

## ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ТОНУС КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ

*Н.К. Саваневская, 3 курс*

*Научный руководитель – Г.Е. Хомич, к.б.н., доцент  
Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина*

Известно, что физическая статическая нагрузка вызывает существенное влияние на деятельность сердечно–сосудистой системы, что отражается в ее функциональных показателях: частоте сердечных сокращений, величине кровяного давления, перераспределении крови между сосудистыми регионами, величине систолического и минутного объема крови и др.

Нами проведено сравнительное исследование реакции сердечно–сосудистой системы на физическую статическую нагрузку у двух групп девушек, у первой из которых до нагрузки регистрировался нормальный тонус, а у второй высокий (спазматический) тонус периферических кровеносных сосудов. По методике А.А. Астахова [1] на мониторе диагностики сердечно–сосудистой системы «Кентавр–1» с каждым ударом пульса обследуемой студентки одновременно регистрировались: частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (САД), амплитуда реоволны пальца ноги (АРП), амплитуда реоволны голени (АРГ), амплитуда реоволны легкого (АРЛ).

В качестве физической статической нагрузки, не приводящей к акту натуживания, применялось удержание штанги на вытянутых вверх руках в положении лёжа в течение 1 минуты. Вес штанги составлял 50 % от максимального, который девушка могла поднять.

Исследования показали, что средняя АРП в покое до выполнения статического усилия у девушек первой группы, находящихся в горизонтальном положении, составила 102,68 мОм, а АРГ равнялась 87,32 мОм, что согласно данным литературы [1, 2] свидетельствует о нормальном тоне и оптимальной величине просвета мелких и крупных кровеносных сосудов нижних конечностей (табл. 1, серия 1, 2). Выполнение статической нагрузки продолжительностью в 1 мин вызвало уменьшение величины АРП на 26,04% и значений АРГ на 8,12%. Одновременно наблюдалось увеличение амплитуды реоволны легкого на 11,48% (табл.1, серия 3). Полученные данные показывают, что выполнение статической нагрузки вызывает у девушек с нормальным тонусом кровеносных

сосудов нижних конечностей изменение просвета сосудов и перераспределение крови между сосудистыми регионами большого и малого кругов кровообращения.

Одновременный мониторинг систолического артериального давления (табл. 1, серия 4) и частоты сердечных сокращений (табл. 1, серия 5) выявил более выраженное увеличение кровяного давления (на 16,19%) при статической нагрузке и менее существенное возрастание частоты пульса (на 7,16%). Такие изменения характерны для статических нагрузок, при которых более значительно повышается артериальное давление. Частота сердечных сокращений возрастает мало, а при выполнении статических усилий, близких к максимальным, может даже уменьшаться. В этом случае увеличение ЧСС наблюдается не во время выполнения статического усилия, а сразу после его окончания, что получило название феномена Линдгарда.

Синхронно каждому сокращению сердца происходили колебания значений АРП, АРГ, АРЛ и САД. Выполнение статической нагрузки вызывало уменьшение не только средних значений АРП и АРГ, но и снижение диапазона пульсации отдельных амплитуд. Так, до статической нагрузки диапазон колебаний АРП составлял 97–177 мОм, а во время нагрузки был всего лишь 89–137 мОм. Уменьшение размаха колебаний АРГ при статической нагрузке было не столь выражено: 100–129 мОм в покое и 87–113 мОм при нагрузке.

Также при данной функциональной пробе наблюдалось уменьшение размаха колебаний ЧСС. Хотя средняя величина частоты пульса при использовавшейся статической нагрузке возрастала, диапазон колебаний ЧСС снижался от 59–84 уд/мин в состоянии покоя до 68–82 уд/мин во время нагрузки. Такое уменьшение пульсации ЧСС можно объяснить увеличением активности симпатического отдела вегетативной нервной системы во время статической нагрузки и усилением централизации регуляторных механизмов сердечного ритма.

Таблица 1 – Показатели сердечно–сосудистой системы у девушек, имевших в покое нормальное состояние кровеносных сосудов нижних конечностей

№ серии опытов	Исследуемый показатель	До статической нагрузки	При статической нагрузке	Восстановление
		$x \pm Sx -$	$x \pm Sx -$	$x \bar{\pm} Sx -$
1	Амплитуда реоволны пальца ноги (мОм)	102,68 ± 1,1	75,94 ± 0,91*	104,5 ± 0,89
2	Амплитуда реоволны голени (мОм)	87,32 ± 0,29	80,23 ± 0,43*	87,28 ± 0,75
3	Амплитуда реоволны легкого (мОм)	366,15 ± 3,73	408,18 ± 5,96*	416,98 ± 4,5*
4	Систолическое артериальное давление (мм рт. ст.)	102,81 ± 0,23	119,45 ± 0,45*	110,13 ± 0,31*
5	Частота сердечных сокращений (уд/мин)	69,82 ± 0,21	74,82 ± 0,35*	69,85 ± 0,22

Примечание – достоверные различия по отношению к значению исследуемого показателя до выполнения статической нагрузки отмечены звездочкой.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что выполнение в течение одной минуты статической нагрузки вызывает умеренное перераспределение тонуса кровеносных сосудов большого и малого кругов кровообращения, оптимальное повышение систолического артериального давления и частоты сердечных сокращений. После окончания статической нагрузки происходит достаточно быстрое в течение трех минут восстановление величин АРП, АРГ и ЧСС до исходных значений (табл. 1). Восстановление АРЛ и САД до первоначального уровня осуществляется несколько позже.

У студенток второй группы в состоянии покоя наблюдалось спазматическое состояние микрососудов и магистральных кровеносных сосудов нижних конечностей. Так, в состоянии покоя средняя АРП у них равнялась 24,96 мОм (табл. 2, серия 1), средняя АРГ – 17,25 мОм (табл. 2, серия 2), средняя АРЛ – 481,46 мОм (табл. 2, серия 3). Удержание штанги в течение одной минуты

вызывало увеличение показателей АРП на 53,53%. При этом не наблюдалось достоверных изменений средней величины АРГ, хотя пульсация ее значений в обе стороны от изолинии существенно возрастала. Амплитуда револны легкого уменьшалась на 11,12%. Из приведенных данных следует, что у девушек со спазмом кровяного русла перераспределение крови при статической нагрузке происходит в основном за счет микрососудов нижних конечностей. Магистральные сосуды ног не участвуют, а сосуды малого круга кровообращения вносят небольшой вклад в перераспределение крови. По-видимому, по этой причине, а также в связи с высоким тонусом микрососудов наблюдались резкие колебания (от 4 до 98 мОм) значений АРП при удержании штанги.

Таблица 2 – Показатели сердечно-сосудистой системы у девушек, имевших в покое спазматическое состояние кровеносных сосудов нижних конечностей

№ серии опытов	Исследуемый показатель	До статической нагрузки	При статической нагрузке	Восстановление
		$\bar{x} \pm Sx -$	$\bar{x} \pm Sx -$	$\bar{x} \pm Sx -$
1	Амплитуда револны пальца ноги (мОм)	24,96 ± 0,57	38,32 ± 1,39*	34,66 ± 0,77*
2	Амплитуда револны голени	17,25 ± 0,05	17,48 ± 0,17	17,97 ± 0,10*
3	Амплитуда револны легкого	481,46 ± 4,13	427,94 ± 7,19*	484,95 ± 4,75
4	Систолическое артериальное давление (мм рт. ст.)	109,36 ± 0,28	125,66 ± 0,97*	113,58 ± 0,30*
5	Частота сердечных сокращений (уд/мин)	66,93 ± 0,21	76,34 ± 0,34*	68,79 ± 0,23*

Мониторинг САД (табл. 2, серия 4) и ЧСС (табл. 2, серия 5) показал, что выполнение статической нагрузки приводит к повышению САД на 14,9% по сравнению с уровнем покоя, а ЧСС – на 14,06%. При этом несколько увеличивалась пульсация отдельных значений САД, а пульсация ЧСС сглаживалась.

За первые три минуты после окончания статической нагрузки успевала восстановиться до фонового уровня только амплитуда револны легкого. Значения остальных исследуемых показателей еще имели достоверные различия по сравнению с уровнем покоя. Таким образом, характер сдвигов АРП, АРГ, АРЛ, САД и ЧСС при статической нагрузке и затяжной характер восстановления данных показателей после окончания удержания штанги показывают, что применявшаяся функциональная нагрузка выполняется более тяжело при спазматическом состоянии кровеносных сосудов нижних конечностей.

#### Список использованных источников

1. Астахов, А.А. Физиологические основы биоимпедансного мониторинга гемодинамики и анестезиологии (с помощью системы «Кентавр») / А.А. Астахов. – Челябинск, 1996. – ч. 1, 2. – 330 с.
2. Виноградова, Т.С. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы / Т.С. Виноградова. – М. : Медицина, 1986. – 416 с.