УДК 612.1

ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ КРОВОТОК У ДЕВУШЕК 18-22 ЛЕТ В УСЛОВИЯХ ИЗОМЕТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НАРАСТАЮЩЕЙ ВЕЛИЧИНЫ

Короткова Г.В., Городниченко Э.А.*
Смоленский государственный университет,
**Смоленский гуманитарный университет*
Подробная информация об авторах размещена на сайте
«Учёные России» - http://www.famous-scientists.ru

В исследовании изучались и оценивались адаптивные реакции периферического звена кровообращения у девушек 18-22 лет при локальных изометрических нагрузках нарастающей величины. Характерно, что с ростом прессорных воздействий на сосуды работающих мышц объемная скорость кровотока оставалась более высокой, чем в покое. В целом качество приспособительных реакций кровообращения было ниже у девушек 18 лет при низких объемах выполняемой работы.

Изучались адаптивные реакции периферической гемодинамики в условиях повторных локальных статических нагрузок, составляющих 15%-30%-45% от максимальной произвольной силы мышц (МПС), выполняемых через 5-минутные интервалы отдыха до отказа. Объем выполняемой работы рассчитывали по импульсу силы – в кг·с (это произведение величины мышечного усилия на время его удержания).

Кровоток мышц предплечья изучался методом тетраполярной реовазографии. Регистрация объемной скорости кровотока (ОСК), длительности реографической волны (Т), времени кровенаполнения сосудов (α) велась непрерывно в покое, во время выполнения нагрузки и в период восстановления. Рассчитывались удельное периферическое сопротивление сосудов (УПСС), тонус крупных артериальных сосудов (α/Т), относительная величина пульсового кровенаполнения (реографический индекс – РИ), тонус артериол (дикротический индекс – ДК), тонус вен (диастолический индекс – ДИ). Полученные данные обработаны методами вариационной статистики с применением пакета программ Statistica 6.

В покое у девушек отмечена тенденция к снижению объемной скорости кровотока на этапе 18-20 лет на фоне повышения УПСС и ее увеличение к 22 годам параллельно со снижением УПСС. Временные показатели периферического кровотока (Т, α) волнообразно изменялись в изучаемом возрастном периоде. Время РГ-волны (Т) и период полного раскрытия сосудов (α) увеличиваются до 19-20 лет с дальнейшим уменьшением временных параметров к 22 годам, отражая улучшение эластичности сосудистой стенки. Наряду с этим снижение УПСС в 21 и 22 года сопровождалось достижением больших величин ОСК в этих возрастах. Рост α от 18 до 20 лет вызывал повышение тонического напряжения сосудов на этом возрастном этапе. Удлинение α до 20 лет и, следовательно, амплитуды реографических волн, сопровождалось ростом величины пульсового кровенаполнения сосудов (РИ). Тонус артериол мало изменялся в изучаемом онтогенезе, снижаясь лишь в 22 года. Тонус вен потенциально уменьшался до 21 года с некоторым увеличением в 22 года. Отсутствие достоверных различий между возрастами подчеркивает становление дефинитивного уровня функционального созревания периферической гемодинамики.

Во время статической нагрузки в большинстве случаев наблюдалось достоверное увеличение объемной скорости кровотока в сосудах работающих скелетных мышц предплечья (табл. 1). При СН=15% наиболее значительный прирост ОСК отмечен у девушек 20 лет (на фоне наи-

меньшего объема произведенной работы), при СН=30% в 19 и 20 лет, 45% – 19 лет при значительных уровнях работоспособности. По данным импульса силы следует отметить девушек 21 года, которые при всех СН производили наибольшие объемы статической работы. Темпы прироста объемной скорости кровотока в разных возрастах были неодинаковыми: в 18 и 20 лет они уменьшались по мере нарастания величины СН, а в 19 и 22 года потенциально нарастали, особенно при наибольшей нагрузке. Усиление прессорных воздействий на резистивные сосуды изометрически сокращенных мышц обычно ограничивает местную вазодилятацию [4, 5]. Однако на периферический кровоток оказывает влияние ряд факторов. Вместе с тем, у девушек 19 и 22 лет с ростом величины СН увеличивался прирост объемной скорости кровотока, что подчеркивает различные резервные возможности периферической гемодинамики. Компенсаторной реакцией на усиление прессорных воздействий является неуклонное увеличение системного артериального давления.

Таблица 1. Изменение показателей периферической гемодинамики у девушек 18-22 лет при статических нагрузках нарастающей величины (в % по отношению к данным покоя)

СН=15%					
Показатели	18	19	20	21	22
ОСК	120,02*	118,54°	122,97 °	111,36*	112,99 °
Т	88,28	87,14	90,57 *	96,20	90,89
α	119,71	121,30	121,93°	129,74	125,18
УПСС	98,55	102,41	101,84	99,20	102,71
α/Т	135,68	139,37	134,86	134,92	137,86
РИ	129,66	119,51	133,67	123,67	127,50
ДК	108,62	111,36	109,72	112,77	114,71
ДИ	89,34	95,02	101,44	109,69	95,76
СН=30%					
Показатели	18	19	20	21	22
ОСК	111,45	119,89*	119,48*	115,03 °	113,99
Т	80,53	83,43	85,45*	85,10	86,59
α	131,56	124,80	130,95 °	140,20	140,38
УПСС	101,31	102,96	106,27	106,59	104,04
α/Т	163,43	149,82	154,01	164,88	163,43
РИ	124,94	112,34	122,85	122,60	129,51
ДК	153,10	136,79	150,58	138,45	157,27
ДИ	115,32	98,45	110,60	102,46	108,97
СН=45%					
Показатели	18	19	20	21	22
ОСК	101,40	140,21 °	102,57	107,88	129,97 °
Т	72,47	74,40	69,80°	80,85	75,96
α	108,38	93,08	133,78*	146,59	151,39
УПСС	108,35	113,93	117,37	116,94	106,65
α/Т	161,96	126,01	191,01	181,31	199,29
РИ	113,27	101,05	108,94	109,25	123,59
ДК	169,10	111,01	125,28	118,03	130,59
ДИ	143,70	111,26	122,88	101,41	97,75

Примечание. Знаком ° отмечена достоверность различий при $p<0,01$; знаком * - при $p<0,05$.

Синхронная регистрация нами параметров центральной гемодинамики показала, что, по мере нарастания величины нагрузки, происходило постоянное увели-

чение минутного объема крови, что влечет повышение всех видов артериального давления, сопровождающееся нарастанием сосудистого сопротивления, прежде всего в неработающих органах [2,3,4,5]. Отмеченные изменения показателей центральной и периферической гемодинамики происходят в результате действия регуляторных механизмов, изменяющих число функционирующих капилляров, тонус и диаметр кровеносных сосудов, величину среднего артериального давления [1,3,4,]. Длительность реографического цикла закономерно уменьшалась с нарастанием величины удерживаемого усилия, что связано, по нашим данным, с неуклонным увеличением частоты сердечных сокращений. Продолжительность периода систолического кровенаполнения (α) с ростом нагрузки и усиления прессорных воздействий неуклонно возрастала на этапе от 20 до 22 лет. В ответ на все СН происходило повышение тонического напряжения сосудов (α/Т), при чем в результате возрастания α, особенно при СН=45%. Удельное периферическое сопротивление сосудов потенциально нарастало с ростом величины нагрузки, но более значительно при СН=45%. Тонус мелких артерий и артериол (ДК) во всех возрастных группах увеличивался при всех СН, однако наиболее существенно при СН=30%, с резким снижением прироста от СН=30% к СН=45% (кроме 18-летних). Тонус емкостных венозных сосудов в большинстве случаев повышался на нагрузки, но более низкими темпами, чем тонус артериол. В некоторых возрастах тонус вен в ответ на СН снижался: в 18 лет (при СН=15%), 19 лет (при 15% и 30%), 22 лет (при 15% и 45%). Пульсовое кровенаполнение сосудов уменьшалось по мере роста нагрузки, но оставалось выше, чем в покое, особенно в 22 года.

Анализ рабочей гиперемии предплечья позволяет оценить адекватность периферического кровотока метаболическим запросам сокращенных мышц (табл. 2).

Таблица 2. Динамика пикового и добавочного кровотока у девушек 18-22 лет при статических нагрузках нарастающей величины

Возраст, лет	Нагрузка					
	15% МПС		30% МПС		45% МПС	
	ПК,%	ДК, мл/100см^3/мин	ПК,%	ДК, мл/100см^3/мин	ПК,%	ДК, мл/100см^3/мин
18	19,84	2,62	33,28	8,21	8,91	1,73
19	27,37	1,25	29,05	5,53	40,21	3,59
20	30,90	1,14	27,59	2,50	17,03	2,85
21	18,71	0,91	23,20	4,92	16,05	3,68
22	19,13	2,36	23,30	3,31	29,97	5,09

При нагрузке в 15% МПС пиковый кровоток (ПК) у подавляющего большинства испытуемых отмечался на последней минуте удержания усилия, достигнув максимума 20 и 19 лет. Увеличение нагрузки до 30% и 45% приводило к сдвигу ПК на период восстановления, за исключением девушек 20 и 22 лет, у которых максимальное расширение сосудов происходило в этих условиях на последней рабочей минуте. Максимум ПК при СН=30% наблюдался у 18-летних, а при СН=45% у 19-летних. Величина добавочного кровотока, возникновение которого связано с необходимостью вымывания метаболитов, образующихся при удержании СН, была максимальна после СН=15% и 30% у 18-летних, после 45% – у девушек 22 лет. При этом важно отметить, что окончание статической работы вызывало меньшие изменения объемных показателей периферической гемодинамики, чем центральной. Величина удерживаемого статического усилия отражалась на интенсивности функционирования периферической гемодинамики. С повышением нагрузки нарастала интенсивность ОСК, наиболее выраженная у девушек 18 лет при всех функциональ-

ных пробах. В течение пяти минут восстановительного периода происходила нормализация большинства анализируемых параметров.

По литературным данным признаками снижения экономичности периферического кровообращения и уменьшения его функциональных резервов при статических нагрузках является увеличение ОСК в скелетных мышцах в покое, снижение максимально возможной расширительной реакции сосудов, уменьшение суммарного объема крови, притекающего к мышцам за время восстановления, увеличение растяжимости и емкости венозных сосудов [2]. Отражением эффективности приспособительных реакций к СН, как нами ранее было установлено, могут быть меньшие рабочие изменения интенсивности кровообращения.

Сравнение показало наименьшие величины ОСК в покое у 20 лет, большую реактивность ОСК в этом возрасте при СН=15% и 30% на фоне наименьшей интенсивности ОСК при СН=30% и 45%. Девушек 18 лет отличала наибольшая интенсивность рабочего кровотока при всех нагрузках в сочетании с низкими объемами выполняемой работы.

Таким образом, представленные в работе данные подчеркивают информативность функциональной пробы изометрического характера при оценке эффективности адаптивных реакций и функциональных возможностей периферического кровообращения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алферова Т.В. Возрастные особенности адаптации сердечно-сосудистой системы к локальной мышечной деятельности: Дис.... докт.биол. наук. - Челябинск, 1990. - 336 с.

2. Белицкая Л.А. Влияние производственной гипокинезии на периферическое кровообращение / Белицкая Л.А., Тхоревский В.И. // Физиология мышечной деятельности: Тез. докл. Междунар. конф. - М.: 2000. - С. 28-29.

3. Городниченко Э.А. Физиологические закономерности развития выносливости к статическим мышечным усилиям у лиц женского пола на основных этапах онтогенеза: Дис. ... докт. биол. наук. - М., 1994. - 434 с.

4. Грицук А.Д. Возрастные особенности адаптационных реакций сердечно-сосудистой системы у юношей 18-22 лет в условиях напряженной мышечной деятельности. Дисс. канд. биол. наук, – Ярославль, 2007. – 171 с.

5. Озолинь П.П. Адаптации сосудистой системы к спортивным нагрузкам. – Рига: «Зинатне». – 1976. – 94 с.

PERIPHERAL BLOOD FLOW IN 18-22 YEAR-OLD GIRLS IN CONDITIONS OF RISING ISOMETRIC EXERCISE

Korotkova G.V., Gorodnichenko E.A.*
Smolensk state university,
**Smolensk humanitarian university*

This research studied and estimated peripheral part blood circulation adoptive reaction of girls at the age of 18-22 under increasing value local isometric exercise. It turned out that volume blood circulation remained higher than at rest with the pressor action increasing on the working muscle vessels. In general girls at the age of 18 showed lower quality of adaptive response blood circulation under low volume performing work.