

**ВЛИЯНИЕ ХОЛОДОВОГО СТРЕССА
НА ПЕРИФЕРИЧЕСКОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ
У ПОДРОСТКОВ С РАЗНЫМ ТИПОМ
ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ**

А.Г. Игнатосян, М.В. Курицына

*ГОУ ВПО «Владимирский государственный гуманитарный
университет», г. Владимир*

Рецензент С.В. Фролов

Ключевые слова и фразы: вегетативная нервная система; периферическая гемодинамика; подростки.

Аннотация: Выявлены особенности реакции периферической гемодинамики конечностей на холодовое воздействие у подростков обоего пола с разным типом вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы.

Введение. В процессе индивидуального развития организм человека проходит хорошо различаемые стадии. Определенные этапы выделяются в развитии структуры функционирования системы гемодинамики в качественном усложнении ее функций, связанном с изменением функционирования других физиологических систем. В связи с этим существенное значение имеет анализ индивидуально-типологических особенностей периферического кровообращения, его вегетативного обеспечения в различные периоды развития организма, когда происходит интенсивная морфологическая и функциональная перестройка всех физиологических систем.

Возрастная динамика параметров кровообращения конечностей у детей обоего пола 5–17 лет указывает на увеличение тонуса сосудов крупного калибра на фоне существенных изменений амплитудных показателей реографического комплекса, систолического притока и изменения пульсового кровенаполнения [4, 10].

Пубертатный период оказывает существенное влияние на состояние сосудистого тонуса. Вегетативно-эндокринные сдвиги, связанные с половым созреванием, приводят к значительным изменениям в его регуляции [6]. В этот период отмечается физиологическая гиперфункция гипоталамо-гипофизарной и симпатoadреналовой систем, что сказывается на деятельности сердечно-сосудистой системы, на характере и степени повышения сосудистого тонуса. В подростковом возрасте нарушается адекватная регуляция тонуса сосудов [1].

Одной из важнейших функций периферического кровотока в кистях является его участие в терморегуляции. При изменении температуры окружающей среды диаметр сосудов конечностей может широко варьировать, тем самым увеличивая или уменьшая периферическое сопротивление току крови. Данная особенность периферического кровотока имеет непосредственное отношение к формированию механизмов, стабилизирующих артериальное давление [3, 9]. Так как кровеносная система является замкнутой, для поддержания устойчивости ее функций сужение сосудов в одной области сопровождается их расширением в другой, либо урежением частоты сердечных сокращений и/или уменьшением силы сердечных сокращений.

Целью работы было выявление особенностей реакции периферической гемодинамики конечностей на холодовое воздействие у подростков обоего пола с разным типом вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы.

Материал и методы исследования. В исследованиях принимали участие 74 практически здоровых учащихся школы-интерната №1 г. Владимира в возрасте 15–16 лет, находящиеся на IV–V стадиях полового развития (38 девочек, 36 мальчиков). Это этап развития организма, на котором система кровообращения и механизмы его регуляции проходят окончательное становление, а различные факторы могут вызывать динамическое рассогласование не только в функциях этой системы, но и видоизменять его морфологическую систему [2, 5, 7, 10].

Периферическое кровообращение исследовалось с помощью метода реовазографии. Анализировались следующие расчетные параметры: реографический индекс (РИ, у.е.), максимальная скорость быстрого наполнения ($v_{\text{макс}}$, Ом/с), средняя скорость медленного наполнения ($v_{\text{ср}}$, Ом/с) и индекс Симонсона (ИВО_Сим, %). Исследование проводилось на шестиканальном реографе фирмы «Нейрософт» (г. Иваново).

Для определения типа вегетативной регуляции использовался метод кардиоритмографии с анализом variability ритма сердца. Основным признаком для деления на группы служил показатель LF/HF (у.е.) – индекс вагосимпатического воздействия на сердечный ритм. В исследовании также использовались другие параметры временного и спектрального анализа variability сердечного ритма: средняя длительность интервалов R-R (RRNN, мс), общая мощность спектра или полный спектр частот, характеризующих variability ритма сердца (total power) (TP, мс²), мощность высокочастотных колебаний (HF, мс²), мощность низкочастотных колебаний (LF, мс²), мощность сверхнизкочастотных колебаний (VHF, мс²). В данной методике использовался прибор «Поли-Спектр-Ритм» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново).

Все исследования проводились с учетом холодовой пробы для анализа динамики параметров – выявления особенностей реакции организма на холодовой стресс. Проба проводилась в положении сидя. Испытуемые выдерживали кисти в воде с температурой «тающего льда» (3...4 °C) в течение одной минуты.

Для статистической обработки результатов исследований применялась специализированная программа «Статистика» и «Microsoft Excel». Среднегрупповые значения показателей (M) представлены с указанием вариационного разброса значений каждого показателя ($\pm\sigma$). Достоверность межгрупповых различий определялась по t-критерию Стьюдента. Для выявления связи между изучаемыми показателями проводился корреляционный анализ.

Результаты исследований и их обсуждение. Половой аспект реактивности физиологических и функциональных систем организма на различные воздействия является чрезвычайно важным для правильной интерпретации онтогенетических изменений и формирования систем адаптации в различных условиях, поэтому первым этапом анализа полученных данных явилась интерпретация показателей в группах подростков мужского и женского пола в зависимости от типа вегетативной регуляции.

В результате анализа кардиоритмографических параметров было выявлено, что в группе мальчиков основную часть (88,8 %) составили ваготоники, незначительный процент симпатикотоники и эйтоники (11,2 %). В группе девочек процентное соотношение лиц с различным типом регуляции выглядело следующим образом: ваготоники – 57,8 %, симпатикотоники – 31,5 %, эйтоники – 10,7 %. Дальнейшая статистическая обработка была проведена в группах мальчиков-ваготоников ($n = 28$), девочек-ваготоников ($n = 22$) и девочек-симпатикотоников ($n = 12$); выборка остальных групп была статистически не значимой. Данный факт можно объяснить тем, что в пубертатном возрасте морфофункциональное развитие звеньев центральной нервной системы у девочек опережает мальчиков.

Практически все реовазографические параметры достоверно увеличиваются в группе мальчиков-ваготоников (табл. 1) по сравнению с аналогичной группой девочек (табл. 2), у которых достоверных изменений не наблюдается. Этот факт, возможно, связан с тем, что обусловленная лабильностью физиологических и функциональных систем мужского организма в этом возрасте периферическая гемодинамика и системы, обеспечивающие ее регуляцию, более подвержены кратковременным стрессовым ситуациям в виде одномоментного воздействия низкой температуры, чем аналогичные системы в женском организме.

Что касается кардиоритмографических параметров, единственное отличие между исследуемыми группами состоит в достоверном изменении показателя индекса вагосимпатического воздействия на сердечный ритм, который достоверно уменьшается в группе мальчиков-ваготоников. Возможно, этот факт очередной раз доказывает, что функциональные системы, регулирующие и поддерживающие сердечно-сосудистый гомеостаз в подростковом

возрасте в женском организме, функционируют сбалансировано, в отличие от более лабильной системы в мужском.

Как и в группе девочек-ваготоников, в группе девочек-симпатикотоников (табл. 3) не наблюдается достоверных изменений параметров периферического кровообращения.

Таблица 1

**Реовазографические и кардиоритмографические параметры
в группе мальчиков-ваготоников до и после холодной пробы**

Показатели	Группа мальчиков-ваготоников $n = 28$		Достоверность отличий, p
	до холодной пробы	после холодной пробы	
РИ, у.е.	$0,63 \pm 0,20$	$0,83 \pm 0,35$	$\leq 0,09$
ИВО_Сим, %	$42,93 \pm 10,11$	$87,67 \pm 25,33$	$\leq 0,007$
$v_{\text{макс}}$, Ом/с	$0,87 \pm 0,26$	$1,23 \pm 0,31$	$\leq 0,01$
$v_{\text{ср}}$, Ом/с	$0,50 \pm 0,10$	$0,66 \pm 0,23$	$\leq 0,07$
RRNN, мс	$801,80 \pm 103,19$	$834,90 \pm 105,26$	$\leq 0,4$
LF/HF, у.е.	$1,18 \pm 0,16$	$0,80 \pm 0,37$	$\leq 0,002$
TP, мс^2	$4365,46 \pm 1165,49$	$5921,82 \pm 2461,41$	$\leq 0,2$
VLF, мс^2	$644,66 \pm 243,18$	$2492,75 \pm 1166,63$	$\leq 0,005$
LF, мс^2	$1109,61 \pm 342,02$	$1789,45 \pm 523,40$	$\leq 0,02$
HF, мс^2	$806,23 \pm 303,02$	$1010,48 \pm 260,74$	$\leq 0,2$

Таблица 2

**Реовазографические и кардиоритмографические параметры
в группе девочек-ваготоников до и после холодной пробы**

Показатели	Группа девочек-ваготоников $n = 22$		Достоверность отличий, p
	до холодной пробы	после холодной пробы	
РИ, у.е.	$1,1 \pm 0,1$	$1,16 \pm 0,08$	$\leq 0,1$
ИВО_Сим, %	$50,63 \pm 14,78$	$58,30 \pm 20,45$	$\leq 0,4$
$v_{\text{макс}}$, Ом/с	$1,16 \pm 0,24$	$1,24 \pm 0,29$	$\leq 0,5$
$v_{\text{ср}}$, Ом/с	$0,68 \pm 0,13$	$0,77 \pm 0,21$	$\leq 0,2$
RRNN, мс	$801,80 \pm 103,19$	$834,90 \pm 105,26$	$\leq 0,8$
LF/HF, у.е.	$1,08 \pm 0,60$	$1,12 \pm 0,61$	$\leq 0,4$
TP, мс^2	$3274,84 \pm 1238,77$	$3675,35 \pm 1398,06$	$\leq 0,6$
VLF, мс^2	$1003,91 \pm 228,87$	$1281,95 \pm 216,77$	$\leq 0,005$
LF, мс^2	$1593,57 \pm 486,36$	$1371,26 \pm 545,59$	$\leq 0,02$
HF, мс^2	$1260,39 \pm 391,39$	$1382,31 \pm 43,74$	$\leq 0,2$

Возможно, это связано с тем, что реактивность физиологических и функциональных систем организма в большей степени зависят от полового фактора, нежели от особенностей формирования и влияния регуляторных механизмов автономной нервной системы на поддержание сердечно-сосудистого гомеостаза [8].

Корреляционный анализ всех параметров исследованных систем (система периферической гемодинамики конечностей и система вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы) показал следующее. Внутрисистемные корреляционные взаимосвязи выявлены во всех трех группах, что

Таблица 3

**Реовазографические и кардиоритмографические параметры
в группе девочек-симпатикотоников до и после холодной пробы**

Показатели	Группа девочек симпатикотоников $n = 12$		Достоверность отличий, p
	до холодной	после холодной	

	пробы	пробы	
РИ, у.е.	0,72±0,29	0,78±0,1	≤0,6
ИВО_Сим, %	93,41±44,94	62,58±21,39	≤0,1
$v_{\text{макс}}$, Ом/с	1,03±0,33	1,2±0,24	≤0,3
$v_{\text{ср}}$, Ом/с	0,6±0,18	0,73±0,14	≤0,2
RRNN, мс	689,43±63,85	696,83±71,61	≤0,8
LF/HF, у.е.	4,08±1,44	4,05±2,3	≤0,9
TP, мс ²	2776,82±1215,27	2526,94±1082,95	≤0,9
VLF, мс ²	548,6±267,83	780,99±221,84	≤0,2
LF, мс ²	510,12±57,36	671,13±175,92	≤0,7
HF, мс ²	265,40±92,66	367,50±59,0	≤0,2

является показателем активности конкретной системы в обеспечении определенной специфической функции.

Положительные межсистемные корреляционные взаимосвязи выявлены только в группах девочек-ваготоников (ИВО_Сим с LF/HF; $v_{\text{макс}}$ с TP, VLF, LF; $v_{\text{сред}}$ с VLF, LF при $p \leq 0,05$) и девочек-симпатикотоников (РИ с TP, VLF, LF; ИВО_Сим с RRNN; $v_{\text{макс}}$ с RRNN, TP, VLF, LF; $v_{\text{сред}}$ с VLF, LF при $p \leq 0,05$), отрицательная взаимосвязь была выявлена только между параметрами венозного оттока (ИВО_Сим, %) и средней длительностью интервалов R-R (RRNN, мс). Взаимодействие межсистемных связей направлено на поддержание уровня метаболизма для обеспечения сосудистого гомеостаза при изменении внешних условий. Половые различия заключаются в том, что в женском организме более сформированы внутрисистемные связи.

Заключение. Таким образом, исследуя состояние периферического кровотока и его регуляцию со стороны автономной нервной системы в зависимости от типа вегетативной регуляции у подростков обоего пола с учетом проведения холодовой нагрузки, можно прийти к следующим выводам.

1. Существуют половые различия в показателях периферического кровообращения и вариабельности сердечного ритма. У мальчиков, по сравнению с девочками, все вышеперечисленные показатели менее устойчивы к влиянию экзогенных факторов в виде холодовой пробы.

2. Стабильность гемодинамики и механизмов его регуляции у девочек свидетельствуют о более интенсивных темпах формирования организма, что определяет оптимальный уровень кровообращения, выражающийся в меньшей степени его централизации и более высоком уровне активности парасимпатического звена.

3. Стабильность параметров, характеризующих ЧСС на гипотермическое воздействие, говорит об отсутствии влияния сердечной деятельности на поддержание гомеостаза в гемодинамической системе при экзогенных влияниях.

4. Изучение коэффициента корреляции между показателями периферического кровообращения и регуляции сердечной деятельности показывает, что, чем больше согласована деятельность различных уровней регуляции кровообращения, тем оптимальнее организована функция системы в целом. По мере формирования организма количество корреляционных связей увеличивается, одновременно увеличивается количество внутрисистемных отношений в каждом конкретном случае, что свидетельствует об усилении саморегуляции функциональных систем.

Список литературы

1. Человек в условиях гипоксии и гиперкапнии : монография / Н.А. Агаджанян [и др.]. – Астрахань–М. : Изд-во Астрах. гос. мед. академии, 2001. – 230 с.
2. Физиология человека / Н.А. Агаджанян [и др.] // под ред. Н.А. Агаджаняна, В.И. Циркин. – СПб. : СОТИС, 2000. – 527 с.
3. Арабидзе, Г.Г. Исследование параметров периферической гемодинамики у пациентов с гипертоническим кризом / Г.Г. Арабидзе // Сб. тезисов XI Европейской встречи по гипертонии. – Милан, 2001. – С. 15–19.

4. Безобразова, В.И. Возрастные особенности развития кровообращения головного мозга и конечностей у детей 15–17 лет / В.И. Безобразова, С.Б. Догаткина. – Альманах «Новые исследования». – 2003. – №1(4). – С. 200–207.
5. Безруких, М.М. Физиология развития / М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М. : Изд-во Ин-та возрастной физиологии РАО, 2001. – 451 с.
6. Безруких, М.М. Особенности регуляции сердечного ритма у школьников в 16 лет под влиянием учебных занятий / М.М. Безруких // Физиология человека. – 1989. – № 2. – С. 36–39.
7. Безруких, М.М. Регуляция сердечного ритма у подростков с различными типами полового созревания / М.М. Безруких // Новые исследования педологии. – 1982. – № 1. – С. 13–18.
8. Левина, Л.И. Подростковая медицина : руководство / Л.И. Левина, А.М. Куликов. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Питер, 2007. – 544 с
9. Гемодинамические механизмы лабильной артериальной гипертензии у подростков / А.И. Рывкин[и др.]//Педиатрия.–2005.–№2–С. 23–27.
10. Тупицын, И.О. Возрастная динамика и адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы школьников / И.О. Тупицын ; Науч.-исслед. ин-т физиологии детей и подростков ; Акад. пед. наук СССР. – 1985. – 265 с.