

УДК 612.133

## ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ НА НАГРУЗКУ

**Бебякова Н.А., Фадеева Н.А., Феликсова О.М., Хромова А.В.**

*ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет»,  
Архангельск, e-mail: nbebyakova@mail.ru*

Обследовано 210 молодых людей, проживающих на Европейском Севере. Были определены сомато-типы, тип гемодинамической реакции на нагрузку, рассчитывали среднединамическое давление (СДД) до и после нагрузки, определяли адаптационный потенциал (АП). В ходе исследования выявлены гендерные особенности гемодинамики. Гипертоническая реакция на нагрузку у юношей встречалась чаще, чем у девушек и была более характерна для людей со значительным развитием жирового компонента тела (брюшной тип юношей и мезосомный тип девушек). Пульсовое давление у девушек было в пределах нормы, у юношей после нагрузки наблюдалось повышенное значение данного показателя. В зависимости от пола наблюдались разнонаправленные изменения значений индекса периферического сопротивления (ИПС). У юношей ИПС увеличивался, что говорит о преобладании сосудистого компонента в гемодинамических реакциях на нагрузку. У девушек ИПС значительно не менялся. Таким образом, в гемодинамических реакциях на нагрузку у мужчин преобладает сосудистый компонент, а у женщин – сердечный.

**Ключевые слова:** гемодинамика, тип реакции на нагрузку, тип конституции, пульсовое давление, среднединамическое давление, индекс периферического сопротивления

## GENDER PECULIARITIES OF HEMODYNAMIC REACTIONS TO LOAD

**Bebyakova N.A., Fadeeva N.A., Feliksova O.M., Khromova A.V.**

*Northern State Medical University, Arkhangelsk, e-mail: nbebyakova@mail.ru*

210 young people in the European North was examined. They have been identified somatic types, type of the hemodynamic response to the load, expected the flowing medium-dynamic pressure before and after exercise, determined adaptive capacity. The study identified gender peculiarities of hemodynamics. Hypertensive reaction to load the boys met more often than girls, and was more characteristic for people with significant development of fatty component of the body (abdominal type of young men and mesosomal type of girls). The girls had the normal range pulse pressure, the boys after the load was observed increasing the value of this parameter. There were bilateral changes in the index values of the peripheral resistance depending on the sex. For men this indicator increased after the load, which indicates the prevalence of vascular component in hemodynamic responses to load. The index of the girls was not significantly changed. Thus, in men prevails vascular component in hemodynamic responses to load, and in women dominated the heart.

**Keywords:** hemodynamics, the type of reaction to the load, the type of the constitution, the pulse pressure, the medium-dynamic pressure, the index of peripheral resistance

Европейский Север по совокупности климатических характеристик, их сочетанию и степени выраженности относится к территориям с дискомфортными природно-климатическими условиями проживания с элементами экстремальности по ряду параметров [3]. Проживание в неблагоприятных условиях Севера предъявляет повышенные требования практически ко всем системам организма человека и, прежде всего, к системе кровообращения. Параметры функционирования сердечно-сосудистой системы можно рассматривать как основные показатели адаптационно-приспособительной деятельности организма к различным климато-географическим условиям проживания. При истощении резервных возможностей организма формируются общепатологические дизадаптивные реакции [8]. В условиях Европейского Севера повышение периферического сосудистого тонуса возникает уже в юношеском возрасте, в дальнейшем приводя к развитию артериальной гипертензии, что свидетельствует об актуальности исследо-

вания функции системы кровообращения у молодых жителей Европейского Севера. Кроме того, выполненные ранее исследования по анализу особенностей функционирования сердечно-сосудистой системы в условиях высоких широт не учитывали соматическую конституцию обследуемых, что представляет интерес для фундаментальной науки. Анализировать ранее выявленные отличия гемодинамики у молодых жителей Европейского Севера также достаточно сложно, т.к. при изучении гемодинамики у юношей и девушек использовались разные методы. При этом данные о конститутивных и половых особенностях функционирования сердечно-сосудистой системы позволят прогнозировать адаптационные резервы организма и расширят современные представления о механизмах регуляции давления в молодом возрасте.

В связи с этим **цель работы** заключалась в выявлении и изучении конститутивных и гендерных особенностей гемодинамики у молодых жителей Европейского Севера.

Было обследовано 210 практически здоровых юношей и девушек европеоидной расы в возрасте 18–22 лет с различными типами соматической конституции, постоянно проживающих на территории Европейского Севера. Средний возраст составил  $19 \pm 0,5$  лет. В исследование включались женщины с устоявшимся регулярным (нормопонирующим) менструальным циклом. Исследование проводили в фолликулярную (5–7 день) фазу овариально-менструального цикла. Критериями исключения из исследования являлись: наличие у обследуемых острых воспалительных заболеваний, хронических заболеваний внутренних органов, в том числе и в стадии стойкой ремиссии, ожирения. В изучаемую выборку не включались лица, имеющие регулярные (2–3 раза в неделю) физические нагрузки, так как систематические физические нагрузки динамического характера способствуют повышению эндотелий-зависимой релаксации сосудов. Определение соматотипа у женщин осуществлялось по схеме И.Б. Галанта, согласно которому выделяют лептосомную, мегалосомную и мезосомную категории конституции. У мужчин соматотип выделяли по схеме В.В. Бунака, согласно которой различали грудной, брюшной, мускульный и неопределённый типы соматической конституции. Антропометрические измерения осуществляли общепринятыми методиками с использованием стандартного антропометрического инструментария.

Параметры гемодинамики и тонус периферических сосудов определялись до и после пробы с дозированной физической нагрузкой по Мартине–Кушелевскому [7]. Данная проба позволяет оценить реакцию сердечно-сосудистой системы на нагрузку и выявить предрасположенность к периферической вазоконстрикции. Артериальное давление (АД) и частоту сердечных сокращений фиксировали на автоматическом цифровом приборе МТ-40 производства «Meditecl» (США). Проводился расчёт пульсового (ПД) и среднединамического давления (СДД). Тонус сосудов оценивали по данным периферической тетраполярной реовазографии с использованием расчётного показателя – индекса периферического сопротивления (ИПС). Для записи реовазограммы использовали многофункциональный диагностический компьютерный комплекс «Диастом-01». Уровень адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы оценивали по величине адаптационного потенциала (АП), рассчитанного по методике Р.М. Баевского в модификации А.Б. Берсеневой [2].

Все результаты обследования обрабатывались вариационно-статистическими мето-

дами с использованием пакетов программы IBM SPSS Statistics Version 17.0. Нормальность распределения количественных признаков проверялась с использованием критерия Шапиро–Уилка. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Преобладающим соматотипом у мужчин оказался грудной (48,2%), 13,7% составили лица с мускульным, 19,4% – с брюшным и 17,9% – с неопределённым типом конституции. При анализе полученных данных на фоне исходно нормальных показателей артериального давления вне зависимости от соматотипа гипертоническая реакция на нагрузку была выявлена у 23% обследуемых: в группе с брюшным соматотипом такой тип реакции наблюдался у 33,3%, с мускульным – у 22,2%, в группе с грудным соматотипом – у 23,9%, с неопределённым – у 24%. Нормотоническая реакция на нагрузку встречалась у 73% обследуемых юношей.

Значение ПД в состоянии покоя у лиц с гипертонической и нормотонической реакцией статистически не различалось и составило  $51,1 \pm 1,8$  и  $53,4 \pm 1,3$  мм рт. ст. соответственно. После нагрузки в группе с гипертонической реакцией ПД возрастало до  $80,3 \pm 2,9$  мм рт. ст. ( $p < 0,05$ ), а в группе с нормотонической – до  $73,2 \pm 1,4$  мм рт. ст. ( $p < 0,05$ ). Таким образом, уже в молодом возрасте у большинства обследованных на фоне нагрузки появляется гемодинамический фактор риска развития артериальной гипертензии: ПД более 60 мм рт. ст. [4].

Исходное значение СДД до нагрузки в группе лиц с гипертонической реакцией составило  $95,2 \pm 1,8$  мм рт. ст., в группе с нормотонической –  $92,7 \pm 1,8$  мм рт. ст. Однако после нагрузки значения СДД в группе с гипертонической реакцией были значительно выше по сравнению с нормотонической –  $120,2 \pm 3,4$  и  $105,7 \pm 1,5$  мм рт. ст. ( $p < 0,05$ ) соответственно. Анализ СДД в покое не выявил конституциональных отличий в группе с нормотонической реакцией, в то время как в группе с гипертонической более низкие показатели наблюдались у лиц с грудным соматотипом ( $91,7 \pm 1,8$  мм рт. ст.,  $p < 0,05$ ) в отличие от представителей других типов соматической конституции.

После нагрузки рост СДД более 15% наблюдался у 94% юношей с гипертонической реакцией и у 42% – с нормотонической реакцией. При этом СДД увеличивалось в среднем на  $24,9 \pm 1,7\%$  у лиц с гипертоническим типом реакции и на  $11,9 \pm 1,1\%$  при нормотонической реакции (рис. 1). Гипертоническая реакция сопровождалась повышением СДД у всех юношей с брюшным

соматотипом, у 80% – с грудным, у 75% – с мускульным и у 68% – с неопределенным типом конституции. При нормотонической реакции рост СДД наблюдался у 52,5% лиц грудного, 47,1% лиц брюшного, 33,4% мускульного и 26,7% неопределенного сомато-

типов. Нестабильность СДД вне зависимости от типа реакции на нагрузку указывает на напряжённость механизмов регуляции АД уже в молодом возрасте и может служить одним из показателей перехода адаптивной стресс-реакции в сосудистую патологию [8].

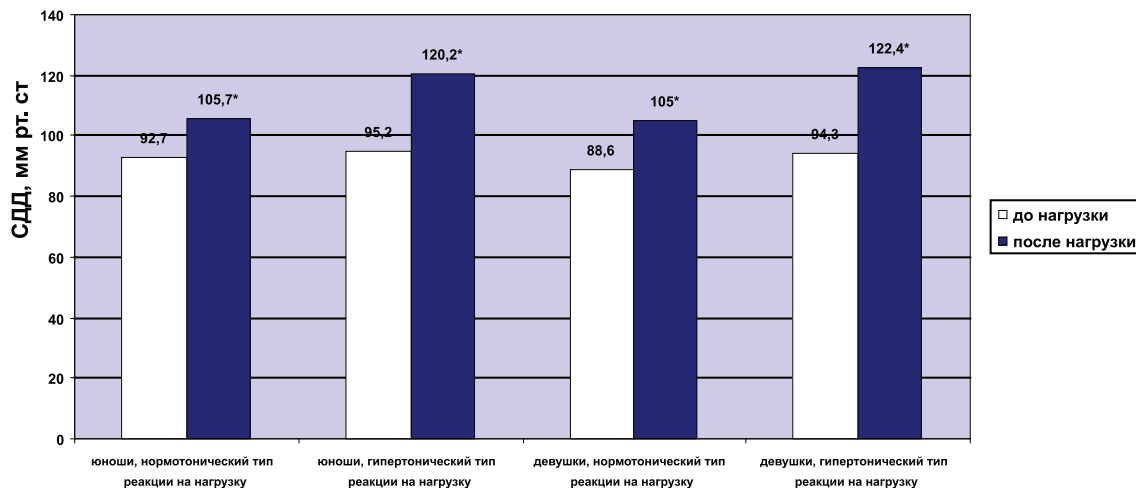


Рис. 1. Значения среднединамического давления у юношей и девушек.  
\* – достоверные различия после нагрузки ( $p < 0,05$ )

При этом у большинства обследованных (75,3%) на фоне отсутствия системной сосудистой патологии выявлен высокий уровень ИПС [6]. У лиц с гипертонической реакцией на нагрузку ИПС в покое составил  $93,4 \pm 1,9$  уд. ед., а у юношей с нормотонической реакцией ИПС в покое был ниже –  $84,5 \pm 1,0$  уд. ед. ( $p < 0,05$ ). Достоверно более высокие значения ( $p < 0,05$ ) данного показателя отмечены у лиц с брюшным соматотипом. После нагрузки у юношей с гипертонической реакцией ИПС увеличился в 71% случаев,

у лиц с нормотонической реакцией – только в 30%. Так, после нагрузки ИПС увеличился до  $110,3 \pm 2,4$  и  $90,7 \pm 1,4$  уд. ед. соответственно (рис. 2). Анализ с учетом типа соматической конституции показал, что гипертоническая реакция у юношей мускульного и неопределённого соматотипов сопровождалась повышением ИПС в 100% случаев. Высокий уровень ИПС даже при нормальных цифрах артериального давления является значительным фактором риска развития в дальнейшем артериальной гипертензии.

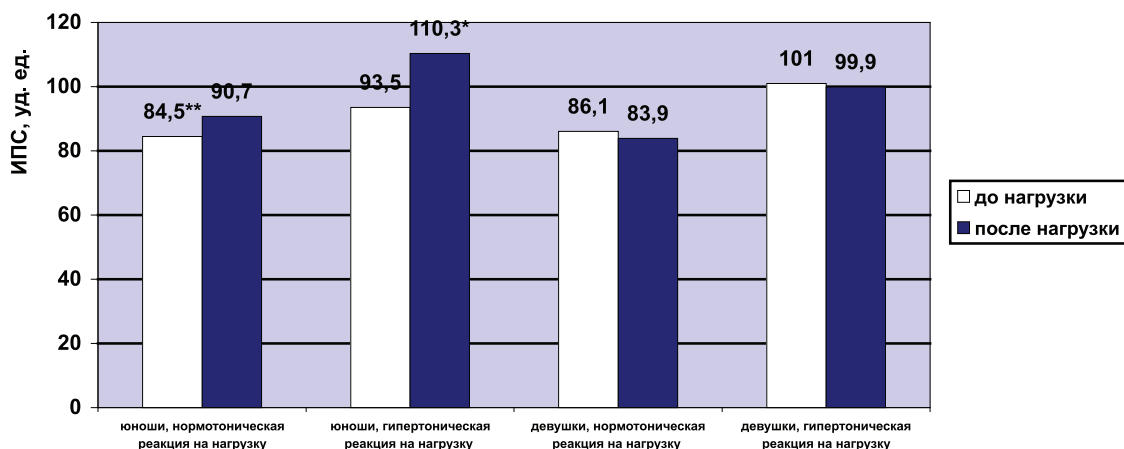


Рис. 2. Значения ИПС у юношей и девушек.  
\* – достоверные различия после нагрузки ( $p < 0,05$ ).  
\*\* – достоверные различия по типу реакции ( $p < 0,05$ )

Значение адаптационного потенциала в группе юношей составило  $2,31 \pm 0,42$ , что соответствует напряженному уровню адаптации, связанному с неблагоприятными условиями Севера [2]. Напряжение резервов адаптации было выявлено у 68% юношей с гипертонической реакцией и у 43% юношей с нормотонической реакцией на нагрузку.

Среди обследуемых девушек преобладающим соматотипом был лептосомный – 40%, мезосомный тип составил 37,5 и 22,5% – мегалосомный. Проба Мартинес-Кушелевского выявила наличие гипертонической реакции на нагрузку только у 10% обследуемых женщин. Данный тип реакции встречался только у лиц с мезосомным соматотипом (20%). Нормотонический тип реакции на нагрузку наблюдался у 80% женщин, этот тип реакции встречался у 81% представителей лептосомного типа, у 89% мегалосомного и 73% мезосомного. Также были выявлены дистонический (7,5%) и гипотонический (2,5%) типы реакции на нагрузку, которые наблюдались у 19% лептосомного и 7% мезосомного типа соответственно.

ПД в покое у девушек с нормотоническим типом реакции на нагрузку составило  $43,5 \pm 1,1$  мм рт. ст., с гипертоническим типом –  $40,2 \pm 3,9$  мм рт. ст. Однако значения ПД после нагрузки достоверно отличались у лиц с разным типом реакции на нагрузку. Так, у девушек с нормотоническим типом ПД увеличилось до  $58,6 \pm 2,0$  мм рт. ст., а с гипертоническим типом до  $70,6 \pm 2,3$  мм рт. ст. ( $p < 0,05$ ).

СДД у девушек с разными типами гемодинамической реакции различалось как в покое, так и после нагрузки (рис. 1). Так, у девушек с нормотонической реакцией СДД в покое составило  $88,6 \pm 2,3$  мм рт. ст., а после нагрузки повышалось до  $105,0 \pm 4,0$  мм рт. ст. У лиц с гипертонической реакцией СДД в покое составило  $94,3 \pm 2,1$  мм рт. ст., а после нагрузки –  $122,4 \pm 4,3$  мм рт. ст. ( $p < 0,05$ ). При этом наиболее значительный рост СДД на нагрузку наблюдался у девушек с мезосомным типом конституции – на  $26,2 \pm 1,6\%$ . Рост СДД после нагрузки более чем на 15% указывает на напряженность механизмов регуляции АД. [5]. У девушек с другими соматотипами роста СДД не наблюдалось, что говорит о сбалансированности этих процессов.

ИПС в покое в целом по группе составил  $87,3 \pm 1,3$  уд. ед., конституциональных особенностей выявлено не было. На фоне нагрузки ИПС менялся незначительно, но у девушек с мезосомным типом конституции были выявлены более высокие значе-

ния ИПС. У девушек с нормотонической реакцией после нагрузки наблюдалось незначительное снижение ИПС с  $86,1 \pm 4,5$  до  $83,9 \pm 3,7$  уд. ед. На фоне гипертонической реакции на нагрузку не наблюдалось роста ИПС ( $101,0 \pm 4,0$  уд. ед. в покое и  $99,9 \pm 5,1$  уд. ед. после нагрузки), он оставался на стабильно высоком уровне (рис. 2).

Величина адаптационного потенциала, отражающего степень напряженности деятельности сердечно-сосудистой системы, не превышала  $1,96 \pm 0,02$ . У девушек с нормотоническим типом реакции значение АП составило  $1,9 \pm 0,01$ , что свидетельствует о хорошей адаптации сердца и сосудов, тогда как у лиц с гипертонической реакцией на нагрузку величина АП равна  $2,1 \pm 0,09$ .

Таким образом, в ходе исследования были выявлены гендерные особенности ряда показателей гемодинамики, в том числе и периферического сосудистого тонуса у молодых людей, проживающих на Европейском Севере. Гипертоническая реакция на нагрузку у юношей встречалась чаще, чем у девушек и была более характерна для людей со значительным развитием жирового компонента тела (брюшной тип юношей и мезосомный тип девушек).

Значение ПД у девушек как в покое, так и после нагрузки было в пределах нормы, тогда как у юношей на фоне нагрузки наблюдалось повышенное значение ПД, что может являться фактором риска развития артериальной гипертензии.

Вне зависимости от типа реакции на нагрузку как у юношей, так и у девушек был выявлен значительный рост СДД, что может указывать на напряженность механизмов регуляции АД уже в молодом возрасте.

У юношей и девушек наблюдались разнонаправленные изменения значений индекса периферического сопротивления после нагрузки. Так, у юношей ИПС увеличивался, что говорит о преобладании сосудистого компонента в гемодинамических реакциях на нагрузку. У девушек ИПС значительно не менялся, однако, рост СДД указывает на преобладание у них сердечного компонента в гемодинамических реакциях на нагрузку.

#### Список литературы

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марачев А.Г., Милованов А.П. Патология человека на Севере. – М.: Медицина, 1985. – 415 с.
2. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптивных возможностей организма и риска развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997. – 236 с.
3. Гудков А.Б., Попова О.Н., Лукманова Н.Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера // Экология человека. – 2012. – № 1. – С. 12–17.

4. Кобалава Ж.Д., Котовская Ю.В. Артериальная гипертония 2000: ключевые аспекты диагностики и дифференциальной диагностики, профилактики, клиники и лечения. – М., 2001. – 208 с.

5. Кушаковский М.С. Гипертоническая болезнь (эссенциальная гипертензия). – 4-е изд. – СПб.: Сотис, 1995 – 311 с.

6. Матвейков Г.П., Пшоник С.С. Клиническая реография. – Минск. – С. 176–175.

7. Мартиросов Э.Г. Методы исследования в спортивной антропологии. – М.: Физкультура и спорт, 1982ю – 199 с.

8. Хаснулин В.И. Хаснулин П.В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. – 2012. – № 1. – С. 3–11.

### References

1. Avsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Marachev A.G., Milovanov A.P. Patologija cheloveka na Severe. M.: Medicina, 1985, 415 p.

2. Baevskij R.M., Berseneva A.P. Ocenka adaptivnyh vozmozhnostej organizma i riska razvitiya zabolevanij. M.: Medicina, 1997, 236 p.

3. Gudkov A.B., Popova O.N., Lukmanova N.B. Jekologo-fiziologicheskaja karakteristika klimaticeskikh faktorov Severa // Jekologija cheloveka. 2012, no. 1, pp. 12–17.

4. Kobalava Zh.D., Kotovskaia Ju.V. Arterial'naja gipertonija 2000: kljuचेvye aspekty diagnostiki i differencial'noj diagnostiki, profilaktiki, kliniki i lechenija. M., 2001, 208 p.

5. Kushakovskij M.S. Gipertonicheskaja bolezn' (jessencial'naja gipertenzija) / M.S.Kushakovskij. – 4-e izd., SPb.: Sotis, 1995, 311 p.

6. Matvejkov G.P., Pshonik S.S. Klinicheskaja reografija. G.P. Matvejkov. Minsk, 1976, 175 p.

7. Martirosov Je.G. Metody issledovanija v sportivnoj antropologii / Je.G.Martirosov. M.: Fizkul'tura i sport, 1982, 199 p.

8. Hasnulin V.I. Hasnulin P.V. Sovremennye predstavlenija o mehanizmah formirovanija severnogo stressa u cheloveka v vysokih shirotah. Jekologija cheloveka. 2012, no. 1. pp. 3–11.

### Рецензенты:

Поскотинова Л.В., д.б.н., доцент, заведующая лабораторией биоритмологии ФГБУН «Институт физиологии природных адаптаций» Уральского отделения Российской академии наук, г. Архангельск;

Пашенко В.П., д.м.н., профессор кафедры нормальной физиологии и восстановительной медицины, ГБОУ ВПО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Архангельск;

Бичурин М.И., д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой Новгородского государственного университета Министерства образования и науки РФ, г. Великий Новгород.

Работа поступила в редакцию 04.04.2013.