

Г.К. Степанова

## ВЛИЯНИЕ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОРГАНИЗМА НА РЕЗЕРВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ЭТНОСОВ ЯКУТИИ

Медицинский институт Якутского государственного университета

Изучена связь между морфофункциональными признаками и резервными возможностями кардиореспираторной системы у различных этносов Якутии. У якутов высокие резервные возможности организма сочетаются с низким ростом, нормостеническим типом телосложения, нормотоническим типом вегетативной регуляции, экономичностью гемодинамического и напряжением респираторного компонентов кардиореспираторной системы в покое и в деятельном состоянии. Высокие резервные возможности организма выявлены также у высокорослых европеоидов, характеризующихся вегетативным равновесием. Высокие значения работоспособности у них были достигнуты при умеренном напряжении гемодинамики и наиболее экономичном среди всех морфофункциональных подгрупп участии дыхательной системы.

**Ключевые слова:** этносы Якутии, кардиореспираторная система, резервные возможности, тип телосложения, рост, тип вегетативной регуляции

Проникновение технического прогресса в самые отдаленные регионы Восточной Сибири за последние десятилетия привело к изменению традиционного уклада жизни коренного населения Севера, отказу от национальных особенностей питания, внедрению новых форм трудовой деятельности. Это вызвало изменение адаптивных качеств [6, 9, 11] и параметров кардиореспираторной системы (КРС), отражающих основные нормативы здорового человека, ведущего определенный образ жизни в данной местности. Степень устойчивости организма человека к неблагоприятным факторам окружающей среды во многом определяется признаками конституции [2, 4, 7]. Морфофункциональная характеристика коренного населения азиатского Севера изучалась в ряде работ [1, 2]. Однако вопросы, касающиеся особенностей взаимосвязи морфологической и функциональной конституций у разных этносов, нуждаются в дальнейшей разработке.

**Целью** настоящего исследования явилось изучение связей между адаптивным резервом КРС и морфофункциональными характеристиками: рост, типы телосложения и вегетативной регуляции у этносов Якутии.

**Материалы и методики исследований.** Группу исследования, проведенного в 1998-1999 гг., составили 83 молодые мужчины 17-23 лет (45 якутов и 38 европеоидов — уроженцы Якутии в 1-2-м поколениях), студенты ЯГУ. Для исследования параметров кардиогемодинамики использовали методику грудной тетраполярной реографии

[8]. По реограммам (реограф Р4-02), регистрируемым сидя на велоэргометре, рассчитывали сердечный индекс (СИ, л/м<sup>2</sup>), число сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин). Артериальное давление (АД) измеряли по методу Короткова. Исследовали реактивность системы вентиляции легких с помощью спирографии (спирограф «2-25»). Измеряли дыхательный объем и частоту дыхания (ЧД). Вычисляли минутный (МОД) и удельный объемы дыхания (МОД/кг). Для оценки работоспособности определяли объем работы (кДж), выполненной на последней ступени непрерывной двухступенчатой велоэргометрической нагрузки (первая ступень 100 Вт — 5 мин., вторая ступень 200 Вт — до отказа). Скорость педалирования 60 об/мин. Вычисляли удельную работоспособность (Дж/кг) — объем работы на последней ступени, приходящийся на 1 кг массы тела (МТ). Параметры КРС регистрировали в покое и на 1-й, 10-й, 15-й минутах восстановительного периода.

Для выделения лиц среднего, высокого и низкого роста использовали следующий статистический прием. В результате исследования 834 молодых мужчин (575 — якуты, 259 — европеоиды), куда были включены и обследуемые нами студенты, было получено, что средний рост (50% выборки) для якутов составляет 167-175 см и для европеоидов 173-181 см [5]. За границы интервала среднего роста взяты усредненные границы интервалов рассматриваемых двух этносов 170-178 см. Ниже 168 см и выше 180 см считали соответственно низкорослыми и высокорослыми. Среди обследо-

дованных этносов были выделены 12 подгрупп, отличающихся друг от друга по трем критериям: этническая принадлежность, рост и тип вегетативной регуляции (Таблица 1). Сравнительный анализ межэтнических особенностей морфофункциональных параметров проводили у одинакового числа (n=19) среднерослых лиц в обеих этнических группах, причем 19 якутов взяты методом случайной выборки. В таблицы не включены данные лиц с пограничными значениями роста (2 см) (якуты — 3, европеоиды — 1) и среднерослые якуты, не вошедшие в случайную выборку (n=5).

Исходный тонус вегетативной нервной системы (ВНС) определяли по значениям ЧСС в покое. Значения ЧСС от 60 до 75 уд/мин свидетельствуют о вегетативном балансе (нормотония), выше 75 уд/мин — о сдвиге баланса в сторону симпатикотонии, ниже 60 уд/мин — о сдвиге в сторону ваготонии [3]. Тип телосложения оценивали по индексу Пинье (ИП) [12].

## Результаты исследований и обсуждение

Распределение обследованных лиц по отдельным ростовым группам показало, что у обоих этносов преобладали среднерослые (якуты — 57,1%, европеоиды — 51,4%). У якутов количество высокорослых составило лишь 7,1%, а у европеоидов отсутствовали низкорослые.

У обоих этносов выявлено преобладание симпатикотоников, соответственно — 53,3 и 60,5%. Затем идут нормотоники (якуты — 35,6%, европеоиды — 31,6%) и минимальное количество ваготоников, соответственно — 11,1 и 7,9%. Выявленная нами высокая распространенность симпатикотоников свидетельствует о напряженности систем вегетативной регуляции в покое, которая в наибольшей степени выражена у высокорослых. За последнее десятилетие установлено увеличение значений ЧСС в покое у юношей — студентов ЯГУ [11]. В [10] указывается на возможность смены типа вегетативной регуляции кровообра-

Таблица 1

### **Взаимосвязь показателей антропометрии и физической работоспособности с исходным тонусом вегетативной нервной системы у юношей различного роста (M±S)**

| Ростовая группа | Исходный тонус ВНС, п | Рост, см  | Масса, кг | Окружность грудной клетки, см | Объем выполненной работы, кДж |
|-----------------|-----------------------|-----------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|
| Якуты           |                       |           |           |                               |                               |
| Высокие         | Симпатикотоники, 2    | 184       | 59        | 76,5±2,1                      | 30                            |
|                 | Ваготоники, 1         | 185       | 102       | 107,0                         | 36                            |
|                 | Всего, 3              | 184,3±3,1 | 73,3±25   | 86,6±17,6                     | 32±18                         |
| Средние         | Симпатикотоники, 10   | 173,7±2,1 | 66,5±5,5  | 84,0±4,8                      | 54,0±8,5                      |
|                 | Нормотоники, 6        | 172,6±1,9 | 62,8±4,6  | 81,2±5,4                      | 45,1±13,3                     |
|                 | Ваготоники, 3         | 171,7±2,1 | 62,7±3,8  | 81,3±2,0                      | 44,0±6,9                      |
|                 | Всего, 19             | 173,1±2,1 | 64,7±5,3  | 82,7±4,7                      | 49,6±11,1                     |
| Низкие          | Симпатикотоники, 8    | 163,9±2,1 | 51,8±5,9  | 79,1±5,1                      | 32,9±18,2                     |
|                 | Нормотоники, 7        | 165,6±1,3 | 59,6±5,1  | 83,6±5,5                      | 48,9±15,6                     |
|                 | Всего, 15             | 164,7±1,9 | 55,4±6,7  | 81,2±5,6                      | 40,1±18,0                     |
| Всего           | 37                    | 170,8±5,8 | 61,8±9,4  | 83,0±6,6                      | 43,4±15,0                     |
| Европеоиды      |                       |           |           |                               |                               |
| Высокие         | Симпатикотоники, 11   | 184,8±3,3 | 74,0±11,6 | 89,4±6,0                      | 60,0±0,1                      |
|                 | Нормотоники, 7        | 182,1±1,6 | 70,0±11,6 | 87,3±6,5                      | 47,7±16,4                     |
|                 | Всего, 18             | 183,8±3,0 | 72,4±11,4 | 88,6±6,1                      | 55,2±11,5                     |
| Средние         | Симпатикотоники, 9    | 174,3±2,4 | 63,6±5,8  | 84,8±5,2                      | 46,6±14,9                     |
|                 | Нормотоники, 7        | 174,1±2,1 | 67,1±4,4  | 84,7±3,8                      | 40,3±10,9                     |
|                 | Ваготоники, 3         | 175,3±3   | 60,3±7    | 83,0±0,1                      | 48±20,7                       |
|                 | Всего, 19             | 174,6±2,4 | 64,4±5,7  | 84,5±4,2                      | 44,5±14,1                     |
| Всего           | 37                    | 179,1±5,3 | 68,2±9,6  | 86,0±5,6                      | 49,3±13,8                     |

щения с парасимпатического на симпатический под влиянием возмущающих воздействий окружающей среды в еще более короткие сроки.

Анализ взаимосвязей работоспособности с морфофункциональными признаками выполнен в 8 подгруппах. При анализе не учитывали данные, полученные в подгруппах высокорослых якутов (2 подгруппы) и среднерослых ваготоников (1 подгруппа — якуты и 1 — европеоиды) из-за недостатка данных.

Изучен вклад гемодинамического и дыхательного компонентов КРС в состоянии покоя в подгруппах якутов, показавших наибольшие и практически одинаковые значения удельной работоспособности (среднерослые симпатикотоники — 815 Дж/кг и низкорослые нормотоники — 825 Дж/кг). У среднерослых симпатикотоников кислородный гомеостаз обеспечивается за счет высокого напряжения ССС. ЧСС имеет 2-е из наиболее высоких значений среди 8 рассматри-

ваемых подгрупп. В то же время вклад респираторного компонента оказался весьма экономичным — удельный МОД составил 145 мл/кг — 1-е из минимальных значений. У низкорослых нормотоников реципрокность взаимоотношений составляющих КРС при выполнении нагрузки носила противоположный характер. Экономичной функции кардиогемодинамики (ЧСС — 1-е из минимальных значений) сопутствовало высокое напряжение системы внешнего дыхания (МОД/кг — 1-е из максимальных значений). Среди якутов наименьшую удельную работоспособность (615 Дж/кг) показали низкорослые симпатикотоники, но в исходном состоянии оба компонента КРС были напряжены: СИ и МОД/кг имели 1-е из максимальных значений.

В подгруппах европеоидов наиболее высокую удельную работоспособность показали высокорослые симпатикотоники (827 Дж/кг). В исходном состоянии у них выявлен высокий вклад гемоди-

Таблица 2

**Показатели кардиореспираторной системы у юношей различного роста в состоянии покоя ( $M \pm S$ )**

| Ростовая группа | Исходный тонус ВНС | АДс              | АДд             | ЧСС             | СИ              | МОД/кг       |
|-----------------|--------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|
| Якуты           |                    |                  |                 |                 |                 |              |
| Высокие         | Симпатикотоники    | 115,0 $\pm$ 7,07 | 79,0 $\pm$ 1,41 | 83,0 $\pm$ 9,8  | 2,73 $\pm$ 0,37 | 204 $\pm$ 52 |
|                 | Ваготоники         | 122              | 78              | 56              | 1,83            | 109          |
|                 | Всего              | 117,3 $\pm$ 6,43 | 78,7 $\pm$ 1,15 | 74,0 $\pm$ 17,1 | 2,43 $\pm$ 0,58 | 167 $\pm$ 58 |
| Средние         | Симпатикотоники    | 114,6 $\pm$ 7,3  | 76,4 $\pm$ 5,64 | 86,1 $\pm$ 7,4  | 2,67 $\pm$ 0,27 | 145 $\pm$ 25 |
|                 | Нормотоники        | 110,3 $\pm$ 6,57 | 71,3 $\pm$ 5,49 | 67,5 $\pm$ 5,2  | 2,3 $\pm$ 0,21  | 182 $\pm$ 35 |
|                 | Ваготоники         | 115,3 $\pm$ 5,03 | 76,0 $\pm$ 4,0  | 53,0 $\pm$ 1,7  | 2,76 $\pm$ 0,67 | 169 $\pm$ 8  |
|                 | Всего              | 112,6 $\pm$ 6,25 | 74,0 $\pm$ 5,41 | 75,0 $\pm$ 14,3 | 2,57 $\pm$ 0,37 | 160 $\pm$ 31 |
| Низкие          | Симпатикотоники    | 111,51 $\pm$ 8,4 | 70,6 $\pm$ 7,2  | 82,2 $\pm$ 2,8  | 3,14 $\pm$ 0,39 | 186 $\pm$ 34 |
|                 | Нормотоники        | 116,9 $\pm$ 7,82 | 73,1 $\pm$ 8,78 | 66,0 $\pm$ 4,3  | 2,5 $\pm$ 0,52  | 185 $\pm$ 34 |
|                 | Всего              | 114,0 $\pm$ 8,31 | 71,9 $\pm$ 7,76 | 74,6 $\pm$ 9,1  | 2,84 $\pm$ 0,55 | 185 $\pm$ 33 |
| Всего           |                    | 114,0 $\pm$ 7,61 | 73,7 $\pm$ 6,67 | 74,4 $\pm$ 11,5 | 2,69 $\pm$ 0,49 | 175 $\pm$ 41 |
| Европеоиды      |                    |                  |                 |                 |                 |              |
| Высокие         | Симпатикотоники    | 120,2 $\pm$ 5,47 | 80,4 $\pm$ 5,71 | 89,1 $\pm$ 4,1  | 3,07 $\pm$ 0,65 | 153 $\pm$ 5  |
|                 | Нормотоники        | 117,1 $\pm$ 5,14 | 75,7 $\pm$ 3,54 | 72,7 $\pm$ 3,7  | 2,59 $\pm$ 0,67 | 148 $\pm$ 30 |
|                 | Всего              | 119,2 $\pm$ 5,3  | 78,1 $\pm$ 5,6  | 82,7 $\pm$ 9,1  | 2,88 $\pm$ 0,68 | 151 $\pm$ 42 |
| Средние         | Симпатикотоники    | 113,5 $\pm$ 7,93 | 75,3 $\pm$ 7,3  | 82,6 $\pm$ 4,9  | 2,8 $\pm$ 0,57  | 177 $\pm$ 49 |
|                 | Нормотоники        | 114,0 $\pm$ 7,57 | 74,6 $\pm$ 5,12 | 70,0 $\pm$ 4,5  | 2,8 $\pm$ 0,7   | 160 $\pm$ 39 |
|                 | Ваготоники         | 107,3 $\pm$ 6,42 | 70,0 $\pm$ 0    | 56,3 $\pm$ 0,6  | 2,24 $\pm$ 0,05 | 235 $\pm$ 48 |
|                 | Всего              | 112,7 $\pm$ 7,81 | 74,2 $\pm$ 6,25 | 73,8 $\pm$ 10,7 | 2,73 $\pm$ 0,58 | 179 $\pm$ 50 |
| Всего           |                    | 115,9 $\pm$ 7,34 | 76,2 $\pm$ 6,18 | 78,2 $\pm$ 10,7 | 2,81 $\pm$ 0,62 | 165 $\pm$ 48 |

Примечание: ВНС — вегетативная нервная система, АДс — артериальное давление систолическое, АДд — артериальное давление диастолическое, ЧСС — число сердечных сокращений, СИ — сердечный индекс, МОД/кг — удельный объем дыхания.

намического компонента (ЧСС — 1-е, СИ — 2-е из максимальных значений). Степень участия респираторного звена была умеренной (МОД/кг — 3-е из минимальных значений). Близкие значения удельной работоспособности показали среднерослые симпатикотоники и высокорослые нормотоники (740 Дж/кг и 703 Дж/кг). Однако, если у симпатикотоников в покое отмечено напряжение как сердечно-сосудистой, так и дыхательной систем (ЧСС, СИ, МОД/кг — 3-е из максимальных значений), то у высокорослых нормотоников степень напряжения обеих составляющих была умеренно выраженной (ЧСС — 4-е, СИ — 3-е и МОД/кг — 2-е из минимальных значений). Среди европеоидов минимальная удельная работоспособность (597 Дж/кг) выявлена у среднерослых нормотоников. При этом напряжение гемодинамического и респираторного звеньев было одинаковым и умеренно выраженным (ЧСС — 3-е, МОД/кг — 4-е из минимальных значений).

Сравнительный анализ степени участия гемодинамического и респираторного компонентов в обеспечении кислородного гомеостаза в покое у разных этносов показал, что у якутов менее

напряженно, чем у европеоидов, функционирует сердечно-сосудистый компонент. В целом по выборке (якуты,  $n=37$ ; европеоиды,  $n=37$ ) это проявляется в тенденции к меньшим значениям ЧСС и АДд у якутов (Таблица 2). Сравнительный анализ параметров кровообращения отдельных морфофункциональных подгрупп выявил статистически значимые межэтнические различия. Среди симпатикотоников более низкие величины ЧСС ( $P<0,001$ ) и АДд ( $P<0,005$ ) выявлены у низкорослых якутов по сравнению с высокорослыми европеоидами (Таблица 2). Тенденция к меньшим значениям СИ и АДс отмечена у среднерослых якутов-симпатикотоников сравнительно с высокорослыми европеоидами симпатикотониками. Среди нормотоников статистически значимые низкие значения ЧСС ( $P<0,01$ ) выявлены у низкорослых якутов, а АДс ( $P<0,05$ ) у среднерослых якутов по сравнению с высокорослыми европеоидами. Среди нормотоников у среднерослых якутов также отмечена тенденция к меньшим значениям АДд по сравнению с высокорослыми европеоидами. Сравнительный анализ межэтнических особенностей параметров кардиогемоди-

Таблица 3

**Показатели КРС у юношей различного роста в первую минуту после прекращения нагрузки ( $M \pm S$ )**

| Ростовая группа | Исходный тонус ВНС | АДс    | АДд      | ЧСС    | СИ        | МОД, мл/кг |
|-----------------|--------------------|--------|----------|--------|-----------|------------|
| Якуты           |                    |        |          |        |           |            |
| Средние         | Симпатикотоники    | 161±15 | 73±11,0  | 174±17 | 6,36±0,91 | 604±151    |
|                 | Нормотоники        | 156±19 | 74±4,5   | 173±12 | 5,86±0,65 | 639±315    |
|                 | Ваготоники         | 169±16 | 79±2,3   | 152±41 | 5,69±1,83 | 624±107    |
|                 | Всего              | 161±16 | 74,0±8,9 | 170±21 | 6,07±1,01 | 618±201    |
| Низкие          | Симпатикотоники    | 146±17 | 64±7,6   | 179±13 | 7,05±1,06 | 785±175    |
|                 | Нормотоники        | 168±19 | 72±7,0   | 158±32 | 6,14±1,49 | 805±286    |
|                 | Всего              | 156±21 | 67,4±8,3 | 169±25 | 6,61±1,31 | 794±225    |
| Всего           |                    | 159±18 | 71±9,1   | 170±22 | 6,31±1,17 | 696±226    |
| Европеоиды      |                    |        |          |        |           |            |
| Высокие         | Симпатикотоники    | 168±13 | 75±6,5   | 179±10 | 7,66±2,0  | 561±195    |
|                 | Нормотоники        | 171±12 | 75±9,5   | 170±17 | 6,55±1,36 | 600±125    |
|                 | Всего              | 169±13 | 75±7,6   | 175±13 | 7,22±1,84 | 576±168    |
| Средние         | Симпатикотоники    | 162±13 | 69±6,2   | 179±11 | 7,07±0,80 | 618±171    |
|                 | Нормотоники        | 161±16 | 75±6,2   | 166±23 | 6,45±1,89 | 619±164    |
|                 | Ваготоники         | 155±18 | 70±10    | 167±9  | 5,80±1,42 | 736±41     |
|                 | Всего              | 160±14 | 72±7,0   | 172±17 | 6,65±1,38 | 637±155    |
| Всего           |                    | 165±14 | 73±7,4   | 174±14 | 6,87±1,65 | 607±160    |

Примечание: ВНС — вегетативная нервная система, АДс — артериальное давление систолическое, АДд — артериальное давление диастолическое, ЧСС — число сердечных сокращений, СИ — сердечный индекс, МОД/кг — удельный объем дыхания.

намики в покое, проведенный в ростовых подгруппах среднерослых, выявил лишь тенденцию к более низким значениям СИ у якутов нормотоников по сравнению с аналогичной подгруппой европеоидов.

Этнические различия дыхательного компонента в покое выявляются только между подгруппами нормотоников. ЧД у низкорослых якутов-нормотоников статистически значимо выше, чем у высокорослых европеоидов-нормотоников, соответственно  $17,7 \pm 5,02$  цикл/мин и  $13,7 \pm 1,20$  цикл/мин ( $P < 0,05$ ). Величина удельного МОД также значимо выше у якутов ( $P < 0,05$ ) по сравнению с европеоидами (Таблица 2). Значимые различия ЧД ( $P < 0,05$ ) наблюдаются между среднерослыми якутами-нормотониками ( $16,0 \pm 2,5$  цикл/мин) и высокорослыми европеоидами-нормотониками ( $13,7 \pm 1,2$  цикл/мин). Различия параметров внешнего дыхания в покое между среднерослыми якутами и европеоидами не выявлены.

Проанализирован вклад гемодинамического и дыхательного компонентов в обеспечение кислородного гомеостаза у якутов и европеоидов в 1-ю минуту после прекращения нагрузки. В деятельном состоянии у якутов степень участия сердечно-сосудистого компонента, как и в покое, ниже, чем у европеоидов. Под нагрузкой более низкие значения АДс установлены среди симпатикотоников у низкорослых якутов по сравнению с высокорослыми ( $P < 0,01$ ) и со среднерослыми ( $P < 0,05$ ) европеоидами (Таблица 3). Также статистически значимо меньше АДд ( $P < 0,005$ ) у низкорослых якутов-симпатикотоников чем у высокорослых европеоидов-симпатикотоников. Тенденция к меньшим значениям СИ выявлена в 1-ю минуту после нагрузки у среднерослых якутов-симпатикотоников по сравнению со средне- и высокорослыми европеоидами-симпатикотониками. Значимых этнических различий параметров ССС между нормотониками под нагрузкой не выявлено. Меньший вклад гемодинамики при выполнении нагрузки у якутов компенсируется большим напряжением системы вентиляции легких. Этнические различия параметров внешнего дыхания имеются как среди симпатикотоников, так и среди нормотоников. Удельный МОД у низкорослых якутов-симпатикотоников после прекращения нагрузки статистически значимо выше ( $P < 0,02$ ), чем у высокорослых европеоидов-симпатикотоников (Таблица 3). Среди нормотоников у низкорослых якутов ЧД после нагрузки  $30,3 \pm 3,35$  цикл/мин, у высокорослых европеоидов  $22,7 \pm 2,60$  цикл/мин. Различие значимо ( $P < 0,0005$ ).

Проведено сравнительное исследование вегетативного обеспечения мышечной нагрузки у

среднерослых лиц различной этнической принадлежности. Общий объем выполненной работы у якутов несколько больше, чем у европеоидов (Таблица 1). При этом у них использование функционального резерва системы кровообращения более экономично. Об этом свидетельствует тенденция ( $P < 0,1$ ) к меньшим значениям СИ после нагрузки по сравнению с европеоидами (Таблица 3). Причем тенденция к различию работоспособности и гемодинамического обеспечения мышечной работы между среднерослыми якутами и европеоидами распространяется на подгруппы с симпатикотоническим типом вегетативной регуляции. Анализ участия дыхательного компонента газотранспортной системы в обеспечении мышечной работы у среднерослых якутов и европеоидов показал, что достоверных межэтнических различий в абсолютных значениях удельного МОД после нагрузки не обнаружено ни в одной из подгрупп.

Вышеприведенные данные свидетельствуют о том, что экономичное функционирование ССС у якутов по сравнению с европеоидами в наибольшей степени выражено в покое. Под нагрузкой этнические различия параметров гемодинамики несколько сглаживаются, сохраняясь лишь между симпатикотониками. Как в исходном состоянии покоя, так и после нагрузки более отчетливо этнические различия проявляются в параметрах ССС, чем в параметрах системы внешнего дыхания. Необходимо отметить, что статистически значимые различия в параметрах кровообращения и внешнего дыхания имелись главным образом между этническими группами с контрастным ростом (между низкорослыми якутами и высокорослыми европеоидами).

Информативным показателем резервных возможностей организма является характер восстановления показателей гомеостатических систем после функциональных нагрузок. Сравнительный анализ восстановления исходных значений показателей ССС (100%) у этносов показал, что в целом у якутов (средне- и низкорослые) значения СИ к 15-й минуте после прекращения нагрузки восстанавливаются несколько медленнее (132%) по сравнению с европеоидами (высоко и среднерослые) — 124%. У якутов и европеоидов восстановление параметров ССС зависит от их абсолютных значений в покое и величины прироста при выполнении нагрузки. У симпатикотоников обоих этносов высоким значениям показателей гемодинамики в исходном состоянии соответствует не высокая реактивность и быстрое восстановление по сравнению с нормотониками. У вместе взятых симпатикотоников (якуты и европеоиды) восстановление значений СИ достигло 123%, у нормо-



тоников — 135%, значения ЧСС восстановились соответственно до 124 и 134%. Этнические различия восстановительного периода более выражены между нормотониками: СИ у якутов (средне- и низкорослые) восстанавливается до 141%, а у европеоидов (высоко- и среднерослые) до 129%. Возможно, это оправдывается более высоким объемом выполненной работы (якуты — 768 Дж/кг, европеоиды — 650 Дж/кг) и большей реактивностью СИ у якутов — 250% (европеоиды — 241%). Между симпатикотониками различия в восстановлении СИ незначительны: якуты — 126%, европеоиды — 121%. Выявлено опережение восстановления параметров кровообращения у якутов нормотоников низкого роста (ЧСС — 130%, СИ — 130%) по сравнению с якутами нормотониками среднего роста (ЧСС — 143%, СИ — 155%). Это опережение произошло, несмотря на больший, чем у среднерослых, объем выполненной работы. Анализ восстановления интегрального параметра вентилиции легких — МОД/кг у обследованных этносов показал, что в целом у якутов и европеоидов этот параметр к 10-й минуте восстановительного периода мало отличается (якуты — 115%, европеоиды — 119%). У нормотоников, вместе взятых якутов и европеоидов, удельный МОД восстановился быстрее (107%) по сравнению с симпатикотониками (124%). Особенно отчетливые различия имеет восстановительный период удельного МОД у европеоидов с различным типом вегетативной регуляции (симпатикотоники — 128%, нормотоники — 104%).

Анализ особенностей восстановления параметров КРС после выполнения нагрузки выявил общую закономерность для обоих этносов: у симпатикотоников быстрее, чем у нормотоников, восстанавливаются параметры кровообращения, а у нормотоников, наоборот, выше темп восстановления показателей внешнего дыхания.

Исследование взаимосвязи между объемом выполненной нагрузки и уровнем функционирования КРС в покое показало, что максимальные значения физической работоспособности были в тех морфофункциональных подгруппах, у которых в исходном состоянии отчетливо выражена реципрокная связь между сердечным и дыхательным компонентами. У низкорослых якутов нормотоников и у высокорослых европеоидов симпатикотоников эта особенность количественного вклада эффекторов сохранялась и при выполнении нагрузки. В подгруппах с низкой работоспособностью (среднерослые европеоиды-нормотоники и низкорослые якуты-симпатикотоники) слабо выраженные реципрокные отношения между компонентами КРС в покое, в деятельном состоянии практически исчезали. Определенный

количественный вклад сердечного и респираторного эффекторов в обеспечение кислородного запроса в покое и под нагрузкой можно расценивать как одно из проявлений функциональной конституции человека.

Среди рассматриваемых морфофункциональных подгрупп наибольшей устойчивостью к неблагоприятным факторам окружающей среды обладают якуты низкого роста с нормотоническим типом вегетативной регуляции. Высокая удельная работоспособность у них достигается за счет усиленного напряжения респираторной системы при умеренной мобилизации кардиогемодинамики, что свидетельствует о наличии функционального резерва кровообращения даже при предложенной субмаксимальной нагрузке. У низкорослых якутов-нормотоников более высокий темп восстановления параметров гемодинамики после нагрузки по сравнению со среднерослыми нормотониками. Несмотря на максимальную величину прироста удельного МОД среди 8 подгрупп восстановление этого параметра было эффективным (109%). Быстрый темп восстановления параметров КРС в этой подгруппе якутов свидетельствует о невысокой степени кислородной задолженности при выполнении нагрузки и высоком резерве регуляции.

Достаточно высок адаптационный потенциал у европеоидов-нормотоников высокого роста, поскольку они показали работоспособность, не уступающую европеоидам-симпатикотоникам среднего роста. В то же время деятельность обоих звеньев КРС (особенно респираторного) в покое и под нагрузкой у них весьма экономична.

О взаимосвязи адаптивных способностей с морфофункциональными показателями свидетельствуют различные значения физической работоспособности в подгруппах якутов, характеризующихся одинаковым ростом, но отличающихся друг от друга телосложением и типом вегетативной регуляции. Выявлена связь низкой работоспособности низкорослых якутов-симпатикотоников с астеническим типом телосложения (индекс Пинье 32,5), статистически значимо ( $t=2,72$ ,  $f=13$ ,  $p=0,017$ ) меньшей МТ по сравнению с якутами-нормотониками этой же ростовой группы (Таблица 1). Высокая степень напряжения кардиогемодинамического и респираторного компонентов КРС при выполнении велоэргометрической пробы, по-видимому, обусловлена несоответствием большой мощности предлагаемой нагрузки низкому уровню физического развития низкорослых якутов-симпатикотоников. Несмотря на то, что симпатикотоники более высокого роста (среднерослые якуты и высокорослые европеоиды) смогли выполнить большой объем работы, их нельзя

относить к категории наиболее адаптированных. В этих подгруппах отмечена высокая степень напряженности гемодинамики не только при выполнении нагрузки, но и в состоянии покоя. При продолжительном действии неблагоприятных факторов природной и социальной среды у симпатикотоников изначальная недостаточность функциональных резервов может привести к дезадаптационным изменениям в организме и раннему развитию патологии сердечно-сосудистой системы.

**Выводы.** У якутов, как в покое, так и в деятельном состоянии, в обеспечении кислородного гомеостаза доминирующее значение имеет респираторный компонент, а у европеоидов — сердечно-сосудистый. Этнические различия во вкладе дыхательного компонента в наибольшей степени выражены между подгруппами с нормотоническим типом вегетативной регуляции, а во вкладе гемодинамического компонента — между подгруппами симпатикотоников.

Выявлены существенные различия резервных возможностей КРС якутов в зависимости от их морфометрических и функциональных признаков. Максимальную удельную работоспособность при умеренном вкладе сердечно-сосудистого компонента показали низкорослые якуты нормотонического телосложения с нормотоническим типом вегетативной регуляции, минимальную работоспособность — тоже низкорослые якуты, но характеризующиеся астеническим телосложением и сдвигом вегетативного баланса в сторону симпатикотонии.

Максимальный объем работы, выполненный высокорослыми симпатикотониками, не может служить показателем адаптированности, так как он достигнут благодаря существенному напряжению сердечно-сосудистой системы. Симпатикотоников характеризует изначальная недостаточность функционального резерва.

Учет исходных морфофункциональных характеристик, в частности особенностей соотношения дыхательного и гемодинамического компонентов КРС, типов телосложения и вегетативной регуляции, имеет прогностическое значение для клинической, спортивной и профилактической медицины.

#### **Influence of morphofunctional organism characteristics on reserve potentials of a cardiorespiratory system in ethnoses of Yakutia** G.K. Stepanova

Correlation between morphofunctional signs and reserve potentials of a cardiorespiratory system in ethnoses of Yakutia is studied. The high reserve potentials of yakuts' organism are combined with low

height, normostenic frame, normotonic type of vegetative regulation, economy of hemodynamics and intensive of respiratory component of a cardiorespiratory system at rest and during physical exercises. The high reserve potentials of organism are revealed in high height europeans, characterizing by normotonic type of vegetative regulation. For them, high efficiency is reached in moderate intensive hemodynamics and highest economy of a respiratory system between all morphofunctional subgroups.

#### **Литература**

1. Агаджанян Н.А. Эколого-физиологические особенности адаптивных реакций коренного и пришлого населения Эвенкии / Н.А. Агаджанян, Н.В. Ермакова, Г.М. Куцов // Физиология человека. — 1995. — Т. 21. — № 3. — С. 106-115.
2. Алексеева Т.И. Адаптивные процессы в популяции человека / Т.И. Алексеева. — М., 1986. — 216 с.
3. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С. З. Клецкин. — М., 1984. — 221 с.
4. Бутова О.А. Физиолого-антропологическая характеристика состояния здоровья подростков: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук / О.А. Бутова. — М., 1999. — 38 с.
5. Дегтярева Т.Г. Антропометрическая характеристика физического развития мужчин Республики Саха (Якутия): Автореф. дис. ... к-та мед. наук / Т.Г. Дегтярева. — Красноярск, 2001. — 19 с.
6. Казначеев В.П. Экология человека: проблемы и перспективы // Экология человека. Основные проблемы. — М., 1988.
7. Казначеев В.П. Адаптация и конституция человека / В.П. Казначеев, С.В. Казначеев. — Новосибирск, 1986. — 120 с.
8. Определение сердечного выброса методом тетраполярной грудной реографии и его метрологические возможности / Ю.Т. Пушкар, В.М. Большов, Н.А. Елизарова и др. // Кардиология. — 1977. — № 7. — С. 85-90.
9. Патология человека на Севере / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, А.Г. Марачев, А.П. Милованов. — М., 1985. — 414 с.
10. Ротов А.В. Оценка и прогнозирование адаптационных характеристик организма человека: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. — Томск, 1997. — 38 с.
11. Степанова Г.К. Динамика толерантности к физической нагрузке по показателям системы кровообращения у жителей Республики Саха (Якутия) за 10 лет / Г.К. Степанова, М.В. Устинова // Физиология человека. — 2002. — Т. 28. — № 4. — С. 112-117.
12. Черноруцкий М.В. Биохимическая характеристика основных конституциональных типов. // Клиническая медицина, 1938. — № 10. — С. 1300-1310.
13. Comparison of general and nutritional health in two Eskimo population at different stages of accultivation / O. Schaefer, T.W. Timmermans, D.P. Eaton, A. Matthaw // Scientific and technical progress and circumpolar health. — Novosibirsk, 1978. — Vol. 1. — P. 5.