

УДК: 616-005.1-08:615.825:796.071.2

ВЛИЯНИЕ ОДНОКРАТНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПАРАМЕТРЫ ГЕМОСТАЗА У СПОРТСМЕНОВ

Носова М.Н., Шахматов И.И., Вдовин В.М., Бондарчук Ю.А., Киселев В.И.

ГОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет Минздравсоцразвития»,

Барнаул, e-mail: mn.nosova@gmail.com;

Алтайский филиал ГУ НИИ физиологии СО РАМН, Барнаул

Стрессорное воздействие (однократная физическая нагрузка (тест PWC170)) у спортсменов вызывает адаптивные гиперкоагуляционные сдвиги и активацию фибринолиза. Показано, что предварительный прием элеутерококка (препарат из группы адаптогенов) у спортсменов, в отличие от нетренированных людей, не корректирует изменения гемостазиологических параметров, а вызывает дизадаптацию, аналогичную чрезмерным физическим нагрузкам. По завершении тридцатидневного приема элеутерококка у испытуемых после физической нагрузки наблюдалась активация внутреннего пути гемокоагуляции и конечного этапа свертывания крови на фоне неизменной активности фибринолиза и снижения антитромбинового резерва плазмы.

Ключевые слова: гемостаз, физическая нагрузка, стресс, адаптоген, человек

EFFECT OF SINGLE PHYSICAL EXERCISE ON THE HEMOSTATIC PARAMETERS IN ATHLETES

Nosova M.N., Shakhmatov I.I., Vdovin V.M., Bondarchuk J.A., Kiselev V.I.

Altai State Medical University, Barnaul, e-mail: mn.nosova@gmail.com;

Altai branch of the Research Institute of Physiology, Siberian branch of the Russian Academy of Medical Sciences, Barnaul

Stress simulation (a single physical exercise in the form of veloergometry (PWC170 test)) causes adaptive hypercoagulative shifts and activation of fibrinolytic blood system in athletes. It was shown, that changes of hemostatic parameters no adjusted with the preliminary administration of Eleutherococcus (the drug from the group of adaptogens) in athletes as opposed to untrained individuals. It resulted disadaptation similar excessive physical exercises. At the end of a 30-days administration of Eleutherococcus was observed activation of the inner way of hemocoagulation and final stage of coagulation against the background of constant activity of fibrinolysis and reduce plasma antithrombin reserve in the trial subjects after physical exercises.

Keywords: hemostasis, physical exercise, stress, adaptogen, human being

Внезапная сердечная смерть (ВСС) у спортсменов регистрируется в 2–4 раза чаще, чем у не спортсменов [9], причем риск ее возникновения увеличивается в 2,8 раза во время соревнований [4]. Эти случаи порождают большой резонанс в обществе. Регулярные физические тренировки высокой интенсивности в сочетании с колоссальным эмоциональным напряжением во время соревнований высокого уровня приводят к развитию в организме спортсмена «состояния напряжения» – первой стадии стресса.

Причиной смерти для подавляющего большинства случаев у спортсменов моложе 35 лет в литературе описывают врожденные аномалии сердца [5]. Они могут протекать бессимптомно и проявляться только при физическом напряжении. Последствием этого может стать ВСС у спортсменов, и это будет первым и единственным проявлением болезни.

Предполагают, что предварительное кардиологическое обследование спортсменов – это единственный способ свести к минимуму риск ВСС [5]. С другой стороны, описываются случаи, когда электрокардиограмма обследуемых существенно не из-

менялась или даже была нормальной [10]. Возникновение же острой ишемии находится в зависимости от состояния нейрогуморальной регуляции сосудистого тонуса и реологических свойств крови, во многом определяемых системой гемостаза.

Из вышесказанного следует, что поиск критерия для определения резерва адаптационного потенциала к физическим нагрузкам высокой интенсивности у спортсменов до сих пор остается актуальной проблемой. В этой связи интересным представляется изучение вопроса о применимости гемостазиологических параметров в качестве такого критерия, так как важная роль таковых в процессах адаптации к действию стрессорных факторов не вызывает сомнения. Нарушения в системе гемостаза могут приводить к развитию внутрисосудистого свертывания крови [1]. Возникает также вопрос о возможности увеличения адаптационного потенциала тренированного организма, в частности, путем применения спортсменами адаптогенов.

Цель работы – определение информативности показателей гемостаза для оценки адаптационных возможностей тренирован-

ного организма в ответ на однократную физическую нагрузку.

Материал и методы исследования

Группа испытуемых (15 человек обоего пола в возрасте 18–23 года) – спортсмены, профессионально занимающиеся лыжным спортом, осмотрены терапевтом и дали информированное согласие на участие в эксперименте. Все участники выполнили нормативы первого спортивного разряда или кандидата в мастера спорта. Исследования проводились в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266.

Кровь из локтевой вены для определения параметров гемостаза забирали на четырех последовательных этапах:

- 1) до начала однократной физической нагрузки в виде велоэргометрии (ВЭМ);
- 2) сразу после ВЭМ;
- 3) после курсового приема адаптогена в течение одного месяца;
- 4) сразу после проведения ВЭМ по завершении курсового приема адаптогена в течение одного месяца.

В качестве адаптогена использовался официальный препарат спиртового раствора экстракта элеутерококка (*Extractum Eleutherococci fluidum*) (Новосибирская фармфабрика, Россия). Дозировка, согласно инструкции, составляла 25–30 капель за 30 минут до еды 2 раза в день в первой половине дня в течение 30 дней.

Стрессорное воздействие моделировали путем однократной физической нагрузки (ВЭМ), в качестве которой использовали тест PWC_{170} [2]. Исследования проводили с помощью диагностической системы «Валента» (производитель ООО «Нео», Россия). Проба считалась законченной при достижении пациентом субмаксимальной ЧСС, которая составляла 85% от максимально достижимой.

Кровь забирали в объеме 12 мл из локтевой вены. Параметры гемостаза определяли с помощью диагностических наборов фирмы «Технология-Стандарт» (Россия), согласно рекомендациям З.С. Баркагана и А.П. Момота [1].

Статистическую значимость различий оценивали с использованием непараметрического Т-критерия Уилкоксона. Для получения достоверных результатов при множественных сравнениях использовали поправку q-критерий Ньюмена-Кейлса. Критическим значением уровня значимости принимали $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Сопоставление гемокоагуляционных сдвигов при воздействии стрессорных факторов любой природы выявило общую тенденцию – появление гиперкоагулемических изменений. Следовательно, реакция со стороны гемокоагуляции на воздействия, вызывающие состояние напряжения, есть часть общей адаптивной реакции, которая носит неспецифический характер [3]. Полученный в ходе нашего исследования ответ на

ВЭМ в виде гиперкоагулемического сдвига и активации фибринолиза свидетельствует о развитии «стадии напряжения» и характеризует данный вид физической нагрузки как стрессорный фактор, не превышающий рамки эустресса.

Испытуемые девушки и юноши были объединены в одну группу, так как гендерных различий по гемостазиологическим показателям выявлено не было. Наиболее информативные параметры гемостаза представлены в таблице. Однократная физическая нагрузка у спортсменов (этап 2) сопровождалась тромбоцитозом на фоне увеличения агрегационной способности тромбоцитов, что согласуется с литературными данными [6]. Кроме того, наблюдалась гиперкоагуляция плазмы крови по контактной фазе в виде укорочения активированного парциального тромбопластинного времени (АПТВ) на 14% и конечном этапе свертывания (тромбиновое время укоротилось на 6%). Реакции со стороны внешнего механизма гемокоагуляции по протромбиновому времени зарегистрировано не было. Концентрация антитромбина III (АТ III) и антитромбиновый резерв плазмы (АРП) не изменялись. Фибринолитическая система активировалась. Содружественная активация гемокоагуляции и фибринолиза указывает на сохранение гемостатического баланса [3, 7].

На этапе 3 оценено состояние системы гемостаза после тридцатидневного приема элеутерококка, что позволило выявить “чистое” влияние адаптогена на ферментативные системы свертывания и фибринолиза у лиц с высоким уровнем тренированности без предварительного воздействия физической нагрузки ($p_{1,3}$ в таблице). Количество тромбоцитов снижалось на 14% без изменения их агрегационной способности. Активировались контактная фаза гемокоагуляции по АПТВ и конечный этап образования фибринового сгустка по эхитоксовому времени. Антитромбиновый резерв плазмы увеличивался. Реакции со стороны механизма гемокоагуляции по внешнему пути и фибринолитической системы зафиксировать не удалось.

Физическая нагрузка на фоне предварительного приема адаптогена (этап 4) вызывала значительный тромбоцитоз с повышением агрегационной функции тромбоцитов. Был зарегистрирован гиперкоагуляционный сдвиг со стороны контактной фазы активации гемокоагуляции по АПТВ на 15% и конечного этапа свертывания по тромбиновому и эхитоксовому времени на 12%. Уровень АТ III увеличивался, в то время как АРП снижался на 42%. Время эугло-

булинового фибринолиза после физической нагрузки укорачивалось на 34 %.

Сравнение гемостазиологических сдвигов у спортсменов, вызванных физической нагрузкой до и после приёма адаптогена (p_{2-4} в таблице), выявило тромбоцитопению при неизменной агрегационной функции тромбоцитов. Зарегистрирована гиперкоагуляция по контактной фазе активации плазменного гемостаза, причем АПТВ укоротилось в равной степени на 2-м и 4-м этапах, а также гиперкоагуляция по конечному этапу свертывания по тромбиновому и эхитоксовому времени. Следовательно, элеутерококк не вызвал ожидаемого эффекта сглаживания гиперкоагуляционных тенденций. Наоборот, по показателям АПТВ, тромбинового и эхитоксового времени наблюдалось дальнейшее нарастание гиперкоагуляционных

изменений (этап 4 против этапа 2). Необходимо отметить, что абсолютное снижение АРП на нагрузку наблюдалось у спортсменов в пробе после предварительного приема элеутерококка, но не в пробе до приема последнего (этапы 2 и 4). Отмеченные неблагоприятные сдвиги в системе гемостаза, возможно, аналогичны дизадаптивным реакциям на чрезмерную физическую нагрузку, когда возникает опасность стресс-индуцированного тромбообразования в период непосредственно после физической активности, а не во время нее [8]. По литературным данным, совокупность таких признаков, как нарастающая гиперкоагуляция по внутреннему пути и конечному этапу свертывания, истощение антикоагулянтной системы на фоне угнетения фибринолиза, характеризует развитие дистресса, «срыва адаптации» [3].

Параметры гемостаза у спортсменов на этапах исследования

Параметры гемостаза	Этапы исследования				Достоверность различий			
	1	2	3	4	P_{1-2}	P_{3-4}	P_{1-3}	P_{2-4}
АДФ-индуцированная агрегация тромбоцитов, с	11,3 (10–12)	9 (7–10)	10,8 (10÷11)	9,5 (8,5÷10,5)	**	*	-	-
Количество тромбоцитов, $\times 10^9/л$	224 (207–274)	266 (254–296)	193 (171÷212)	242 (203÷273)	**	**	**	**
Активированное парциальное тромбопластиновое время, с	36 (34–38)	31 (30–33)	33 (32÷34)	28 (27÷29)	**	***	**	**
Протромбиновое время, с	14 (13–15)	13,5 (13–15)	13 (13÷15)	12,5 (12,5÷13)	-	-	-	-
Тромбиновое время, с	12,5 (11,5–13)	11,8 (11–13)	13 (12÷13)	11,4 (11÷12)	*	*	-	*
Эхитоксовое время, с	28,8 (27–30)	27 (25,5–29)	24,5 (23,5÷25,5)	21,5 (20÷24)	-	*	*	**
Антитромбиновый резерв плазмы, %	112 (84–139)	105 (75–114)	169 (117÷212)	98 (84÷117)	-	**	*	-
Антитромбин III, %	95 (89–97)	95 (89–104)	95 (88÷100)	104 (92÷135)	-	*	-	*
Спонтанный эуглобулиновый фибринолиз, мин	185 (164–250)	125 (70–245)	220 (190÷280)	140 (130÷220)	*	**	-	-

Примечание: 1 – до начала однократной физической нагрузки велоэргометрией (ВЭМ); 2 – сразу после ВЭМ; 3 – после приема адаптогена в течение одного месяца; 4 – сразу после проведения ВЭМ по завершении курсового приема адаптогена в течение одного месяца. Данные представлены в виде медианы, 25 и 75 перцентилей (в скобках), p – уровень статистической значимости различий сравниваемых показателей, * – $p \leq 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

Заключение

Несомненно, что адаптивность организма спортсменов исходно повышена за счет регулярных физических тренировок, и, как показали наши исследования, прием адаптогена вносит расогласование в сбалансированную систему гемостаза. Вместо сглаживания гиперкоагуляционных сдвигов на физическую нагрузку после предвари-

тельного приема адаптогена мы наблюдали их дальнейшую активацию. Такая совокупность сдвигов может служить предиктором развития неблагоприятного процесса перехода эустресса в дистресс и, вероятно, в дальнейшем – развития острой ишемии из-за нарушения нейрогуморальной регуляции сосудистого тонуса и системы гемостаза. Возможно, что адаптивные эффекты физиче-

ских нагрузок на гемостаз, которые обеспечиваются либо регулярными тренировками, либо предварительным приемом адаптогена, при сочетанном воздействии этих факторов имеют аналогичный чрезмерным нагрузкам эффект угрозы тромбообразования.

Таким образом, изменение параметров гемостаза является чувствительным показателем адаптационного потенциала организма спортсменов и может использоваться в качестве критерия подбора индивидуальных тренировочных режимов для людей с высоким уровнем физической подготовки. В то же время этот критерий, по-видимому, применим в качестве показателя для ограничения наращивания интенсивности физических нагрузок у тренированных лиц.

Список литературы

1. Баркаган З.С., Момот А.П. Диагностика и контролируемая терапия нарушений гемостаза. – М.: Ньюдиамед-АО, 2008. – 292 с.
2. Тавровская Т.В. Велоэргометрия. – СПб., 2007. – 38 с.
3. Шахматов И.И. Влияние различной продолжительности однократной физической нагрузки и иммобилизации на реакции системы гемостаза // *Фундаментал. исслед.* – 2010. – № 3. – С. 144–150.
4. Corrado D., Basso C., Rizzoli G. et al. Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2003. – № 42. – С. 1959–63.
5. Sudden cardiac death athletes: a systematic review / M. Ferreira, P.R. Santos-Silva, L.C. de Abreu et al. // *Sports Med. Arthrosc. Rehabil. Ther. Technol.* – 2010. – № 2. – С. 19.
6. Whole blood coagulation and platelet activation in the athlete: a comparison of marathon, triathlon and long distance cycling / A.A. Hanke, A. Staib, K. Görlinger et al. // *Eur. J. Med. Res.* – 2010. – Vol. 15, № 2. – С. 59–65.
7. Blood coagulation activation and fibrinolysis during a downhill marathon run / G. Sumann, D. Fries, A. Griesmacher et al. // *Blood Coagul. Fibrinolysis.* – 2007. – Vol. 18. – № 5. – С. 435–40.
8. A systematic review of the effects of acute psychological stress and physical activity on haemorrhology, coagulation, fibrinolysis and platelet reactivity: Implications for the pathogenesis of acute coronary syndromes / G. Thrall, D. Lane, D. Carroll, G.Y. Lip // *Thromb. Res.* – 2007. – Vol. 120, № 6. – С. 819–847.
9. Varro A, Baczko I. Possible mechanisms of sudden cardiac death in top athletes: a basic cardiac electrophysiological point of view // *Pflugers Arch.* – 2010. – № 460. – С. 31–40.
10. Coronary artery anomalies Part II: recent insights from clinical investigations / Y. von Kodolitsch, O. Franzen, G.K. Lund et al. // *Z Kardiol.* – 2005. – № 94. – С. 1–13.

Рецензенты:

Момот А.П., д.м.н., профессор, директор Алтайского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Гематологический научный центр Министерства здравоохранения и социального развития РФ», г. Барнаул;

Мамаев А.Н., д.м.н., с.н.с. Алтайского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Гематологический научный центр Министерства здравоохранения и социального развития РФ», г. Барнаул.

Работа поступила в редакцию 04.04.2011.