

УДК 519. 237. 7: 577. 15/19+57. 025

**ПРИМЕНЕНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК К ПИЩЕ ЧАВАНПРАШ И
СТРЕССКОМ**

Сафронова Н.С.

В настоящее время есть все основания полагать, что наиболее быстрым, экономически приемлемым и научно обоснованным путем решения проблемы рационализации питания населения является широкое применение в повседневной практике биологически активных добавок к пище, выступающих эффективным регулятором биоэнергетических возможностей организма [1, 2]. Причем для лиц, испытывающих постоянные физические и психоэмоциональные нагрузки, использование биологически активных добавок (БАД) к рациону, обладающих адаптогенными свойствами, позволяет повысить как неспецифическую резистентность организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, так и направленно изменять отдельные звенья метаболизма [3]. В этом плане, особый интерес представляют биологически активные пищевые добавки Чаванпраш и Стресском, действие которых выражается в антиоксидантном, антигипоксическом, эрготропном и гематопротекторном эффектах. Положительное влияние Чаванпраша и Стресскома на функциональное состояние отдельных органов и анатомо-физиологических систем организма освещено рядом исследователей, однако до настоящего времени совершенно не изучены особенности взаимосвязей между отдельными звеньями целостной структуры, которую представляет из себя организм, при использовании этих БАД к рациону [4 – 6].

Как известно, адаптационные реакции организма, возникающие в ответ на действие внешних факторов различного характера, детерминируются многообразием взаимодействия звеньев функциональных систем, ответственных за реализацию приспособительного эффекта [7, 8]. Прием природных адаптогенов на фоне повышенной физической активности совершенствует уже существующие функциональные объединения и одновременно модулирует характер взаимодействия между ними. По нашему мнению, детально изучить особенности этих изменений возможно с помощью одного из методов математической статистики – факторного анализа [9, 10]. Применение в таком случае многомерной статистики позволяет определить наиболее рациональный для данных условий

режим включения количественных и качественных связей, составляющих систему, и провести своевременную коррекцию наиболее важных компонентов функционального состояния организма [11].

В связи с этим, целью настоящего исследования явился системный анализ функционального состояния организма при использовании БАД к пище Чаванпраш и Стресском на фоне повышенной повседневной двигательной активности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В наших исследованиях приняли участие 20 студентов-неспортсменов в возрасте 18-20-ти лет, обучающихся на факультете физической культуры и спорта, которые в течение четырех месяцев принимали комплекс пищевых БАД Чаванпраш и Стресском. Была использована следующая схема приема: Чаванпраш ежедневно по 1/3 чайной ложки три раза в день за 10-15 мин до еды; Стресском по 1 капсуле утром натощак в течение 10 дней каждого лунного месяца. Исследования проводили до и по истечении четырёх месяцев приёма БАД. Кардиодинамика изучалась методом тетраполярной реографии. Артериальное давление измеряли методом Короткова. Функции внешнего дыхания и газообмена исследовались при помощи спиропневмотахометрии и газометрии. Все параметры регистрировались в состоянии покоя и при выполнении 20-минутного велоэргометрического теста со ступенчато-повышающейся нагрузкой, начиная с 50 Вт и до 200 Вт. Время работы на каждой ступени составляло 5 мин при скорости педалирования 60 об/мин. Оценку адаптационных состояний организма обследуемых проводили по методике Гаркави Л.Х. и соавт. [12]. Интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) в эритроцитах крови оценивали по содержанию продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК) [13]. Состояние антиоксидантной системы определялось по общей антиокислительной активности (АОА) сыворотки крови [14], уровню активности супероксиддисмутазы (СОД) в мембранах эритроцитов [15], каталазоподобной активности (КА) эритроцитов [16]. Уровень физической работоспособности (МПК/кг) определялся при помощи двухступенчатого велоэргометрического теста [17].

Путем экспертной оценки более чем из 100 показателей для факторного анализа было отобрано 22, максимально отражающих функциональное состояние обследуемых. Следующий этап наших исследований заключался в факторизации отобранных переменных. В каждой из выборок данных, зарегистрированных в состоянии покоя и при нагрузке мощностью 200 Вт до и после приема студентами пищевых БАД, было выделено по 6 факторов, суммарно отражающих 71,0 – 73,8 % всей информации. При анализе переменных (после вращения методом varimax) были определены параметры со значениями не менее 0,65, играющие ведущую роль в структуре факторов, каждый из которых получил условное название, характеризующее его физиологическую сущность. Основная математическая обработка проводилась на персональном компьютере с помощью программ Excel и STATISTICA 6,0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты анализа, на этапе долговременной адаптации к физическим нагрузкам у обследуемых студентов особую роль в обеспечении приспособительных реакций организма играло состояние трахео-бронхиального дерева. При первичном тестировании до приема БАД (рис. 1, А, Б), как в покое, так и на ступени мощностью 200 Вт, фактор, отражающий механические характеристики дыхательного аппарата и получивший название «бронхиальный», был ведущим в формировании «функционального портрета» обследуемых. Его вклад в общую

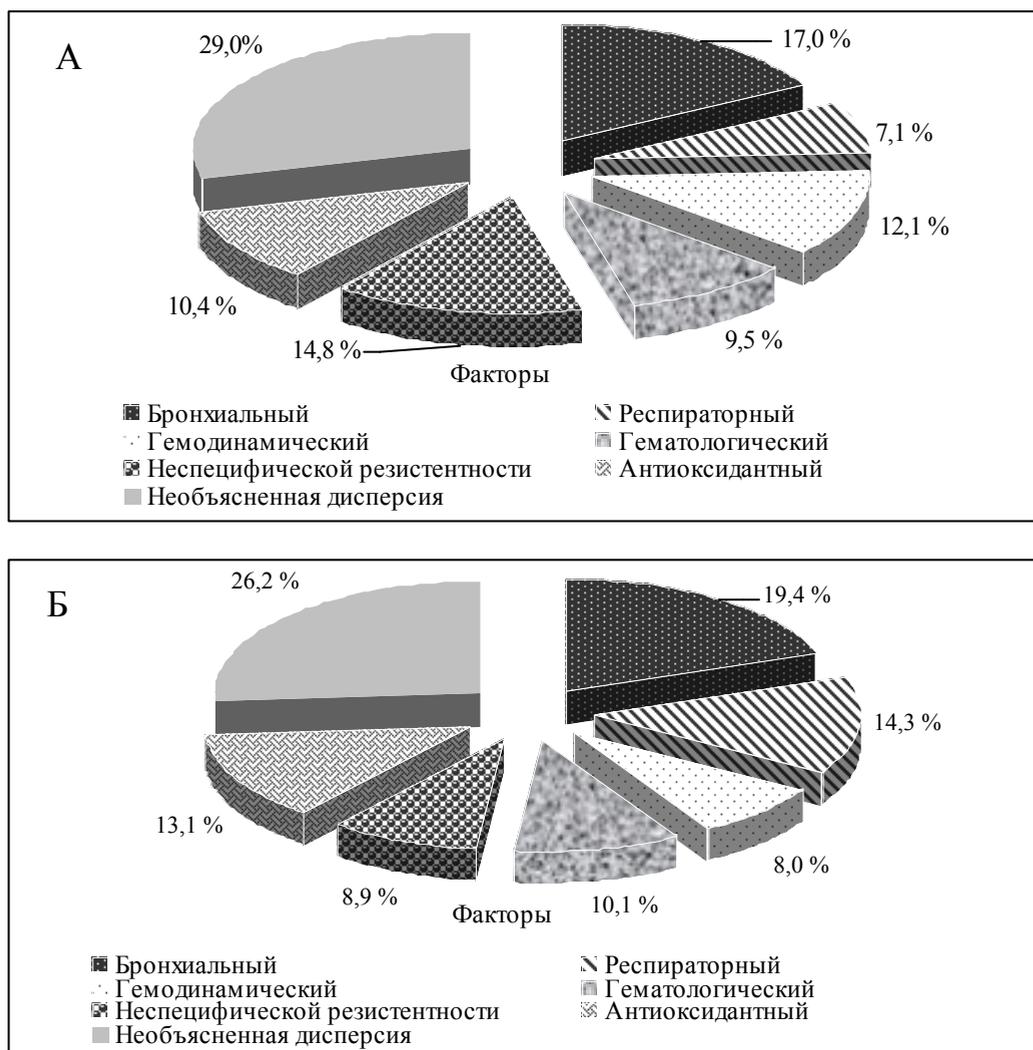


Рис. 1. Соотношение факторов, определяющих функциональное состояние обследуемых в состоянии покоя (А) и при выполнении физической нагрузки мощностью 200 Вт (Б) до приема БАД.

дисперсию в состоянии покоя (рис.1, А) составил 17,0 %, а при мышечной деятельности (рис. 1, Б) 19,4 %. Основную факторную нагрузку до начала тестирующей работы несли на себе показатели мгновенной объемной скорости (МОС) воздушного потока в бронхах среднего МОС₅₀ (0,87) и мелкого МОС₇₅ (0,87) калибров, а во время физического напряжения в бронхах крупного МОС₂₅ (0,87), среднего МОС₅₀ (0,89) и мелкого МОС₇₅ (0,85) калибров. Отмечены достаточно тесные корреляционные отношения между этими параметрами ($0,85 < r < 0,86$). Далее нами был выявлен второй по значению (14,8 %) в состоянии покоя фактор функционального «портрета» обследуемых (рис.1, А). В нем наиболее высокие весовые коэффициенты принадлежали взаимосвязанным ($r = 0,85$) параметрам лейкоцитарной формулы, отражающих неспецифическую резистентность организма. При этом доля лимфоцитов составила -0,84, а сегментоядерных нейтрофилов 0,84. В третьем факторе, составившем 12,1 %, наибольший вклад приходился на тесно коррелирующие ($r = -0,79$) гемодинамические переменные: частоту сердечных сокращений (ЧСС) (-0,91) и время изгнания крови из левого желудочка (Е) (0,85). Четвертый фактор составлял 10,4 % от общей выборки и определялся параметрами, характеризующими состояние антиоксидантной защиты организма. Здесь значительный факторный вес имели показатели общей АОА (0,75) и уровня КА (0,89). Пятый фактор (9,5 %) был представлен в большей мере гематологическими переменными, имеющими вес 0,90 для количества эритроцитов и 0,88 для уровня гемоглобина. Взаимодействие этих параметров отмечено высоким коэффициентом корреляции ($r = -0,92$). Наибольшие нагрузки в шестом факторе (7,1%) пришлись на показатели, отражающие паттерн дыхания, а именно дыхательный объем (ДО) (-0,70) и частоту дыхания (ЧД) (0,84). Поэтому мы определили его как «респираторный». В данной совокупности доля необъясненной дисперсии составила 29,0 %.

Известно, что достаточная бронхиальная проходимость, высокие возможности респираторной мускулатуры сопровождаются рациональными изменениями легочных объемов и обеспечивают оптимальный режим вентиляции при мышечной работе [18]. Вероятно, в процессе долговременной адаптации, напряженность, часто возникающая в функциональной системе при несовершенстве некоторых из ее звеньев, выделяет другие компоненты системы в особое положение с целью перераспределения внутренних ресурсов и адекватного приспособительного ответа к требованиям внешней среды [8]. Как нам представляется, до приема БАД к пище одним из наиболее мощных эффекторов в функциональной системе обследуемых являлся бронхо-легочный аппарат. Обращает на себя внимание факт, что при выполнении тяжелой физической нагрузки (рис.1, Б) вторым по значимости фактором стал «респираторный», характеризующий паттерн дыхания студентов основной группы. Его доля в общей совокупности переменных составила 14,3 %. Основные весовые нагрузки несли на себе показатели ДО (0,83), ЧД (0,66) и резервного объема выдоха (РО_{выд}) (0,75). В третьем факторе (13,1 %) превалировали параметры АОА (0,88), КА (0,67) и уровня СОД (-0,68), что позволило выделить особую значимость состояния антиоксидантной защиты в данных условиях.

Четвертый фактор, условно названный «гематологический», внес в общую дисперсию 10,1 % и определялся в основном коррелирующими параметрами ($r=-0,92$) уровня гемоглобина (0,89) и количества эритроцитов в крови (0,85). Пятый фактор (8,9 %) отразил состояние неспецифической резистентности обследуемых, поскольку высокие весовые нагрузки имели взаимосвязанные ($r = -0,85$) показатели содержания лимфоцитов (0,89) и сегментоядерных нейтрофилов (0,88) крови. Сущность шестого фактора (8,0 %) отражали гемодинамические переменные с достаточно весомой нагрузкой Е (0,88) и ЧСС (0,64). Вклад необъясненной части совокупности составил 26,2 %. Таким образом, вполне можно допустить, что внешнее дыхание выступало ведущим эффектором функциональной системы обследуемых на данном этапе долговременной адаптации к двигательным нагрузкам, что является энергетически невыгодным путем достижения полезного приспособительного эффекта. Меньшей степенью производительности, особенно во время интенсивной мышечной деятельности, отличались сердечно-сосудистая система и система крови. Известно, что именно они чаще всего являются лимитирующими звеньями конвейера, обеспечивающего кислородный гомеостаз организма [19, 20]. Согласно современным представлениям, в состоянии физиологического покоя и при выполнении физических нагрузок, немаловажно условие уравновешенности в деятельности двух наиболее общих функциональных систем организма – приспособительного поведения и гомеостаза. Изменения в одной системе незамедлительно отражаются на состоянии другой [8, 21]. Поэтому, фактор неспецифической резистентности, отражающий уровень оптимальности этих отношений, внес заметный вклад в характеристику «функционального портрета» обследуемых. Также было отмечено, что до приема Чаванпраша и Стресскома антиоксидантный статус организма студентов основной группы испытывал определенную степень напряженности, что проявилось высоким процентным вкладом в целостную структуру.

Следующий этап наших исследований был посвящен структурному анализу совокупностей переменных после приема БАД. В состоянии мышечного покоя произошло незначительное перераспределение вклада выделенных нами факторов в общую дисперсию. Ведущие позиции в реализации приспособительных реакций организма по-прежнему принадлежали дыхательной системе. Из рисунка 2, А видно, что в состоянии покоя наиболее значимым фактором оказался респираторный. Его вклад в общую дисперсию составил 18,2 %, а основную весовую нагрузку несли параметры ЧД (0,85), ДО (-0,82) и резервного объема вдоха ($PO_{вд}$) (0,80). Причем зафиксированы достаточно тесные корреляционные отношения между этими параметрами дыхания ($0,51 < r < 0,65$). Уровень неспецифической резистентности по-прежнему выделялся своей значимостью, поскольку определял уравновешенность во взаимодействии различных систем по поддержанию гомеостатического равновесия организма. Второй фактор, характеризовался определенным соотношением лейкоцитов и составлял 13,9 % в общей выборке. Основной факторный вес приходился на показатели содержания лимфоцитов (-0,93) и сегментоядерных нейтрофилов (0,85). Высокие весовые нагрузки взаимосвязанных ($r = 0,87$) параметров бронхиальной проходимости MOC_{50} (0,75) и MOC_{75} (0,86) позволили обозначить третьим фактором в

этой группе «бронхиальный». Четвертый фактор, составивший 11,4 %, определялся наибольшей весовой нагрузкой гемодинамических переменных: ЧСС (-0,84) и E (0,85). Сущность пятого фактора (8,2 %) отражали гематологические переменные с достаточно весомой нагрузкой уровня гемоглобина (-0,72) и количества эритроцитов (-0,72). Шестое место занимал «газообменный» фактор (6,9 %). Так, факторный вес показателя процентной величины потребления кислорода составил 0,75, а выделения углекислого газа (CO₂) 0,66. Доля необъясненной дисперсии была в этой совокупности 28,7 %. Следовательно, по-прежнему в состоянии покоя ограниченным было включение геодинамики и газообмена в обеспечение работы кислородтранспортного конвейера.

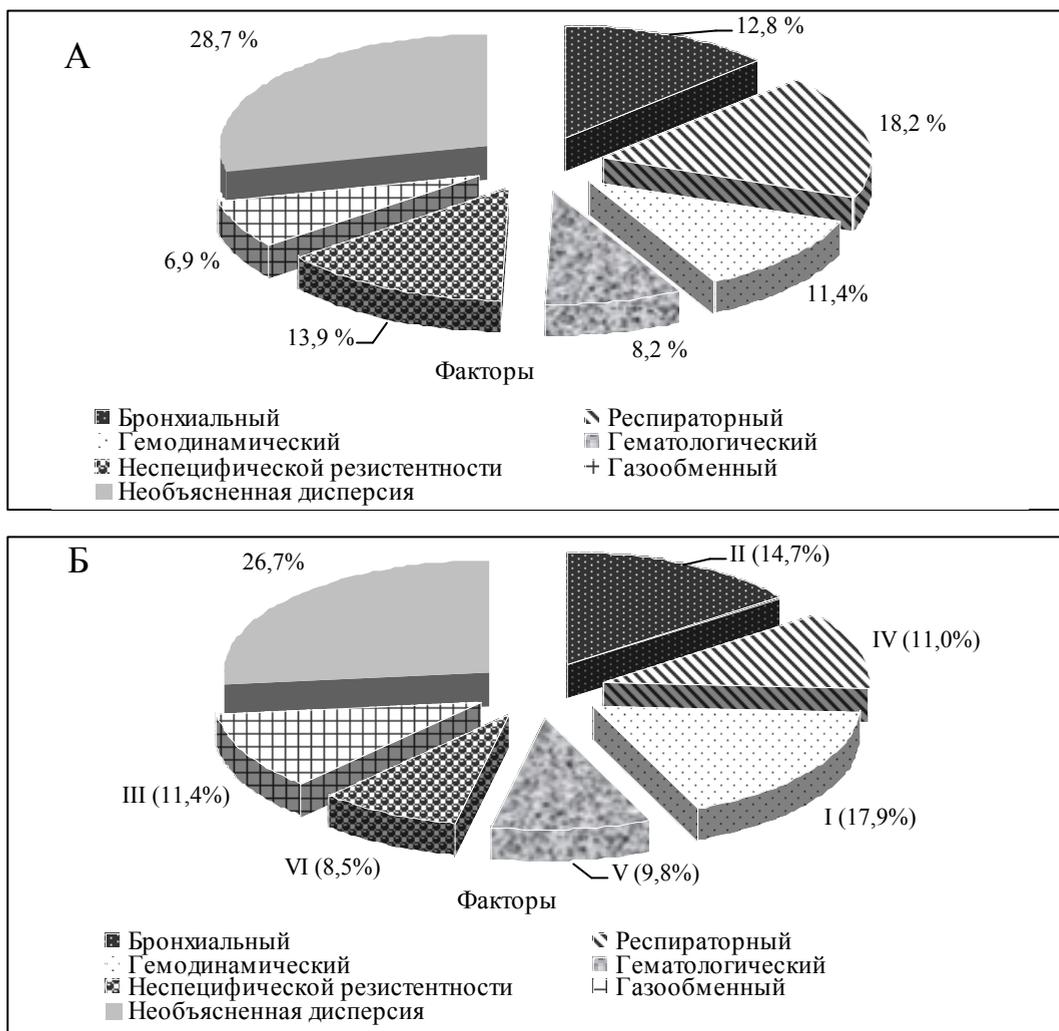


Рис. 2. Соотношение факторов, определяющих функциональное состояние обследуемых в состоянии покоя (А) и при выполнении физической нагрузки мощностью 200 Вт (Б) после приема БАД.

При выполнении тестирующей нагрузки мощностью 200 Вт полный спектр факторов сохранился, однако наблюдались значительные изменения в иерархических отношениях внутри общей дисперсии (рис. 2, Б). Основная нагрузка распределилась между гемодинамическим, бронхиальным и газообменным компонентом системы. Однако, наибольшей мощностью отличался фактор, представляющей сердечно-сосудистую систему, доля которого составила 17,9 %. Он, прежде всего, определялся высокими нагрузками на показатели ЧСС (0,81) и E (-0,65). Отмечены достаточно тесные корреляционные отношения между этими параметрами ($r = 0,54$). Данный факт имеет принципиальное значение, так как согласно современным представлениям, доминирование гемодинамики над дыханием в адапционных реакциях организма к физическим нагрузкам сопровождается минимизацией энергозатрат и детерминирует экономизацию деятельности целостного организма по получению оптимального результата. Наибольшие нагрузки во втором факторе пришлось на взаимосвязанные переменные ($0,45 < r < 0,82$), отражающие состояние бронхиальной проходимости. При этом факторный вес $МОС_{25}$ составил 0,65, $МОС_{50}$ — 0,87 и $МОС_{75}$ — 0,81. Немаловажное значение имел третий фактор (11,4 %), который отразил состояние газообменных процессов обследуемых, поскольку высокие весовые нагрузки имели показатели потребления O_2 (0,95) и выделения CO_2 (0,87), выраженные в объемных процентах. Четвертым по значимости оказался «респираторный» компонент. Его доля в общей совокупности переменных составила 11,0 %. Основным факторный вес несли на себе параметры ДО (0,63), $PO_{вд}$ (-0,86) и $PO_{ввд}$ (0,83). Пятый фактор (9,8 %) был представлен в большей мере гематологическими переменными с высоким коэффициентом корреляции ($r = -0,85$), несущими следующую нагрузку: показатель количества эритроцитов — 0,85 и уровня гемоглобина — 0,89. Преобладающими параметрами шестого фактора (8,5 %) оказались величины содержания лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов, следовательно, данный фактор отражал состояние неспецифических адапционных реакций организма обследуемых. При этом вклад необъясненной части общей дисперсии был 26,7 %.

Таким образом, опираясь на полученные результаты, можно заключить, что состояние покоя обследуемых характеризовалось относительным постоянством иерархических отношений основных физиологических функций, следовательно, прием Чаванпраша и Стресскома не оказал грубого вмешательства в привычное течение гомеостатических механизмов жизнеобеспечения. Вместе с тем, тонкие метаболические перестройки, активизированные пищевыми добавками, способствовали рациональному перераспределению степени участия различных функциональных структур организма в адекватном обеспечении обменных потребностей органов и тканей, что особенно ярко проявилось при выполнении напряженной мышечной работы.

ВЫВОДЫ

1. Факторный анализ является информативным методом выявления особенностей взаимодействия отдельных функциональных структур целостного организма при использовании биологически активных добавок к пище.

2. Система внешнего дыхания имеет ведущее значение в формировании срочных приспособительных реакций кислородтранспортной системы студентов-спортсменов на фоне повышенной повседневной двигательной активности.

3. Использование БАД к пище Чаванпраш и Стресском у студентов с высоким уровнем двигательной активности способствует оптимизации качественно-количественных взаимоотношений между основными эффекторами функциональной системы, ответственной за адаптацию к физическим нагрузкам.

Список литературы

1. Брехман И.И. Человек и биологически активные вещества. – М.: Наука, 1980. – 119 с.
2. Покровский В.И., Романенко Г.А., Княжев В.А., Герасименко Н.Ф., Онищенко Г.Г., Тутельян В.А., Позняковский В.М. Политика здорового питания. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2002. – С. 261–281.
3. Полиевский С.А., Сорокина Н.И., Осадченко И.В. и др. Об использовании биокорректоров в спортивной практике // Теория и практика физ. культуры.– 1999. – №5. – С. 28-30.
4. Ткачук Н.А., Артемьева Н.П., Белокопытова Е.В. Влияние биологически активной добавки Стресском на процессы памяти и внимания, мозгового кровообращения и электрофизиологические показатели памяти // Аюрведические препараты. Исследования. Клиника. Лечение. – Санкт-Петербург, 2002. – С.55-57.
5. Bhattacharya A, Kumar M, Ghosal S, Bhattacharya SK Effect of bioactive tannoid principles of *Emblca officinalis* on iron-induced hepatic toxicity in rats // *Phytomedicine*. – 2000. – Apr. - Vol.7, №2. – P. 173-175.
6. Jagtap AG, Shirke SS, Phadke AS Effect of polyherbal formulation on experimental models of inflammatory bowel diseases // *J Ethnopharmacol*. – 2004. – Vol.90, № 2-3. – P. 195-204.
7. Приймаков А., Кропота Р. Системные взаимодействия компонентов структуры функциональных возможностей квалифицированных гребцов // Наука в олимпийском спорте. – 2003. - №1. – С. 92-98.
8. Функциональные системы организма: Руководство / Под ред. К.В. Судакова. – М.: Медицина, 1987. – 432 с.
9. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах. – СПб.: Питер, 1997. – 240 с.
10. Славин М.Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях. – М.: Медицина, 1989. – 304 с.
11. Ерохин И.А. Концепция «функциональных» профилей» в методологии прогнозирования последствий экстремального состояния организма // Клиническая медицина и патофизиология. – 1995. – №2. – С. 12-17.
12. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. – Ростов н/Д: Издательство Ростовского университета, 1990. – 224 с.
13. Колб В.Г., Камышников В.С. Справочник по клинической химии. – 2-е изд., – Минск: Белорусь, 2000. – С. 241-242.
14. Семенов В.А., Ярош В.В. Метод определения антиокислительной активности сыворотки крови человека // Украинский биохимический журнал. – 1985. – Т. 57, № 3. – С. 50-52.
15. Чевари С., Чаба И., Секей П. Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки, метод определения ее в биологических материалах // Лаб. дело. – 1985. – № 11. – С. 578-681.
16. Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16-19.
17. Аулик И.В. Определение физической реабилитации в клинике и спорте. – М: Медицина, 1990. – 192 с.
18. Дубилей В.В., Дубилей П.В., Кучкин С.Н. Физиология и патология системы дыхания у спортсменов. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1991. – С. 144.
19. Фомин Н.А. Адаптация: общебиологические и психофизические основы. – М.: Теория и практика физ. культуры, 2003. – 383 с.
20. Карпман В.Л., Любина Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 135 с.
21. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы. – М.: Наука, 1980. – 197 с.

Поступила в редакцию 04.05. 2006 г.