

С. Ш. Намозова, Т. И. Баранова

ДИНАМИКА АДАПТИВНЫХ ГОРМОНОВ В ПЕРИОД ОТБОРОЧНОГО ТУРА ИГР У БАСКЕТБОЛИСТОВ

Введение

Соревнования спортсменов — одна из наиболее удачных моделей реализации стрессорной реакции. Известно, что любой неадекватный по силе или модальности раздражитель, действующий на организм, сопровождается стрессом, который, в свою очередь, запускает механизм адаптации [1]. В том случае, если стрессорное воздействие обладает умеренной силой наблюдается положительный эффект адаптации к нему, имеющий перекрестный характер, который повышает общую резистентность организма [2, 3]. Напротив, чрезмерно сильное стрессорное воздействие вызывает истощение организма (дистресс) и ведет к патологии [4]. Но возможна ли адаптация к соревновательному стрессу у спортсменов?

Известно, что тренированный организм спортсмена обладает не только большими структурными и функциональными резервами относительно человека нетренированного, но и способностью к более полной их мобилизации во время соревнований [5]. При достаточно высокой мотивации спортсмена уровень напряжения, развивающийся в процессе соревнований никак нельзя отнести к слабому или умеренному. Вместе с тем отмечено, что в процессе приобретения опыта реакция организма спортсмена в ответ на соревновательный стресс изменяется. Еще в работах А. А. Виру и сотрудников [6] был отмечен более низкий уровень выделения катехоламинов и глюкокортикоидов в предсоревновательном и соревновательном периодах у квалифицированных спортсменов по сравнению с новичками. Следует ли из этого, что с течением времени и приобретением опыта участия в соревнованиях у спортсменов все же происходит адаптация к сильному соревновательному стрессу? Или это результат спортивного отбора? Ответ на эти вопросы интересен не только в фундаментальном плане (понимание того, как происходит приспособление живой системы к раздражителям большой силы), но и в прикладном аспекте. Изучив закономерности динамики функционирования организма спортсмена во время соревнований, можно найти маркеры, которые могли бы быть использованы для разработки методики прогноза успешности выступлений.

Известно, что любая стрессорная реакция реализуется через активацию симпатико-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы посредством секреции катехоламинов и глюкокортикоидов, мобилизующих резервы организма на преодоление воздействия неадекватно сильных раздражителей [7, 8]. В связи с этим цель нашей работы состояла в исследовании динамики катехоламинов и глюкокортикоидов в течение отборочного тура игр у баскетболисток высокого класса.

Намозова Светлана Шарудиновна — зав. общеуниверситетской кафедрой физ. культуры и спорта, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: namozova@mail.ru

Баранова Татьяна Ивановна — д-р биол. наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: baranovati@gmail.com

© С. Ш. Намозова, Т. И. Баранова, 2013

Методы и организация исследований

Обследованы игроки женской баскетбольной команды Тартуского государственного университета (ТГУ), выступавшие в классе А на чемпионате страны (5 человек, кандидаты в мастера и мастера спорта, в возрасте от 19 до 29 лет). Рост игроков в среднем по команде составлял $180,4 \pm 7,3$ см, вес — $72,0 \pm 8,5$ кг. Наблюдения проводили во время финального тура игр команд первой лиги (4 игры), от успеха выступления в котором зависел переход команды в высшую лигу.

Исследовали динамику адаптивных гормонов катехоламинов (адреналин, норадреналин) и глюкокортикоидов (17-окс) в порциях мочи. Пробы мочи собирали утром — в 8 ч 30 мин; за 10–15 мин до игры; через 10–15 мин после игры и вечером — в 22 ч 30 мин и в 23 ч. Утреннюю пробу перед первой игрой (день приезда) и вечернюю пробу последнего дня игр (день отъезда) не собирали, так как спортсмены находились вне игрового цикла. Расписание игр было следующим: 1-я и 2-я — в 18 ч, 3-я — в 15 ч, 4-я — в 16 ч.

Содержание глюкокортикоидов и катехоламинов в моче определяли посредством спектрофотометрии. Для адреналина и норадреналина использовали метод отдельного определения. Адреналин и норадреналин выделяли из мочи адсорбцией на окиси алюминия. Адреналин окисляли во флюорофор феррицианидом при pH 4,2, норадреналин при pH 6,2. Чтобы при pH 6,2 не происходило образования флюорофоров из адреналина, в реакционную смесь добавляли тиогликолевую кислоту и формалин. Стабилизация флюорофоров, образовавшихся из норадреналина осуществлялась гидросульфитом натрия. Флюорометрию проводили, измеряя флюоресценцию в области 500–550 нм при возбуждении светом с длиной волны 400 нм.

17-окс в моче определяли по реакции с фенилгидразиновым реактивом после ферментативного гидролиза. Нагревали 17-окс с фенилгидразином в смеси серной кислоты и спирта, и получали окрашенные в желтый цвет соединения. Одновременно с основным опытом ставили холостой, в котором учитывали окраску, которая в этих условиях образовывалась без фенилгидразина. Затем 17-окс экстрагировали хлороформом и переводили в смесь серной кислоты и спирта. Одновременно с этим ставили калибровочный опыт: 1 мл калибровочного раствора, содержащий 20 мкг/мл мочи, выпаривали досуха в пробирке, растворяли в 50 мл хлороформа и экстрагировали 4 мл фенилгидразинового реактива. Все три раствора — опытный с фенилгидразиновым реактивом, холостой с серноспиртовым реактивом и калибровочный — фотометрировали в кюветах с длиной оптического пути 1 см при длине волны 410 нм против прогретого серноспиртового реактива.

Расчет проводили по правилу пропорции, учитывая, что из 5 мл мочи, взятых для исследования, на стадии хлороформенного экстракта отбрасывается $\frac{1}{3}$ часть, поэтому фактически в фенилгидразиновый реактив переходят 17-окс из 3,33 мл мочи. Вводили также поправку на неспецифические хромогены, о которых судили по экстинкции холостой пробы. Окончательный расчет проводили по формуле:

$$\frac{(E_{\text{оп}} - E_{\text{хол}}) \cdot C_{\text{кал}}}{E_{\text{кал}} \cdot 3,33} = \text{содержание 17-окс мкг/мл,}$$

где $E_{\text{оп}}$ — опытный раствор с фенилгидразиновым реактивом; $E_{\text{хол}}$ — холостой раствор с серноспиртовым реактивом; $E_{\text{кал}}$ — калибровочный раствор; $C_{\text{кал}}$ — коэффициент светопоглощения калибровочного раствора.

При известном количестве диуреза — D (мл/ч), т. е. $D = V/(t_2 - t_1)$, где t_1 и t_2 промежутки между диурезами спортсмена, вычисляли скорость экскреции 17-окс (мкг/ч).

Референтные значения скорости экскреции адреналина составляли 5–15 мкг/сут или 0,208–0,625 мкг/ч, норадреналина — 7–44 мкг/сут или 0,292–1,833 мкг/ч, 17-окс — 2–7 мкг/сут или 83,3–291,7 мкг/ч [9].

Экспериментальные данные обрабатывали с использованием пакетов программ MS Excel, 2003, Statistica 6.0, KyPlot 2.0 beta 13. Статистическую значимость изменений оценивали для независимых переменных и связанных между собой парных рядов по непараметрическим критериям Манна—Уитни и Вилкоксона соответственно.

Результаты исследования и их обсуждение

Финальный тур состоял из четырех игр. Победа в этом туре позволяла команде выйти в высшую лигу. Это высоко мотивировало игроков. Особенно напряженными были первая и четвертая игры. Первую игру команда проиграла, вторую, третью и четвертую выиграла. Наиболее результативной по количеству очков была третья игра, наиболее ответственной — четвертая. В итоге соревнований команда вышла в высшую лигу.

Анализ динамики катехоламинов и глюкокортикоидов в течение дня в среднем по всем играм тура. В пробе «утро» (8.00–8.30 ч) гормоны находились в пределах нормы или несколько ниже ее нижней границы (рис. 1–3, табл. 1–3). Лишь у одного наименее опытного игрока С. А. адреналин превышал верхнюю границу нормы.

В среднем по всем играм наблюдались следующие тенденции. В пробах «перед игрой» относительно утренних проб отмечалось статистически значимое повышение скорости экскреции содержания адреналина (рис. 1) и 17-окс (рис. 2), в то время как

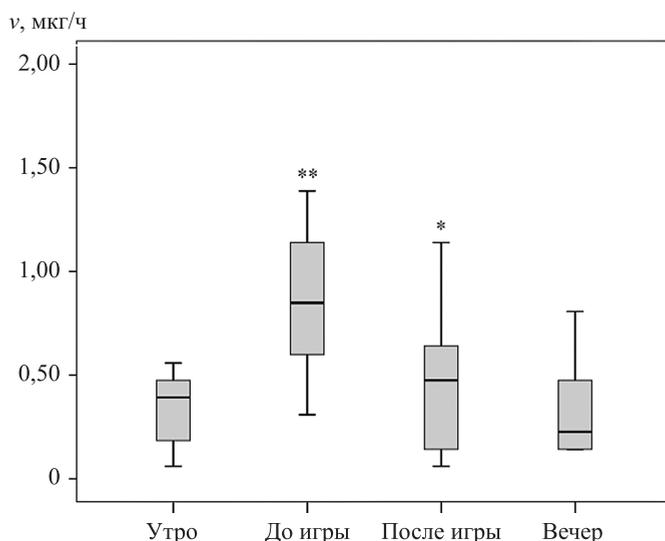


Рис. 1. Скорость экскреции адреналина в день игры по усредненному по туру показателю

По оси абсцисс пробы, по оси ординат скорость (v) экскреции гормона (мкг/ч) (то же для рис. 2, 3, 5, 6, 8), * $p < 0,05$ при сравнении проб «до игры» и «после игры»; ** $p < 0,01$ при сравнении проб «утро» и «до игры».

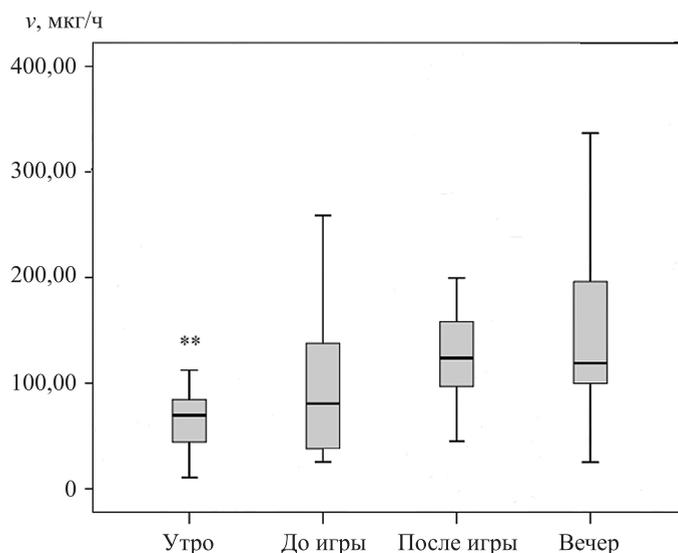


Рис. 2. Скорость экскреции 17-окс в день игры по усредненному по туру показателю

Статистически значимое повышение содержания 17-окс во всех пробах относительно пробы «утро» (** $p < 0,001$).

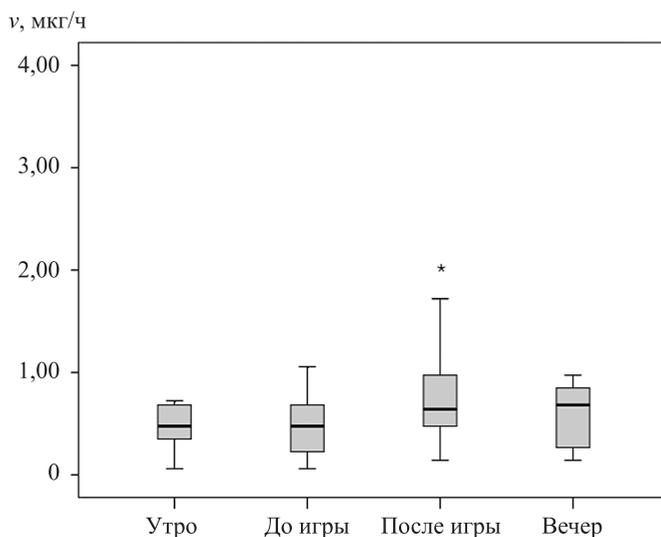


Рис. 3. Скорость экскреции норадреналина в день игры по усредненному по туру показателю

Статистически значимое повышение норадреналина в пробах «после игры» относительно проб «до игры»; * $p < 0,01$.

норадреналин изменялся незначительно (рис. 3). При этом скорость экскреции адреналина несколько превышала верхнюю границу физиологической нормы (на 14,3%), 17-окс находились в пределах нормы, норадреналин — ниже нормы.

В пробах «после игры» скорость экскреции адреналина статистически значимо снижалась, а норадреналина, напротив, достоверно повышалась относительно пробы

Таблица 1. Скорость экскреции адреналина (мкг/ч) у игроков во время игрового тура

Игры	Игроки	Утро	Перед игрой	После игры	Вечер
1-я игра	К. Л.	–	–	1,139	0,475
	Н. М.	–	0,950	0,558	–
	Д. О.	–	0,975	0,558	0,260
	С. И.	–	0,142	0,475	0,142
	С. А.	–	0,973	0,390	–
2-я игра	К. Л.	0,558	0,558	0,142	0,475
	Н. М.	0,475	0,870	0,641	–
	Д. О.	0,475	0,309	0,060	0,807
	С. И.	–	–	0,475	0,226
	С. А.	1,305	1,388	0,641	0,142
3-я игра	К. Л.	0,475	0,814	–	0,641
	Н. М.	0,226	0,973	1,886	0,142
	Д. О.	0,309	0,985	0,142	0,142
	С. И.	–	0,825	0,06	0,220
	С. А.	0,226	–	0,437	0,231
4-я игра	К. Л.	0,142	0,641	0,142	–
	Н. М.	0,475	0,724	0,724	–
	Д. О.	0,060	1,222	0,060	–
	С. И.	–	–	0,475	–
	С. А.	0,060	1,056	–	–
Среднее		0,398	0,815	0,504	0,342
Медиана		0,392	0,973**	0,475	0,226
Стандартное отклонение		0,334	0,379	0,461	0,242

** $p < 0,001$ при сравнении точек «перед игрой» и «утро».

Таблица 2. Динамика содержания норадреналина (мкг/ч) у игроков во время игрового тура

День игры	Игроки	Утро	Перед игрой	После игры	Вечер
14.03.1985	К. Л.	–	0,142	0,724	0,39
	Н. М.	–	1,056	0,724	–
	Д. О.	–	0,475	0,590	–
	С. И.	–	0,309	0,641	0,724
	С. А.	–	0,558	0,641	0,156
15.03.1985	К. Л.	0,64	0,089	0,142	0,973
	Н. М.	0,142	–	0,390	–
	Д. О.	–	0,060	0,475	0,641
	С. И.	0,724	–	0,641	0,89
	С. А.	1,388	0,060	1,969	0,142
16.03.1985	К. Л.	–	0,420	0,704	0,807
	Н. М.	3,048	0,807	0,973	0,601
	Д. О.	0,475	0,623	1,056	0,682
	С. И.	–	0,227	–	0,620
	С. А.	0,475	0,525	–	0,142
17.03.1985	К. Л.	–	–	1,056	–
	Н. М.	0,475	0,390	0,807	–
	Д. О.	0,390	0,475	0,226	–
	С. И.	0,309	0,425	0,558	–
	С. А.	0,060	0,523	1,720	–
Среднее		0,739	0,475	0,772	0,588
Медиана		0,475	0,475	0,683*	0,641
Стандартное отклонение		0,803	0,319	0,467	0,305

* $p < 0,01$, повышение норадреналина в пробе «после игры» по критерию Манна—Уитни относительно утренней пробы и пробы «перед игрой».

Таблица 3. Динамика содержания 17-окс (мкг/ч) у игроков во время игрового тура

День игры	Игроки	Утро	Перед игрой	После игры	Вечер
14.03.1985	К.Л.	–	69,75	45,0	101,28
	Н.М.	–	37,5	99,0	194,8
	Д.О.	–	76,5	140,6	197,6
	С.И.	–	36	199,5	114,9
	С.А.	–	74,25	168,0	126
15.03.1985	К.Л.	85,5	84,9	97,9	146,5
	Н.М.	73	109,7	96,0	336,72
	Д.О.	74,1	30,4	75,0	216
	С.И.	44,16	174	102,6	98,2
	С.А.	10,6	85,5	111,8	213,9
16.03.1985	К.Л.	69,75	72,3	83,1	58,3
	Н.М.	84,4	299,3	144,37	120
	Д.О.	69,4	137,7	123,7	118,0
	С.И.	72,3	112,2	258,75	52,8
	С.А.	63,24	90,1	173,25	25,2
17.03.1985	К.Л.	15	42	84,0	–
	Н.М.	69,4	137,7	123,7	–
	Д.О.	112,2	258,75	52,8	–
	С.И.	93,8	25,5	187,5	–
	С.А.	30	37,95	148,5	–
Среднее		63,89	114,99	129,86	135,80
Медиана		69	97*	123**	119*
Стандартное отклонение		29,30	82,76	52,23	85,57

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$ — повышение содержания 17-окс в пробах относительно утренней пробы по критерию Манна—Уитни.

«перед игрой», но при этом оставалась в границах нормы, 17-окс увеличивалась в 13 случаях из 20, однако в среднем по группе 17-окс оставалась в пределах нормы (см. табл. 3).

В пробах «вечер» скорость экскреции адреналина понижалась и возвращалась к исходному уровню, соответствующему скорости экскреции в пробе «утро». Скорость экскреции норадреналина при этом понижалась недостоверно. Скорость экскреции 17-окс по средним показателям по группе продолжала нарастать, хотя в 6 из 15 проб ее величины незначительно снижались (см. рис. 2, табл. 3).

Катехоламиновый индекс (отношение норадреналин/адреналин) статистически значимо понижался в пробе перед игрой относительно утренней пробы и статически значимо повышался после игры относительно пробы «до игры» (рис. 4).

Анализ данных по дням игр. Тенденция к повышению скорости экскреции адреналина перед игрой относительно пробы «утро» и понижению в пробе «после игры» наблюдалась на протяжении всего тура, но в большей степени этот эффект выражен в последний день соревнований, наиболее напряженный. Самая высокая скорость экскреции адреналина в пробах перед игрой и после игры обнаружена на 3-й день, самый результативный по количеству выигранных очков. В утренних пробах экскреция адреналина заметно уменьшалась от 2-го к 4-му дням тура (рис. 5).

Сопоставление скорости экскреции адреналина в вечерних и утренних пробах показало, что наиболее высокая скорость экскреции в утренних пробах (выше, чем

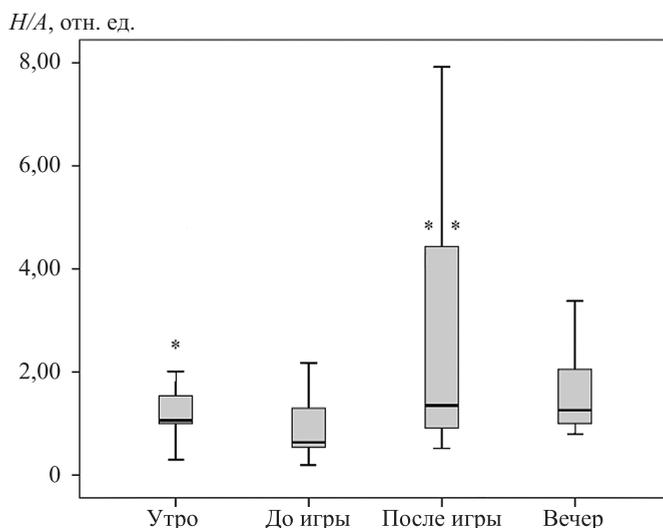


Рис. 4. Катехоламиновый индекс (норадреналин/адреналин — H/A) в день игры по усредненному по туру показателю

По оси абсцисс — пробы, по оси ординат — величина индекса (отн. ед.)

Статистически значимое понижение показателя в пробах «утро» — «перед игрой», * $p < 0,05$ и повышение показателя в пробах «после игры» относительно проб «перед игрой», ** $p < 0,01$.

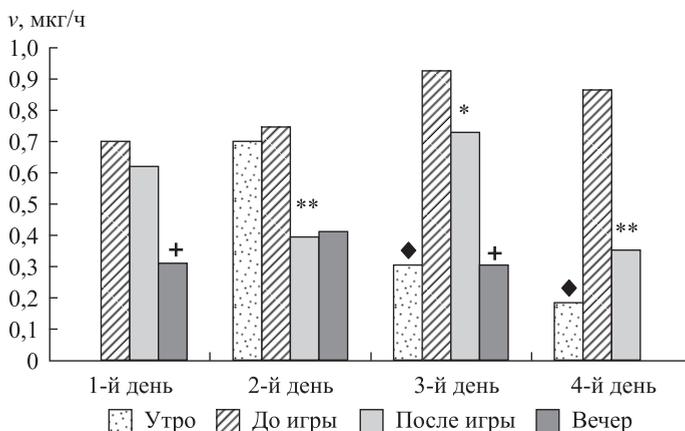


Рис. 5. Скорость экскреции адреналина в течение тура по дням игр

Приведены величины медиан по группе; статистически значимые отличия между пробами «утро» — «до игры» ♦ — $p < 0,01$, «до игры» — «после игры» * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, «после игры» — «вечер» + — $p < 0,01$ по критерию Манна—Уитни.

накануне вечером), наблюдалась во второй день игры, после предшествующей неудачной игры первого дня соревнований, закончившейся проигрышем. На 3-й и 4-й дни игр, которым предшествовала победа и которые закончились победами, этот показатель в утренних пробах был ниже, чем накануне вечером. Возможно, что высокая скорость экскреции адреналина утром на 2-й день тура отражает психологическую напряженность игроков после поражения в первой игре тура. При этом в наибольшей степени это отмечается у наименее опытного игрока С. А., в то время как у более опытных игроков Д. О. и К. Л. этот показатель хотя был и выше, чем в дни последующих игр, но оставался в границах нормы (см. табл. 1).

Повышение скорости экскреции норадреналина после игры относительно его уровня в среднем «перед игрой» также сохранялось на протяжении всего тура. В большей степени это выражено в 4-й, наиболее напряженный, день тура (рис. 6). Причем самый выраженный рост скорости экскреции этого гормона наблюдался у наименее опытного игрока С. А. (см. табл. 2).

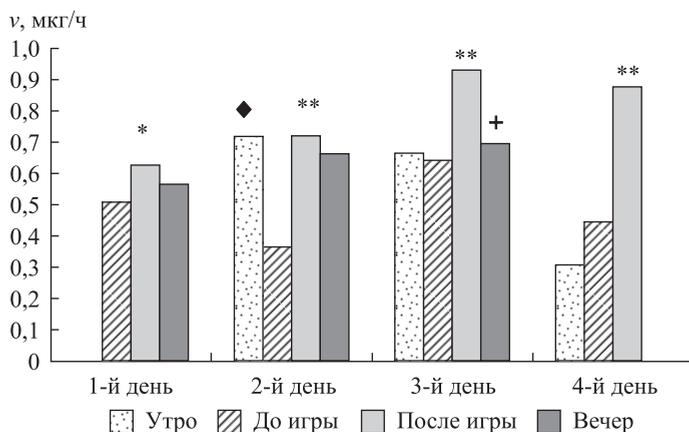


Рис. 6. Скорость экскреции норадреналина в течение тура по дням игр
Остальные условные обозначения как на рис. 5.

Соответственно отмеченному выше самые низкие значения катехоламинового индекса были выявлены в пробах «перед игрой». В пробах «после игры» его значения статистически значимо повышались (рис. 7). Наиболее высоких значений этот индекс достигал после игры в последний день соревнований.

Самую низкую скорость экскреции 17-окс наблюдали в пробах «утро» в течение всего тура (рис. 8).

Перед игрой скорость экскреции 17-окс, как правило, повышалась (в 12 пробах из 15; см. табл. 3). При этом самые высокие показатели наблюдали на 3-й день тура, наиболее результативный по очкам. В пробах «после игры» повышение этого показателя было отмечено в 13 пробах из 20. В среднем по величине медианы скорость экскреции 17-окс повышалась, но это повышение было недостоверно на протяжении всего периода наблюдений. В вечерних пробах изменения были разнонаправлены. Однако на 3-й день тура, наиболее результативный по количеству набранных очков, в вечерней пробе у всех игроков наблюдали понижение скорости экскреции 17-окс.

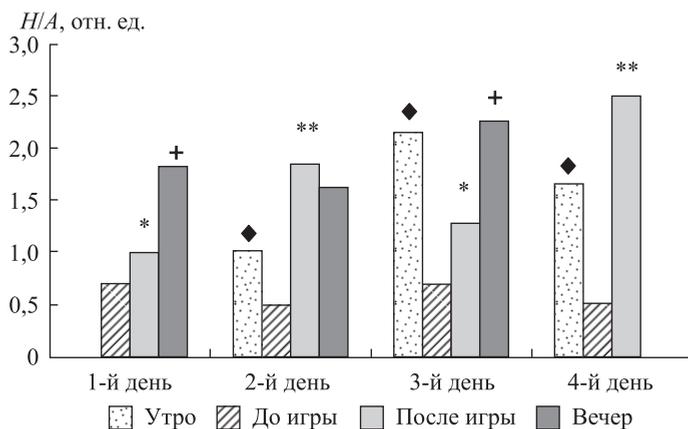


Рис. 7. Катехоламиновый индекс (норадреналин/адреналин — H/A) в течение тура по дням игр

Остальные условные обозначения как на рис. 5.

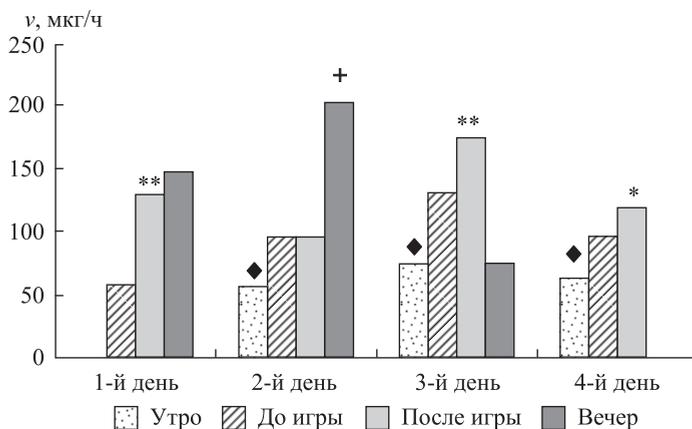


Рис. 8. Скорость экскреции 17-окс в течение тура по дням игр

Остальные условные обозначения как на рис. 5.

Таким образом, в дни успешных игр у баскетболисток отмечали более выраженные по сравнению с первым днем тура, закончившимся проигрышем, фазные колебания катехоламинов: прирост скорости экскреции адреналина перед игрой и ее падение после игры, а также значительно больший прирост скорости экскреции норадреналина после игры. Особенно хорошо это отражает динамика катехоламинового индекса. Интересным фактом является то, что на 3-й, наиболее результативный, день тура содержание глюкокортикоидов в вечерней пробе значительно уменьшается, в то время как после неудачной первой игры 17-окс остаются на высоком уровне. Возможно, это связано с длительным сохранением стрессового состояния после проигрыша. Следует также отметить, что скорость экскреции 17-окс в пробе «после игры» в течение всех игр у менее успешных и опытных игроков С.И. и С.А. выше, чем у опытных — К.Л., Д.О. и Н.М. (см. табл. 3). Вероятно, это указывает на более высокий уровень реакций катаболической направленности у менее опытных игроков и более высокую энергетическую стоимость обеспечения игровой деятельности.

Как известно, секреция глюкокортикоидов и катехоламинов в течение суток подвержена определенному ритму. Установлено, что акрофаза экскреции катехоламинов с мочой приходится на 12–18 ч, их секреция с 4 до 6 ч минимальна [10, 11]. Максимальное содержание кортизола у человека (до 0,44 мкмоль/л, или 16 мкг/100 мл) в крови выявлено утром, между шестью и девятью часами. К полуночи концентрация этих гормонов снижается в 3–4 раза [8]. Согласно результатам наших исследований ритм колебания экскреции катехоламинов и глюкокортикоидов у игроков отличался от обычного биологического ритма и приурочен ко времени соревновательных нагрузок.

Анализируя скорость экскреции катехоламинов и 17-окс в моче, следует учитывать, что период их полужизни различен. Для кортизола крови, например, он составляет в среднем 95 мин. Катехоламины циркулируют в плазме в слабо ассоциированном с альбумином виде. Период их полужизни составляет 10–30 с. Элиминация же катехоламинов из крови происходит в течение нескольких минут (1,5–5 мин) [12]. Поэтому, анализируя динамику глюкокортикоидов в пробах мочи, необходимо учитывать, что содержание 17-окс в пробе «перед игрой» отражает содержание этих глюкокортикоидов в крови приблизительно за полтора часа до игры, а проба «после игры» отражает уровень их содержания в крови во время игры.

Исходя из описанных представлений, результаты исследования можно интерпретировать следующим образом.

Адаптация к соревновательному стрессу. Любое соревнование — сильный стресс, состояние сильного психоэмоционального и физического напряжения. Только на фоне сильного напряжения возможно установление максимального спортивного результата. Рассмотрим с этих позиций полученные нами данные. В предстартовом состоянии значительно повышался уровень адреналина (см. рис. 1, табл. 1), что отражает рост психоэмоционального напряжения и подготовку организма к предстоящей «схватке». Как известно, адреналин оказывает мобилизующее действие на энергетические ресурсы организма [13, 14]. В то же время адреналин, действуя на β_2 -адренорецепторы пресинаптической мембраны нейронов, стимулирует выделение норадреналина, что мы и видим в нашем исследовании: повышение скорости экскреции адреналина в предстартовом состоянии и вслед за этим повышение скорости экскреции норадреналина во время игры. Норадреналин, влияя на сократимость мышечных волокон, повышает силу скелетных мышц, увеличивает нервно-мышечную проводимость, повышает быстроту реакции и скорость мышления, влияя на тонус периферических сосудов, способствует рациональному перераспределению кровотока. Повышение скорости экскреции 17-окс перед игрой и во время игры также объяснимо — это следствие активации адреналином гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. Высокий уровень глюкокортикоидов в крови во время игры обеспечивает длительное поддержание должного уровня субстратов окисления, необходимых для энергообеспечения интенсивно функционирующего организма. В то же время кортизол повышает чувствительность сосудов мышц к действию сосудосуживающих агентов и снижает проницаемость эндотелия. В больших дозах глюкокортикоиды увеличивают сердечный выброс, повышая скорость кровотока и доставку тем самым необходимого количества кислорода [15].

Следует также отметить что, несмотря на статистически значимые колебания рассматриваемых гормонов в течение дня соревнований и на протяжении всего тура, уровень их экскреции либо не превышал верхней границы нормы, либо превышал

незначительно (адреналин). Это может быть связано с эффектом экономизации функций и хорошим уровнем подготовки игроков достаточно высокого класса. В данном случае следует отметить, что даже среди них у более опытных и успешных игроков отмечается меньшая скорость экскреции глюкокортикоидов во время игры. Так, в работах А. А. Виру и П. К. Кырге [6] высказано предположение о том, что в процессе адаптации к систематической мышечной деятельности происходит увеличение чувствительности рецепторов тканей к изученным нами гормонам, в результате чего уменьшается потребность в их количестве. Согласно накопившимся к настоящему времени данным активность гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой (ГГС) системы находится под контролем, в частности, префронтальных областей коры и лимбической системы [16]. Есть данные о том, что префронтальная кора и гиппокамп понижают активность ГГС, в то время как миндалевидное тело, напротив, повышает ее активность [10, 12, 17]. При этом общий ответ ГГС будет определяться соотношением влияний этих структур на гипоталамус [18]. Интерпретируя с этих позиций полученные нами данные, можно предположить, что в процессе приобретения опыта участия в соревнованиях у игроков в предстартовом состоянии возрастает активность префронтальных областей, связанных с анализом ситуации и планированием действий, и гиппокампа, функционально связанного с долговременной памятью и обучением. Следовательно, возрастает и влияние этих отделов мозга на гипоталамус, что ограничивает чрезмерный выброс адаптивных гормонов.

Анализируя динамику адаптивных гормонов во время финального тура, следует учитывать, что соревнования такого уровня сопровождаются стрессом комбинированного характера — сочетанием психоэмоционального напряжения и интенсивной физической нагрузки [13, 19–21]. Каждый из этих факторов может быть причиной повышения уровня рассматриваемых гормонов. Если катехоламины при стрессе обеспечивают механизм срочного реагирования, то глюкокортикоиды, оказывая потенцирующее влияние на катехоламины, обеспечивают длительное поддержание высокого уровня глюкозы в крови, обеспечивая тем самым энергоснабжение мышечной работы на нужном уровне. Кроме того, глюкокортикоиды повышают скорость и лабильность нервных процессов, скорость восприятия и переработки информации в условиях длительного напряжения [5]. Однако длительное повышение уровня глюкокортикоидов может приводить к истощению организма и снижению работоспособности. Быстрое восстановление гормонального статуса (особенно глюкокортикоидов) после соревновательного стресса — важный показатель высокой эффективности игрока. Напротив, стойкое повышение уровня этих гормонов в течение суток на протяжении всего тура, вероятно, может служить прогностическим признаком утомления и снижения игровой эффективности. Эти предположения требуют дополнительных исследований.

Заключение

Таким образом, в период соревнований у игроков наблюдается нетипичная динамика суточного ритма экскреции адаптивных гормонов. Их выделение приурочено не к циркадианному ритму, а ко времени проведения игр. При этом максимальную экскрецию адреналина наблюдали в предстартовом периоде, норадреналина — во время игры, а секреция 17-окс повышалась к началу игры, оставаясь на высоком уровне до ее завершения. Особенно четко эта динамика прослеживалась во время наиболее напряженной и важной игры на 4-й день соревнований.

Несмотря на четко выраженную динамику экскреции, скорость экскреции анализируемых гормонов во время игр незначительно превышала верхнюю границу нормы, что, вероятно, отражает экономизацию функций у игроков высокого класса, имеющих большой опыт соревновательной деятельности.

Литература

1. Меерсон Ф. З. Адаптационная медицина: механизмы и защитные эффекты адаптации. М., 1993. 332 с.
2. Меерсон Ф. З. Основные закономерности индивидуальной адаптации // Физиология адаптационных процессов. М., 1986. С. 10–77.
3. Гаркави Л. Х., Квакина Е. Б., Уколова М. А. Адаптационные реакции и резистентность организма. Ростов-на-Дону, 1990. 224 с.
4. Селье Г. На уровне целого организма. М., 1972. 122 с.
5. Пиенникова М. Г. Адаптация к физическим нагрузкам // Физиология адаптационных процессов. М., 1986. С. 124–224.
6. Виру В. А., Кырге П. К. Гормоны и спортивная работоспособность. М., 1983. 160 с.
7. Кроненберг Г. М., Мелмед Ш., Полонски К. С., Ларсен П. Р. Нейроэндокринология. М., 2010. 466 с.
8. Дедов И. И., Дедов В. И. Биоритмы гормонов. М., 1992. 256 с.
9. Справочник биохимика / пер. с англ. Р. Досон, Д. Элиот, У. Элиот, К. Джонс. М., 1991. 544 с.
10. Garliardino G. G., Hernandez S. R., Rebolledo O. R. Circadian rhythm of urinary catecholamine excretion in healthy human // *Cronobiologia*. 1984. Vol. 11. P. 357–379.
11. Prinz P. N., Vitiello M. V., Smallwood R. G. Circadian rhythm of epinephrine and norepinephrine in aged man // *J. Gerontology*. 1984. Vol. 39. P. 561–567.
12. Martin L. E., Harrison C. An automated method for determination of noradrenaline and adrenaline in tissues and biological fluids // *Analyt. Biochem*. 1968. Vol. 23. P. 529.
13. Кассиль Г. Н., Вайсфельд И. Л., Матлина Э. Ш. Гормонально-гуморальные механизмы регуляции при спортивной деятельности. М., 1978. 304 с.
14. Элиот В., Элиот Д. Биохимия и молекулярная биология. М., 2002. 446 с.
15. Гринберг Д. Управление стрессом. СПб., 2002. 494 с.
16. Hippocampal atrophy in recurrent major depression / Sheline Y. I., Wang P. W., Gado M. H., Csernansky J. G., Vannier M. W. // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1996. Vol. 93. P. 3908–3913.
17. Feldman S., Weidenfeld J. Electrical stimulation of the dorsal hippocampus caused a long lasting inhibition of ACTH and adrenocortical responses to photic stimuli in freely moving rats // *Brain Res*. 2001. Vol. 911. P. 22–26.
18. Role of Glucocorticoids in Tuning Hindbrain Stress Integration / Zhang R., Jankord R., Flak J. N., Solomon M. B., D'Alessio D. A., Herman J. P. // *J. Neurosci*. 3 November 2010. Vol. 30(44). P. 14907–14914.
19. Leptin, its implication in physical exercise and training: a short review / Bouassida A., Zalleg D., Bouassida S., Zaouali M., Feki Y., Zbidi A., Tabka Z. // *J. Sports Sci. and Medicine*. 2006. Vol. 5. P. 172–181.
20. Neiva B. S. Denadai Effect of an acute β -adrenergic blockade on the blood glucose response du-ring lactate minimum test // *Science and medicine in sport*. 2001. Vol. 4 (3). P. 257–265.
21. Личагина С. А., Исаев А. П., Шевицов А. В. Гомеостаз, стресс, адаптация и здоровье у спортсменов при программировании тренировочно-соревновательных воздействий в спорте высших достижений // *Вестн. ЮУрГУ*. 2003. № 5 (6). С. 155–162.

Статья поступила в редакцию 13 сентября 2012 г.