

У здоровых спортсменов в состоянии покоя сердечные маркеры (тропонин и натрийуретический пептид (В-тип) находятся в пределах нормального диапазона, однако после изнурительных тренировок на выносливость данные маркеры могут транзиторно повышаться в незначительных пределах. У «неспортсменов» высокий уровень данных биомаркеров регистрируется только при инфаркте миокарда или при застойной сердечной недостаточности. По данным мета-анализа с участием более 1000 спортсменов, тренирующихся в видах спорта на выносливость установлено, что у 47 % из них после выполнения тренировок на выносливость (например, марафон или триатлон) было зарегистрировано повышение концентрации тропонина. Более поздние исследования с использованием высокочувствительных тестов на тропонин выявили более высокий процент «тропонин-положительных» спортсменов после изнурительных тренировок на выносливость [3, 4, 5]. Нагрузочно-индуцированное увеличение концентрации тропонина у здоровых спортсменов, вызванное нагрузкой на выносливость, как правило, снижается в течение 24–48 часов (в крайнем случае, в течение 72 часов). Недавно появились сообщения о том, что имеется связь концентрации маркеров натрийуретического пептида (В-тип) или тропонина на высоте физической нагрузки и развитием дисфункции правого желудочка после длительных тренировок на выносливость, что может указывать на более значительное влияние физических нагрузок на выносливость на функцию правого желудочка [5].

#### **Выводы:**

1. Регулярные физические упражнения приводят к функциональным и структурным адаптационным изменениям, благоприятно влияющим на ССС.
2. С целью выявления функционально-адаптационных изменений со стороны ССС интенсивно-тренирующимся спортсменам требуется проведение ряда функционально-диагностических исследований кардиологического профиля.
3. Ввиду актуальности проблемы внезапной сердечной смерти во время занятий спортом, дискуссии о наличии потенциальных патологических эффектов спортивной деятельности на ССС продолжаются, что диктует необходимость выявления возможных факторов риска и разработки рекомендаций.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Беляева, Л. М.* Педиатрия. Курс лекций / Л. М. Беляева. — М.: Мед. лит., 2011. — 568 с.
2. *Гаврилова, Е. А.* Спортивное сердце: стрессорная кардиопатия / Е. А. Гаврилова. — М.: Совет. спорт, 2007. — 200 с.
3. *Скуратова, Н. А.* Спортивное сердце / Н. А. Скуратова // Проблемы здоровья и экологии. — 2010. — № 2. — С. 71–74.
4. Cardiovascular Guidelines for Eligibility in Competitive Sports (COCIS — 4th ed.) [in Italian] // Med. Sport. — 2010. — № 63. — P. 5–136.
5. Scharhag Jürgen, Löllgen, Herbert, Kindermann, Wilfried – Competitive Sports and the Heart: Benefit or Risk? // Jürgen Scharhag, Herbert Löllgen, Wilfried Kindermann. — Dtsch. Arztebl. Int. — Jan., 2013. — № 110(1–2). — P. 14–24.

УДК 612.13:797.21

### **ОСОБЕННОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ПЛОВЦОВ В ПРЕДСОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД**

**Сукач Е. С.<sup>1</sup>, Будько Л. А.<sup>2</sup>, Кириллова М. А.<sup>3</sup>**

**<sup>1</sup>Учреждение образования**

**«Гомельский государственный медицинский университет»,**

**<sup>2</sup>Учреждение здравоохранения**

**«Гомельский областной диспансер спортивной медицины»,**

**<sup>3</sup>Учреждение образования**

**«Гомельское государственное училище олимпийского резерва»**

**г. Гомель, Республика Беларусь**

#### **Введение**

Основная часть исследований гемодинамических состояний у спортсменов разных видов спорта в различных режимных условиях посвящена оценке работы сердца и центральной гемодинамики, так как адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы спортсменов наибо-

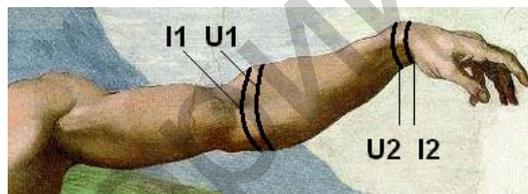
лее полно опосредуются через показатели этого региона [1]. В циклических видах спорта региональное кровообращение в мышцах обуславливает проявление локальной мышечной выносливости. Эффективная микроциркуляция и кровоснабжение мышц во многом определяют достижение высоких спортивных результатов [2]. Значительный практический и теоретический интерес представляет выявление механизмов и закономерностей кровоснабжения мышц предплечья у квалифицированных спортсменов при формировании научно-методических рекомендаций по контролю, максимизации и оптимизации системного кровообращения в условиях тренировочной и соревновательной деятельности. В то же время исследования, посвященные периферическому кровообращению, несмотря на их востребованность, малочисленны и фрагменты [3].

### **Цель**

Изучить показатели региональной гемодинамики, выявить особенности кровообращения предплечья спортсменов-пловцов в состоянии покоя, после разминки и выполнения физической нагрузки.

### **Материал и методы исследования**

Обследование проводилось на базе ГУ «Гомельский областной комплексный центр олимпийского резерва Гомельский Дворец водных видов спорта». В качестве метода исследования применяли реовазографию (РВГ), позволяющую изучить интенсивность периферического кровообращения, оценить состояние сосудистого тонуса венозной системы, получить информацию об интенсивности кровотока в изучаемом участке сосудистого русла, его эластических свойствах. Для исследования регионального кровотока на участке «предплечье» применяли реографический аппаратно-программный комплекс «Импекард-М». Для анализа РВГ применяется четыре рулеточных спаренных электрода — по два на каждую конечность. Пары электродов должны располагаться на проксимальном и дистальном участках исследуемых отделов конечностей. Электроды накладывают в соответствии с выбранной локализацией: предплечье — на запястье и в верхней трети предплечья ниже области локтевой ямки (рисунок 1).



**Рисунок 1** — Схема расположения электродов при реовазографии предплечья

В предсоревновательный период обследовано 14 спортсменов (7 девушек и 7 юношей), средний возраст 21 год. Пловцы были различного уровня подготовленности (от кандидатов в мастера спорта до Заслуженного мастера спорта) и различной специализации. Данные представлены в абсолютных и относительных (в процентах) величинах. Определяли следующие показатели региональной гемодинамики: РИ, Ом — реографический индекс, который отражает пульсовой прирост объема крови; ИЭ, % — индекс эластичности, косвенно характеризует эластичность артерий исследуемой зоны; ИПС, % — индекс периферического сопротивления — отражает величину периферического сопротивления; ДИ, % — диастолический индекс, косвенно отражает состояние тонуса вен. ВО, % — венозный отток оценивает условия возврата крови из венозного русла,  $\Delta V$ , мл — пульсовой прирост крови; Q, мл/мин — объемная скорость кровотока — количество крови, протекающее через поперечное сечение межэлектродного участка в единицу времени. Показатели региональной гемодинамики исследовали в состоянии покоя, после разминки и физической нагрузки. Статистическая обработка данных осуществлялась с применением компьютерных программ «Excel» и «Statistica» (V.6.0). Количественные данные представлены в виде значений медианы (Me). Полученные данные не подчинялись закону нормального распределения и поэтому анализировались методами непараметрической статистики.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

По результатам проведенного исследования выявлены направленные изменения в состоянии периферической гемодинамики. При оценке показателей сегмента «предплечье верхних конечностей» в состоянии покоя РИ, ИЭ, ДИ,  $\Delta V$ , Q, вне зависимости от пола, зна-

чения соответствуют среднестатистическим нормам. Показатели ИПС снижен и ВО — облегчен. Данные представлены в таблице 1. У девушек-спортсменок в правом предплечье показатель реографический индекс в состоянии покоя равен 0,07 Ом (0,05; 0,08), что соответствует физиологической норме. После выполнения основного задания составил 0,04 Ом (0,04; 0,05), данный показатель снизился в 1,5 раза, ( $p = 0,04$ ). Также отмечено значимое повышение величины индекса эластичности в 2 раза при выполнении физической нагрузки по сравнению с состоянием покоя — ИЭ увеличился: от 42 % (37; 67) до 83 % (71; 123), ( $p = 0,04$ ). В левом предплечье статистических различий по данным показателям не найдено. Пульсовой прирост крови у девушек спортсменок соответствовал физиологической норме в правом предплечье в покое и резко снижен  $\Delta V < 0,40$  после нагрузки ( $p = 0,02$ ). В левом предплечье кровотока значительно снижен в покое, резко снижен после нагрузки, различия не значимы. Вероятно, данное уменьшение пульсового прироста объема крови, связано с увеличением эластичности артерий, высокой растяжимостью артериальных сосудов и снижением тонуса сосудистой стенки. Эти предположения согласуются с результатами исследований ряда авторов, которые выявили более высокую растяжимость и больший диаметр артерий у спортсменов, занимающихся видами спорта с преимущественным проявлением выносливости. [2].

Таблица 1 — Показатели периферической гемодинамики предплечья в предсоревновательный период (Ме (25÷75 квартиль))

Показатели региональной гемодинамики предплечья норма		Группы					
		девушки (N = 7)			юноши (N = 7)		
		исходное состояние 1	разминка 2	нагрузка 3	исходное состояние 4	разминка 5	нагрузка 6
		медиана			медиана		
<b>РИ Ом</b> <b>РИ &gt; 0,07</b>	Правое	<b>0,07*<sup>1</sup></b> <b>(0,05; 0,08)</b> <b>(p(1-3) = 0,04)</b>	<b>0,07*<sup>2</sup></b> <b>(0,07; 0,07)</b> <b>(p(2-3) = 0,04)</b>	<b>0,04*<sup>3</sup></b> <b>(0,04; 0,05)</b> <b>(p(1-3) = 0,04)</b>	0,05 (0,04; 0,05)	0,06 (0,05; 0,06)	0,07 (0,05; 0,08)
	Левое	0,06 (0,05; 0,08)	0,06 (0,06; 0,07)	0,05 (0,05; 0,06)	0,05 (0,05; 0,06)	0,05 (0,05; 0,07)	0,04 (0,04; 0,08)
<b>ИЭ %</b> <b>ИЭ &gt; 40</b>	Правое	<b>42*<sup>1</sup></b> <b>(37;66)</b> <b>(p(1-4) = 0,04)</b>	<b>55*<sup>2</sup></b> <b>(55;57)</b> <b>(p(2-3) = 0,04)</b>	<b>83*<sup>3</sup></b> <b>(71;123)</b> <b>(p(1-3) = 0,04)</b>	<b>71*<sup>4</sup></b> <b>(47;99)</b> <b>(p(1-4) = 0,04)</b>	65 (47; 99)	70 (66; 72)
	Левое	71 (53;71)	57 (49;61)	71 (62;77)	69 (16;100)	67 (57;71)	40 (57; 71)
<b>ИПС %</b> <b>30 &lt; ИПС &lt; 40</b>	Правое	<b>23*<sup>1</sup></b> <b>(16;44)</b> <b>(p(1-3)=0,03)</b>	<b>21*<sup>2</sup></b> <b>(21;28)</b> <b>(p(2-3)=0,03)</b>	<b>5*<sup>3</sup></b> <b>(-53;10)</b> <b>(p(1-3)=0,03)</b>	13 (-31;27)	14 (-4;23)	17 (15; 18)
	Левое	10 (8;35)	29 (22;38)	7 (-2;15)	29 (-22;47)	17 (15;20)	9 (10; 16)
<b>ВО %</b> <b>0 &lt; ВО &lt; 30</b>	Правое	9(-2;11)	10 (-0,9;11,3)	10 (2,7;11,7)	-1 (-8;5)	13 (-2;26)	2 (-10; 15)
	Левое	<b>3*<sup>1</sup></b> <b>(-2;4)</b> <b>(p(1-2) = 0,03)</b>	<b>1*<sup>2</sup></b> <b>(-2;7)</b> <b>(p(1-2) = 0,03)</b>	<b>-19*<sup>3</sup></b> <b>(-19;-16)</b> <b>(p(1-3) = 0,03)</b>	-13 (-21; 22)	13 (-11; 24)	<b>31*<sup>6</sup></b> <b>(-5; 12)</b> <b>(p(3-6) = 0,02)</b>
<b>ДИ %</b> <b>40 &lt; ДИ &lt; 60</b>	Правое	40 (40;64)	46 (28;65)	50 (45,9;53,6)	57 (39;66)	36 (33;42)	46 (37;58)
	Левое	36 (33;61)	43 (29;7)	9 (-5;42)	36 (11;68)	35 (30;67)	31 (45;59)
<b>ΔV<sub>мл</sub></b> <b>ΔV &gt; 0,75</b>	Правое	<b>0,77*<sup>1</sup></b> <b>(0,57; 0,85)</b> <b>(p(1-3) = 0,02)</b>	<b>0,38*<sup>2</sup></b> <b>(0,36; 0,38)</b> <b>(p(1-2) = 0,04)</b>	<b>0,28*<sup>3</sup></b> <b>(0,23; 0,51)</b> <b>(p(2-3) = 0,03)</b>	0,68 (0,39; 0,92)	0,60 (0,54; 0,66)	<b>1,00*<sup>6</sup></b> <b>(0,56; 0,91)</b> <b>(p(3-6) = 0,01)</b>
	Левое	0,54 (0,34; 0,88)	<b>0,34*<sup>2</sup></b> <b>(0,34; 0,38)</b> <b>(p(2-5) = 0,01)</b>	<b>0,37*<sup>3</sup></b> <b>(0,31; 0,37)</b> <b>(p(3-6) = 0,04)</b>	0,57 (0,45; 1,29)	<b>0,62*<sup>5</sup></b> <b>(0,48; 0,72)</b> <b>(p(2-5) = 0,01)</b>	<b>4,28*<sup>6</sup></b> <b>(0,5; 0,95)</b> <b>(p(3-6) = 0,04)</b>
<b>Q мл/ (мин. × 100см<sup>3</sup>)</b> <b>Q &gt; 7,5</b>	Правое	9,8 (8,8; 19,6)	7,86 (7,9; 9,3)	6,2 (5,1; 7,1)	8,5 (6,1; 10,3)	10,4 (9,8; 10,6)	12,5 (7,1; 14,8)
	Левое	8,0 (6,3; 20,3)	<b>7,0*<sup>2</sup></b> <b>(6,8; 8,0)</b> <b>(p(2-5) = 0,04)</b>	8,1 (6,4; 8,11)	8,31 (5,9; 8,9)	<b>9,8*<sup>5</sup></b> <b>(8,3; 10,6)</b> <b>(p(2-5) = 0,04)</b>	5,8 (7,9; 10,4)

Примечания: 1) Жирным шрифтом выделены значимые различия между тремя сравниваемыми группами по **W-критерий** — **критерий Уилкоксона**, в скобках указаны достигнутые значения P; 2) \* — значимые различия между группами по U-критерию Манна — Уитни, в скобках — достигнутые значения P.

При выполнении физической нагрузки у спортсменок отмечено значимое снижение индекса периферического сопротивления в правом предплечье, по сравнению с состоянием покоя: ИПС снизился: от 23 (16; 44) % до 5 (-53; 10) % ( $p = 0,03$  по  $W$ -критерию). В левом предплечье не наблюдалось значимых изменений величины ИПС. В процессе учебно-тренировочного занятия снижается периферическое сопротивление сосудов на уровне пре и посткапилляров, перераспределяется кровоток и, усиливается именно в том регионе мышцы, который вовлечен в выполняемую работу. Показатель ВО для правого предплечья в покое и после нагрузки у девушек соответствовал норме, для левого сегмента венозный отток в покое облегчен, после нагрузки резко снижен ( $p = 0,03$ ), что свидетельствует об отсутствии признаков венозного застоя в исследуемой зоне.

У спортсменов-пловцов динамический анализ изменений в системе кровообращения предплечья не выявил статистически значимых различий.

В исследуемых группах девушек и юношей выявлено статистически значимые различия в отношении региональной гемодинамики в состоянии покоя: показатель ИЭ в правом предплечье у девушек, значимо ниже по сравнению с юношами ( $p = 0,01$ ). При выполнении нагрузки спортсменами-пловцами наблюдалась тенденция к увеличению в левом предплечье ВО = 31 % (-5; 12), что свидетельствует о затруднении венозного оттока в данном сегменте ( $p = 0,02$ ), у девушек в левом предплечье ВО облегчен. Одновременная несогласованность между ритмом и темпом нервно-мышечных сокращений в обеих руках, приводит к нарушению их взаимосвязей и снижению специальной выносливости и работоспособности.

### **Заключение**

Предварительные результаты проведенного исследования спортсменов-пловцов позволили выявить определенные особенности региональной гемодинамики. В состоянии покоя показатели верхних конечностей РИ, ИЭ, ДИ,  $\Delta V$ , Q соответствуют физиологической норме. Показатели ИПС — снижен, ВО — облегчен. У девушек-спортсменок, при адаптации к нагрузкам в правом предплечье происходит снижение пульсового прироста крови за счет увеличения растяжимости и снижения тонуса артериальных сосудов, снижение тонуса на уровне обменного звена, что уменьшает скорость кровотока на данном участке сосудистого русла и способствует лучшему использованию кислорода мышцами, тем самым повышая окислительные возможности организма. Показано отсутствие статистически значимых отличий при выполнении физической нагрузки у юношей-спортсменов. Применение данного аппаратного комплекса в подготовительном периоде позволит повысить эффективность и качество процесса подготовки, индивидуализировать и корректировать тренировочный процесс, а также улучшить функциональные возможности организма за счет равномерного перераспределения кровотока между правым и левым сегментом верхних конечностей, что позволит обеспечить готовность к предстоящим соревнованиям и участие в них.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Сукач, Е. С. Воздействие тренировочных нагрузок на показатели центральной гемодинамики пловцов в предсоревновательный период / Е. С. Сукач, С. Н. Мельник // Научное обоснование физического воспитания, спортивной тренировки и подготовки кадров по физической культуре, спорту и туризму : материалы XIV Междунар. науч. сессии по итогам НИР за 2015 год, Минск, 12–14 апр. 2016 г. : в 3 ч. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры ; редкол.: Т. Д. Полякова (гл. ред.) [и др.]. — Минск: БГУФК, 2016. — Ч. 3. — С. 133–136.
2. Зайцев, К. С. Влияние аппаратного лимфодренажа на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата и гемодинамику велосипедистов: дис. ... канд. биол. наук : 03.03.0 / К.С. Зайцев; Сибир. гос. пед. ун-т. физ. культуры. — Омск, 2016. — 146 с.
3. Цуканова, Е. Г. Реографические исследования периферического кровообращения у девушек, специализирующихся в легкоатлетическом беге на 800 метров / Е. Г. Цуканова // Культура физическая и здоровье. — 2013. — № 3. — С. 70–72.

**УДК 796.015.682-057.875**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ**

**Сулейманова М. И.**

**Учреждение образования**

**«Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»**

**г. Брест, Республика Беларусь**

### **Введение**

Проблема совершенствования физической и функциональной подготовленности студенческой молодежи всегда остается центром внимания государства и общества. Каждое обра-