**Спортивная деятельность в информационно-вероятностной интерпретации**

Заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор Н.Н. Алфимов, Заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор А.С. Солодков, Кандидат медицинских наук, доцент П.Н. Морозько, Санкт-Петербургская государственная академия физической культуры им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург

Спортивная деятельность представляет собой вид труда, включающий в себя коллективные и индивидуальные компоненты, совокупность которых можно рассматривать с социально-гуманитарных, психолого-педагогических и медико-биологических позиций. Конечный результат этой деятельности - спортивная победа или достигнутый рекорд и носит вероятностный характер, при этом и тренировочный процесс, и спортивные соревнования совершаются в экстремальных условиях.

Условия, которые формируют стрессовую ситуацию в спорте, можно рассматривать как влияние социально-экономических, природно-экологических, биологических и психоэмоциональных стресс-факторов (СФ). Первые два компонента находятся вне организма спортсмена, и их необходимо относить к экстремальным воздействиям внешней среды. Биологические СФ обусловлены морфофункциональными особенностями организма человека, а психоэмоциональные - уровнем развития у спортсмена физических, психических и профессионально-прикладных качеств, важных в конкретной спортивной деятельности.

Реакция организма спортсмена на воздействие СФ проявляется в возникновении целого ряда функциональных изменений, которые формируют комплексный стресс-синдром (КСС). Содержание КСС универсально по своему генезу; он включает в себя как неспецифические реакции общего адаптационного синдрома (ОАС), так и специфический синдром (САС). ОАС возникает при воздействии разнообразных раздражителей, САС отражает влияние конкретного СФ [11]. Универсальность развития КСС проявляется в установленной Г. Селье смене фазовых состояний различных систем организма под влиянием САС. Развитие КСС осуществляется во времени и проходит фазы тревоги, резистентности и истощения. "Любая активность, - подчеркивает Г. Селье, - приводит в действие механизм стресса. Но пострадает ли при этом сердце, почки, желудочно-кишечный тракт или мозг, зависит в значительной мере от случайно обусловливающих фактов. В организме, как и в цепи, рвется слабейшее звено, хотя все звенья одинаково находятся под нагрузкой" [11].

Высказанное Г. Селье положение имеет важное значение для оценки влияния мышечной деятельности на организм спортсмена. Во-первых, она должна быть построена на информационной основе, так как эти ее свойства присущи любому виду взаимодействия, в том числе взаимосвязям организма с окружающей средой и между различными органами и системами. Во-вторых, влияние спортивной деятельности на организм человека носит вероятностный характер, поскольку именно вероятность является численной характеристикой случайного процесса. Поэтому только такая методология присуща кибернетическому подходу к исследованию явлений, свойственных спортивной деятельности. Далее рассмотрим более конкретно информационный подход к анализу спортивной деятельности.

Материальным носителем информации являются сигналы, представляющие собой измененное состояние материального объекта, которое осуществляется по заранее определенным правилам, т.е. посредством кодирования. Благодаря кодированию возможно отвлечься от реального, размерного представления конкретно выбранных констант, характеризующих СФ среды и КСС, а затем оперировать этими показателями как безразмерными величинами.

На основе кибернетического подхода Н.Н. Алфимовым [2 - 4] был разработан алгоритм информационно-вероятностного метода, с помощью которого представилось возможным определять вероятность сохранения здоровья и спортивной формы в условиях воздействия реальных или прогнозируемых СФ среды или же, исходя из конкретных показателей КСС, оценивать надежность функционального состояния отдельных физиологических систем и всего организма в целом. Алгоритм использования информационно -вероятностного метода может быть представлен следующим образом:

1. Кодирование показателей. В основу кодирования показателей положены два правила: а) закодированный показатель должен представлять собой безразмерную величину; б) изменение показателей при отклонении от их нормальной (стандартной) величины должно происходить в одном направлении: от точки отсчета - в сторону их возрастания (за норматив принята единица - 1). С целью соблюдения первого правила кодирования (т.е. чтобы закодированный показатель представлял собой безразмерную величину) применяется следующий методический прием. Отобранные показатели (обозначим их как Ф1, Ф2, Ф3, … Фn) сопоставляются с величинами, которые приняты для этих констант нормативными (контроль, нормальные физиологические константы). Используемые показатели должны обладать эколого-патогенетической сравнимостью, нормативной специфичностью и физиологической фундаментальностью. Обозначим нормативные значения через Н1, Н2, Н3, … Нn. Для каждой взятой величины находится отношение Ф/Н. Величина этого отношения будет показателем его качества (Пк). Поскольку в качестве условия кодирования принято, что Пк должен быть больше единицы (Пк=Ф/Н>1), то если отношение Ф/Н меньше единицы, тогда Пк рассчитывается по формуле: Пк=2-Ф/Н (1). Если величина Н дается в пределах "от" и "до" и фактическая величина Ф находится в этих параметрах, принимается, что Ф=Н и тогда Пк=1. Если Ф отличается от этих пределов в меньшую сторону, за норму Н берется нижняя граница, если в большую - принимается его верхний предел. При условии, что величина Ф отличается от принятого норматива Н в лучшую с физиолого-гигиенических позиций сторону, принимается, что Ф=Н и Пк=1. В случае, когда фактическая величина Ф и нормативная величина Н приводятся в описательной форме, например "слабо", "заметно", "отчетливо", "резко выражено", используется балльная оценка: норма равна 1 баллу, "слабо" - 1,25 балла, "заметно" - 1,5 балла, "отчетливо" - 1,75 балла, "резко выражено" - 2 балла.

2. Расчет промежуточных величин Пс и Кп. Определив для каждого значения его показатель качества (Пк), находим их среднюю величину (Пс) по формуле: Пс=SПк/n (2), где n - число показателей, SПк - сумма рассчитанных Пк. По формуле вычисляется промежуточная величина Кп: Кп=(Пс+П м)/2 (3), где Пм - максимальное значение из найденных величин Пк. Если величины Пм равны или имеется несколько одинаковых их значений, то в формулу (3) вводится только одна из них.

3. Расчет функциональной надежности (Рф). Данный критерий спортивной деятельности учитывает морфофункциональную особенность организма спортсмена (Рфо) и уровень профессионально-прикладной спортивно-технической подготовленности (Рфп). Величина функциональной надежности Рф находится по номограмме 1 с помощью величины Х, которая определяется по формуле: Х=Кп - 1 (4). Выражение (Кп - 1) может быть больше 0,5, и тогда в формулу (4) вводится коэффициент 0,2125, и она приобретает следующий вид: Х=0,2125(Кп - 1) (5). Найденные таким образом величины (с помощью формул 4 или 5) характеризуют уровень надежности функциональных систем организма (табл.1).

В качестве примера приведем оценку состояния функциональных систем организма лыжников-гонщиков по результатам исследования биохимических показателей крови до нагрузки, сразу после ее окончания и через 4 ч восстановительного периода (И.П. Скернявичус с соавт., 1979). Оцениваемые константы, их нормативные и реальные величины, расчет показателей качества представлены в табл. 2. Для расчета использовались приведенные выше формулы (1) - (4). Далее величины Рф сравниваются с коэффициентами функциональной надежности (номограмма 2): сразу после нагрузки величины Рф находятся в зоне "весьма ненадежного" функционального состояния (пунктирная линия N2) - Рф=0,45; через 4 ч после нагрузки произошло восстановление функциональной надежности (пунктирная линия N1) - Рф=0,75, что соответствует надежному (устойчивому) уровню (см. табл. 1).

Таблица 1. Функциональная надежность системы организма

|  |  |
| --- | --- |
| Величины Рф | Уровень надежности системы |
| 1,00-0,80 | Весьма надежный (весьма устойчивый) |
| 0,79-0,70 | Надежный (устойчивый) |
| 0,69-0,60 | Недостаточно надежный (недостаточно устойчивый) |
| 0,59-0,50 | Ненадежный (неустойчивый) |
| 0,49-0,40 | Весьма ненадежный (весьма неустойчивый) |
| 0,39-0,30 | Опасность срыва функций системы |
| 0,29-0,20 | Высокая опасность срыва функций системы |
| 0,199-0,10 | Рассчитывать на функционирование системы не представляется возможным |

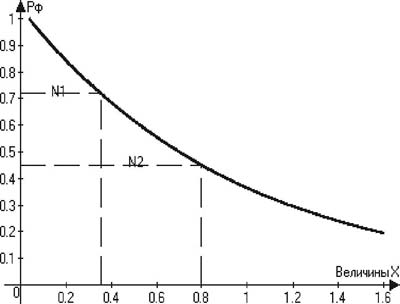


Рис. 1. Определение функциональной надежности (Рф)

Наблюдения за динамикой функционального состояния моряков, выполненные А.С. Солодковым и В.В. Бердышевым [17], дали возможность авторам прийти к заключению о том, что длительное напряжение защитных сил организма в ряде случаев приводит к развитию дизадаптационных расстройств. Последнее проявляется в нарастающем снижении физической и умственной работоспособности, ослаблении неспецифической резистенстности, ухудшении функциональных возможностей физиологических систем организма. Эти обстоятельства определяют необходимость учета расхода адаптационной энергии, поскольку от ее наличия зависит сохранение функциональных возможностей организма при нагрузках, связанных со спортивной деятельностью [16]. Очевидно, чем больше израсходовано адаптационной энергии на поддержание функциональных возможностей и чем меньше ее осталось, тем выше вероятность срыва адаптации. С этих позиций вероятность сохранения функциональных резервов и возможность их срыва характеризуют несовместные (дизадаптационные) реакции [2-4, 15].

Как известно, сумма вероятностей несовместных событий равна единице (формула 6): Рфо+Рфос =1 (6), где Рфо - вероятность сохранения функциональных возможностей организма, Рфос - вероятность их срыва. Из выражения (6) можно заключить, что Рфос=1-Рфо . Поскольку сохранение функциональных возможностей организма является непременным условием спортивной деятельности и оно обусловлено расходом адаптационной энергии, по мере ее расхода возникает вероятность срыва этих возможностей. Поэтому представляется целесообразным использовать данную вероятность в качестве показателя расхода адаптационной энергии. С этой целью для измерения расхода адаптационной энергии может быть применена формула сложения вероятности двух несовместных событий и на ее основе построена номограмма расхода адаптационной энергии (рис. 2). Пунктирной линией N1 на рис. 2 показан расход адаптационной энергии сразу после нагрузки (см. табл. 2), а пунктирной линией N2 - ее расход через 4 ч после окончания нагрузки.

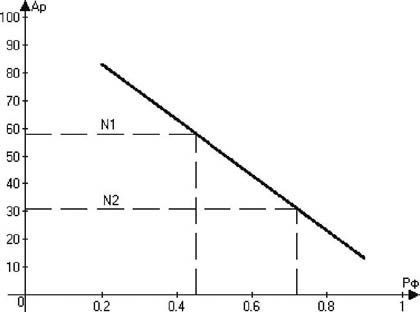


Рис. 2. Определение расхода адаптационной энергии (Ар):

Ар - расход адаптационной энергии, %

Рф - вероятность сохранения функциональных возможностей организма

N1 - расход Ар сразу после нагрузки

N2 - расход Ар через 4 ч после нагрузки

Таблица 2. Показатели функциональной надежности лыжников (по И.П. Скернявичус и др., 1979)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | До нагрузки (нормативная величина -Н) | Сразу после нагрузки | | Через 4 ч после нагрузки | |
| Реальная величина-Ф | Показатель качества - Пк | Реальные величины -Ф1 | Показатель качества - ПК1 |
| Молочная кислота, мг % | 11,15 | 33,37 | 2,29 | 8,37 | 1,33 |
| Пировиноградная кислота, мг % | 1,19 | 1,78 | 1,49 | 1,22 | 1,02 |
| Сахар, мг % | 91,1 | 107,2 | 1,17 | 92,8 | 1,01 |
| НЭЖК, мэкв/л | 0,63 | 1,09 | 1,73 | 0,75 | 1,19 |
| Сумма величин показателей качества  (Пк) |  |  | 6,68 |  | 4,45 |
| Проанализировано показателей (n) |  |  | 4 |  | 4 |
| Средняя величина показателей качества (Пкс)=Пк/n |  |  | 1,67 |  | 1,14 |
| Промежуточная величина |  |  | 1,98 |  | 1,24 |
| Кn=(Пкс+Пм)/2 Х=Кn-1 |  |  | 0,98 |  | 0,24 |
| Рф- функциональная надежность по номограмме 1 |  |  | N1=0,45 |  | N2=0,75 |

Как видно из рис. 2, сразу после нагрузки было израсходовано более половины адаптационной энергии. Через 4 ч после окончания нагрузки произошли компенсационные процессы, направленные на восстановление функциональной надежности физиологических систем организма. На поддержание этого уровня функционирования также требуется расход адаптационной энергии, и он оказался несколько выше 30%. Острое падение функциональной надежности, которое наблюдалось сразу после нагрузки, и ее последующее быстрое восстановление говорят о том, что надежность систем, обеспечивающих регуляцию функций организма, исключительно высока, в то время как надежность входящих в его состав отдельных элементов оказывается достаточно низкой [10]. Высокая надежность биологической системы кроме морфологической избыточности ее конструкции обеспечена еще множественностью и дублированием физиологических связей, регулирующих одну и ту же функцию [9].

Можно полагать, что в процессе спортивной деятельности реализуется морфофункциональная надежность физиологических систем организма спортсмена в сочетании с его психоэмоциональной устойчивостью к тому стрессовому напряжению, которое создается в ходе спортивных соревнований. Эмоциональное и волевое напряжение в такой ситуации целесообразно оценивать, исходя из нейрофизиологических представлений П.В. Симонова [12, 13]. Основная суть исследований автора в данном случае сводится к тому, что вероятность удовлетворения потребностей человека определяется прежде всего наличием достаточных для этих целей возможностей, и в конечном итоге формируются положительные или отрицательные эмоции.

Баланс положительных и отрицательных эмоций определяет уровень нервно-психического напряжения, которое возникает во время спортивного соревнования. По влиянию на организм эмоции делят на активизирующие жизнедеятельность человека (стенические) и угнетающие ее (астенические). К первой группе могут быть отнесены положительные эмоции, а ко второй - отрицательные.

Волевые усилия, так же как и эмоциональное напряжение, представляют собой прежде всего процесс, связанный с потребностями, и могут быть оценены c учетом следующих свойственных им особенностей:

· волевое усилие необходимо для удовлетворения потребностей при существующей преграде к их достижению;

· волевое усилие может иметь место или отсутствовать, отрицательных волевых усилий не существует;

· волевое усилие возрастает с уменьшением до определенного предела вероятности удовлетворения потребности (с возрастанием преграды к ее удовлетворению);

· волевое усилие направлено на подавление отрицательных эмоций, мешающих достижению цели (удовлетворению потребностей)

Перечисленные особенности волевых усилий позволяют выразить их как отношение имеющейся вероятности функциональных возможностей организма к отрицательному эмоциональному напряжению. Рассмотренные особенности эмоционального и волевого состояний позволяют использовать для их качественного и количественного выражения принципиальные положения теории вероятности и информации [1 - 6] и на этой основе построить номограмму (рис. 3), с помощью которой возможно определение функциональной надежности физиологических систем спортсмена для достижения высоких спортивных результатов в процессе соревнований.

Как видно из номограммы на рис. 3, при продолжительности соревнований 6 дней (пунктирная линия N1) функциональная надежность физиологических систем спортсмена имеет весьма устойчивый уровень (Рф=0,85), при увеличении продолжительности соревнований до 10 дней (пунктирная линия N2) уровень надежности физиологических систем снижается, но еще соответствует устойчивому уровню (Рф=0,7). Отметим, что эти сроки продолжительности соревнований были установлены эмпирически - соревнования регионального и международного уровней продолжаются, как правило, не более 6 дней, а Олимпийские игры - 10 дней. Соответствие эмпирически рассмотренных спортивных соревнований на основе векового опыта (олимпийское движение) со сроками, найденными с помощью информационно-вероятностной методики, подтверждает, что последняя правильно отражает сложные процессы динамики функциональной надежности организма спортсменов. Эта надежность прежде всего обусловлена физическими и психоэмоциональными нагрузками, свойственными всей спортивной деятельности.

Даже при рациональной организации спортивной тренировки и соревнований у спортсменов возникает состояние утомления. Это состояние усугубляется, если оно систематически не устраняется правильно организованным отдыхом, и прежде всего его продолжительностью. В таком случае оно принимает хроническую форму, в результате чего формируется синдром переутомления и развивается астенизация организма [2 - 4, 16]. Данные, имеющиеся в литературе [7, 8, 18], позволяют считать, что углубление этих изменений на уровне целостного организма проявляется в виде развития астено-вегетативного синдрома, формирование которого приводит к существенному уменьшению физиологических резервов организма, падению работоспособности и как следствие этого к снижению функциональной надежности отдельного спортсмена и спортивного коллектива в целом.

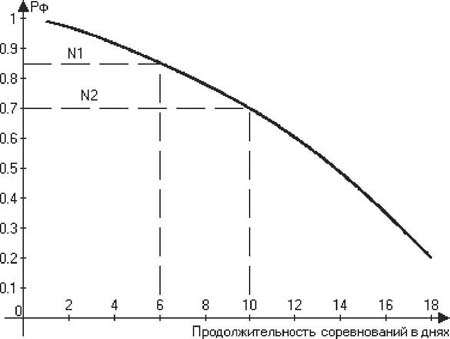


Рис. 3. Динамика функциональной надежности физиологических систем спортсмена в процессе соревнований

В табл. 3 представлена схема выраженности симптомов астенического состояния в баллах [5]. Такая оценка дает возможность характеризовать астеническое состояние не только качественно, но и количественно, на социальном и индивидуальном уровнях, что очень важно для игровых видов спорта и спортивных единоборств. Астенизация спортивной команды (социальная усталость) характеризуется количеством ее членов (в процентах), у которых при направленном врачебном наблюдении диагностируются симптомы астенизации различной выраженности. Степень астенизации спортсмена (индивидуальная усталость) определяется по глубине развития у него астенического состояния. Глубина развития такого состояния устанавливается по степени выраженности у этого спортсмена астенического синдрома (см. табл. 3). При этом максимальная выраженность симптомов астенического состояния принимается за 100% (по табл. 3 это будет сумма баллов, равная 20).

Для иллюстрации сказанного приведем несколько конкретных примеров.

Пример 1. У обследуемого спортсмена (см. табл. 3) выраженность симптомов астенизации I рода была оценена в 3 балла, II рода - в 3 балла, III рода - в 3 балла, IV рода - в 3 балла, V рода - в 2 балла. Сумма баллов - 14. Выраженность астенических симптомов в процентах находим из уравнения: 100%-20, Х%-14. Отсюда выраженность симптомов астенического состояния (Х в %) равна: Х=100\*14/20=70%.

Пример 2. Оценка функциональной надежности на социальном уровне. При направленном врачебном наблюдении симптомы астенизации различной степени выраженности были выявлены у 30% спортсменов команды. По номограмме на рис. 4 (пунктирная линия N1) находим, что функциональная надежность такой команды Рф=0,7, т.е. уровень надежности системы является "устойчивым" (см. табл. 1).

Пример 3. Оценка функциональной надежности на индивидуальном уровне. Выраженность симптомов астенизации данного спортсмена (см. пример 1) составляет 70%. По номограмме на рис. 4 находим (пунктирная линия N2), что функциональная надежность спортсмена Рф=0,3, т.е. уровень надежности физиологической системы указывает на "опасность срыва функций организма" (см. табл. 1).

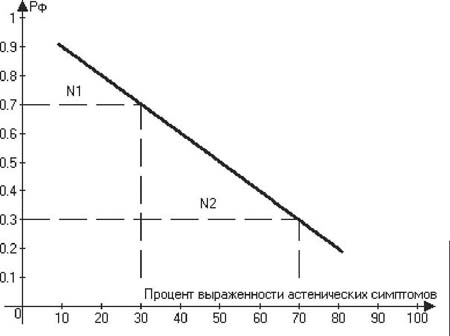


Рис. 4. Динамика функциональной надежности в зависимости от выраженности астенических симптомов

Таблица 3. Симптомы астенического состояния, их выраженность и оценка в баллах (по [5])

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Симптомы | Выраженность симптомов | Оценка в баллах |
| I рода - раздражительность | Изредка | 2 |
| Нередко | 3 |
| Резко выражена | 4 |
| II рода - слабость | Субъективное чувство усталости | 2 |
| Неспособность к длительному напряжению, быстрое падение работоспособности | 3 |
| Почти постоянное чувство физической и умственной усталости, нередко возникающее еще до начала работы | 4 |
| III рода - расстройства сна | Нарушение засыпания, тревожный сон с частыми просыпаниями, ранним пробуждением, отсутствие освежающего эффекта и чувства отдыха после сна | 2 |
| Вялость, сонливость, постоянное влечение ко сну; даже длительный сон не приносит чувства отдыха и бодрости | 3 |
| Истощающая бессонница | 4 |
| IV рода - головная боль | Головная боль возникает после рабочего дня или к его концу, носит стягивающий характер (каска неврастеника) | 2 |
| Головная боль возникает ночью и утром | 3 |
| Происходит просыпание ночью из-за головной боли, боли носят распирающий характер | 4 |
| V рода - отношение к спортивной тренировке и соревнованиям | Безразличное | 2 |
| Нежелание тренироваться и улучшать свой результат | 3 |
| Нежелание участвовать в спортивных соревнованиях | 4 |

Примечание. При направленном врачебном наблюдении и психоаналитическом тестировании отсутствие симптомов астенического состояния отмечается как нормальное и оценивается одним баллом.

В зависимости от выраженности симптомов астенического состояния по номограмме рис. 5 определяется продолжительность отдыха на социальном и индивидуальном уровнях в сутках. Отдых необходим для восстановления функционального состояния физиологических систем до исходного уровня. В приведенном выше примере 1 30% спортивной команды имеют астенический синдром. Для такой команды отдых должен составлять 18 суток (пунктирная линия N2 на номограмме рис. 5). В этом же примере для отдельного спортсмена-единоборца, у которого выраженность астенического синдрома равна 70%, такой отдых необходим в течение 30 суток (пунктирная линия N1 на номограмме рис. 5).

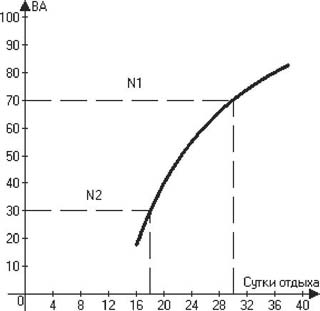


Рис. 5. Определение продолжительности отдыха в зависимости от развития астенического синдрома. ВА - процент лиц с астеническим синдромом в команде (социальный уровень - N2), выраженность астенического синдрома (индивидуальный уровень - N1), %

Изложенный алгоритм информационно -вероятностного метода может найти применение не только при определении функциональной надежности физиологических систем организма спортсмена в реальных или прогнозируемых условиях спортивной деятельности, но и при комплексной оценке спортивной формы в ее вероятностной интерпретации в отношении достижения желаемого спортивного результата. В последнем случае в качестве нормативов используются функциональные, психоэмоциональные и спортивно-технические показатели, которые принимаются как эталонные для достижения поставленных спортивных задач.

**Список литературы**

1. Алфимов Н.Н. Об использовании информационно-вероятностного метода для оценки тренированности спортсмена. Научные основы разработки и совершенствования технических средств обучения и спортивной тренировки /Сб. науч. тр. ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта, 1977, с. 26-30.

2. Алфимов Н.Н. Индекс комплексной оценки функционального состояния спортсмена /Доклады II Всемирного научного конгресса "Спорт в современном обществе". - М.: ФиС, 1980, с. 31-34.

3. Алфимов Н.Н. Количественная оценка стресса с позиций общей теории функциональных систем (спортивно-гигиенический аспект). Системные механизмы двигательной деятельности спортсмена. Волгоград, 1980, с. 25-29.

4. Алфимов Н.Н. Стресс: гигиенический аспект, количественная оценка. Научные основы спортивной гигиены /Сб. науч. тр. ГДОИФКа им. П.Ф. Лесгафта. Л., 1980, с. 15-64.

5. Алфимов Н.Н. Применение информационно-вероятностного метода для учета человеческого фактора в интересах Военно-Морского флота: Метод. реком. - СПб.: ВМедА, 2002. - 16 с.

6. Алфимов Н.Н., Морозько П.Н. Эколого-гигиенические основы прогнозирования состояния здоровья студентов-спортсменов: Метод. реком. - СПб: СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта, 2002. - 33 с.

7. Бамдас А.С. Астеническое состояние. - М.: Медицина, 1951. - 120 с.

8. Курпатов В.И., Юрьев Г.П. Диагностика предболезненных психосоматических состояний у корабельного состава. //Воен.-мед. журнал. 1995, № 3, с. 10-12.

9. Майстрах Е.В., Вайль Ю.С. Автоматическое управление физиологическими функциями в условиях патологии. - Л.: Медицина, 1978. - 134 с.

10. Новосельцев В.Н., Сальков Е.Е. Биологические системы. - М: БМЭ, изд. 3-е, 1976, с. 147-157, 428-457.

11. Селье Г. Стресс без дистресса. - М.: Прогресс, 1979. - 176 с.

12. Симонов П.В. Функции лимбических структур в свете информационной теории эмоций: Матер. симп. Баку, 1964, с. 15-23.

13. Симонов П.В. Предыстория воли. - М.: Наука и жизнь, 1970, № 7, с. 45-54.

14. Скернявичус И.П., Милажюс К.М., Могилевская Г.П. Влияние переменной тренировки на некоторые показатели биохимического состава кровуи у лыжников-гонщиков // Теория и практика физ. культуры, 1979, № 3, с. 21-24.

15. Солодков А.С. Физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам: Лекция /ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта. Л., 1988. - 38 с.

16. Солодков А.С. Проблемы утомления и восстановления в спорте: Лекция / ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта. СПб., 1992. - 34 с.

17. Солодков А.С., Бердышев В.В. О развитии состояния физиологического напряжения у моряков при плавании в низких широтах //Воен.-мед. журн., 1972, № 7, с. 55-60.

18. Freidman M. Studies concerning the etiology and pathogenesis оf neurocirculatory asthenia //War. Med., 1944, № 6, p. 63-66.

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