

УДК 612.13

## ЦЕНТРАЛЬНАЯ ГЕМОДИНАМИКА МУЖЧИН И ЖЕНЩИН В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Калинина И.Н., Калинин С.Ю.

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта»,  
Омск, e-mail: kalininirina@yandex.ru

В исследовании представлены результаты многолетней работы, касающиеся исследования центральной гемодинамики мужчин и женщин 15–60 лет с различным уровнем здоровья. В работе нами рассмотрены основные параметры центральной гемодинамики, выявленные изменения которых расширяют представления о механизмах функционирования системы кровообращения у лиц с признаками флебопатии в состоянии относительного покоя. При анализе полученных результатов определены критические возрастные периоды в деятельности сердечно-сосудистой системы для групп, отличающихся по типологическим признакам (мужчины-женщины, возрастные группы, здоровые – с признаками флебопатии), которые характеризуются увеличением разброса показателей центральной гемодинамики. Изученные параметры могут быть использованы при разработке комплексной методики реабилитации пациентов с признаками флебопатии и оздоровления исследуемых, не имеющих венозной патологии.

**Ключевые слова:** центральная гемодинамика, уровень здоровья, флебопатия, кровообращение

## CENTRAL HEMODYNAMICS OF MEN AND WOMEN IN POSTNATAL ONTOGENESIS

Kalinina I.N., Kalinin S.Y.

Siberian state University of physical culture and sports, Omsk, e-mail: kalininirina@yandex.ru

The research presents the results of many years of work concerning the study of Central hemodynamics men and women 15–60 years with different level of health. In the paper we consider the main parameters of Central hemodynamics, the revealed changes which extend the understanding of the mechanisms of functioning of system of blood circulation in individuals with signs of flebopati in a state of relative peace. The analysis of obtained results determine the critical age periods in the activity of the cardio-vascular system for groups with different typological characteristics (men-women, age groups, and the healthy signs of flebopati), which is characterized by an increase of the dispersion indices of Central hemodynamics. The studied parameters can be used in development of complex methods of rehabilitation of patients with signs of flebopati and rehabilitation of the surveyed do not have the venous pathology.

**Keywords:** central haemodynamics, level of health, phlebopaty, blood circulation

Согласно концепции Р.М. Баевского и А.П. Берсеновой (1993) организм человека необходимо рассматривать как динамическую систему, которая непрерывно приспосабливается к условиям среды. Согласно этой концепции процесс адаптации организма к изменяющимся условиям может быть описан, исходя из взаимодействия между управляющим и исполнительным контурами. С учетом роли каждого из них в реализации адаптационных реакций организма переход от одного функционального состояния к другому происходит в результате изменений одного из трех свойств биосистемы: уровня функционирования, функционального резерва, степени напряжения регуляторных механизмов [2].

Организм человека – это комплекс различных саморегулирующихся систем, которые формируются на метаболической основе под влиянием факторов внешней и внутренней среды [7]. При этом сердечно-сосудистая система как индикатор адаптивно-приспособительных процессов в первую очередь подвержена различным изменениям, чутко реагируя на них. Крово-

обращение в организме человека обеспечивает все процессы метаболизма и является компонентом различных функциональных систем, определяющих гомеостаз [1]. При флебопатиях различного генеза, которые являются одной из форм проявления варикозного расширения вен нижних конечностей, нарушается венозный возврат крови к сердцу, вследствие чего возникают серьезные изменения гемодинамического гомеостаза [3].

Клинико-функциональный анализ состояния организма человека на разных стадиях развития заболевания позволяет вскрыть не только этиологические и патогенетические факторы, но и оценить значимость внутренних и внешних факторов в снижении приспособительных возможностей организма, что немаловажно для определения превентивных мер.

**Целью исследования** явилось изучение особенностей центральной гемодинамики мужчин и женщин с различным уровнем здоровья в возрастном аспекте для дальнейшей разработки методики реабилитации данной категории исследуемых.

**Материал и методы исследования**

Для оценки изучаемых показателей мужчин и женщин, участвующих в исследовании, нами было

предпринято деление на группы согласно возрастной периодизации трудоспособного населения ЦСУ с равными десятилетними интервалами: 15–20 лет, 21–30 лет, 31–40 лет, 41–50 лет и 51–60 лет (табл. 1) [8].

**Таблица 1**

Количественный состав исследуемых лиц

| Пол                                 | Возраст, лет |       |       |       |       | Всего |
|-------------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                     | 15–20        | 21–30 | 31–40 | 41–50 | 51–60 |       |
| Без отклонений в состоянии здоровья |              |       |       |       |       |       |
| Мужчины                             | 53           | 50    | 23    | 20    | 25    | 171   |
| Женщины                             | 33           | 37    | 39    | 35    | 30    | 174   |
| С признаками флебопатии             |              |       |       |       |       |       |
| Мужчины                             | 44           | 43    | 37    | 34    | 36    | 194   |
| Женщины                             | 27           | 36    | 49    | 57    | 56    | 225   |
| Итого                               | 157          | 166   | 148   | 146   | 147   | 764   |

Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы проводилось с помощью ряда методов и функциональных проб (нагрузочное тестирование) на аппаратно-приборном комплексе «Рео-Спектр-2» компании Нейрософт при дополнительном оборудовании программой «Поли-Спектр».

Исследование центральной гемодинамики методом тетраполярной реографии по W.G. Kubicek et al. (1966) в модификации Ю.Т. Пушкаря с соавт. (1977), осуществлялось в условиях относительного покоя. Двойное произведение (ДП, усл.ед.) как показатель, характеризующий механическую деятельность сердца и аппарата кровообращения в целом, рассчитывалось по формуле Robinson [4]. Для оценки уровня функционирования системы кровообращения и определения ее адаптационных возможностей организма использовался индекс функциональных изменений (ИФИ) [2].

Реография аорты и легочной артерии проводилась в условиях относительного покоя по методу Ю.Т. Пушкаря (1961).

**Результаты исследования и их обсуждение**

В ходе исследования выявлено следующее: ЧСС и значения АД у мужчин и женщин независимо от уровня здоровья имели тенденцию к увеличению. С возрастного периода 31–40 лет во всех группах отмечалось снижение УО с формированием гипокинетического типа кровообращения. При этом у мужчин с признаками флебопатии отмечены более высокие значения АДс и ПД, достоверно превышавшие значения таковых показателей у мужчин без отклонений в состоянии здоровья.

У мужчин без отклонений в состоянии здоровья с 30-летнего возраста отмечается резкий скачок ЧСС, с последующим снижением УО, МОК, линейной скорости движения крови, мощности левого желудочка и резким увеличением РПСС. Для мужчин этого возраста с признаками флебопатии достоверные различия получены только по показателям общего и рабочего перифери-

ческого сопротивления сосудов, которые имеют неуклонную тенденцию к уменьшению, что является также отражением снижения среднего артериального давления в этот возрастной период.

С возрастом мощность сократительного аппарата сердца постепенно нарастает. Это приводит к повышению гемодинамических характеристик – УО, МОК и АД к зрелому возрасту [6]. Повышение сократительной способности сердца сочетается с совершенствованием восстановительных процессов во время диастолы, что выражается в удлинении фазы изометрического сокращения и сокращения фазы изгнания в условиях относительного покоя. Пульсовое артериальное давление имеет тенденцию увеличиваться с течением времени у взрослых из-за уменьшения растяжимости артериальной стенки. При этом снижение растяжимости артерий может вызвать увеличение ПД даже при уменьшении ударного объема [5]. Нами отмечено повышение пульсового давления только у женщин с признаками флебопатии, при этом у них явно выражено возрастание постнагрузки на сердце путем увеличения периферического сопротивления крупных и мелких сосудов на фоне снижения мощности левого желудочка.

Изменение двойного произведения (индекс Робинсона), отражающего механическую работу сердца и степень насыщения его кислородом у мужчин и женщин 15–60 лет с различным уровнем здоровья, представлено на рис. 1. Очевидно, что с возрастом независимо от пола и наличия заболевания у людей наблюдается увеличение данного показателя, которое отражает увеличение напряжения сердечной деятельности.

Индекс функциональных изменений системы кровообращения независимо от состояния здоровья повышался у мужчин и у женщин с возрастом (рис. 2).

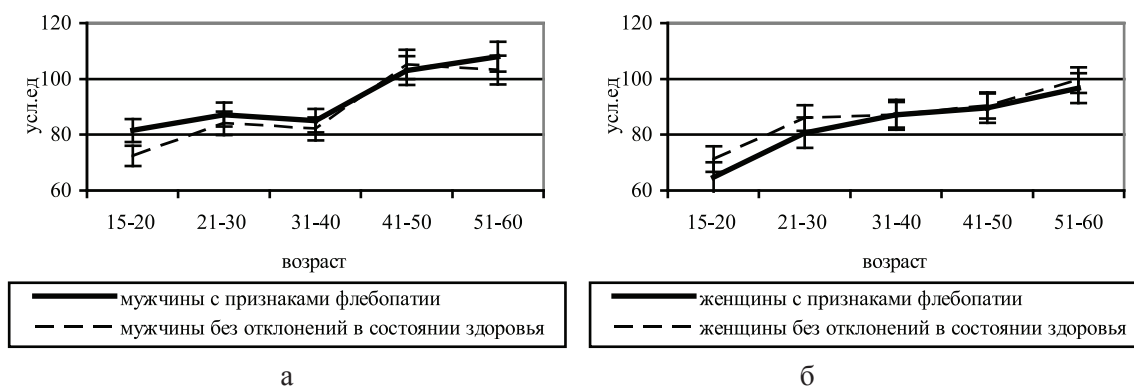


Рис. 1. Фоновые значения двойного произведения (ДП, усл. ед.) мужчин (а) и женщин (б) 15–60 лет с различным уровнем здоровья

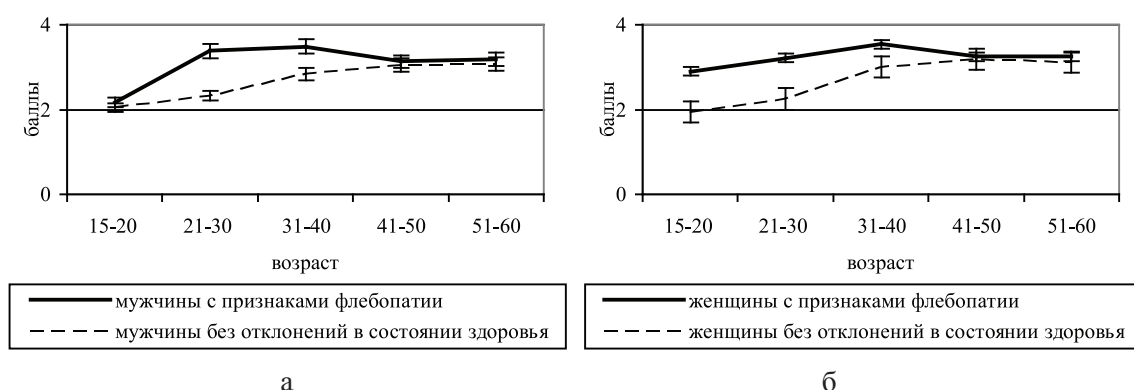


Рис. 2. Индекс функциональных изменений (ИФИ, баллы) мужчин (а) и женщин (б) 15–60 лет с различным уровнем здоровья

Характерной особенностью его изменений являлось нарастание напряжения механизмов адаптации у здоровых мужчин с 31–40-летнего возраста, у здоровых женщин – с возраста 41–50 лет. У мужчин с признаками флебопатии в возрастном диапазоне 31–40 лет наблюдалось резкое увеличение значений этого показателя до  $3,49 \pm 0,004$  балла, что свидетельствует о неудовлетворительной адаптации, и его последующее снижение [2].

У женщин с флебопатией, начиная с этого же возраста (31–40 лет), индекс физических изменений достигал  $3,54 \pm 0,008$  баллов и оставался в зоне высоких значений в последующие возрастные этапы постнатального онтогенеза.

При фазовом анализе деятельности сердца нами обнаружено, что в возрастные периоды 21–30 и 31–40 лет у мужчин с признаками флебопатии отмечается резкое увеличение сократительной активности желудочков (табл. 2), при этом резко уменьшается время сокращения желудочков, затрачиваемое на изгнание крови.

В группе женщин с признаками флебопатии вплоть до возрастного периода 41–50 лет сократительная активность же-

лудочков остается более низкой, чем у женщин без отклонений в состоянии здоровья ( $P < 0,01$ ). К 41–50 годам и в дальнейшем у мужчин без отклонений в состоянии здоровья происходит увеличение фактической работы сердца ( $P < 0,01$ ) в результате снижения УО и повышения ЧСС, что таким образом обеспечивает в большей степени поддержание МОК (положительный хронотропный эффект). К 51–60-летнему возрасту, когда ЧСС несколько снижается, МОК поддерживается путем увеличения АД. У женщин без отклонений в состоянии здоровья при снижении УО поддержание МОК с 40-летнего возраста обеспечивается в основном путем сочетания плавного физиологического повышения АД и ЧСС.

Для мужчин с признаками флебопатии с 40-летнего возраста характерным является снижение постнагрузки на сердце в результате уменьшения ОПСС на фоне относительной гипертонии, при этом отмечается возрастание рабочего периферического сопротивления сосудов (РПСС), которое отражает сопротивление в основном мелких сосудов.

У женщин с признаками флебопатии этого возраста гемодинамическая ситуация характеризуется гипокинетическим типом

кровообращения на фоне снижения УО ( $P < 0,01$ ), возрастанием постнагрузки на сердце путем увеличения периферического сопротивления крупных и мелких сосудов ( $P < 0,01$ ) на фоне снижения мощности левого желудочка.

**Таблица 2**

Интегральные показатели гемодинамики мужчин и женщин 15–60 лет с признаками флебопатии ( $M \pm m$ ), (n=419)

| Ударный и минутный выброс (УИ, СИ) | Преднагрузка (КДЛЖЖ) | Постнагрузка (ОПСС) | Артериальное давление (АДср) | Частота сердечных сокращений (ЧСС) | Тип гемодинамики (СИ) | Работа сердца $W_{факт}$ | Тип кровотока в малом круге кровообращения (РДИ) | Тонус крупных артерий малого круга кровообращения (Альфа <sub>1</sub> ) | Тонус мелких и средних артерий системы легочной артерии (Альфа <sub>2</sub> ) | Работа правого желудочка (ФИС, $T_{сиср}$ ВСП) | Работа левого желудочка (ФИС, $T_{сиср}$ ВСП) | Функциональные возможности правого желудочка (КБ) | Функциональные возможности левого желудочка (КБ) |
|------------------------------------|----------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------|--|---|---|--|---|---|--|
| Мужчины 15-20 лет                  |                      |                     |                              |                                    |                       |                          |  |   |   |  |   |   |  |
| N                                  | ↓                    | N                   | N                            | N                                  | ЭТК                   | N                        | ГТК  | ↑   | N   | N  | ФСВДД   | ↓   | ↓  |
| Женщины 15-20 лет                  |                      |                     |                              |                                    |                       |                          |  |   |   |  |   |   |  |
| ↓                                  | N                    | N                   | N                            | N                                  | ЭТК                   | N                        | ГТК  | ↓   | ↓   | N  | ФСВДД   | ↓   | ↓  |
| Мужчины 21-30 лет                  |                      |                     |                              |                                    |                       |                          |  |   |   |  |   |   |  |
| ↓                                  | N                    | N                   | N                            | N                                  | ГТК                   | N                        | ГТК  | N   | N   | N  | N   | ↑   | ↑  |
| Женщины 21-30 лет                  |                      |                     |                              |                                    |                       |                          |  |   |   |  |   |   |  |
| ↓                                  | ↑                    | N                   | N                            | N                                  | ЭТК                   | N                        | ГТК  | ↓   | ↓   | N  | ФСВДД   | N   | N  |
| Мужчины 31-40 лет                  |                      |                     |                              |                                    |                       |                          |  |   |   |  |   |   |  |
| N                                  | N                    | N                   | N                            | N                                  | ЭТК                   | ↑                        | ГрТК   | ↓   | ↑   | ФСГМ   | ФСГМ  | ↑   | ↓  |
| Женщины 31-40 лет                  |                      |                     |                              |                                    |                       |                          |  |   |   |  |   |   |  |
| ↓                                  | ↑                    | N                   | N                            | N                                  | ГТК                   | N                        | ГТК  | ↓   | N   | ФСГМ   | N   | N   | ↓  |
| Мужчины 41-50 лет                  |                      |                     |                              |                                    |                       |                          |  |   |   |  |   |   |  |
| N                                  | N                    | ↓                   | ↑                            | N                                  | ЭТК                   | N                        | ГрТК   | ↓   | ↑   | ФСГМ   | ФСВДД   | ↓   | ↓  |
| Женщины 41-50 лет                  |                      |                     |                              |                                    |                       |                          |  |   |   |  |   |   |  |
| ↓↓                                 | ↓                    | ↑                   | N                            | N                                  | ГТК                   | ↓                        | ГТК  | ↓   | ↓   | ФСГМ   | ФСГМ  | ↓   | ↓  |
| Мужчины 51-60 лет                  |                      |                     |                              |                                    |                       |                          |  |   |   |  |   |   |  |
| N                                  | N                    | ↓                   | ↑                            | N                                  | ЭТК                   | N                        | ГрТК   | ↓   | ↑   | ФСГМ   | ФСВДД   | ↓   | ↓  |
| Женщины 51-60 лет                  |                      |                     |                              |                                    |                       |                          |  |   |   |  |   |   |  |
| ↓↓                                 | ↓                    | ↑                   | N                            | N                                  | ГТК                   | ↓                        | ГТК  | ↓   | ↓   | ФСГМ   | ФСГМ  | ↓   | ↓  |

Примечания: N – соответствует среднестатистическим нормативным показателям, ФСВДД – фазовый синдром высокого диастолического давления, ФСГМ – фазовый синдром гиподинамии миокарда, ↑ – повышение показателя, ↓ – снижение показателя.

При сравнительной оценке комплексных показателей реограммы легочной артерии и аорты нами выявлено, что у мужчин независимо от уровня здоровья с возрастом уменьшается тонус крупных артерий малого круга кровообращения. У мужчин и женщин с признаками флебопатии снижение тонуса крупных артерий малого круга кровообращения происходит уже в молодом возрасте, и значения его оказались достоверно более низкими по отношению к показателям лиц без отклонения в состоянии здоровья. Та же тенденция наблюдается

и по показателям тонуса средних и мелких артерий легочного кровотока.

**Заключение**

Исходя из полученных данных, можно заключить, что в поддержании гемодинамического гомеостаза существуют определенные периоды, которые сопровождаются увеличением количества элементов для оптимального уровня функционирования и проявляются повышением разброса показателей центральной гемодинамики (отклонением их от среднестатистического

возрастного диапазона нормы). У мужчин и женщин без отклонений в состоянии здоровья таким периодом является возраст 41–50 лет. В процессе долговременной адаптации к нарушениям венозного кровообращения у мужчин и женщин центральные механизмы ВНС, обеспечивающие регуляцию сердечной деятельности, включаются гораздо раньше, в возрастной диапазон 31–40 лет, что свидетельствует о неудовлетворительном функционировании автономных механизмов. Согласно рабочей гипотезе нашего исследования активизация экстракардиальных факторов с помощью различных средств оздоровительной методики позволит нивелировать эти процессы и оптимизировать процессы саногенеза.

#### Список литературы

1. Агаджанян, Н.А. Физиология человека / Н.А. Агаджанян, Л.З. Телль, В.И. Циркин, С.А. Чеснокова. – М.: Медицинская книга, 2005. – 526 с.
2. Баевский Р.М., Берсенева А.Г. Донозологическая диагностика в оценке состояния здоровья. – СПб., 1993. – 200 с.
3. Калинин, С.Ю. Особенности течения варикозной болезни нижних конечностей у пациентов с различным уровнем функционирования сердечно-сосудистой системы / С.Ю. Калинин, И.Н. Калинина, В.Т. Долгих // Ангиология и сосудистая хирургия. – 2007. – Т.13. – № 2. – С. 84–87.
4. Макарова Г.А. Практическое руководство для спортивных врачей. – Ростов н/Д, 2002. – 800 с.
5. Морман Д., Хеллер Л. Физиология сердечно-сосудистой системы. – СПб.: Питер, 2000. – 256 с.
6. Фомин Н.А. Адаптация: общепфизиологические и психофизиологические основы. – М.: Изд-во Теория и практика физической культуры, 2003. – 383 с.
7. Функциональные системы организма: руководство / под ред. К.В. Судакова. – М.: Медицина, 1987. – 432 с.
8. Ядов В.А. Социологическое исследование: методология, программа, методы. – 2-е изд. – М.: Наука, 1987. – 134 с.

#### References

1. Agadzhanian N.A. Fiziologiya cheloveka / N.A. Agadzhanian, L.Z. Tell, V.I. Tsirkin, S.A. Chesnokova. M.: Meditsinskaya kniga, 2005. 526 p.
2. Baevskiy R.M., Berseneva A.G. Donozologicheskaya diagnostika v otsenke sostoyaniya zdorovya. SPb., 1993. 200 p.
3. Kalinin S.Yu. Osobennosti techeniya varikoznoy bolezni nizhnih konechnostey u patsientov s razlichnyim urovnem funktsionirovaniya serdechno-sosudistoy sistemy / S.Yu. Kalinin, I.N. Kalinina, V.T. Dolgih // Angiologiya i sosudistaya hirurgiya. 2007. T.13. no. 2. pp. 84–87.
4. Makarova G.A. Prakticheskoe rukovodstvo dlya sportivnykh vrachev. Rostov n/D, 2002. 800 p.
5. Morman D., L. Heller Fiziologiya serdechno-sosudistoy sistemy. SPb.: «Piter», 2000. 256 p.
6. Fomin, N.A. Adaptatsiya: obschefiziologicheskie i psihofiziologicheskie osnovy. M.: Izd-vo Teoriya i praktika fizicheskoy kultury, 2003. 383 p.
7. Funktsionalnyye sistemy organizma: rukovodstvo / pod red. K.V. Sudakova. M.: Meditsina, 1987. 432 p.
8. Yadov, V.A. Sotsiologicheskoe issledovanie: metodologiya, programma, metody. Izd. 2-e. M.: Nauka, 1987. 134 p.

#### Рецензенты:

Корягина Ю.В., д.б.н., профессор кафедры анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены, ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», г. Омск;

Кудря О.Н., д.б.н., доцент кафедры медико-биологических основ, ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», г. Омск.

Работа поступила в редакцию 06.03.2014.