

СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ И ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗЫ ВЗАИМОСВЯЗИ БИОХИМИЧЕСКИХ И КАРДИОРИТМОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ БЕГУНОВ НА СРЕДНИЕ И ДЛИННЫЕ ДИСТАНЦИИ

А.О. КАЧАЕВ, Республика Дагестан

Аннотация

Для оценки функционального состояния организма применяют, как правило, биохимические методы. Анализ ритма сердца для оценки функционального состояния используется гораздо реже. Вместе с тем известно, что комплексное использование нескольких методов значительно повышает надежность оценки функционального состояния спортсмена.

В работе выявлена взаимосвязь биохимических показателей и показателей ритма сердца у высококвалифицированных бегунов на средние и длинные дистанции.

Abstract

For estimation of the functional condition of the organism use, as a rule, biochemical methods. The analysis of the rhythm heart for estimation of the functional condition is used much less. Together with that known that complex use several methods vastly raises reliability of the estimation of the functional condition of the athlete.

In this work is revealed intercorrelations the biochemical factors and factors of the rhythm heart beside elite runner on average and long distances.

Ключевые слова: функциональное состояние, биохимические методы, анализ ритма сердца.

Введение

Предельные тренировочные и соревновательные нагрузки современного спорта, вызывая нарушение гомеостаза организма, приводят к существенным адаптационным изменениям, нередко переходящим границы целесообразного приспособления. Исходя из этого, в тренировочном процессе важно вести постоянный контроль функционального состояния организма спортсмена.

Для этой цели в спортивной практике наряду с другими методами широкое распространение получили биохимические методы и анализ ритма сердца.

Биохимические методы исследования позволяют выявить изменения функционального состояния, обусловленные действием тренировочных нагрузок. Так, например, установлено [8], что у высококвалифицированных спортсменов после ударного тренировочного микроцикла в крови было снижено содержание гемоглобина, повышено содержание мочевины, креатинфосфокиназы (КФК), аспартатаминотрансферазы (АСТ), аланин-

аминотрансферазы (АЛТ), снижено либо повышено содержание глюкозы, что свидетельствует о недовосстановлении в процессе острой адаптации к ударным тренировочным нагрузкам.

Исследованию ритма сердца в процессе адаптации к тренировочным и соревновательным нагрузкам в последние десятилетия уделяется большое внимание. Повышение адаптивных возможностей зависит от степени увеличения парасимпатической регуляции, развивающейся в процессе тренировки [3, 4]. Уменьшение влияния парасимпатической регуляции и рост симпатической регуляции при физических или эмоциональных перегрузках приводят к снижению адаптивных возможностей сердечного ритма и отражаются на характеристиках сердечного ритма в исходном состоянии [1].

Хорошо характеризуют симпатическое звено вегетативной нервной системы и наиболее важны в прогностическом плане индекс напряжения Р.М. Баевского (ИН), характеризующий степень централизации ритма

сердца, и амплитуда моды (АМо) – показатель активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, так как изменения этих показателей наступают раньше, чем изменения в гуморальной системе [1].

Большое значение в оценке функционального состояния организма придается изучению волновой структуры ритма. Так, например, некоторыми авторами при исследовании волновой структуры сердечного ритма удалось обнаружить взаимосвязь между функциональным состоянием организма спортсмена и волновыми характеристиками сердечного ритма.

О возможности прогнозирования спортивного результата по показателям вариационной пульсометрии говорится в работах В.А. Пасинченко, Т.Н. Шестаковой [6]. По их мнению, наиболее точно оценить функциональное состояние можно по форме вариационной пульсограммы и величине $D X$ в условиях покоя и после физической нагрузки.

Выявлена высокая достоверная взаимосвязь показателей общей физической работоспособности (PWC_{170}) и аэробных возможностей (МПК) с показателями текущей регуляции ритма сердца в покое, и особенно после нагрузки [2, 5].

Динамические наблюдения за функциональным состоянием спортсменов высокой квалификации в течение годичного тренировочного цикла при помощи комплекса физиологических и биохимических методов позволили выявить, что снижение спортивных результатов сопровождается неустойчивостью показателей PWC_{170} и уменьшением разницы между средними величинами $R-R$ в положении лежа и стоя [7].

Анализ литературных источников показывает, что оценке функционального состояния высококвалифицированных спортсменов придается большое значение, в то же время существующая практика применения биохимических показателей без учета показателей сердечного ритма существенно снижает ее надежность. В этой связи нам представляется важным выявить взаимосвязь биохимических и кардиоритмографических показателей функционального состояния бегунов на выносливость.

Задача исследования – выявить взаимосвязь биохимических и кардиоритмографических показателей функционального состояния высококвалифицированных бегунов на средние и длинные дистанции.

Организация и методика исследования

Для решения поставленной задачи было проведено обследование спортсменов. Обследование проводилось на УТС с марта 2004 по декабрь 2006 г. В нем приняли участие высококвалифицированные бегуны на средние и длинные дистанции (33 человека). В процессе обследования утром натощак проводился забор капиллярной крови с последующим определением величины ряда биохимических показателей, играющих важную роль в процессах адаптации организма к тренировочным нагруз-

кам. После забора крови на анализ проводилась запись ритма сердца в состоянии покоя методом корреляционной ритмографии.

Определялись следующие биохимические показатели: концентрация гемоглобина в крови, гематокрит, глюкоза, АЛТ, АСТ, КФК, тестостерон, кортизол, кальций, магний, железо.

Проводилась запись кардиоритмограммы с определением основных показателей ритма сердца: среднее значение (M) характеризует активность гуморального канала регуляции ритма, мода (Mo) характеризует доминирующий уровень функционирования синусового узла, размах $R-R$ ($D X$) и амплитуда моды (АМо) характеризуют активность симпатического отдела вегетативной нервной системы, индекс напряжения Р.М. Баевского характеризует степень централизации сердечного ритма (ИН), мощность быстрых волн (МБВ) характеризует влияние дыхания на сердечный ритм.

Для выявления взаимосвязи биохимических показателей и показателей ритма сердца был проведен корреляционный (коэффициент корреляции Спирмена) и факторный анализы. Использовался стандартный пакет статистических программ для анализа и обработки данных в среде Windows – «Statistica-6.0».

Результаты исследования

С целью выявления взаимосвязи биохимических показателей крови и кардиологических показателей текущего функционального состояния бегунов был проведен корреляционный анализ.

В таблице представлена корреляция показателей сердечного ритма и биохимических показатели крови у высококвалифицированных бегунов на средние и длинные дистанции ($p < 0,05$). Была выявлена следующая статистическая взаимосвязь.

У бегунов, специализирующихся в беге на дистанции 800 м, установлена статистически достоверная положительная взаимосвязь между внутриклеточным ферментом АЛТ, содержащимся в печени, скелетных мышцах, миокарде и почках, и показателями сердечного ритма M , Mo , $D X$, ИН и МБВ. Установлена высокая корреляция между содержанием кальция в крови, показателем активности гуморальной регуляции ритма сердца M и показателем активности симпатического отдела вегетативной нервной системы АМо.

У бегунов, специализирующихся в беге на дистанции 1500 м, установлены следующие статистически достоверные взаимосвязи между биохимическими и показателями ритма сердца: кортизол коррелирует с $D X$, АМо, ИН и МБВ; тестостерон – с M , $D X$, ИН; КФК – с АМо и МБВ; АСТ – с Mo ; гемоглобин и глюкоза – с МБВ; магний – с Mo .

Данные гемоглобина у бегунов на 5000 м имеют статистически достоверную взаимосвязь с M , $D X$, Mo , АМо, ИН, МБВ. Гематокрит связан с $D X$, АМо, ИН и МБВ. Данные о содержании железа в крови связаны

**Взаимосвязь показателей сердечного ритма и биохимических показателей крови
у высококвалифицированных бегунов на средние и длинные дистанции
по данным корреляционного анализа ($p < 0,05$)**

Дистан- ция	Пока- затели	Ht	Hb	Глю- коза	АСТ	АЛТ	Моче- вина	КФК	Корти- зол	Тесто- стерон	Каль- ций	Магний	Железо
800 м	М					0,598					-0,900		
	Δ X					0,675							
	Мо					0,625							
	АМо										0,900		
	ИН					-0,566							
	МБВ					0,578							
1500 м	М									-0,417			
	Δ X								-0,359	-0,518			
	Мо				0,381							0,391	
	АМо							0,404	0,507				
	ИН								0,402	0,447			
	МБВ		0,413	0,389				-0,585	-0,365				
5000 м	М		-0,314	-0,449									
	Δ X	0,460	-0,622				-0,415						-0,513
	Мо		-0,314	-0,465									
	АМо	0,495	0,589				-0,309						0,492
	ИН	0,461	0,667				-0,380						0,510
	МБВ	-0,478	-0,644				0,367						0,610
10 000 м	М					-0,550		0,710					
	Δ X												
	Мо				-0,537	-0,601							
	АМо				-0,477			-0,551					
	ИН							-0,551					
	МБВ				0,514	0,440							

с величиной показателей ритма: Δ X, АМо, ИН и МБВ. Установлена связь этих же показателей с содержанием мочевины в крови. Выявлена также взаимосвязь глюкозы с М.

У бегунов, специализирующихся на дистанции 10 000 м, выявлена статистически достоверная взаимосвязь между Δ X, АМо, ИН и КФК. АСТ имеет статистически достоверную взаимосвязь с Мо, АМо, МБВ; АЛТ коррелирует с М.

Таким образом, установлена статистически достоверная взаимосвязь выбранных нами биохимических показателей и показателей ритма сердца, используемых для оценки текущего функционального состояния бегунов на средние и длинные дистанции.

Далее был проведен факторный анализ на каждой дистанции.

На дистанции 800 м были выделены IV фактора.

I фактор – 59,3% от общей дисперсии выборки характеризует кислородотранспортную систему кровообращения Ht ($r = 0,729$; Hb $r = 0,898$), углеводный обмен

(глюкоза $r = 0,831$), активность синтеза глюкозы в печени и процессов распада белков и жиров в мышцах, коже и жировой ткани (кортизол $r = -0,707$), ускорение процессов синтеза белка (тестостерон $r = 0,706$), содержание кальция в организме ($r = 0,971$), активность гуморального канала регуляции ритма (М $r = -0,927$), доминирующий уровень функционирования синусового узла (Мо $r = -0,960$), активность симпатического отдела вегетативной нервной системы (АМо $r = 0,896$), степень централизации сердечного ритма (ИН $r = -0,833$) и взаимосвязь кальция с АМо ($r = 0,900$) и обратную связь с М ($r = -0,900$).

II фактор – 22,7% от общей дисперсии выборки характеризует содержание железа в гемоглобине ($r = 0,914$), активность ферментативной системы (АСТ $r = -0,985$; АЛТ $r = -0,967$; КФК $r = -0,717$) и связь АЛТ с М ($r = 0,598$), Δ X ($r = 0,675$), Мо ($r = 0,625$), МБВ ($r = 0,578$) и обратную связь с ИН ($r = -0,566$).

III фактор – 11,3% от общей дисперсии выборки характеризует процесс обмен белков (мочевина ($r = -0,943$)).

IV фактор – 6,7% от общей дисперсии выборки включает содержание магния в крови ($r = -0,954$) и показатель активности парасимпатической нервной системы ($D \times r = 0,813$), (МБВ $r = 0,701$).

У бегунов на 1500 м были выделены VI факторов.

I фактор – 29,3% от общей дисперсии выборки объединяет $D \times r$ ($r = 0,826$), АМо ($r = -0,863$), ИН ($r = -0,904$), МБВ ($r = 0,810$) и взаимосвязь КФК с АМо ($r = 0,404$), обратную с МБВ ($r = -0,585$), кортизола с АМо ($r = 0,507$), ИН ($r = 0,402$), обратную связь с $D \times r$ ($r = -0,399$), МБВ ($r = -0,365$), глюкозы с МБВ ($r = 0,389$), гемоглобином ($r = 0,413$).

II фактор – 17,4% от общей дисперсии выборки характеризует АСТ ($r = 0,903$), АЛТ ($r = 0,785$), КФК ($r = 0,764$) и связь АСТ с Мо ($r = 0,381$).

III фактор – 12,4% от общей дисперсии выборки объединяет глюкозу ($r = 0,761$), и железо ($r = 0,873$).

IV фактор – 9,7% от общей дисперсии выборки характеризует М ($r = 0,663$), Мо ($r = 0,659$), кортизол ($r = 0,631$), мочевину ($r = 0,623$), связь с Мо с магнием ($r = 0,391$) и АСТ ($r = 0,381$) и обратную связь М с тестостероном ($r = -0,417$).

V фактор – 7,7% от общей дисперсии выборки характеризует кислородотransпортную систему кровообращения Ht ($r = 0,906$; Hb $r = 0,920$).

VI фактор включает 6,8% от общей дисперсии выборки и характеризует содержание кальция в организме ($r = 0,974$).

На дистанции 5000 м были выделены V факторов.

I фактор – 34,5% от общей дисперсии выборки характеризует кислородотransпортную систему кровообращения Ht ($r = 0,700$; Hb $r = 0,868$), содержание железа в гемоглобине ($r = 0,777$), показатели ритма сердца $D \times r$ ($r = -0,960$), АМо ($r = 0,957$), ИН ($r = 0,918$), МБВ ($r = -0,764$) и взаимосвязь гематокрита с $D \times r$ ($r = -0,460$), АМо ($r = 0,495$), ИН ($r = 0,461$), обратную связь с МБВ ($r = -0,478$), связь гемоглобина с АМо ($r = 0,589$), ИН ($r = 0,667$) и обратную связь с М ($r = -0,314$), $D \times r$ ($r = -0,662$), Мо ($r = -0,314$), МБВ ($r = -0,664$), связь железа с АМо ($r = 0,492$), ИН ($r = 0,510$) и обратную связь с $D \times r$ ($r = -0,513$), МБВ ($r = -0,600$), связь мочевины с $D \times r$ ($r = 0,415$), МБВ ($r = 0,367$) и обратную связь с АМо ($r = -0,309$), ИН ($r = -0,380$).

II фактор – 16,2% от общей дисперсии выборки характеризует активность ферментативной и гормональной систем организма (КФК $r = -0,727$), кортизол ($r = 0,711$).

III фактор включает 12,8% от общей дисперсии выборки и характеризует активность фермента АЛТ ($r = 0,836$), углеводный обмен ($r = 0,731$) и обратную взаимосвязь с гуморальным каналом регуляции ритма (М $r = -0,449$), доминирующим уровнем функционирования синусового узла (Мо $r = -0,465$).

IV фактор – 10,8% от общей дисперсии выборки характеризует активность гуморального канала регуляции ритма (М $r = 0,968$), доминирующий уровень функ-

ционирования синусового узла (Мо $r = 0,980$) и их обратную связь с гемоглобином ($r = -0,314$) и глюкозой ($r = -0,449$; $r = -0,465$).

V фактор – 7,8% от общей дисперсии выборки характеризует содержание магния ($r = 0,832$), обмен белков ($r = 0,837$) и взаимосвязь мочевины с $D \times r$ ($r = 0,415$), МБВ ($r = 0,367$) и обратную связь с АМо ($r = -0,309$), ИН ($r = -0,380$).

На дистанции 10 000 м также были выделены V факторов.

I фактор – 29,3% от общей дисперсии выборки характеризует активность парасимпатического ($D \times r = 0,889$) и симпатического отделов вегетативной нервной системы (АМо $r = -0,909$), степень централизации сердечного ритма (ИН $r = -0,979$) и их взаимосвязь с КФК $D \times r$ ($r = 0,710$), АМо ($r = -0,551$), ИН ($r = -0,594$), связь АСТ с АМо ($r = -0,477$).

II фактор – 20,5% от общей дисперсии выборки объединяет кислородотransпортную систему кровообращения Ht ($r = -0,969$; Hb $r = -0,852$) и содержание тестостерона в крови ($r = 0,944$).

III фактор – 14,9% от общей дисперсии выборки характеризует активность гуморального канала регуляции ритма (М $r = -0,952$), доминирующий уровень функционирования синусового узла (Мо $r = -0,959$), активность парасимпатической нервной системы (МБВ $r = 0,713$), взаимосвязь МБВ с АСТ ($r = 0,514$), АЛТ ($r = 0,440$) и обратную связь с Мо ($r = -0,537$), ($r = -0,601$), отрицательную связь М с АЛТ ($r = -0,550$).

IV фактор – 13,8% от общей дисперсии выборки характеризует содержание кортизола и железа в крови ($r = -0,773$; $r = -0,908$).

V фактор – 8,5% от общей дисперсии выборки характеризует содержание мочевины и кальция в крови ($r = 0,701$; $r = 0,705$).

Выводы

Корреляционный анализ выявил достоверную взаимосвязь биохимических показателей и показателей ритма сердца в оценке текущего функционального состояния высококвалифицированных бегунов на средние и длинные дистанции.

Факторный анализ позволил сгруппировать биохимические показатели и показатели ритма сердца в покое в 5 групп для большинства дистанции и в 4 группы – для дистанции 800 м, показал их вклад, взаимосвязь и значимость в оценке текущего функционального состояния.

К наиболее информативными показателям для оценки функционального состояния относятся: 800 м – гемоглобин, гематокрит, кортизол, М, Мо, ИН, АМо; 1500 м – гематокрит, глюкоза, кортизол, КФК, $D \times r$, АМо, ИН, МБВ; 5000 м – гемоглобин, гематокрит, железо, мочевина, $D \times r$, АМо, ИН, М, Мо, МБВ; 10 000 м – КФК, АСТ, $D \times r$, АМо, ИН.

Литература

1. Айдаралиев А.А. Максимов А.Л. Адаптация человека к экстремальным условиям: Опыт прогнозирования. – Л.: Наука, 1988. – С. 62.
2. Боечко И.Д., Канатъев В.Л., Струков М.А. О возможности прогностических оценок функционального состояния при высотной гипоксии // Оценка и прогнозирование функциональных состояний в физиологии. – Фрунзе, 1980. – С. 178–181.
3. Васильева В.В., Лосин Б.Е., Трунин В.В. Функциональное состояние сердца у спортсменов // Характеристика функциональных резервов спортсменов. – Л., 1982. – С. 31–36.
4. Жемайтите Д.И. Вегетативная регуляция синусового ритма у здоровых и больных // Анализ сердечного ритма. – Вильнюс, 1982. – С. 22–23.
5. Иорданская Ф.А., Юдинцева М.С. Взаимосвязь показателей долговременной и острой адаптации у высококвалифицированных спортсменов по данным корреляционного и факторного анализов: Сб. науч. трудов ВНИИФК, 2001 год. – М.: Изд-во ВНИИФК, 2002. – С. 119–127.
6. Пасинченко В.А., Шестакова Т.Н. О возможности прогнозирования спортивного результата у пловцов по состоянию механизмов регуляции системы кровоснабжения // Теор. и практ. физ. культ. – 1980. – № 10. – С. 25–26.
7. Соломина Т.В., Слободчикова И.А. Физиолого-биохимические методы оценки функционального состояния спортсменов в циклических видах спорта // Теор. и практ. физ. культ. – 1982. – № 11. – С. 30–32.
8. Юдинцева М.С. Оперативный контроль функционального состояния и частота появления симптомов дезадаптации у спортсменов в процессе ударных тренировочных микроциклов и их лечение и профилактика: Сб. науч. трудов ВНИИФК, 2000 год. – М.: Изд-во ВНИИФК, 2001. – С. 343–346.