**Адаптация спортсменов к выполнению специфических статических нагрузок**

Кандидаты медицинских наук З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина, Кандидат биологических наук Н.Г. Кочина, Профессор Б.А. Подливаев, Кандидат медицинских наук Е.В. Богданова, Российская государственная академия физической культуры, Москва

Важным разделом спортивной медицины является изучение вопросов адаптации вегетативных систем организма к статическим нагрузкам. Это имеет важное не только теоретическое, но и прикладное значение при решении вопроса о целесообразности занятий видами спорта с преобладанием значительных статических напряжений лицами, недостаточно адаптированными к выполнению специфических статических нагрузок, оценки состояния здоровья, функциональных возможностей систем организма к выполнению статических нагрузок, своевременного диагностирования предпатологических и патологических состояний. Особое значение в этом случае имеет разработка функциональных проб, максимально приближенных по своему выполнению к тем двигательным навыкам, которые характерны для конкретной спортивной специализации.

Задачей настоящей работы было рассмотрение некоторых физиологических и методических аспектов совокупности реакций сердечно-сосудистой системы в ответ на статическую нагрузку, а также условий, необходимых для количественной оценки способности спортсмена выполнить специфическую для данного вида спорта физическую нагрузку.

Материалы и методы исследования . Было обследовано 49 спортсменов (в основном перворазрядников и кандидатов в мастера спорта) в возрасте от 17 до 24 лет, занимающихся борьбой (преимуществен но армспортом). Этим видом спорта испытуемые занимались в течение 1-2, реже 3 лет. Контрольная группа (КГ) представлена 19 лицами того же возраста, не занимающимися спортом.

Статическая нагрузка выполнялась в положении стоя и заключалась в удерживании спортсменами дополнительного веса в 5, 10, 15 и 20 кг последовательно, а нетренированными лицами в 5, 10 и 15 кг в течение 50-60 с (обычная продолжительность поединка по армспорту). Дополнительный вес удерживался кистью руки, согнутой в локтевом суставе под прямым углом. Отдых между отдельными нагрузками составлял 3-5 мин.

В покое и во время физической нагрузки (на 50-60-й с) измеряли артериальное давление (АД), регистрировали электрокардиограмму в биполярном отведении DS. По данным измерения АД рассчитывали среднее давление (Pm) по формуле: Pm = Pd + 0, 42 DР.

Основываясь на данных измерения АД и электрокардиограммы рассчитывали показатель "двойное произведение" (ДП). Его определяли как произведение систолического давления на частоту сердечных сокращений (ЧСС), деленное на 100. Этот физиологический показатель используют для косвенного суждения об обменных процессах в сердце-потреблении кислорода миокардом.

Результаты и их обсуждение. Как видно из табл. 1, с увеличением статической нагрузки повышаются ЧСС, все показатели АД и особенно значительно - ДП. Анализ полученных данных указывает на отчетливую, близкую к линейной зависимость между весом удерживаемого груза и физиологическими показателями (см. табл. 1). Согласно ее данным каждая из последующих статических нагрузок вызывает более заметное учащение сердечного ритма (вплоть до 65% при нагрузке, равной 20 кг), повышение систолического (СД), диастолическо го (ДД) и среднего давления (СрД). Наибольшие изменения претерпевает показатель ДП, увеличиваясь при нагрузке 5, 10, 15 и 20 кг соответственно на 9, 34, 58 и 101% по сравнению с исходными данными

Таблица 1. Физиологические показатели (Х±) в покое и при выполнении статических нагрузок в контрольной группе (КГ) и у спортсменов (С)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Группы | Исходные данные | Статическая нагрузка, кг |
| 5 | 10 | 15 | 20 |
| ЧСС, уд/мин | КГ С | 83,8±15,980,0±15,6 | 95,0±21,986,2±16,1 | 112,3±17,1101,0±15,3 | 128,0±18,6115,8±13,0 | -132,4±13,3 |
| СД, мм рт. ст. | КГ С | 123,4±10,5128,7±15,9 | 132,8±16,5134,5±18,5 | 146,9±18,0146,1±21,2 | 161,3±22,4160,2±21,2 | -173,9±26,9 |
| ДД, мм рт. ст. | КГ С | 85,6±6,0 85,9±8,5 | 92,1±7,5 91,3±13,2 | 110,7±9,0 102,8±15,9 | 125±12,0115,6±13,2 | -128,3±18,0 |
| СрД, мм рт. ст. | КГ С | 101,7±7,2103,9±9,5 | 109,3±8,7109,3±9,5 | 126,6±11,7120,1±15,3 | 140,3±16,5130,8±15,6 | -148,0±19,5 |
| ДП, усл. ед. | КГ С | 104,0±16,0102,0±25,0 | 125,0±22,0121,0±26,0 | 166,0±35,0149,0±36,0 | 206,0±39,0176,0±30,0 | -223,0±58,0 |

Представленные в табл. 1 данные отражают степень повышения физиологических показателей у спортсменов и нетренированных лиц в ответ на одну и ту же стандартную статическую нагрузку. Видно, что возмущающее воздействие в контрольной группе неизбежно влечет за собой такие же по направленности изменения физиологических показателей, как и у спортсменов. Вместе с тем степень выраженности изменений этих показателей у спортсменов оказывается существенно меньшей, чем у нетренированных лиц. Это особенно заметно при последовательном увеличении нагрузки. Полученные данные свидетельствуют о более экономичной работе сердечно-сосудистой системы у спортсменов. Возможно, что в изометрическом напряжении у спортсменов участвует меньшее количество мышечных волокон, а в связи с этим у них меньше и интенсивность метаболических процессов, менее усиленная импульсация от мышечных рецепторов, поступающих в ЦНС, и, соответственно, все это будет оказывать меньшее влияние на работу аппарата кровообращения, чем у нетренированных.

В предыдущих исследованиях [1] нами было показано, что выраженность физиологических сдвигов в ответ на статическую нагрузку зависит от структурно-функциональных характеристик сердца. При прочих равных условиях лица с большим объемом полости левого желудочка, большей массой миокарда и большим ударным объемом крови выполняют одну и ту же статическую нагрузку в более экономном режиме, чем спортсмены с менее выраженными признаками "спортивного сердца", а тем более лица, не занимающиеся спортом ( у спортсменов реже ЧСС, больше ударный объем крови). Данное наблюдение подтверждается фактами, обнаруженными и в настоящем исследова нии. Так, отмечена отчетливая зависимость между ЧСС и показателями АД, а именно: чем чаще сердечный ритм, тем выше значения CД и АД. Но если кривые ЧСС-ДД и у спортсменов, и у нетрениро ванных лиц практически располагаются на одной и той же линии, то кривая ЧСС -СД у спортсменов оказалась выше, чем у нетренированных лиц. Известно, что величина АД в значительной мере зависит от соотношения между минутным объемом кровообращения и периферическим сопротивлением артериальной системы. Учитывая, что периферическое сопротивление во время субмаксимальной статической нагрузки не изменяется по сравнению с условиями покоя [1], можно заключить, что большие значения СД у спортсменов при одной и той же ЧСС формируются за счет большего ударного объема крови, чем у нетренированных. Таким образом, спортсмены могут выполнять одну и ту же статическую нагрузку, что и нетренированные, при одном и том же СД, а следовательно, и ударном объеме крови, но при меньшей ЧСС, либо при одной и той же ЧСС -большую статическую нагрузку при более высоком СД и большем ударном объеме крови. Из этого следует, что сердце спортсменов работает более экономично.

Основываясь на том, что значения физиологических показателей в значительной мере определяются величиной статической нагрузки, по данным обследования нетренированных лиц были получены уравнения регрессии, описывающие взаимоотношения этих показателей. Соответствующие формулы представлены в табл. 2.

Таблица 2. Зависимость физиологических показателей (ФП) от величины стати-ческой нагрузки (СтН, кг)

|  |  |
| --- | --- |
| Физиологический показатель | формулы ФП=а + в х СтН (± 1) |
| ЧСС, уд/мин | ЧСС = 78,8 + 3,30 х СтН (±18,7) |
| СД, мм рт.ст. | СД= 119,0 + 2,76 х СтН (±15,9) |
| ДД, мм рт.ст. | ДД = (СтН х 12,59) : 0,21(±12,0) |
| СрД, мм рт.ст. | СрД = 94,1 + 3,10 х Стн (±29,6) |
| ДП, усл. ед. | ДП = 85,3 + 8,0 х СтН (± 29,6) |

Данные табл. 2 позволяют провести ориентировочную оценку динамики физиологических показателей при статической нагрузке ( примерно до 15-20 кг), основанной на удерживании дополнительного груза (в кг ) в течение 1 мин. За нормальный диапазон колебаний принимали расположение варианта в пределах ±1. При превышении верхней границы этого диапазона физиологический показатель оценивается как увеличенный. При оценке СД и АД в этом случае можно говорить о гипертензивном типе реакций. При сниженной величине (меньше 1) физиологический показатель оценивается как уменьшенный. Увеличение физиологического показателя ( в пределах от +1 до +2 ) свидетельствует о менее рациональной адаптации к статическим нагрузкам, а превышающий +2 -как признак неадекватной реакции в ответ на нагрузку. Уменьшенный физиологический показатель, располагающийся за нижней границей нормального диапазона колебаний физиологического показателя, свидетельствует о более рациональном выполнении статической нагрузки, а если судить по величине ДП - о меньшем потреблении кислорода миокардом, более экономичной реакции сердца на статическую нагрузку.

В последние годы широкое распространение в спортивно-медицинской практике получили велоэргометрическая проба PWC170 и ее варианты [2,3], основанные на использовании специфических физических нагрузок (легкоатлетического бега, езды на велосипеде, плавания, бега на лыжах, плавания в ластах, ходьбы и иных локомоций).

В настоящей работе показано, что:

1. Между ЧСС, СД, ДД, средним АД и ДП, с одной стороны, и величиной статической нагрузки (в зоне нагрузок до 15-20 кг), основанной на удерживании дополнительного груза, - с другой, существует линейная зависимость.

2. Степень изменений физиологических показателей в ответ на статическую нагрузку различна у спортсменов по сравнению с нетрениро ванными лицами: наибольшие изменения сердечного ритма и АД наблюдаются у не занимающихся спортом людей. Наибольшие различия отмечались в показателе, характеризующем потребление кислорода миокардом (ДП).

Основываясь на перечисленных выше фактах, предложено, учитывая результаты лишь двух специфических нагрузок путем линейной экстра- или интраполяции, определять как величину физиологического показателя при статической нагрузке ( в зоне до 15-20 кг) по удерживанию дополнительного груза, так и, наоборот, устанавливать величину статической нагрузки при определенном значении физиологического показателя, и в частности предсказать ту величину ДП, при которой этот показатель достигает 240 усл. ед. Именно эта величина ДП выбрана на том основании, что непосредственно во время борьбы ЧСС, по нашим данным, обычно достигает 140 -150 уд/мин, СД - 170-180 мм рт. ст., а ДД - 150-160 мм рт. ст.

Тестирование с помощью специфических статических нагрузок будет давать надежные результаты при соблюдении следующих условий:

1. Первая нагрузка. Удерживание спортсменом дополнительного груза весом 5-7 кг.

2. Отдых перед второй нагрузкой 3-5 мин.

3. Вторая нагрузка. Удерживание дополнительного груза весом 13-17 кг.

4. Учитывая выраженное влияние длительности удерживания дополнительного веса на величину физиологического показателя, продолжительность каждой из нагрузок - 50 -60 с.

5. Регистрация ЧСС и АД производится непосредственно во время нагрузки, на 50-60-й с.

Индивидуальную величину ДП при значении этого показателя, равном 240 усл. ед. (ДП240), можно определять графически либо по формуле:

 240 - ДП1

ДП240 = Н1 + (Н2 - Н1) -------------------,

 ДП2 - ДП1,

где ДП240 - ДП, выраженное в усл. ед., ДП1 и ДП2 - ДП соответственно при первой и второй (Н1 и Н2) статических нагрузках, выражаемых при удерживании груза в кг.

Чем больше величина ДП240, тем больше адаптационные возможности спортсмена, и наоборот, чем меньше ДП240, тем менее рационально выполняется спортсменом статическая нагрузка. Например, если испытуемые выполняют статическую нагрузку - удерживают дополнительный вес, равный последовательно 5(Н1) и 15(Н2) кг, то, по нашим данным, у нетренированных ДП при первой нагрузке равняется 125 усл. ед. (ДП1), а при второй - 206 усл. ед. (ДП2), в то время как у спортсменов ДП равняется соответственно 121 и 176 усл.ед. В этом случае ДП240 в контрольной группе составило 19,6 кг, а у спортсменов - 26,6 кг, т.е. на 38% больше.

Заключение. Установлена линейная зависимость между физиологическими показателями (ЧСС, СД, ДД, ДП) и величиной статической нагрузки в зоне до 15-20 кг.

Стандартную статическую нагрузку спортсмены выполняют в более оптимальном режиме по сравнению с нетренированными : при меньших значениях ЧCC, меньших ДД и СрД и потреблении кислорода миокардом.

Закономерный характер реакции физиологических показателей в зависимости от величины статической нагрузки может быть использован для оценки адаптационных возможностей спортсмена выполнять специфическую мышечную работу. Принцип тестирования, изложенный в настоящей работе, может быть использован при обследовании занимающихся борьбой, тяжелой атлетикой, конькобежным спортом, туризмом, альпинизмом и т.д., в деятельности которых наблюдается удерживание активной части двигательного аппарата (туловища, конечностей) в фиксированном положении и, следовательно, напряжение мышц статического характера. В этом случае спортсменам конкретной специализации при тестировании задается нагрузка (удерживание дополнительного веса) для мышечных групп, принимающих непосредственное участие в статических усилиях.

**Список литературы**

1. Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г., Богданова Е.В. Гемодинамика, внутренние структуры сердца и сосудистые сопротивления артериальной системы у спортсменов во время изометрической нагрузки //Вестник спортивной медицины России. 1999, № 2 (23), с. 5-8.

2. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г. PWC170 - проба для определения физической работоспособности //Теор. и практ. физ. культ., 1969, № 10, с. 37-40.

3. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. - М.: ФиС, 1988. - 208 с.

Для подготовки данной работы были использованы материалы с сайта <http://lib.sportedu.ru/>