

УДК 612.1/2(470.13) + 613.614

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ У МУЖЧИН-СЕВЕРЯН

Ю.Г.СОЛОНИН, А.Л.МАРКОВ, Е.Р.БОЙКО

*Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*  
[solonin@physiol.komisc.ru](mailto:solonin@physiol.komisc.ru)

Обследовано 62 жителя Республики Коми в возрасте 24-49 лет. У них определяли морфологические, физиометрические и функциональные показатели, характеризующие здоровье. Проанализированы изменчивость показателей, их взаимосвязи. При сравнении со среднеширотными нормативами в функционировании организма мужчин-северян выявлены особенности, состоящие в ухудшении регуляции кровообращения и снижении уровня физического здоровья. Предложены региональные нормативы функциональных показателей.

**Ключевые слова:** Север, мужчины, здоровье, функциональные показатели, региональные нормативы

## YU.G. SOLONIN, A.L. MARKOV, E.R. BOJKO. HEALTH INDICES IN MALE NORTHERNERS

62 citizens of the Komi Republic (male, age 24-49) were examined with assessment of different physiological tests describing their health status. Variability of indices and correlations between them were analyzed in the course of the study. In addition, the results of the study were compared with moderate latitude data. Deterioration in blood circulation regulation and lower level of physical health were determined as physiological features among male Northerners. Regional norms of functional health indices are proposed as a result of conducted research work.

**Key words:** North, male, health, functional indices, regional norms

Изучению функциональных показателей здоровья у жителей Севера посвящен целый ряд исследований [1–3]. Однако в литературе недостаточное внимание уделялось особенностям состояния организма северян и анализу взаимосвязи показателей и их изменчивости (вариабельности) у жителей Севера.

Цель настоящей работы – изучить функциональные показатели здоровья у мужчин-северян, их изменчивость и взаимосвязи, сравнить их значения со среднеширотными нормативами.

### Материал и методы

Обследовано 62 практически здоровых мужчин в возрасте от 24 до 49 лет (в среднем  $34,1 \pm 0,76$  лет), с массой тела от 58 до 128 кг (в среднем  $85,8 \pm 1,67$  кг), ростом от 164 до 189 см (в среднем  $176,1 \pm 0,74$  см). Это были постоянные жители Республики Коми, проживающие в пределах  $61-64^\circ$  с.ш., служащие ряда ведомств и участники эксперимента «Марс-500», давшие письменное согласие на проведение обследования. Исследование одобрено локальным комитетом по биоэтике при Институте физиологии Коми НЦ УрО РАН. Обследование проведено в холодный период года (октябрь–ноябрь). В помещении температура воздуха была комфортной.

Рассчитывали «индекс массы тела» (ИМТ) по общеизвестной формуле. У волонтеров измеряли массу жира и долю жира в теле с помощью био-

электрического определителя жировых отложений OMRON BF 302 (Япония). Силу кистей определяли пружинным динамометром и рассчитывали «силовой индекс» (СИ) путем деления силы правой кисти на массу тела. Проводили пробы с задержкой дыхания (Штанге и Генчи). Жизненную емкость легких (ЖЕЛ) определяли сухим спирометром и рассчитывали «жизненный индекс» (ЖИ) – отношение ЖЕЛ к массе тела. Максимальное давление выдоха (МДВ) измеряли с помощью тонометра. Температуру тела (барабанной перепонки) и кожи кисти до и после локального охлаждения (холодовая проба) измеряли инфракрасным электронным термометром модели UT-101 (A&D Company Ltd., Япония).

В исследовании использован аппаратно-программный комплекс «Экосан-2007», созданный Институтом медико-биологических проблем РАН (г. Москва) совместно с фирмой «Медицинские компьютерные системы» (г. Зеленоград). Этот комплекс реализует методологию донозологического контроля за состоянием здоровья человека, разработанную и апробированную в космической медицине [4,5]. Система «Скус» прибора предназначена для измерения времени простой (ПЗМР) и сложной (СЗМР) зрительно-моторных реакций, а также критической частоты различения (КЧРМ) и слияния световых мельканий (КЧСМ). Система «Кардиовизор» прибора дает возможность на основе новой методики дисперсионного картирования электрокардиограммы регистрировать и оценивать показа-

тели «Миокард», «Пульс» и «Ритм». Система «Кардиовар» позволяет анализировать вариабельность сердечного ритма в соответствии с рекомендациями Баевского [4] и американских и европейских кардиологов [6]. В последние годы в физиологической и клинической литературе при оценке здоровья человека все больше внимания уделяется анализу вариабельности сердечного ритма [7-10]. Для анализа были выбраны следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС), среднее значение длительности кардиоинтервалов R-R, квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (RMSSD), число пар кардиоинтервалов с разницей более 50 мс в процентах к общему числу кардиоинтервалов в массиве (pNN50), стандартное отклонение всего массива динамического ряда R-R интервалов (SDNN), коэффициент вариации кардиоинтервалов, значение коэффициента автокорреляции после первого сдвига динамического ряда кардиоинтервалов (CC1) и число сдвигов при достижении автокорреляции нулевого значения (CC0), «стресс-индекс» или индекс напряжения регуляторных систем, суммарная мощность спектра во всех частотных диапазонах (TP), суммарная мощность спектра высокочастотного компонента (HF), суммарная мощность спектра низкочастотного компонента (LF), суммарная мощность спектра сверхнизкочастотного компонента (VLF), суммарная мощность спектра ультранизкочастотного компонента (ULF), доли спектров HF, LF и VLF в общей мощности спектров (в процентах), «индекс вегетативного баланса» (LF/HF), «индекс централизации» управления ритмом сердца (IC) и «показатель активности регуляторных систем» (ПАРС).

Основные параметры гемодинамики: систолическое (СД), диастолическое давление (ДД) и ЧСС измеряли электронным прибором модели UA-767 (A&D Company Ltd., Япония). Рассчитывали среднелинейное давление (СДД) по Хикему, «двойное произведение» по Робинсону, «вегетативный индекс Кердо» (ВИК), «индекс функциональных изменений» (ИФИ) по Баевскому, «индекс Скибинской» (ИС), «кардиореспираторный индекс Самко» (КРИС), «уровень физического здоровья» (УФЗ) по Апанасенко [11].

У части волонтеров (26 человек) изучали реакцию организма на кратковременную физическую нагрузку (проба Мартине-Кушелевского), ортостатическую пробу, на холодовой раздражитель, на велоэргометрическую нагрузку для определения физической работоспособности и расчета максимального потребления кислорода (МПК) по известной номограмме Астранда [12].

Полученные материалы подвергнуты статистической обработке с помощью программ Microsoft Excel и Biostat (версия 4.03) с проверкой вариационных рядов на характер распределения. В связи с тем, что некоторые показатели имеют асимметричное распределение, для представления данных в таблице применяли центильный метод. Проводили корреляционный анализ данных по Спирмену (ранговая корреляция) и анализ коэффициентов вариации показателей.

## Результаты и обсуждение

Как следует из данных, представленных в табл. 1, у обследованных мужчин при обычных значениях длины тела некоторые показатели близки или соответствуют таковым для жителей средней полосы страны. Это относится к силе кистей, времени сложной ЗМР, результатам пробы Штанге, ЖЕЛ, МДВ, температуре тела, кардиореспираторным индексам Скибинской и Самко. Отмечается тенденция смещения времени простой ЗМР, СД, ДД, СДД и ЧСС в покое к верхней границе нормы. Вместе с тем, по ряду показателей наблюдаются отклонения от среднеширотных нормативов. В целом у мужчин-северян имеется явная тенденция к увеличению массы тела, доли жира в теле, ИМТ, как реакция на холодовой фактор. Кроме того, у них заметно повышены ДП, ИФИ, что говорит о напряженном состоянии системы кровообращения. В то же время у северян гораздо ниже нормативов силовой индекс, КЧСМ, КЧРМ, ЖИ, ВИК (в группе наблюдений отмечалось преобладание парасимпатикотоников), УФЗ, МПК и, особенно, МПК/кг. Значения КЧСМ и КЧРМ свидетельствуют о снижении лабильности зрительного анализатора и соответствующих мозговых структур, УФЗ и МПК – о снижении физической работоспособности и уровня здоровья.

После выполнения кратковременной физической нагрузки (20 приседаний за 30 с) у волонтеров на 1-й минуте значения СД были увеличены в среднем всего на 10 мм рт.ст., а ЧСС – на 17 уд/мин, что говорит о сниженной реактивности гемодинамики у северян по сравнению с жителями средней полосы. В то же время восстановление показателей происходит в среднем только на 3-й минуте, что опять-таки свидетельствует о несовершенстве механизмов регуляции кровообращения у северян.

При ортостатической пробе статистически значимо возросли ДД (в среднем на 6 мм рт.ст.) и ЧСС (в среднем на 14 уд/мин). Переносимость пробы оказалась по реакции СД «хорошей», по ЧСС – «удовлетворительной», по ДД – «неудовлетворительной» [12]. В группе преобладал «гиперкинетический» тип реагирования на нагрузку. Существенное повышение ДД при ортопробе также свидетельствует об ухудшении регуляции гемодинамики, что является еще одной из особенностей организма северян.

До холодовой пробы температура кожи на кисти обследуемых лиц составила в среднем  $29,8 \pm 0,31^\circ\text{C}$ . После 30-секундного локального охлаждения кожи тающим льдом температура снизилась до  $12,5 \pm 0,40^\circ\text{C}$  и лишь на 9-10-й минутах достигла исходного значения. Это позволяет говорить лишь об «удовлетворительной» адаптации к холоду или «удовлетворительной» реактивности периферической сосудистой системы у мужчин-северян.

Показатели дисперсионного картирования и ВСР представлены в табл.2. Значения ЧСС в группе располагались у верхней границы нормы, в то время как длительность кардиоинтервалов находилась у нижней границы нормы. Если коэффициент вариации, стресс-индекс, близки к норме, то значения RMSSD, pNN50, SDNN ниже нормы, что свидетельствует о смещении вегетативного баланса в сторону преобладания симпатической нервной сис-

Таблица 1

**Некоторые морфологические, физиометрические и функциональные показатели у мужчин-северян в сравнении со среднеширотными нормативами**

Показатели	Средне-широтные нормативы	Мин. – Макс.	Медиана	25 - 75 перцентили
Возраст, лет	-	24 - 49	34,5	29 - 38
Длина тела, см	-	164 - 189	176	171 - 180
Масса тела, кг	-	58 - 128	83,5	79,2 - 92,0
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	20 - 25	20,9 - 37,0	27,6	24,8 - 29,6
Доля жира, %	8,5 - 22,0	9,3 - 32,5	18,9	15,5 - 23,4
Сила правой кисти, кг	-	32 - 74	50,5	46 - 56
Сила левой кисти, кг	-	30 - 64	48,0	42 - 54
Силовой индекс, %	66 и более	45 - 79	60	55 - 66
Время простой ЗМР, мс	До 200	164 - 288	192	180 - 210
Время сложной ЗМР, мс	До 300	173 - 289	237	217 - 244
КЧСМ, Гц	45 - 50	38,8 - 53,9	46,04	44,5 - 47,6
КЧРМ, Гц	39 - 46	34,4 - 52,1	40,37	38,1 - 44,5
Проба Штанге, с	50 и более	36 - 142	64	54 - 81
Проба Генчи, с	30 и более	18 - 101	35	28 - 43
Жизненная емкость легких, мл	-	3000 - 6300	4600	4000 - 4900
Жизненный индекс, мл/кг	56 и более	34 - 86	52	46 - 60
Максимальное давление выдоха, мм рт.ст.	80 - 120	70 - 240	148	111 - 178
Температура барабанной перепонки, °C	35,0 - 36,5	34,1 - 36,3	35,25	34,8 - 35,5
Систолическое АД, мм рт.ст.	100 - 140	109 - 154	130	124 - 137
Диастолическое АД, мм рт.ст.	60 - 90	63 - 102	82	76 - 88
Частота сердечных сокращений, уд/мин	55 - 75	43 - 94	71	64 - 79
Среднединамическое АД, мм рт.ст.	До 100	84 - 119	98	92 - 104
«Двойное произведение», усл.ед.	До 94	58 - 135	92	80 - 97
Вегетативный индекс Кердо, %	(-10) - (+10)	(-50) - (+17)	-15	(-26) - (-5)
Индекс функциональных изменений, баллы	До 2,59	2,07 - 3,24	2,62	2,46 - 2,81
Индекс Скибинской, баллы	31 и более	21 - 119	40,3	31,2 - 56,7
Кардиореспираторный индекс Самко, баллы	0,8 и более	0,68 - 1,64	1,01	0,90 - 1,15
Уровень физического здоровья, баллы	7 и более	(-4) - (+12)	2,0	0 - 6
МПК, л/мин	3,1 и более	2,2 - 4,4	3,3	2,93 - 3,60
МПК, мл/мин.кг	44 и более	33,8 - 53,5	39,9	36,5 - 43,9

Примечание. Прочерки здесь и в следующей таблице означают отсутствие данных.

темы. Вместе с тем, ряд показателей превышал верхнюю границу нормы – это касалось индексов «Миокард», «Ритм», ТР, мощности HF, LF, индекса вегетативного баланса, ИЦ и ПАРС.

Коэффициенты вариации, характеризующие биологическую изменчивость признаков, очень сильно различаются у разных показателей (от 1,5% у температуры тела до 103,9% у УФЗ). Слабое разнообразие признаков (коэффициенты вариации до 10%), кроме температуры тела, присуще показателям длины тела, СД, СДД, СЗМР, ДД. Среднее разнообразие признаков (коэффициенты вариации от 10 до 20%) выявлялось для показателей веса, ИМТ, силы, силового индекса, ПЗМР, КЧСМ, КЧРМ, ЖЕЛ и ЖИ, ЧСС, ДП, ИФИ, КРИС, МПК, длительности кардиоинтервалов, коэффициента автокорреляции после первого сдвига. Остальные показатели, представленные в таблицах (таких большинство: результаты дыхательных проб, различные индексы, показатели дисперсионного картирования и

вариабельности сердечного ритма), демонстрируют значительное разнообразие признаков (коэффициенты вариации более 20%).

Корреляционный анализ выявил статистически значимые связи между целым рядом изучаемых показателей. Ниже приводятся только некоторые коэффициенты корреляции со значением выше 0,211 ( $P < 0,05$ ) или выше 0,295 ( $P < 0,01$ ). С атмосферным давлением выявляют связь (возможно в определенной мере зависят от него): систолическое давление (-0,324), ИФИ (-0,29), ПАРС (-0,285), ИЦ (-0,393). С температурой наружного воздуха коррелирует только показатель ИЦ (0,382). С возрастом человека в значительной степени связаны: процент жира в теле (0,392), ИМТ (0,290), ЖИ (-0,422), ИФИ (0,430). С массой тела коррелируют: сила рук (0,543), ЖИ (-0,641), процент жира (0,786), СД (0,370), ДД (0,280), показатель «Ритм» (0,323), ИФИ (0,524). Ряд показателей связан с ИМТ (по-видимому, в немалой мере зависят от степени упи-

**Некоторые показатели дисперсионного картирования и вариабельности сердечного ритма у мужчин-северян в сравнении со среднеширотными нормативами**

Показатели	Средне-широтные нормативы	Мин. – Макс.	Медиана	25 - 75 перцентили
Индекс «Миокард», %	До 15	3 - 26	15	14,0 – 15,8
«Пульс», уд/мин	55 - 75	41 - 103	72	63 - 79
«Ритм», %	0 - 20	1 - 64	12	5 - 27
ЧСС, уд/мин	55 - 75	42 - 97	72	67 - 81
Длительность кардиоинтервалов, мс	800-1090	620-1430	830	738 – 895
RMSSD, мс	20 - 50	6 - 68	27	21,5 – 35,0
pNN50, %	10 - 30	0 - 45	6,9	4,3 – 14,2
Стандартное отклонение SDNN, мс	40 - 80	12 - 102	41,7	33,2 – 55,7
Коэффициент вариации кардиоинтервалов, %	3 - 12	1,9 – 10,0	5,1	4,4 – 6,4
CC1	-	0,14-0,91	0,73	0,67 – 0,80
CC0	-	1,16-15,67	4,47	3,32 – 7,31
Стресс-индекс, усл.ед.	80 - 150	16 - 246	93	62 - 152
Суммарная мощность спектра TP, мс <sup>2</sup>	800-1500	325 - 3133	1360	838 - 1871
Суммарная мощность HF, мс <sup>2</sup>	-	18 - 1545	257	180 - 418
Суммарная мощность LF, мс <sup>2</sup>	-	48 - 1615	463	314 - 654
Суммарная мощность VLF, мс <sup>2</sup>	-	17 - 733	211	150 - 365
Суммарная мощность ULF, мс <sup>2</sup>	-	12 - 1392	172	99 - 383
Мощность HF, %	15 - 25	3,3-73,5	26,5	15,5 – 36,4
Мощность LF, %	15 - 40	19,0-89,4	45,7	36,3 – 59,5
Мощность VLF, %	15 - 30	2,4-51,2	22,9	15,4 – 30,4
Индекс вегетативного баланса LF/HF, усл.ед.	-	0,26-5,02	1,69	0,94 – 3,67
Индекс централизации, усл.ед.	1,3-2,5	0,36-6,68	2,58	1,47 – 4,77
ПАРС, баллы	1 - 3	1 - 7	4,0	2 - 5

танности): сила рук (0,410), время задержки дыхания на вдохе (-0,274), ЖИ (-0,798), СД (0,355), ДД (0,391), ИФИ (0,636), показатель «Ритм» (0,390). Значение ДД коррелирует с СД (0,533) и ЧСС (0,321), время задержки дыхания на вдохе с ЖИ (0,314). С процентом жира связаны: время задержки дыхания на вдохе (-0,357), ИС (-0,361), СИ (-0,545) и ЖИ (-0,793).

Некоторые расчетные (интегральные) показатели также связаны между собой. Значение ИФИ коррелирует с ПАРС (0,291) и со стресс-индексом (0,419), т.е. степень адаптированности организма связана с активностью регуляторных систем и их напряжением. Значение ИЦ связано с ПАРС (0,463) и с МПК (-0,500). Значение ПАРС в свою очередь коррелирует с МПК (-0,408), т.е. с уменьшением физической работоспособности возрастает активность регуляторных систем. Значение ИС коррелирует с КРИС (0,686), т.е. два разных показателя состояния кардиореспираторной системы тесно связаны друг с другом. Такие показатели, как индекс «Миокард» и УФЗ, не коррелируют с другими показателями. Следовательно, можно предполагать, что эти индексы имеют самостоятельное значение в донозологической диагностике при оценке состояния миокарда и степени физического здоровья, и не могут быть заменены другими показателями.

Вопрос о том, что считать физиологической «нормой здоровья» для жителей разных географических местностей, до сих пор является дискуссии-

онным. Обычно принято считать «нормой» то, что типично для жителей средних широт нашей страны. В то же время существует и понятие о «региональных нормах» и на практике широко применяются такие нормативы (например, стандарты физического развития детей и подростков для различных регионов). Исходя из этого, мы предлагаем в качестве ориентировочных нормативов для мужчин-северян взять значения показателей, представленных в таблицах 1 и 2, в центильном интервале от 25-го до 75-го перцентили.

### Заключение

По целому ряду морфологических, физиометрических и функциональных показателей мужчины-северяне отличаются от жителей средних широт нашей страны. В связи с проживанием в более суровых природно-климатических условиях у них менее совершенна регуляция кровообращения в покое и при функциональных пробах и снижено физическое здоровье.

### Литература

1. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 190 с.
2. Сезонная динамика физиологических функций у человека на Севере / Под ред. Е.Р.Бойко. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 223 с.
3. Солонин Ю.Г. Широтные особенности физиологических функций у жителей Севера //

- Физиология человека, 1994. Т. 20. № 6. С. 137-143.
4. *Баевский Р.М., Берсенева А.П.* Введение в донозологическую диагностику. М.: Фирма «Слово», 2008. 220 с.
  5. *Григорьев А.И., Баевский Р.М.* Концепция здоровья и космическая медицина. М.: Фирма «Слово», 2007. 208 с.
  6. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use // *Circulation*, 1996. Vol. 93. No. 5. P. 1043-1065.
  7. *Захарова Н.Ю., Михайлов В.П.* Физиологические особенности вариабельности сердечного ритма в разных возрастных группах // *Вестник аритмологии*, 2003. № 31. С. 37-40.
  8. *Kristal-Bohen E., Froom P., Harari G., Ribak J.* Summer-winter differences in 24 h variability of heart rate // *J. Cardiovasc. Risk*. 2000. Vol. 7. No. 2. P. 141-146.
  9. *Umetani K., Singer D.H., McCraty R., Atkinson M.* Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender over nine decades // *J. Am. Coll. Cardiol*, 1998. Vol. 31. No. 3. P. 593-601.
  10. *Zhang J.* Effect of age and sex on heart rate variability in healthy subjects // *J. Manipulative Physiol. Ther*, 2007. Vol. 30. No. 5. P. 374-379.
  11. *Ананасенко Г.Л.* Диагностика индивидуального здоровья // *Гигиена и санитария*, 2004. № 2. С. 55-58.
  12. *Загрядский В.П., Сулимо-Самуйлло З.К.* Методы исследования в физиологии труда. Л.: Наука, 1976. 93 с.

Статья поступила в редакцию 30.03.2011.