

УДК612.769:796.015.572

**АКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ В РЕГУЛЯЦИИ
УРОВНЯ КРОВОТОКА У ПЛОВЦОВ РАЗЛИЧНОГО ВОЗРАСТА В
ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К СПЕЦИФИЧЕСКИМ ФИЗИЧЕСКИМ
НАГРУЗКАМ**

Погодина С.В.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: sveta_pogodina@mail.ru*

Изучались особенности функциональной взаимосвязи и коррелированности компонентов системы кровообращения в обеспечении оптимального уровня кровотока у пловцов разного возраста при физических нагрузках субмаксимальной мощности.

Ключевые слова: функциональная система кровообращения, внутрисистемные взаимосвязи, этапы онтогенеза, адаптация, физические нагрузки.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность адаптации к воздействию различных внешних факторов зависит, как от степени выраженности приспособительных реакций в организме, что в свою очередь определяется этапом онтогенеза, так и от силы внешнего воздействия [1]. При занятиях спортом сила этого воздействия варьирует в достаточно-большом диапазоне [2], и основной проблемой в данном случае выступает адекватность применяемых физических нагрузок физиологической зрелости организма юных спортсменов на различных этапах онтогенеза [3]. Причем, при определении адекватности реакции на внешнее воздействие необходимо учитывать не только количественные характеристики величин основных параметров компонентов системы, но и характер взаимосвязей между этими компонентами, что в совокупности и обуславливает эффективность функционирования системы в достижении полезного приспособительного результата [4]. Как известно, при физических нагрузках, полезным приспособительным результатом функциональной системы кровообращения является адекватный, метаболическому запросу организма, уровень кровотока [5]. При этом в процессе долговременной адаптации к физическим нагрузкам формируется тип взаимодействия кардио-гемодинамических параметров, обеспечивающих достижение оптимального приспособительного эффекта [6]. Количество внутрисистемных взаимодействий может характеризовать активность системы в регуляции уровня кровотока. В этой связи представляет практический интерес изучение функциональной сопряженности и коррелированности различных компонентов системы кровообращения в

обеспечении оптимального уровня кровотока у пловцов различного возраста в процессе адаптации к специфическим физическим нагрузкам.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследованиях приняли участие 75 пловцов мужского пола в возрасте от 9 до 16 лет. Испытуемые были разделены на 3 группы (9-10, 11-13, 14-16 лет). Исследование возрастной динамики показателей системы кровообращения как в покое, так и при физических нагрузках субмаксимальной мощности проводили реографическим методом с помощью реоанализатора РА 5-01. Изучали следующие кардио-гемодинамические показатели: частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), ударный объем крови (УО, мл), минутный объем крови (МОК, л/мин), сердечный индекс (СИ, л/мин/м²), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС, дин·с⁻¹·м⁻⁵), длительность сердечного цикла (ДСЦ, с). Расчетным методом определяли среднее артериальное давление (САД, мм рт. ст.), объемную скорость выброса (ОСВ, мл/с). Результаты исследований обрабатывались с помощью методов математической статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Процессы формирования долговременной адаптации к физическим нагрузкам представляют собой динамическое единство количественных преобразований, происходящих в организме спортсменов, сочетающихся с качественными изменениями [3]. При этом необходимо учитывать, что возрастная специфика вегетативных функций определяется не только морфо-функциональной организацией деятельности системы кровообращения, но и характером внутрисистемных взаимодействий [4]. С целью выявления особенностей взаимосвязей основных кардио-гемодинамических показателей между собой в онтогенезе пловцов нами был проведен корреляционный анализ параметров системы кровообращения у спортсменов трех возрастных групп. На Рис. 1-А представлены корреляционные связи между исследуемыми показателями, определяющими уровень кровотока в состоянии покоя у детей 9-10 лет.

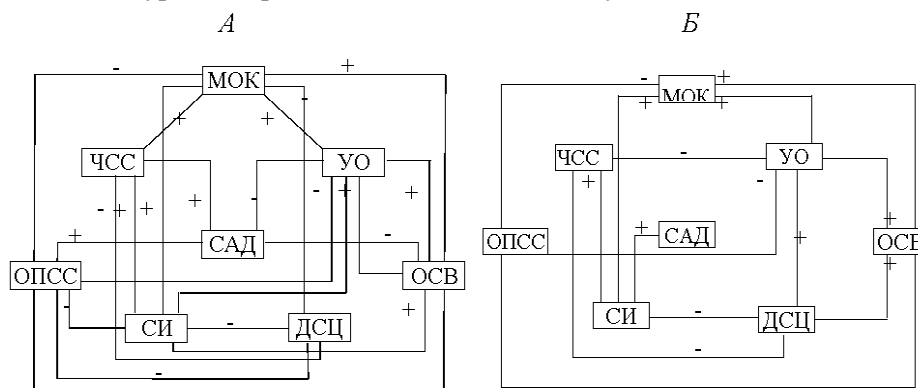


Рис. 1. Корреляционные связи между показателями, определяющими уровень кровотока в состоянии покоя А – у пловцов 9-10 лет, Б – у пловцов 11-13 лет.

Всего выявлено 20 достоверных связей. Стабильный уровень ОСВ обеспечивался у детей этого возраста ЧСС и величиной УО ($r=0,63$). Однако между этими параметрами не выявлено достоверного взаимодействия. Величина МОК была связана с СИ ($r=0,96$), ОПСС, ($r=-0,79$), ОСВ, ($r=0,82$), ДСЦ, ($r=-0,57$). Важное значение, с точки зрения сбалансированности системы кровообращения, имело наличие отрицательной взаимосвязи между ОПСС и СИ ($r=-0,89$). У пловцов 11-13 лет отмечалось уменьшение достоверных связей до 14, что свидетельствовало об изменениях в механизмах регуляции системы кровообращения (рис. 1-Б). Отмечено снижение корреляционной взаимосвязи между ОПСС и СИ до статистически незначимой. Для спортсменов в возрасте 14-16 лет характерным явилось увеличение количества достоверных корреляционных связей до 18 лет (рис. 2). МОК в большей степени зависел от величины УО ($r=0,81$), ОПСС ($r=-0,83$) и объёмной скорости выброса, ($r=0,89$). Увеличение количества достоверных связей в этом возрасте было связано с повышением количества компонентов системы кровообращения, обеспечивающих регуляцию и поддержание постоянной величины САД. Сбалансированность системы кровообращения определялась наличием высокой отрицательной зависимости между ОПСС и СИ, ($r=-0,87$). При выполнении субмаксимальной физической нагрузки направленность и количество достоверных корреляционных связей у всех испытуемых изменялось. У детей 9-10 лет число этих связей уменьшилось до 11, (рис. 3-А). Значительное влияние на величину объёмной скорости кровотока оказывали ОПСС, ($r=-0,52$), УО, ($r=0,60$), среднее артериальное давление ($r=-0,42$), и площадь поверхности тела ($r=0,69$).

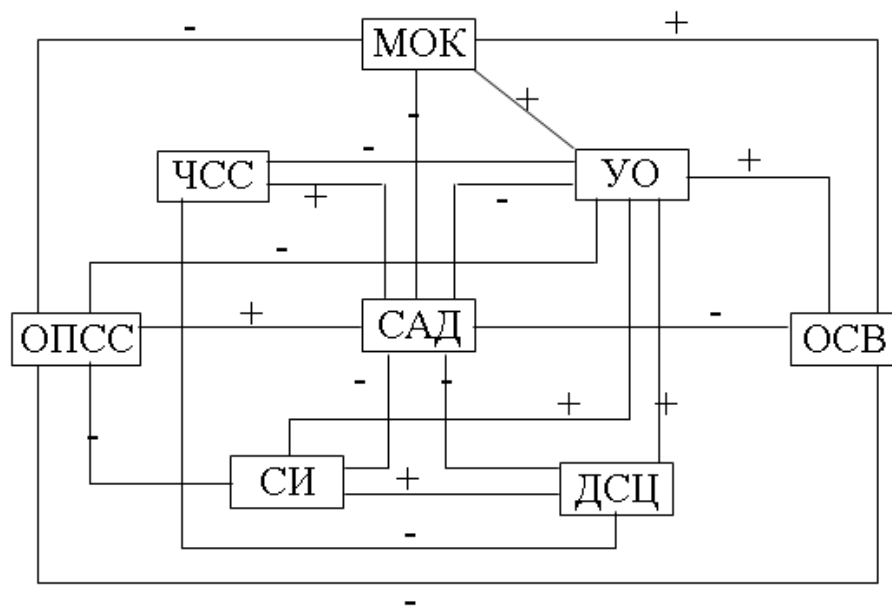


Рис. 2. Корреляционные связи между показателями, определяющими уровень кровотока в состоянии покоя у детей 14-16 лет.

У подростков 11-13 лет зафиксировано увеличение количества корреляционных

связей до 14, (рис. 3-Б). Величина МОК определялась ростом УО ($r=0,78$), объёмной скорости выброса, ($r=0,86$), снижением ОПСС, ($r=-0,73$). Отмечено увеличение числа связей, оказывающих влияние на повышение сердечного индекса. Прирост МОК у пловцов 14-16 лет определялся ЧСС, ($r=0,78$) и ОСВ, ($r=0,42$) (рис.4).

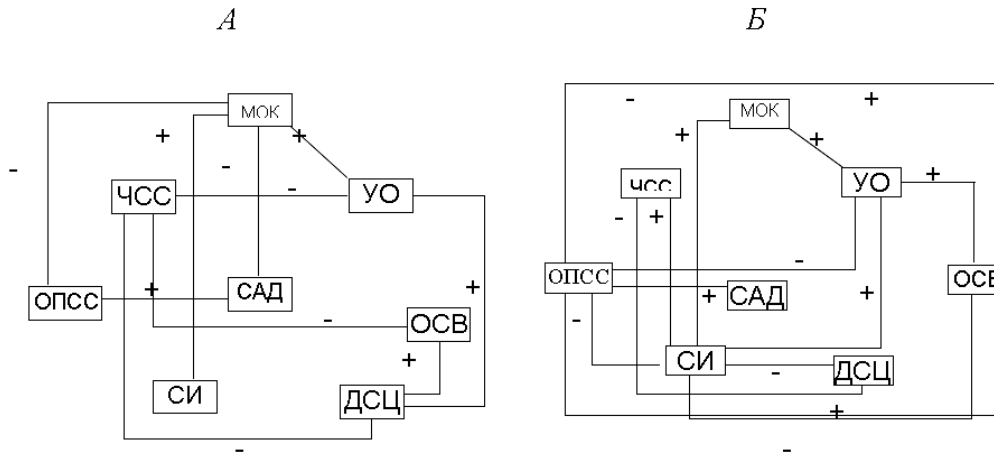


Рис. 3. Корреляционные связи между показателями, определяющими уровень кровотока при выполнении субмаксимальной физической нагрузки А – у детей 9-10 лет, Б – у детей 11-13 лет.

Основные усилия компонентов системы кровообращения были направлены на обеспечение стабильного уровня САД. У пловцов 14-16 лет количество достоверных корреляционных составило 17. При анализе внутрисистемных взаимодействий исходили из того, что количество достоверных корреляционных связей может характеризовать активность компонентов системы в регуляции уровня кровотока. Проведенный анализ показал, что у детей 9-10 лет общее количество внутрисистемных взаимосвязей составило 20. Очевидно, в состоянии относительного мышечного покоя, в силу недостаточной сократительной способности миокарда, включение большого числа внутрисистемных взаимодействий обеспечивало необходимый уровень МОК, что влекло за собой снижение экономичности функционирования всей системы. Однако наличие отрицательной зависимости между ОПСС и СИ можно отнести к положительному фактору, обеспечивающему в процессе роста расширение функциональных возможностей системы кровообращения. В дальнейшем, адаптация системы кровообращения в сочетании с повышением общей тренированности пловцов, определялась в состоянии покоя увеличением МОК исключительно за счет роста ударного объема сердца. Экономизирующий эффект адаптивных перестроек проявлялся снижением числа внутрисистемных взаимосвязей у пловцов 11-13 лет до 14. Следует обратить внимание на изменение уровня корреляционной взаимосвязи между ОПСС и СИ до статистически незначимой.

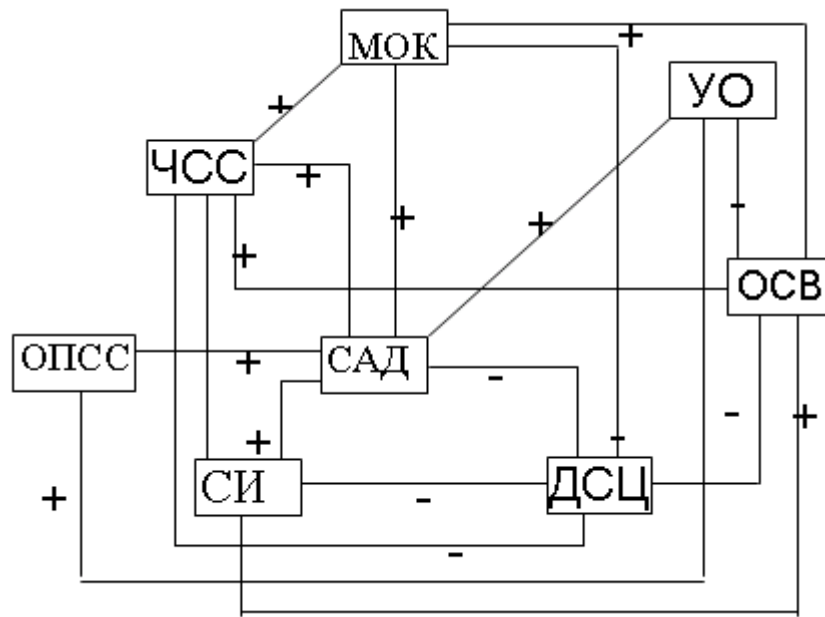


Рис. 4. Корреляционные связи между показателями, определяющими уровень кровотока при выполнении субмаксимальной физической нагрузки у детей 14-16 лет.

Очевидно, вступление подростков в период полового созревания сопровождалось выраженным дисбалансом между значительным увеличением морфометрических размеров тела и неадекватным ростом сосудистой системы [7]. У пловцов 14-16 лет в состоянии относительного покоя зарегистрировано 18 внутрисистемных взаимосвязей. Повышение числа внутрисистемных взаимодействий в этом возрасте можно связать с формированием оптимальной скоординированности системы кровообращения после пубертатного скачка [4]. Систематизация взаимодействий компонентов системы в этом случае направлена на усиление регулирующих влияний по обеспечению величины САД. Наличие отрицательной корреляции между ОПСС и СИ можно оценить, как проявление определенной сбалансированности системы кровообращения у пловцов 14-16 лет. При оценке корреляционных связей во время преодоления нагрузки субмаксимальной мощности, предполагалось, что снижение количества достоверных корреляционных взаимосвязей может быть связано с изменением степеней свободы, регулирующих выработку оптимального варианта включения компонентов системы в обеспечении уровня МОК при мышечной деятельности. У детей 9-10 лет снижение числа достоверных корреляционных связей до 11, очевидно было связано с функциональной неготовностью определенных компонентов системы участвовать в обеспечении максимального приспособительного эффекта. У спортсменов 11-13 лет при нагрузках зафиксировано то же количество корреляционных связей (14), что и в покое. Однако на разбалансировку системы во время пубертатного скачка указывало отсутствие

достоверной корреляции между ОПСС и СИ. Тем не менее, регулярные тренировочные занятия способствовали формированию емкостного типа кровообращения, характеризующегося снижением ОПСС и значительным повышением доли ударного объема сердца в приросте МОК. Для спортсменов 14-16 лет характерным явилось повышение количества достоверных корреляционных связей до 17. Усиленный метаболический запрос организма хотя и обеспечивался значительным количеством внутрисистемных взаимодействий, однако отсутствие достоверной взаимосвязи между показателями ОПСС и СИ свидетельствовало еще о недостаточно высокой степени эффективности системы.

ВЫВОДЫ

1. В процессе адаптации к физическим нагрузкам, обеспечение необходимого уровня кровотока на различных этапах онтогенеза пловцов осуществляется за счет формирования определенных типов взаимосвязей между компонентами системы кровообращения, а также за счет различной степени вовлечения этих компонентов в обеспечение максимального приспособительного результата.
2. Показано, что низкая эффективность системы кровообращения у начинающих пловцов 9-10 лет характеризуется резким уменьшением числа внутрисистемных компонентов, обеспечивающих уровень МОК в условиях мышечной деятельности, что снижает возможности в выработке оптимального варианта ее функционирования. С повышением возраста спортсменов и формирования емкостного типа кровообращения, метаболический запрос организма обеспечивается увеличением количества внутрисистемных взаимодействий.
3. Выявленные закономерности возможно использовать в качестве критериев, определяющих эффективность приспособительных реакций системы кровообращения спортсменов к физическим нагрузкам, что позволяет корректировать нормирование внешних физических воздействий в многолетнем тренировочном процессе юных пловцов.

Список литературы

1. Меерсон Ф.З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
2. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / Платонов В.Н. – К.: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
3. Платонов В.Н. Адаптация в спорте / Платонов В.Н. – Киев.: Здоров'я, 1988. – 216 с.
4. Судаков К.В. Основы физиологии функциональных систем / Судаков К.В. – М.: Медицина, 1983. – 272 с.
5. Погодина С.В. Возрастные особенности реакций системы кровообращения пловцов на дозированное воздействие физических нагрузок / С.В. Погодина // Таврический медико-биологический вестник – 2003. – № 1. – С. 111–114.
6. Возрастная физиология / [В.Н. Черниговский, Н.П. Бехтерева, П.Г. Костюк и др.] – Л.: Наука, 1975. – 692 с. – (Серия «Руководство по физиологии»)
7. Глебовский В.Д. Физиология плода и детей / Глебовский В.Д. – М.: Медицина, 1988. – 224 с

Погодіна С.В. Активність системи кровообігу у регуляції рівня кровотоку у плавців різного віку в процесі адаптації до специфічних Фізичних навантажень / С.В. Погодіна // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2010. – Т. 23 (62), № 3. – С. 98-104.

Вивчалися особливості функціональної сполучуваності і корельованості різних компонентів системи кровообігу в забезпеченні оптимального рівня кровотоку в плавців різного віку при фізичних навантаженнях субмаксимальної потужності.

Ключові слова: функціональна система кровообігу, внутрішньосистемні взаємозв'язки, етапи онтогенезу, адаптація, фізичні навантаження.

Pogodina S.V. Activity of the cardiovascular system in regulation of blood flow swimmers of various ages in adapting to the specific physical loads / S.V. Pogodina // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2010. – Vol. 23 (62), No 3. – P. 98-104.

The features of interaction of various components of system of movement of blood in maintenance of an optimum level of speed of movement of blood at the swimmers of various age were studied at physical loadings.

Keywords: functional system, interrelations of system, physical development, adaptation, loading.

Поступила в редакцію 16.09.2010 г.