

**СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У МОЛОДЫХ ЖИТЕЛЕЙ ЯКУТИИ С НОРМАЛЬНЫМ И ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ****Сергей Георгиевич КРИВОЩЕКОВ<sup>1</sup>, Ирина Андреевна ПИНИГИНА<sup>2</sup>, Наталья Владимировна МАХАРОВА<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*НИИ физиологии СО РАМН  
630117, г. Новосибирск, ул. Тимакова, 4*<sup>2</sup>*ГУ Якутский научный центр СО РАМН  
677001, г. Якутск, ул. Сергеляхское шоссе, 2*

С целью изучения структурно-функциональных особенностей сердечно-сосудистой системы и метаболических показателей у жителей Крайнего Севера были обследованы здоровые мужчины-якуты, не занимающиеся спортом (основная группа,  $n = 38$ , средний возраст  $24,5 \pm 0,4$  лет), и больные артериальной гипертензией (группа сравнения,  $n = 48$ , средний возраст  $47,2 \pm 0,8$  лет), проживающие в г. Якутске. Обследование включало осмотр, антропометрию, эхокардиографию, интегральную реографию тела, измерение артериального давления (АД), биохимический анализ крови. Основная группа была разделена на 2 подгруппы (с нормальным и повышенным АД). Результаты исследования показали, что низкие значения ударного и минутного объемов кровообращения (нормированных к площади тела — СИ и УИ) среди здоровых коренных жителей Якутии являются прогностическими признаками будущего развития высокого АД. Метаболизм липидов и триглицеридов не показывает существенных различий между лицами с нормальным и повышенным АД на ранних этапах формирования гипертензии. В основе структурных изменений отделов миокарда, сопровождающих формирование гипертензивных состояний, лежит увеличение толщины межжелудочковой перегородки. При развитии артериальной гипертензии с гипертрофией ЛЖ более негативная тенденция наблюдается в случае формирования концентрического варианта гипертрофии.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая система, эхокардиография, типы кровообращения, жители Севера.

Состояние здоровья населения Крайнего Севера подвергается негативному действию целого комплекса факторов внешних условий: производственно-технических, геофизических, экономических, социальных и других, влияющих на приспособительные процессы, снижая адаптивные резервы организма. Изменения в регуляторных и гомеостатических системах, возникающие в результате такого воздействия, определяют характер и специфику формирования патологии [1, 2].

В настоящее время сердечно-сосудистые заболевания остаются основной причиной смертности трудоспособного мужского населения республики Саха (Якутия). Отмечается рост первичной заболеваемости болезнями системы кровообращения, в том числе и в молодом возрасте. При этом одним из ведущих факторов риска в популяции Якутии, определяющим развитие и степень неблагоприятия эпидемиологической ситуации в отношении риска смерти от сердечно-сосудистых заболеваний, является артериальная гипертензия (АГ) [3]. Артериальная гипертензия на Севере, по данным некоторых авторов, имеет региональные особенности течения — большая тяжесть, быстрое прогрессирова-

ние, метеолабильность [4–6]. Отмечается специфика адаптированности молодых мужчин в Якутии на основе морфологических и функциональных признаков сердечно-сосудистой системы [7].

В этой связи представляет интерес обследование лиц с «высоким нормальным артериальным давлением» (термин на основе рекомендации Всероссийского научного общества кардиологов), у которых риск развития артериальной гипертензии выше, чем у лиц с нормальным уровнем артериального давления [8, 9].

Целью настоящего исследования явилось изучение структурно-функциональных показателей сердечно-сосудистой системы и метаболических показателей у молодых мужчин в условиях Крайнего Севера в зависимости от уровня артериального давления.

**Материал и методы**

Обследована группа мужчин якутской национальности в возрасте от 20 до 29 лет, проживающих в г. Якутске, работающих на одном предприятии и не состоящих на диспансерном учете по поводу хронических заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной, мочевыводящей систем (основная группа,  $n = 38$ , средний возраст  $24,5 \pm 0,4$  лет).

*Кривощек С.Г. — проф., д.м.н., зав. лабораторией «Функциональные резервы организма», e-mail: krivosch@physiol.ru*  
*Пинигина И.А. — н.с.*  
*Махарова Н.В. — н.с.*

Согласно Российским рекомендациям Всероссийского научного общества кардиологов и Ассоциации медицинских обществ по качеству выделяются следующие уровни артериального давления (АД) [10]:

- оптимальное АД: систолическое АД (АДсист.) < 120 мм рт. ст., диастолическое АД (АДдиаст.) < 80 мм рт. ст.;
- нормальное АД: АДсист. = 120–129 мм рт. ст., АДдиаст. = 80–84 мм рт. ст.;
- высокое нормальное АД: АДсист. = 130–139 мм рт. ст., АДдиаст. = 85–89 мм рт. ст.;
- артериальная гипертензия: АДсист.  $\geq$  140 мм рт. ст., АДдиаст.  $\geq$  90 мм рт.ст.;
- изолированная систолическая артериальная гипертензия: АДсист.  $\geq$  140 мм рт. ст., АДдиаст. < 90 мм рт. ст.

Если значения АДсист. и АДдиаст. попадают в разные категории, то при разделении пациентов на группы рекомендовано ориентироваться на более высокий уровень артериального давления [10].

Соответственно этим рекомендациям основная группа была разделена нами условно на 2 подгруппы: грА (n = 13), куда вошли лица с оптимальным и нормальным артериальным давлением (далее «группа с нормальным АД»), и грВ (n = 25)—лица с высоким нормальным артериальным давлением и лица с зафиксированными нами эпизодами повышения АД на фоне высокого нормального давления (далее «группа с повышенным АД»).

Для изучения направленности изменений структурно-функциональных и гемодинамических характеристик сердечно-сосудистой системы в исследование была включена группа сравнения. В нее вошли 48 мужчин-якутов, больных первичной артериальной гипертензией I–III степени, в возрасте от 35 до 54 лет (средний возраст  $47,2 \pm 0,8$  лет), состоящие на диспансерном учете у кардиолога в поликлинике по месту жительства. Группа сравнения была разделена также на две подгруппы в зависимости от степени АГ: грС (n = 29), куда вошли больные с АГ I–II степени и грD (n = 19)—пациенты с АГ III степени. Диагноз был установлен на основе клинико-инструментальных и лабораторных исследований [10]. Критериями исключения из исследования в группе сравнения явились гемодинамически значимые нарушения ритма и проводимости сердца, перенесенный инфаркт миокарда в анамнезе и рубцовые изменения миокарда по электрокардиограмме, систолическая перегрузка левого желудочка, депрессия сегмента ST, гипертрофическая кар-

диомиопатия, пороки сердца, признаки сердечной недостаточности, хроническая обструктивная болезнь легких, сахарный диабет. На момент исследования больные из группы сравнения получали гипотензивное лечение.

Обследование включало осмотр, измерение АД, антропометрию, электрокардиографию, эхокардиографию, интегральную реографию тела, забор крови из локтевой вены в утренние часы натощак.

Измерение АД проводили по стандартной методике Всемирной организации здравоохранения (1980). Анализировались АДсист., АДдиаст. и расчетные показатели: пульсовое артериальное давление (ПАД), среднее артериальное давление (АДср).

Антропометрическое обследование включало измерение длины тела (ДТ, см), массы тела (МТ, кг), окружности талии и бедер по стандартной методике. Оценивались: индекс массы тела (ИМТ,  $\text{кг}/\text{м}^2$ ), индекс Рорера (отношение  $\text{МТ}/\text{ДТ}^3$ ,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ); индекс отношения объема талии к объему бедер (ОТ/ОБ); индекс Пинье ( $\text{ДТ} - (\text{МТ} + \text{окружность грудной клетки})$ ); площадь поверхности тела по формуле Issacson ( $1 + (\text{ДТ} - 160 + \text{МТ})/100$ ).

Эхокардиографическое исследование проводилось на аппарате фирмы ATL (США) модель HDI-3000, по общепринятой методике двумерной эхокардиографии. Определялись частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), толщина межжелудочковой перегородки (ТМЖП, мм), толщина задней стенки левого желудочка (ТЗС ЛЖ, мм), конечный систолический размер левого желудочка (КСР ЛЖ, см), конечный диастолический размер ЛЖ (КДР ЛЖ, см), конечно-систолический объем ЛЖ (КСО ЛЖ, мл), конечно-диастолический объем ЛЖ (КДО ЛЖ, мл), ударный объем (УО, мл), минутный объем кровообращения (МОК, л/мин), масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ, г). Далее рассчитывались индексы ТЗС, ТМЖП, КСР, КДР, КСО, КДО, УО, ММЛЖ как отношение величины измеренного показателя к площади поверхности тела. Систолическую функцию ЛЖ оценивали по фракции выброса (ФВ, %).

Гипертрофия миокарда ЛЖ в нашем исследовании диагностировалась при значении индекса ММЛЖ  $> 124 \text{ г}/\text{м}^2$  [9, 10]. Выделяют два типа гипертрофии миокарда ЛЖ: концентрическую (КГ), когда увеличены индекс массы миокарда ЛЖ и относительная толщина его стенок, и экцентрическую (ЭГ), когда увеличен индекс массы миокарда ЛЖ при нормальной относительной толщине его стенок.

Типы гипертрофии ЛЖ оценивали в соответствии с классификацией А. Ganau [11] по соотношению индекса ММЛЖ (ИММЛЖ) и относительной толщины стенок ЛЖ (ОТС). ОТС ЛЖ рассчитывали по формуле:  $ОТС = ТЗС + ТМЖП/КДР$ . За повышение ОТС принимали значение 0,45 ед. и более. Гипертрофию ЛЖ относили к концентрической при  $ОТС \geq 0,45$  и увеличенном ИММЛЖ, к эксцентрической — при  $ОТС < 0,45$  и увеличенном ИММЛЖ.

Тип кровообращения определяли по сердечному индексу (СИ). К эукинетическому типу кровообращения (ЭТК) были отнесены случаи с диапазоном колебаний СИ от 2,75 до 3,5 л/(мин  $\times$  м<sup>2</sup>), к гипокинетическому — при значениях СИ  $< 2,75$  л/(мин  $\times$  м<sup>2</sup>), к гиперкинетическому — при значениях СИ  $> 3,5$  л/(мин  $\times$  м<sup>2</sup>) [12].

Методом интегральной реографии тела регистрировали общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС) с последующим вычислением удельного периферического сопротивления сосудов (УПСС) как отношения ОПСС к площади поверхности тела.

Для оценки уровня функционирования системы кровообращения был использован индекс функциональных изменений (ИФИ) [13]:

$ИФИ = 0,011 ЧСС + 0,014 АД_{сист.} + 0,008 АД_{диаст.} + 0,014 В + 0,009 МТ - 0,009 ДТ - 0,27^*$

Авторы рассматривают ИФИ как показатель адаптационного потенциала системы кровообращения. Мы рассматривали ИФИ как показатель

функционирования системы кровообращения: при ИФИ до 2,6 — удовлетворительная функция, от 2,6 до 3,1 — напряжение функции, от 3,1 до 3,5 — неудовлетворительная функция, от 3,5 и выше — срыв функции системы кровообращения.

Также были использованы показатели двойного произведения (ДП) и индекса двойного произведения (ИДП), косвенно отражающие потребление кислорода миокардом [14].

Лабораторный метод исследования включал определение содержания в сыворотке крови общего холестерина (ОХС), холестерина липопротеидов низкой плотности (ХС ЛНП), холестерина липопротеидов высокой плотности (ХС ЛВП), триглицеридов (ТГ).  $ОХС > 5,0$  ммоль/л (190 мг/дл), или  $ХС ЛНП > 3,0$  ммоль/л (115 мг/дл), или  $ХС ЛВП < 1,0$  ммоль/л (40 мг/дл), или  $ТГ > 1,7$  ммоль/л (150 мг/дл) рассматривается как дислипидемия [9].

Результаты исследования обработаны с применением пакета статистических программ SPSS11.5 и представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  — среднее,  $m$  — ошибка среднего. Для оценки статистической значимости различий между средними величинами применяли критерий Манна—Уитни. Различия считали значимыми при  $p < 0,05$ .

#### Результаты исследования и их обсуждение

В целом в основной группе средняя МТ составила  $77,6 \pm 2,1$  кг, ДТ —  $171,5 \pm 1,0$  см, ИМТ —  $26,4 \pm 0,6$  кг/м<sup>2</sup> (табл. 1). Лица с нор-

Таблица 1

Антропометрические и метаболические показатели ( $M \pm m$ )

Показатель	Вся группа (n = 38)	грА (n = 13)	грВ (n = 25)	p
Длина тела, см	171,5 $\pm$ 1,0	168,9 $\pm$ 1,2	172,8 $\pm$ 1,3	<b>0,017</b>
Масса тела, кг	77,6 $\pm$ 2,11	74,7 $\pm$ 3,35	79,2 $\pm$ 2,7	0,363
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	26,4 $\pm$ 0,6	26,2 $\pm$ 1,1	26,5 $\pm$ 0,8	0,841
Площадь тела, м <sup>2</sup>	1,89 $\pm$ 0,03	1,84 $\pm$ 0,04	1,92 $\pm$ 0,03	0,161
Объем талии, см	90,2 $\pm$ 1,57	89,62 $\pm$ 3,09	90,44 $\pm$ 1,81	0,469
Объем бедер, см	100,2 $\pm$ 0,92	98,62 $\pm$ 1,89	101,04 $\pm$ 0,99	0,234
ОТ/ОБ	0,90 $\pm$ 0,01	0,91 $\pm$ 0,02	0,89 $\pm$ 0,01	0,677
Объем грудной клетки, см	98,0 $\pm$ 1,43	97,62 $\pm$ 2,48	98,20 $\pm$ 1,79	0,926
Индекс Рорера, кг/м <sup>3</sup>	15,4 $\pm$ 0,4	15,51 $\pm$ 0,7	15,34 $\pm$ 0,5	0,963
Индекс Пинье	-4,21 $\pm$ 3,22	-3,54 $\pm$ 5,43	-4,56 $\pm$ 4,08	0,975
АДсист., мм рт. ст.	132,8 $\pm$ 2,0	118,8 $\pm$ 1,1	140,0 $\pm$ 1,7	0,001
АДдиаст., мм рт. ст.	85,7 $\pm$ 1,5	81,9 $\pm$ 2,1	87,6 $\pm$ 2,0	0,069
Содержание ОХС, ммоль/л	5,21 $\pm$ 0,16	5,43 $\pm$ 0,26	5,11 $\pm$ 0,87	0,229
Содержание ТГ, ммоль/л	0,90 $\pm$ 0,07	0,97 $\pm$ 0,15	0,87 $\pm$ 0,08	0,757
Содержание ХС ЛВП, ммоль/л	1,29 $\pm$ 0,07	1,12 $\pm$ 0,05	1,37 $\pm$ 0,10	0,061
Содержание ХС ЛНП, ммоль/л	3,56 $\pm$ 0,13	3,86 $\pm$ 0,21	3,42 $\pm$ 0,16	0,158

\* — ЧСС в покое; В — возраст, лет.

мальным ИМТ составили 42,1%, с избыточной массой 34,2% и с ожирением 23,7%. Абдоминальное ожирение выявлено у 44,7%. Показатели индексов Рорера и Пинье соответствовали высокой плотности тела и гиперстеническому типу телосложения.

Среднее АДсист. в основной группе составило  $132,8 \pm 2,0$  мм рт. ст., АДдиаст. —  $85,7 \pm 1,5$  мм рт. ст. (табл. 1). Анализ гемодинамических и структурно-функциональных показателей ЛЖ отклонений от нормальных значений не выявил. Тип кровообращения по СИ соответствовал преимущественно эукинетическому ( $3,45 \pm 0,10$  л/(мин  $\times$  м<sup>2</sup>). Функционирования системы кровообращения в группе по среднему показателю ИФИ соответствовало удовлетворительной функции ( $2,59 \pm 0,04$ ).

Анализ средних значений показателей липидного профиля в основной группе показал превышение нормативных значений в виде повышения содержания ОХС и ХС ЛНП, что указывает на развитие процесса дислипидемии в изучаемой группе населения (табл. 1).

Сравнение антропометрических показателей (табл. 1) у лиц с нормальным (грА) и повышенным АД (грВ) достоверных отличий не выявило, за исключением большей ДТ у лиц с повышенным АД ( $p = 0,017$ ). По нормированным показателям (ИМТ, индексы Рорера и Пинье) группы достоверно не различались.

Сравнение структурно-функциональных показателей между группами А и В (табл. 2) показало достоверные различия по ТМЖП и ФВ: у лиц с повышенным АД ТМЖП была больше ( $p = 0,007$ ), а фракция выброса — достоверно ниже ( $p = 0,015$ ).

В грА АДсист. составило  $118,8 \pm 1,1$  мм рт. ст., АДдиаст.  $81,9 \pm 2,08$  мм рт. ст., в грВ АДсист. —  $140,5 \pm 1,68$  мм рт. ст., АДдиаст. —  $87,6 \pm 1,96$  мм рт. ст. У лиц грВ по сравнению с грА было достоверно больше пульсовое давление, АДср., ниже УО и СИ (табл. 3). Другие гемодинамические показатели достоверно не различались. Сравнение показателей, косвенно отражающих потребление кислорода миокардом (ДП и ИДП), статистических различий не выявило ( $p > 0,05$ ).

Таким образом, у здоровых лиц с повышенным давлением отмечалось снижение сократительной способности миокарда (уменьшение УИ, СИ), насосной функции (уменьшение ФВ) и ремоделирование отделов миокарда (повышение ТМЖП). В то же время такие гемодинамические факторы как ОПСС (только тенденция к повышению) и МОК статистически не различались. Аналогичные данные получены при исследовании лиц молодого возраста (18–25 лет) в Ростовской области [15]: люди с высоким нормальным АД имели достоверно более низкий СИ и (недостоверно) более низкий

Таблица 2  
Структурно-функциональные показатели в зависимости от артериального давления ( $M \pm m$ )

Показатель	Здоровые лица		Больные АГ		РА-В	РА-С	РА-D
	грА (n = 13)	грВ (n = 25)	грС (n = 29)	грD (n = 19)			
ТМЖП, мм	$8,54 \pm 0,31$	$9,24 \pm 0,14$	$10,33 \pm 0,18$	$11,84 \pm 0,35$	<b>0,007</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
Индекс ТМЖП, мм/м <sup>2</sup>	$4,65 \pm 0,12$	$4,84 \pm 0,08$	$5,78 \pm 0,13$	$6,40 \pm 0,19$	0,138	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
ТЗС ЛЖ, мм	$9,00 \pm 0,23$	$9,24 \pm 0,20$	$10,48 \pm 0,17$	$12,0 \pm 0,31$	0,476	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
Индекс ЗСЛЖ, мм/м <sup>2</sup>	$4,91 \pm 0,11$	$4,82 \pm 0,08$	$5,86 \pm 0,12$	$6,55 \pm 0,18$	0,152	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
КДР ЛЖ, см	$5,07 \pm 0,07$	$5,13 \pm 0,06$	$5,11 \pm 0,06$	$5,33 \pm 0,08$	0,492	0,374	<b>0,035</b>
Индекс КДР, см/м <sup>2</sup>	$2,77 \pm 0,05$	$2,69 \pm 0,04$	$2,87 \pm 0,04$	$2,85 \pm 0,04$	0,261	0,291	0,744
КСР ЛЖ, см	$2,97 \pm 0,08$	$3,15 \pm 0,06$	$3,15 \pm 0,04$	$3,39 \pm 0,04$	0,077	<b>0,030</b>	<b>0,001</b>
Индекс КСР, см/м <sup>2</sup>	$1,62 \pm 0,05$	$1,65 \pm 0,03$	$1,75 \pm 0,04$	$1,84 \pm 0,04$	0,538	0,096	<b>0,002</b>
КДО ЛЖ, мл	$122,9 \pm 4,2$	$127,7 \pm 3,2$	$125,3 \pm 3,4$	$137,6 \pm 4,6$	0,353	0,345	<b>0,043</b>
Индекс КДО, мл/м <sup>2</sup>	$66,96 \pm 1,79$	$66,63 \pm 1,38$	$69,80 \pm 1,84$	$75,28 \pm 3,68$	0,866	0,242	0,257
КСО ЛЖ, мл	$34,9 \pm 2,4$	$40,8 \pm 1,9$	$39,8 \pm 1,3$	$47,5 \pm 1,4$	0,078	0,057	<b>0,001</b>
Индекс КСО, мл/м <sup>2</sup>	$19,03 \pm 1,21$	$21,22 \pm 0,87$	$22,14 \pm 0,92$	$25,76 \pm 0,84$	0,113	0,087	<b>&lt; 0,001</b>
ММЛЖ, г	$162,31 \pm 7,34$	$175,70 \pm 6,01$	$237,06 \pm 8,72$	$308,36 \pm 12,15$	0,207	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
ИММЛЖ, г/м <sup>2</sup>	$87,93 \pm 2,42$	$91,34 \pm 2,40$	$131,96 \pm 4,80$	$167,76 \pm 7,35$	0,236	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
ФВ, %	$71,8 \pm 1,1$	$68,6 \pm 0,8$	$68,8 \pm 1,0$	$64,6 \pm 1,4$	<b>0,015</b>	0,078	<b>0,001</b>
ДП, усл. ед.	$93,8 \pm 5,1$	$101,8 \pm 3,9$	$81,5 \pm 3,8$	$73,7 \pm 2,4$	0,135	0,051	<b>0,001</b>
ИДП, усл. ед./г	$0,60 \pm 0,05$	$0,60 \pm 0,03$	$0,34 \pm 0,03$	$0,25 \pm 0,01$	0,902	<b>&lt; 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>

Таблица 3

Гемодинамические показатели в зависимости от артериального давления ( $M \pm m$ )

Показатель	Здоровые лица		Больные АГ		РА-В	РА-С	РА-Д
	грА (n = 13)	грВ (n = 25)	грС (n = 29)	грД (n = 19)			
ЧСС, уд/мин	78,8 ± 4,0	72,4 ± 2,4	63,6 ± 1,6	56,2 ± 1,4	0,229	<b>0,002</b>	<b>&lt; 0,001</b>
АДсис., мм рт. ст.	118,8 ± 1,1	140,0 ± 1,7	134,1 ± 4,6	134,4 ± 4,0	<b>0,001</b>	0,050	<b>0,001</b>
АДдиаст., мм рт. ст.	81,9 ± 2,1	87,6 ± 2,0	80,7 ± 1,5	86,7 ± 2,0	0,069	0,676	0,105
Пульсовое давление, мм рт. ст.	36,9 ± 2,1	52,4 ± 2,6	53,3 ± 3,4	47,8 ± 2,5	<b>0,001</b>	<b>0,003</b>	<b>0,004</b>
АДсер, мм рт. ст.	94,2 ± 1,5	105,1 ± 1,4	98,5 ± 2,4	102,6 ± 2,5	<b>0,001</b>	0,220	<b>0,010</b>
УО, мл	88,0 ± 2,2	86,9 ± 1,4	88,5 ± 2,0	90,2 ± 4,8	0,711	0,896	0,985
УИ, мл/м <sup>2</sup>	47,9 ± 0,7	45,4 ± 0,7	49,3 ± 1,0	49,5 ± 3,4	<b>0,025</b>	0,198	0,274
МОК, л/мин	6,88 ± 0,30	6,28 ± 0,22	5,74 ± 0,15	5,03 ± 0,41	0,206	<b>0,003</b>	<b>0,001</b>
СИ, л/м <sup>2</sup>	3,76 ± 0,17	3,29 ± 0,11	3,16 ± 0,08	2,77 ± 0,27	<b>0,032</b>	<b>0,001</b>	<b>0,008</b>
ОПСС, (дин · × с)/см <sup>-5</sup>	1257,0 ± 73,5	1404,7 ± 64,7	1414,2 ± 74,3	1865,1 ± 144,6	0,373	0,129	<b>0,006</b>
УПСС, (дин · × с)/(см <sup>-5</sup> · × м <sup>2</sup> )	686,7 ± 50,4	740,1 ± 43,0	788,5 ± 51,8	1011,3 ± 78,8	0,578	0,351	<b>0,014</b>
ИФИ	2,42 ± 0,05	2,69 ± 0,05	2,70 ± 0,09	2,76 ± 0,07	<b>0,003</b>	<b>0,049</b>	<b>0,002</b>

УИ по сравнению с лицами с нормальным давлением. Это, по-видимому, говорит об единых принципах изменений в сердечно-сосудистой системе и гемодинамике, сопровождающих тип кровообращения с повышенным уровнем артериального давления.

Увеличение ТМЖП, обнаруженное в нашей работе, возможно, связано с нагрузкой на правый желудочек и весь малый круг кровообращения, который, по данным ряда авторов, испытывает напряжение при дыхании низкотемпературным воздухом [16]. Интересные результаты были получены Я.Б. Ховаевой при исследовании практически здоровых лиц с разным уровнем артериального давления в возрасте от 18 до 60 лет [17], согласно которым уже при уровне АД 135/85 мм рт. ст. и выше начинается ремоделирование аорты, сопровождающееся изменением ее диаметра и формы, снижением эластичности. При этом у лиц с высоким нормальным АД и артериальной гипертонией I степени увеличивается входное сопротивление в большом круге кровообращения, несмотря на ремоделирование размеров аорты давлением. Увеличение же сопротивления в аорте ремоделирует толщину задней стенки ЛЖ и межжелудочковой перегородки, являясь одним из механизмов развития гипертрофии миокарда.

При межгрупповом сравнении достоверно более оптимальные значения ИФИ обнаружены у лиц с нормальным АД ( $p = 0,003$ ), **таблица 2**. В грА удовлетворительный уровень функции системы кровообращения в покое

составил 61,5%, напряжение механизмов функции — 38,5%, в грВ — соответственно 24 и 72%, а неудовлетворительная функция — 4%.

Сравнение показателей липидного обмена у лиц с нормальным и повышенным АД достоверных различий не выявило (**табл. 1**).

Таким образом, полученные данные позволяют высказать предположение, что наиболее ранними признаками роста АД являются гемодинамические изменения. В основе этих изменений лежит снижение УИ и СИ, отражающее общее уменьшение МОК, которое компенсируется ростом АД и ремоделированием толщины стенки межжелудочковой перегородки (у лиц группы В), в результате чего снижается фракция выброса.

Для подтверждения полученных результатов далее были проанализированы аналогичные гемодинамические и структурно-функциональные параметры у больных АГ. Все лица с АГ на момент исследования были с контролируемым уровнем АД, в связи с чем систолическое и диастолическое артериальное давление и связанные с ними расчетные показатели (пульсовое давление и среднее гемодинамическое давление) не анализировались.

Сравнение других гемодинамических показателей (**табл. 3**) выявило достоверно меньшие показатели МОК у больных АГ (грС и грД), чем у молодых мужчин с нормальным АД (грА). При этом по мере повышения уровня артериального давления от грА до грД средние показатели МОК уменьшались (**табл. 3**). Связанный с МОК показатель СИ также однонаправленно и значимо снижался по мере повышения АД.

Известно, что все типы гемодинамики — варианты нормы, обеспечивающие оптимальный уровень системного давления у здорового населения [18, 19]. Разные типы кровообращения обладают разными адаптивными возможностями для достижения оптимальных значений АДср. В нашем исследовании распределение по типам кровообращения в группах отличалось: у лиц с нормальным АД в большинстве случаев (61,5%) отмечался гиперкинетический тип кровообращения, эукинетический наблюдался у 38,5% обследованных, гипокинетический не был зарегистрирован. У лиц с повышенным АД гиперкинетический тип кровообращения отмечался в 32% случаев, эукинетический — в 52%, гипокинетический — в 16%.

На высокую частоту встречаемости гиперкинетического типа кровообращения среди здоровых лиц якутской национальности также указывает Г.К. Степанова [7]. Однако автор отмечает, что гиперкинетический тип кровообращения может рассматриваться как признак дезадаптации только в сочетании с такими морфометрическими и функциональными признаками, как высокий рост, низкие масса-ростовые индексы, низкая плотность тела, астенический тип телосложения, симпатикотонический тип вегетативной регуляции, высокие значения параметров гемодинамики и внешнего дыхания в покое и после нагрузки. Автор указывает на следующие признаки, отражающие наилучшую адаптированность к условиям Якутии: невысокий рост, нормостеническое телосложение, эукинетический тип кровообращения, нормотонический тип вегетативной регуляции.

В более ранних наблюдениях [20] отмечалось, что ухудшение функционального состояния (у спортсменов) сопровождается переходом из гипокинетического в эукинетический или гиперкинетический тип кровообращения.

По нашим данным эукинетический тип кровообращения чаще сопряжен с более высокими значениями АД, хотя и гиперкинетический тип также занимает высокий процент среди лиц с повышенным давлением.

Хотя по нашим данным нормальный уровень системного давления у обследованных лиц чаще совпадал с гиперкинетическим и эукинетическим типами кровообращения, не исключено, что преобладание вышеуказанных типов кровообращения отражает развитие компенсаторных процессов в ответ на действие комплекса экстремальных факторов Севера и не является оптимальным — состояние «незавершенной адаптации» [21]. По-видимому, деление на типы

кровообращения не дает достаточно убедительного прогноза развития гипертензии в будущем, так как распределение по типам кровообращения у больных АГ было различным. Так, у пациентов с АГ встречались все типы, хотя в грС в большинстве случаев (78,9%) был зарегистрирован эукинетический тип кровообращения, а в грD — гипокинетический (66,7%).

Анализ структурных параметров ЛЖ в грС и грD показал компенсаторные изменения (табл. 2). По мере повышения АД (грС и грD по сравнению с грА) увеличивались как абсолютные, так и индексируемые показатели ТМЖП, ЗСЛЖ, ММЛЖ ( $p < 0,001$ ) и некоторые объемные показатели. При этом ФВ, отражающая глобальную сократительную функцию ЛЖ, была достоверно ниже в грD и неизменной в грС по сравнению с грА.

Считается, что структурно-функциональная перестройка сердца при артериальной гипертензии определяется сложным взаимодействием между компонентами гемодинамической нагрузки, среди которых ведущая роль принадлежит степени артериальной гипертензии и ее длительности [22]. В этой связи исследованиями последних лет показано прогностическое значение эксцентрической и концентрической гипертрофии ЛЖ [23].

В нашем исследовании среди больных АГ гипертрофия ЛЖ выявлена у 29 человек (60%). При этом концентрическая гипертрофия составила 31% ( $n = 9$ ), эксцентрическая — 69% ( $n = 20$ ). Концентрическая гипертрофия ЛЖ регистрировалась во всех случаях у больных АГ III степени (грD), а эксцентрическая — в большинстве случаев у больных АГ II степени. Такие структурные показатели левого желудочка, как ТМЖП и ЗСЛЖ, при ЭГ были статистически достоверно меньше, чем при КГ, за исключением ИММЛЖ (табл. 4). Достоверные различия между группами больных с эксцентрической и концентрической гипертрофиями ЛЖ отмечены по большинству гемодинамических и функциональных показателей (УО, УИ, МОК, СИ, ФВ) и свидетельствуют о лучшей систолической и сократительной функции ЛЖ у лиц с эксцентрической гипертрофией ЛЖ, что укладывается в представления о компенсаторной гиперфункции [24]. Также у лиц с ЭГ статистически ниже показатели сосудистого сопротивления. По некоторым данным, развитие концентрической или эксцентрической гипертрофии определяется соотношением постнагрузки или преднагрузки [25–27]. Повышение постнагрузки ведет к увеличению «систолического напряжения» стенки

Таблица 4

Структурно-функциональные и геодинамические показатели сердечно-сосудистой системы у больных АГ с экцентрической и концентрической гипертрофиями ЛЖ ( $M \pm m$ )

Показатель	ЭГ	КГ	p
ТМЖП, мм	10,90 $\pm$ 0,12	13,22 $\pm$ 0,22	<0,001
Индекс ТМЖП, мм/м <sup>2</sup>	6,18 $\pm$ 0,12	6,97 $\pm$ 0,13	0,001
ЗСЛЖ ЛЖ, мм	11,10 $\pm$ 0,19	13,11 $\pm$ 0,26	<0,001
Индекс ЗСЛЖ, мм/м <sup>2</sup>	6,32 $\pm$ 0,15	6,97 $\pm$ 0,13	0,023
ММЛЖ, г	280,22 $\pm$ 9,87	338,29 $\pm$ 12,30	0,006
ИММЛЖ, г/м <sup>2</sup>	159,54 $\pm$ 6,81	177,36 $\pm$ 74,83	0,089
УО, мл	99,2 $\pm$ 3,4	81,6 $\pm$ 4,1	0,005
УИ, мл/м <sup>2</sup>	56,5 $\pm$ 2,4	42,6 $\pm$ 1,5	0,005
МОК, л/мин	6,17 $\pm$ 0,25	4,51 $\pm$ 0,43	0,006
СИ, л/(мин $\times$ м <sup>2</sup> )	3,51 $\pm$ 0,19	2,36 $\pm$ 0,18	0,001
ОПСС, дин $\cdot$ с/см <sup>-5</sup>	1347,4 $\pm$ 67,9	2207,2 $\pm$ 181,5	0,002
УПСС, (дин $\cdot$ с)/(см <sup>-5</sup> $\cdot$ м <sup>2</sup> )	762,3 $\pm$ 42,6	1191,2 $\pm$ 123,6	0,005
ФВ, %	69,1 $\pm$ 1,1	63,9 $\pm$ 1,5	0,014
ДП, усл. ед.	77,1 $\pm$ 2,8	76,1 $\pm$ 5,0	0,408
ИДП, усл. ед./г	0,27 $\pm$ 0,01	0,23 $\pm$ 0,02	0,134
ИФИ	2,70 $\pm$ 0,08	2,89 $\pm$ 0,13	0,134

ЛЖ и развитию концентрической гипертрофии с параллельным накоплением саркомеров в кардиомиоцитах, утолщением стенки ЛЖ при сохранении или уменьшении прежнего размера его полости. В случае увеличения преднагрузки повышается «диастолическое напряжение» стенки ЛЖ, в результате развивается экцентрическая гипертрофия ЛЖ, для которой характерны последовательное накоплением саркомеров и увеличение полости ЛЖ. По полученным результатам можно предположить, что возрастание массы миокарда ЛЖ при концентрическом варианте гипертрофии недостаточно, на что указывают достоверно более низкие показатели сердечного индекса, ударного объема, ударного индекса, минутного объема и сердечного индекса, чем у лиц с экцентрической гипертрофией ЛЖ.

Таким образом, у больных АГ прослеживалась однонаправленная тенденция гемодинамических и структурно-функциональных изменений сердечно-сосудистой системы по мере повышения степени АГ. Обнаруженные изменения у больных АГ, сопоставленные с изменениями у здоровых мужчин с разными уровнями АД позволяют говорить об общих механизмах, лежащих в основе полученных изменений.

#### Выводы

1. Низкие значения индексов ударного и минутного объемов кровообращения (нормированных к площади тела—СИ и УИ) среди

здоровых коренных жителей Якутии являются прогностическими признаками будущего развития высоких значений АД.

2. Метаболизм липидов и триглицеридов не показывает существенных различий между лицами с нормальным и высоким нормальным АД на ранних этапах формирования гипертонии.

3. В основе структурных изменений отделов миокарда, сопровождающих формирование гипертонических состояний, лежит увеличение толщины межжелудочковой перегородки.

4. При развитии артериальной гипертонии с гипертрофией ЛЖ более негативная тенденция наблюдается в случае формирования концентрического варианта гипертрофии.

5. Деление (доминирование) на типы кровообращения (эукинетический, гипокинетический, гиперкинетический) не позволяет с достаточной убедительностью прогнозировать формирование гипертонической болезни у здоровых лиц.

#### Литература

1. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. Новосибирск, 1980. 192 с.  
Kaznacheev V.P. Modern aspects of adaptation. Novosibirsk, 1980. 192 p.
2. Кейль В.Р., Кузнецова И.Ю., Митрофанов И.М. и др. Здоровье трудящихся промышленных предприятий Севера. Новосибирск: Наука, 2005. 231 с.  
Keil' V.R., Kuznetsova I.U., Mitrofanov I.M. et al. Health of workers of the industrial enterprises of the North. Novosibirsk: Nauka, 2005. 231 p.

3. *Иванов К.И.* Клинико-эпидемиологическая ситуация сердечно-сосудистых заболеваний в Республике Саха (Якутия): Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. Ростов-на-Дону, 2006. 48 с.
- Ivanov K.I.* Kliniko-epidemiological situation of cardiovascular diseases in Republic Sakha (Yakutia): Aftoreferat diss. ... doctor of medicine. Rostov-na-Donu, 2006. 48 p.
4. *Деряпа Н.Р., Рябинин И.Ф.* Адаптация человека в полярных районах Земли. Л.: Медицина, 1977. 296 с.
- Deryapa N.R., Ryabinin I.F.* Adaptation of the person in polar areas of the Earth. Leningrad: Meditsina, 1977. 296 p.
5. *Петрова И.Р.* Клинические и генетические особенности гипертонической болезни в якутской популяции: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 2004. 24 с.
- Petrova I.R.* Clinical and genetic features of hypertensive illness in the Yakut population. Aftoreferat diss. ... candidate of medicine. M., 2004. 24 p.
6. *Хаснулин В.И.* Введение в полярную медицину. Новосибирск, 1998. 337 с.
- Khasnulin V.I.* Introduction in polar medicine. Novosibirsk, 1998. 337 p.
7. *Степанова Г.К.* Морфологические и функциональные признаки адаптированности молодых мужчин разных этносов Республики Саха (Якутия): Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. М., 2005. 39 с.
- Stepanova G.K.* Morphological and functional signs of adaptedness of young men of different ethnoses Republics Sakhas (Yakutia). Aftoreferat. diss. ... doctor of medicine. M., 2005. 39 p.
8. Рекомендации Всероссийского научного общества кардиологов «Профилактика, диагностика и лечение артериальной гипертензии», 2004, второй пересмотр.
- Recommendations of the All-Russia scientific organisation of cardiologists «Preventive maintenance, diagnostics and treatment of an arterial hypertension», 2004, the second revision.
9. *Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В., Виллевальде С.В.* Рекомендации по артериальной гипертензии 2007: текст, контекст и размышления // Кардиология. 2008. (2). 72–78.
- Kobalava Z.D., Kotovskaia J.V., Villevalde S.V.* Recommendation on an arterial Клинические рекомендации Всероссийского научного общества кардиологов и Ассоциации медицинских обществ по качеству. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 640 с.
10. Clinical recommendations of the All-Russia scientific organisation of cardiologists and Association of medical societies on quality. M.: GEOTAR-MEDIA, 2007. 640 p.
11. *Ganau A., Devereux R.B., Roman M.J. et al.* Patterns of left ventricular hypertrophy and geometric remodeling in essential hypertension // J. Am. Coll. Cardiol. 1992. 19. 1550–1558.
12. *Органов Р.Г.* Кардиология. М.: Медицина, 2004. 848 с.
- Organov R.G.* Cardiology. Meditsina, 2004. 848 p.
13. *Баевский Р.М., Берсенева А.П.* Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 235 с.
- Baevskiy R.M., Berseneva A.P.* Estimation of adaptable possibilities of an organism and risk of development of diseases. M.: Meditsina, 1997. 235 p.
14. *Белоцерковский З.Б.* Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. М.: Советский спорт, 2005. 311 с.
- Belotserkovskiy Z.B.* Ergometrical and cardiological criteria of physical working capacity at sportsmen. M.: Sovetskiy Sport, 2005. 311 p.
15. *Камышанский О.А.* Распространенность факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний и структурно-функциональная характеристика сердечно-сосудистой системы у лиц молодого возраста с высоким нормальным артериальным давлением и артериальной гипертензией: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 2006. 19 с.
- Kamyshanskiy O.A.* Prevalence of risk factors of cardiovascular diseases and the structurally functional characteristic of cardiovascular system at persons of young age with high normal arterial pressure and an arterial hypertension: Aftoreferat diss. ... candidate of medicine. M., 2006. 19 p.
16. Патология человека на Севере. М.: Медицина, 1985. 416 с.
- A pathology of the person in the north. M.: Medicine, 1985. 416 p.
17. *Ховаева Я.Б.* Морфо-функциональное состояние аорты у лиц с разным уровнем артериального давления // Бюлл. СО РАМН. 2003. (2). 63–69.
- Khovaeva Ya.B.* Morfo-functional condition of an aorta at persons with different level of arterial pressure // Bull. SO RAMN. 2003. (2). 63–69.
18. *Гундаров И.А., Пушкарь Ю.Т., Константинов Е.Н.* О нормативах центральной гемодинамики, определяемых методом тетраполярной грудной реографии // Тер. арх. 1983. (4). 26–32.
- Gundarov I.A., Pushkar' U.T., Konstantinov E.N.* About the specifications of central haemodynamics defined by a method tetrapolar chest reography. // Ter. arkh. 1983. (4). 26–32.
19. *Шхвацабая И.К., Константинов Е.Н., Гундаров И.А.* О новом подходе к пониманию гемодинамической нормы // Кардиология. 1981. (3). 10–15.
- Shkhvatsabaya I.K., Konstantinov E.N., Gundarov I.A.* About the new approach to understanding of haemodynamic norm // Kardiologiya. 1981. (3). 10–15.
20. *Дембо А.Г., Земцовский Э.В.* Спортивная кардиология. Л.: Медицина, 1989. 460 с.
- Dembo A.G., Zemtsovskiy E.V.* Sports cardiology. L.: Meditsina, 1989. 460 p.
21. *Кривошеков С.Г., Леутин В.П., Чухрова М.Г.* Психофизиологические аспекты незавершенных адаптаций. Новосибирск: СО РАМН, 1998. 100 с.
- Krivoshekov S.G., Leutin V.P., Chukhrova M.G.* Psychophysiological aspects of not complete adaptations. Novosibirsk: SO RAMN, 1998. 100 p.
22. *Конради А.О.* Ремоделирование сердца и крупных сосудов при гипертонической болезни: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. СПб., 2003. 31 с.



Konradi A.O. Remodeling of heart and big vessels at arterial hypertension. Aftoreferat diss. ... doctor of medicine. SPb., 2003. 31 p.

23. Рябиков А.Н. Структурные изменения артериальной стенки и миокарда в популяции по данным ультразвукового исследования: методологические аспекты, детерминанты и прогностическое значение: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. Н., 2006. 58 с.

Riabikov A.N. The structural change of an arterial wall and a myocardium in population according to ultrasonic research: methodological aspects, determinants and prognosis value: Aftoreferat diss. ... doctor of medicine. M., 2006. 58 p.

24. Меерсон Ф.З. Миокард при гиперфункции, гипертрофии и недостаточности сердца. М.: Медицина, 1965. 319 с.

Meerson F.Z. Myocardium at hyperfunction, a hypertrophy and insufficiency of heart. M.: Medicine, 1965. 319 p.

25. Иванов А.П., Выжимов И.А. Ремоделирование левого желудочка у больных артериальной гипертензией // Клин. мед. 2006. (5). 38–41.

Ivanov A.P., Vyzhimov I.A. Remodeling of left ventriculi at sick of arterial hypertension// Klin. med. 2006. (5). 38–41.

26. Барсуков А.В., Шустов С.Б. Артериальная гипертензия. Клиническое профилирование и выбор терапии. СПб.: ЭЛБИ—СПб, 2004. 90 с.

Barsukov A.V., Shustov S.B. Arterial hypertension. Clinical profiling and a choice of therapy. SPb.: ELBI—SPb, 2004. 90 p.

27. Гогин Е.Е. Артериальная гипертензия: фундаментальные разработки и лечебная практика // Мат. IV Междунар. конф. по реабилитации (Москва, 4–6 декабря 2002 г.). М., 2003. 45–47.

Gogin E.E. Arterial hypertension: fundamental workings out and medical practice // Mat. IV Int. conf. on rehabilitation. M., 2003. 45–47.

## STRUCTURALLY FUNCTIONAL FEATURES OF CARDIOVASCULAR SYSTEM AND METABOLIC INDICATORS AT YOUNG INHABITANTS OF YAKUTIA WITH THE NORMAL AND RAISED LEVEL OF ARTERIAL PRESSURE

Sergey Georgievich KRIVOSCHEKOV<sup>1</sup>, Irina Aleksandrovna PINIGINA<sup>2</sup>, Natalia Vladimirovna MAHAROVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Physiology SB RAMS  
4, Timakov str., Novosibirsk, 630117

<sup>2</sup>Yakut Scientific Center SB RAMS  
4, Sergeliakhskoe highway, Yakutsk, 677019

For the purpose of studying of structurally functional features of cardiovascular system and metabolic indicators at inhabitants of the Far North, the healthy men-Yakuts, who are not going in for sport—the basic group (n = 38, middle age  $24,5 \pm 0,4$  years) and comparison group—sick of an arterial hypertension (n = 48, middle age  $47,2 \pm 0,8$  years), living in Yakutsk have been surveyed. Inspection included: survey, anthropometry, an echocardiography, integrated reography bodies, measurement arterial pressure, the biochemical analysis of blood. The basic group has been divided into 2 subgroups (with normal and raised systolic blood pressure). Results of research have shown, that low values of shock and minute volumes of blood circulation (interrelationship to the body area) among healthy aboriginal of Yakutia are the earliest signs of the future development of a hypertension. The metabolism of blood lipids and triglycerides does not show essential distinctions between persons with normal and high blood pressure at early stages of formation of a hypertension. At the heart of the structural changes of departments of a myocardium accompanying formation of hypertensive conditions the augmentation of a thickness of an interventricular septum lays. At development of an arterial hypertension with hypertrophy left ventricul of heart, more negative tendency is observed in case of formation of a concentric variant of a hypertrophy.

**Keywords:** cardiovascular system, an echocardiography, blood circulation types, inhabitants of the North.

Krivoschekov S.G. — professor, doctor of Medical Science, head of laboratory function reserves of organism,  
e-mail: krivosch@physiol.ru  
Pinigina I.A. — researcher  
Maharova N.V. — researcher