделения типа конституции были использованы следующие антропометрические показатели: длина (ДТ) и масса тела (МТ), окружность грудной клетки (ОГК), которые измеряли по унифицированным методикам [15, с. 250]. Для интегральной оценки массоростового соотношения рассчитывали индекс

Кетле ($ИК = МТ (кг)/ДТ (м^2)$). Для оценки пропорциональности развития грудной клетки использовали индекс Эрисмана $ИЭ = ОКГ - \frac{1}{2}$ роста (в см). Индекс Пинье служил для оценки уровня телосложения: $ИП = L - (P + ОКГ)$ (где L – длина тела, см; P – масса тела, кг; ОКГ, см).

Все участники эксперимента после сбора фоновой пробы мочи получали перорально водную нагрузку из расчета 1% от массы тела [2, с. 5] Для этого использовали кипяченую водопроводную воду комнатной температуры. Посленагрузочные пробы мочи собирали с интервалом 30 минут в течение 3 часов.

Концентрацию ионов натрия и калия в моче и плазме крови определяли методом пламенной фотометрии с использованием фотометра «BMB Technologies (Великобритания) [4, 5, 10]. Для определения осмотической концентрации мочи и плазмы крови использовали метод криоскопии [16]. Измерения выполняли на миллиосмометре «OSMOMAT» (Германия).

Концентрацию креатинина и мочевины в моче и плазме определяли с помощью цветной реакции Яффе на фотоэлектроколориметре “Spekol” (Германия).

Парциальные функции почек рассчитывали по общепринятым формулам [11, 12] (табл. 1).

Таблица 1.

Расчет парциальных функций почек.

Показатель	Обозначения	Формула расчета	Единица измерения
Диурез	V	$D/t \cdot S$	мл/мин*1,73м ²
Скорость клубочковой фильтрации	GFR	$U_{CR} \cdot V / P_{CR}$	мл/мин*1,73м ²
Относительная реабсорбция жидкости	R _{H2O} , %	$(GFR - V) \cdot 100\% / GFR$	%
Экскреция натрия	U _{NA} *V	U _{NA} *V	мкмоль/мин*1,73м ²

Экскреция калия	$U_K * V$	$U_K * V$	мкмоль/мин*1,73м ²
Экскретируемая фракция натрия	EF_{NA}	$(U_{NA} * V) * 100\% / (GFR * P_{NA})$	%
Экскретируемая фракция калия	EF_K	$(U_K * V) * 100\% / (GFR * P_K)$	%
Осмотический концентрационный индекс	U_{OSM}/P	U_{OSM}/P_{OSM}	-
Очищение осмотически активных веществ	C_{OSM}	$U_{OSM} * V / P_{OSM}$	мл/мин*1,73м ²

где: D-количество мочи (мл),

t – время, за которое собрана моча (мин.),

S - площадь поверхности тела (м²),

$S=1,672 * \sqrt{M * L / 10^4}$; M – масса тела (кг), L – длина тела (см); 10⁴ – переводной коэффициент на м².

U_{cr}, P_{cr} – концентрация креатинина в моче (U) и плазме (P) (мг%);

U_{NA}, P_{NA} – концентрация натрия в моче и плазме (ммоль/л);

U_K, P_K – концентрация калия в моче и плазме (ммоль/л);

U_{osm}, P_{osm} – концентрация осмотически активных веществ в моче и плазме (мосм/л).

Достоверность результатов между группами и по сравнению с фоновыми показателями оценивали методами вариационной статистики по t-критерию Стьюдента.

На основании антропометрических данных юноши были разделены на три группы по типам конституции: астенический тип (11 чел.), нормостенический (33 чел.) и гиперстенический (26 чел.) (табл. 2).

Таблица 2.

Антропометрические показатели юношей разных типов конституции (M±m)

Показатели	Группы		
	Астеники	Нормостеники	Гиперстеники
Возраст, лет	18,63±0,35	19,47±0,25	19,95±0,46
Вес, кг	62,36±1,43 ^{*Δ}	68,99±1,35	84,43±2,19*
Рост, см	182,40±1,86 ^Δ	177,18±1,16	175,78±0,73
ОКГ, см	84,45±0,95 ^{*Δ}	89,83±0,62	99,29±1,77*
ИП	34,36±0,95*	19,25±0,77	-6,66±3,83 ^{*Δ}
ИК, кг/м ²	18,98±0,28*	21,93±0,37	26,90±0,86 ^{*Δ}
ИЭ	-6,14±0,76*	1,24±0,73	10,76±1,24 ^{*Δ}

Примечание:

* – достоверные отличия от нормостеников;

Δ – достоверные отличия гиперстеников от астеников.

Результаты. На первом этапе исследования были проанализированы ионно-осмотические показатели плазмы крови юношей разных типов конституции. Как видно из таблицы 3, показатели не выходили за пределы нормативных значений. Анализ содержания натрия в плазме у юношей гиперстенического типа оказался достоверно

выше по сравнению с показателями астенического типа. Концентрация калия в плазме у «астеников» оказалась выше по сравнению с другими группами, а уровень осмотически активных веществ – достоверно ниже. Уровни креатинина и мочевины в плазме достоверно не различались между группами.

Таблица 3.

Ионно-осмотические показатели плазмы крови у юношей разных типов конституции (M±m)

Группы	P_{Na} , ммоль/л	P_K , ммоль/л	P_{osm} , мосм/л	P_{creat} , мг %	P_{urea} , ммоль/л
Нормативные значения [1]	130-148 140,7±0,6	3,4-4,8 4,1±0,1	282-302 294,9±1,0	0,80-1,20	4,2-8,3
Астеники	145	4,6±0,2 ^{*Δ}	280,6±3,8 [*]	0,90	4,29±0,3
Нормостеники	146,9±1,4	4,1±0,1	289,3±1,7	0,90	4,25±0,3
Гиперстеники	148,5±1,4 ^Δ	4,2±0,1	286,8±2,0	1,00	4,97±0,3

Примечание: см. табл. 1. В нормативных значениях показан диапазон колебаний и среднестатистические показатели.

Далее проводили анализ функций почек у юношей разного типа конституции до и после введения водной нагрузки. Оказалось, что фоновые показатели гидроуретической и ионоуретической функций почек у юношей

всех групп достоверно не различались (табл.4). Таким образом, в условиях физиологического покоя не выявляются конституциональные различия функций почек у юношей.

Таблица 4.

Фоновые показатели гидро- и ионоуретической функций почек у юношей на фоне спонтанного мочеотделения (M±m)

Показатель	Группы		
	Астеники	Нормостеники	Гиперстеники
V	1,73±0,44	1,42±0,19	1,68±0,22
R_{H_2O} , %	99,64±0,07	99,56±0,02	99,25±0,40
GFR	209,8±68,4	219,4±41,2	179,3±37,1
UNA*V	296,4±45,1	295,9±38,8	258,8±17,5
U K*V	120,2±20,7	126,06±20,1	156,7±18,4
EF Na, %	0,55±0,15	0,39±0,03	0,42±0,10
EF K, %	8,13±3,09	6,81±0,67	5,83±0,60

Примечание: см. табл. 1.

Известно, что наиболее информативной характеристикой функционального состояния почек является их способность выводить водно-солевые нагрузки [2].

Поэтому мы оценили реакцию почек на прием 1 % водной нагрузки. Было выявлено, что у юношей гиперстенического типа процент выведения водной нагрузки оказался ниже аналогичных показателей «нормостеников» и «астеников» (рис. 1). При этом у

юношей нормо- и астенического типов телосложения достоверных отличий по данному показателю не обнаружено (рис. 1.). Вероятно, за счет большей массы тела и, следовательно, большей величины водной нагрузки, гиперстеники за 3 часа не успевали выводить тот объем жидкости, который экскретировали юноши других типов конституции.

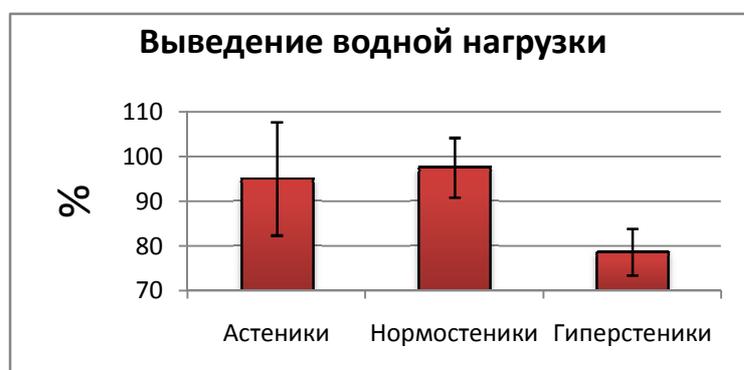


Рис. 1.
Выведение 1 %-ной водной нагрузки юношами разных типов конституции ($M \pm m$)

Таблица 5.

Средний уровень экскреции мочи и электролитов юношами за три часа наблюдения после приема 1 %-ной водной нагрузки ($M \pm m$)

Показатель	Группы		
	Астеники	Нормостеники	Гиперстеники
V	3,34±0,86	3,17±1,06	2,60±0,99
GFR	247,1±56,5	312,3±68,0	193,3±47,6
R _{H2O}	96,3±2,3	97,8±1,6	97,2±1,2
U _{NA} *V	333,9 ±98,2	358,4 ±117,1	323,5±105,1
U _K *V	96,6±33,3	121,9 ±40,4	233,1 ±113,4
EF _{Na}	2,09±0,80	1,16±0,48	1,62±0,74
EF _K	11,19±1,53*	18,33±6,31	24,55±6,47
U _{osm} /P _{osm}	1,52±0,31	1,19±0,25	1,48±0,39
C _{osm}	2,63±1,06	1,90±0,65	3,01±1,39
C _{H2O}	-1,4± 0,71	-1,01± 0,43	-1,32± 0,87

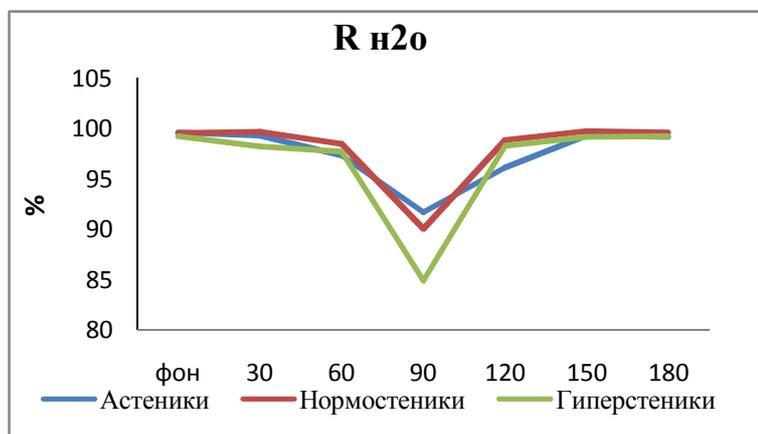
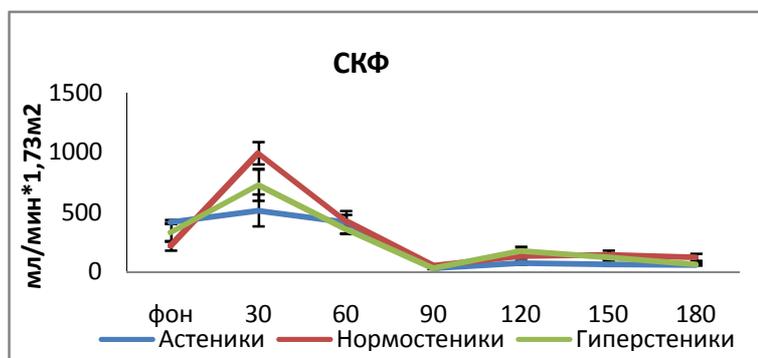
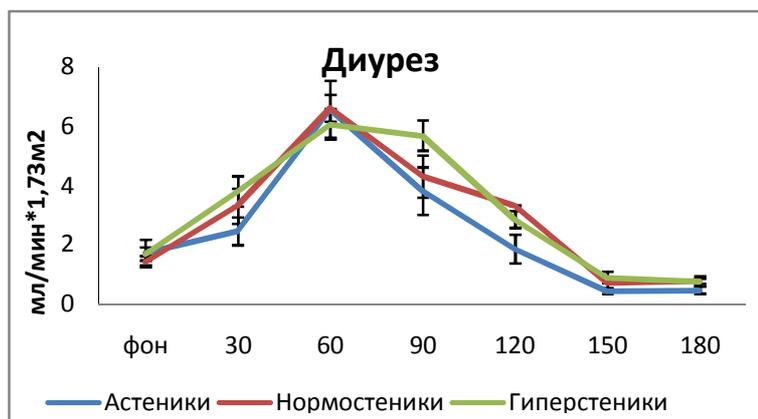


Рис. 2.

Динамика изменения гидроуретической функции почек в группах юношей разных типов конституции в ответ на введение 1 % водной нагрузки ($M \pm m$)

Поскольку средние показатели реакции почек на водную нагрузку не имели достоверных различий, нами была рассмотрена динамика развития данной реакции за 3 часа с 30 минутным интервалом.

Анализ гидроуретической функции почек показал, что во всех исследуемых группах уровень диуреза постепенно увеличивался и достигал своего максимума к 60-й минуте. Было отмечено, что в группе «гиперстеников» диурез достигал максимума медленнее, но продолжал оставаться на более высоком уровне до середины второго часа, что сопровождалось пониженным уровнем реабсорбции жидкости на протяжении всего периода наблюдения. В группах «астеников» и «нормостеников» уровень диуреза быстро снижался с 60 мин. нагрузки, и достигал уровня фоновых показателей (рис. 2). Пик реабсорбции наблюдался к 90 минуте и к 120-150 минутам показатели реабсорбции жидкости также возвращались к норме. СКФ достигал максимальных значений к 30 минуте после приема водной нагрузки, вероятнее всего, за счет вымывания остаточной фоновой мочи из мочевого пузыря повышенным диурезом, о чем свидетельствовали высокие значения креатинина мочи в этот период. Затем отмечалось резкое снижение СКФ до уровня фоновых показателей. Можно полагать, что 1 % водная нагрузка не вызывала выраженных изменений фильтрационных процессов у юношей в динамике реакции. Более низкий уровень скорости клубочковой фильтрации наблюдался в группе «астеников» по сравнению с другими обследуемыми.

Анализ ионоуретической функции почек показал, что уровень экскреции натрия почками в группах «астеников» и «гиперстеников» достоверно не отличался,

тогда как у юношей нормостенического типа этот показатель был достоверно выше по сравнению с другими группами на 30 и 60 минутах выведения водной нагрузки (рис. 3).

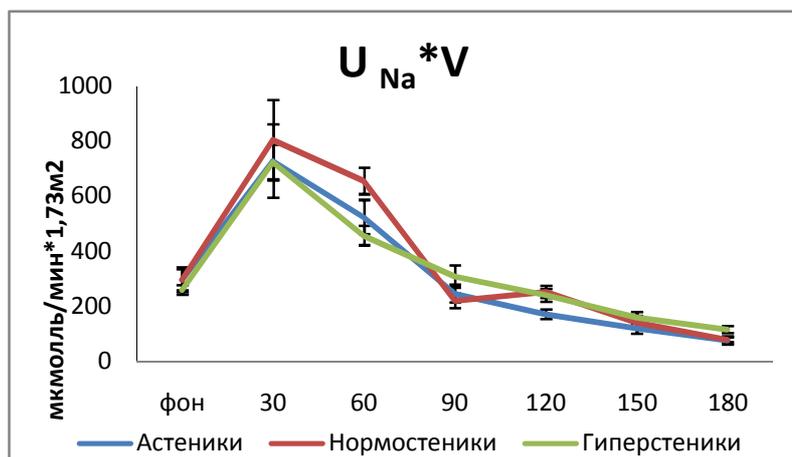


Рис. 3.
Динамика изменения натрийуретической функции почек в группах юношей разных типов конституции в ответ на введение 1 % водной нагрузки ($M \pm m$)

При рассмотрении калийуретической функции почек было отмечено, что экскреция данного катиона достоверно различалась на протяжении всего периода наблюдения между группами. Максимальный уровень выведения калия почками был выявлен на 30 и 60 мин. реакции, при этом в группе гиперстеников этот показатель был достоверно выше по сравнению с аналогичными показателями у других типов конституции (рис. 4).

Изменения C_{osm} и C_{H_2O} были практически одинаковые во всех группах

(табл. 6). На тридцатой минуте исследования наблюдалось максимальное изменение показателей, а затем снижение C_{osm} и повышение C_{H_2O} до 180 минуты, что свидетельствовало о развитии осморегулирующей реакции по типу водного диуреза. Следует отметить, что показатели экскреции осмотически активных веществ у гиперстеников были выше по сравнению с группами астеников и нормостеников, что может свидетельствовать о меньшей степени почечной функции разведения у них.

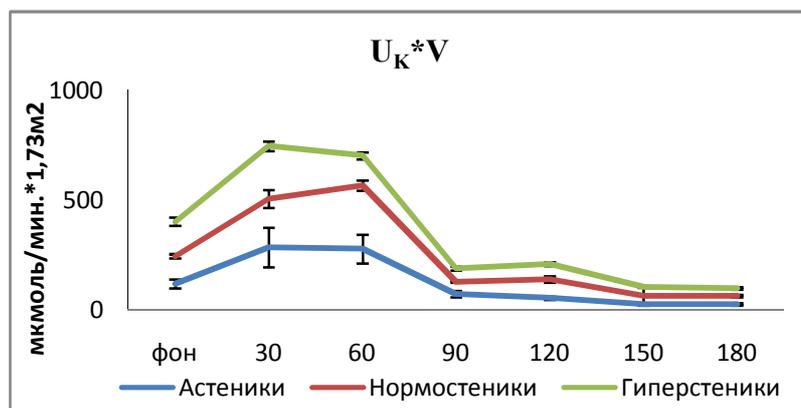


Рис. 4.
Динамика экскреции калия почками юношей разных типов конституции в ответ на введение 1 % водной нагрузки ($M \pm m$)

Таким образом, наиболее ярко различия в динамике диуреза, реабсорбции жидкости, содержании ионов натрия и калия в плазме

крови, а также по уровню C_{osm} и C_{H_2O} проявились у юношей гиперстенического типа конституции.

Таблица 6.

Динамика изменения осмотического концентрационного индекса и клиренса осмотически свободной воды у юношей разных типов конституции в ответ на введение 1% водной нагрузки ($M \pm m$)

Время, мин.	фон	30	60	90	120	150	180
Группы							
C_{osm} , мл/мин*1,73м ²							
Астеники	4,17±0,40	7,61±2,20	4,40±2,16	1,56±0,17	1,10±0,40	0,40±0,24	-
Нормостеники	4,63±0,63	4,64±0,94	2,70±0,39	1,47±0,17	1,15±0,13	0,86±0,15	0,60±0,18
Гиперстеники	4,87±0,52	7,46±1,25	2,79±0,27	2,12±0,21 ^{*Δ}	1,51±0,13	1,02±0,11 ^Δ	0,89±0,09
C_{H_2O} , мл/мин*1,73м ²							
Астеники	-2,87± 0,20	-4,58± 1,27	-	-	-	-0,23± 0,06	-0,55± 0,20
Нормостеники	-3,21± 0,39	-2,48± 1,81	-1,59± 0,46	-	-0,24± 0,02	-0,48± 0,13	-0,27± 0,06
Гиперстеники	-3,44± 0,40	-4,81± 1,08	-1,32± 0,30	-0,9±0,36	- 0,48±0,20*	-0,50± 0,07 ^Δ	-0,38± 0,08

При исследовании гормонального статуса юношей разных типов конституции было отмечено, что достоверных отличий в содержании гормонов не обнаружено. Однако, уровень тестостерона у юношей гиперстенического типа имел тенденцию к

более низким значениям, чем у «астеников» и «нормостеников», тогда как показатель кортизола в крови юношей этой группы имел тенденцию к повышению по сравнению с аналогичными показателями других групп (табл. 7).

Таблица 7.

Гормональный статус юношей разных типов телосложения ($M \pm m$)

Группы	Тестостерон, нмоль/л	Эстрадиол, пг/мл	Кортизол, нмоль/л
Астеники	23,2±1,5	0,29±0,01	504±23,75
Нормостеники	23,71±2,37	0,27±0,01	447,66±27,45
Гиперстеники	20,34±1,4	0,27±0,01	514,92±27,90

Таким образом, у юношей гиперстенического типа содержание натрия в плазме достоверно выше по сравнению с

показателями юношей астенического типа конституции, тогда как уровень калия в плазме у юношей астенического типа выше

по сравнению с другими типами. На фоне спонтанного мочеотделения показатели гидро- и ионоуретических функций почек достоверно не различались. У юношей гиперстенического типа после введения водной нагрузки отмечался повышенный уровень диуреза на фоне более низкой реабсорбции жидкости. После введения водной нагрузки уровень экскреции ионов натрия у юношей гиперстенического типа достоверно ниже, а экскреция ионов калия достоверно выше по

сравнению с другими типами. У них отмечалась также тенденция к увеличению уровня кортизола и уменьшению уровня тестостерона в плазме крови. Вероятно, эти функциональные и биохимические особенности почек и водно-солевого обмена у юношей-гиперстеников, которые проявились в виде тенденции, требуют дальнейшего анализа на большом контингенте обследуемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Айзман Р.И.** Возрастные особенности водно-солевого обмена и функций почек: дисс. канд. биол. наук. – Новосибирск, 1984. – 143 с.
2. **Айзман Р.И.** Оценка водно-солевого обмена с помощью нагрузочных проб // Новые методы научных исследований в клинической и экспериментальной медицине. – Новосибирск. – 1980. – 5 с.
3. **Ахматов В.Н.** Рост и развитие девочек Коми на тюменском севере. – 2003. – 26 с.
4. **Берхин Е.Б., Иванов Ю.И.** Методы экспериментального исследования почек и водно-солевого обмена. – Барнаул, 1972. – С. 6–7.
5. **Булатов М.И.** Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа. – Л.: Химия, 1968. – 160 с.
6. **Бунак В.В.** Методика антропометрических исследований. – М.-Л.: Биомедгиз, 1931. – 168 с.
7. **Горизонтов П.Д., Майзелис М.Я.** Значение конституции для развития болезней // Руководство по патологической физиологии. – М.: Медицина, 1966. – С. 286–319.
8. **Ефремова В.П.** Морфофункциональные показатели физического развития мужского населения Красноярского края: автореф. дис... канд. мед. наук. – Красноярск, 1996. – 21 с.
9. **Жвавый Н.Ф.** Медико-антропологические подходы в изучении организма коренных жителей Тюменского Севера. – М.: 1995. – 37 с.
10. **Кравчинский Б.Д.** Современные основы физиологии почек. – Л.: Медгиз, 1958. – С. 19–21.
11. **Лакин Г.Ф.** Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
12. **Наточин Ю.В.** Почка // Справочник врача. – СПб.: СПбУ, 1997. – 154 с.
13. **Никитюк Б.А.** Генетические маркеры – конституция – клиника // Генетические маркеры в антропогенетике и медицине. – Хмельницкий, 1988. – 152–169 с.
14. **Орлов С.А.** Конституциональный подход к биологии человека. Современные проблемы анатомии человека и медицинской антропологии: сб. науч. работ / М-во здравоохранения Рос. Федерации, Тюмен. Гос. Мед. Акад., 2003. – 58 с.
15. **Ставицкая А.Б., Арон Д.И.** Методика исследования физического развития детей и подростков. – М.: Медгиз, 1959. – 250 с.
16. **Соколова М.М.** Определение концентрации осмотически активных веществ в биологических жидкостях // Лабораторное дело. – М.: 1967. – № 10. – 10 с.



17. **Суботялов М.А., Дружинин В.Ю.** Индивидуально-типологический (конституциональный) подход к организму и личности в аюрведической медицине // Традиционная медицина. – 2011. – № 3 (26). – С. 60–63.
18. **Суботялов М.А.** Морфофункциональные и психофизиологические особенности подростков и юношей различных конституциональных типов: автореф. дис.... канд. биол. наук. – Томск, 2002. – 25 с.
19. **Хрисанфова Е.Н.** Конституция и биохимическая индивидуальность человека. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 160 с.
20. **Хрисанфова Е.Н., Титова Е.П.** Эндокринная формула как конституциональный признак в периоде развития // Вопросы антропологии, 1986. – 77 с.

UDK 591.133 + 591.149.2

FEATURES OF WATER-SALT METABOLISM AND RENAL FUNCTIONS IN YOUTHS OF DIFFERENT CONSTITUTION TYPES

*Yu.A. Khorina, A.P. Gajdarova, G.A. Koroschenko, M.A. Subotyalov,
R.I. Aizman (Novosibirsk, Russia)*

The parameters of water-salt metabolism and kidney functions in young men of different constitutional types were studied. It has been found that plasma sodium concentration was significantly higher in boys of hypersthenic type, but plasma potassium level was higher in boys of asthenic type compare to other types. The background parameters of plasma and urine, characterized the hydro- and ion-excretory renal function as well the hormonal status, did not significantly differ between boys of different constitutional groups. After a 1 % water load boys of hypersthenic type had an elevated level of urine excretion at a reduced fluid reabsorption, whereas the level of sodium excretion was significantly lower, and the excretion of potassium was higher than in other types.

Keywords: *kidney, youth, the types of the constitution, the water-salt metabolism, hormones.*

Horina Yulia Aleksandrovna – the student of Institute of natural social and economic sciences, Novosibirsk State Pedagogical University.

Gajdarova Anna Pavlovna – the student of Institute of natural social and economic sciences, Novosibirsk State Pedagogical University.

E-mail: anna-gajdarova@yandex.ru

Koroshchenko Galina Anatolevna – the candidate of biological sciences, the senior lecturer of faculty of anatomy, physiology and safety of ability to live, Novosibirsk State Pedagogical University.

Subotyalov Mihail Albertovich – the candidate of biological sciences, the senior lecturer of faculty of anatomy, physiology and safety of ability to live, Novosibirsk State Pedagogical University.

E-mail: subotyalov@yandex.ru

Aizman Roman Idelevich – the doctor of biological sciences, the professor of faculty of anatomy, physiology and safety of live, Novosibirsk State Pedagogical University.

E-mail: roman.aizman@mail.ru