

ОСОБЕННОСТИ ГУМОРАЛЬНОГО ЗВЕНА ИММУНИТЕТА У ПОДРОСТКОВ, ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ СПОРТИВНЫХ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ

А.П. Исаев, В.В. Эрлих
ЮУрГУ, г. Челябинск

Исследование факторов иммунологической резистентности и звеньев клеточного иммунитета исключительно важно, так как различные большие тренировочные нагрузки (БТН) вызывают в организме юных спортсменов неодинаковые реакции. У представителей одного вида спорта это зависит от разных адаптивно-компенсаторных возможностей, а также от специализации в избранном виде спорта.

Ключевые слова: гуморальный иммунитет, роль иммуноглобулинов, виды спорта, гомеостаз, саморегуляция, устойчивость, стресс, адаптация, выносливость.

Оценка реактивности психофизического потенциала (ПФП), уровней саморегуляции гомеостаза и физической работоспособности индивида сводится к идентификации его психофизического, функционального, молекулярно-клеточного состояния и иммунологической резистентности (ИР) в динамических ситуациях или диапазоне пространства и времени, к установлению референтных границ.

Диагностика текущего состояния оценочных контрольных значений педагогического направления детерминирует референтный интервал резервных способностей гомеостаза и двигательных способностей организма спортсмена.

Попытки определить интегральный показатель формализованных характеристик организма, особенно упрощенным способом оценки, уподобляются рецептурному подходу к успешной деятельности. Энергетический подход к оценке ПФП спортсмена после оценки гена успешности, оценки состояния ССС посредством интегрального показателя (ЧСС, УО, МОК и др.) не привел к позитивным диагностическим заключениям – участились летальные исходы среди учащихся на уроках физической культуры, студентов в массовых спортивных мероприятиях, спортсменов высокой и высшей квалификации, населения в массовых стартах, что свидетельствует или о слабой диагностике условий её проведения (покой, функциональные пробы, тесты, полевая оценочная деятельность), или о незнании адаптационно-компенсаторных ресурсов, устойчивости гомеостаза при отсутствии нарушений в организме.

Стрессор массовой двигательной нагрузки соревновательной направленности может привести к нейромиокардиальным повреждениям, высоким

значениям гормонов, выходящим за референтные границы, нейромоторным нарушениям, в том числе молекулярно-клеточным сдвигам саморегуляции крови, мышц, связок, сухожилий, т. е. соединительной ткани организма в целом. Эти воздействия могут привести к перерастанию физиологической фазы стресса в патологическую с обратными и при истощении организма необратимыми процессами. Воздействия стрессора (реактивность и сопротивляемость организма) зависят от наследственности, возраста, индивидуальных различий, гендерных особенностей, готовности к выполнению БТН, восстанавливаемости организма и др.

Обратная связь в нейроэндокринной и нейромышечной системах под воздействием стрессора детерминирует совокупные процессы иммунного и воспалительного характера, вызывает адаптивно-компенсаторные изменения в системе крови, кровообращения, увеличивает реакции гипоталамо-гипофизно-адренокортикоидной системы, приводит к истощению содержания витаминов В и С, а также цинка [20], к росту уровня глюкозы в крови [3, 4, 10].

Исключительный интерес представляют интеграции стресса и иммунитета, так как возможное снижение функциональной активности и четкой активации различных звеньев ИР [8, 9, 21, 24], сильные воздействия могут привести к угнетению Т-клеток и образованию антителопродукции [1, 22].

Существуют синтоксические и катотоксические типы реакций, детерминирующих гомеостаз организма [15]. Первые успокаивают соединительную ткань и позволяют обеспечить состояние пассивной толерантности и сосуществование с повреждающими факторами. Вторые выполняют

быструю адаптивно-компенсаторную переборку, направленную на подавление стресса, сохраняют устойчивость и выживаемость организма [16]. Возможна детерминация выраженной реактивности при воздействии стрессоров [13]. Для достижения адаптации [5] предлагают использовать активную резистентность, вызываемую моделированием активного поискового поведения (мотивации у людей) и позитивных эмоций, воздействием биостимуляторов физиотерапевтических факторов.

Многолетним исследованиям подвергались юные спортсмены 14–15 и 16–17 лет со стажем занятий спортом от 4 до 6 лет. Результаты исследования гуморального звена иммунитета в микроциклах заключительной подготовки к соревнованиям и с периодом восстановления представлены

в таблице. Сравнительный анализ проведен на юных борцах, гребцах-байдарочниках, конькобежцах, акробатах, гимнастах, тяжелоатлетах в возрасте 14–15 лет (III, II разряд) и 16–17 лет (I разряд, КМС).

В качестве контроля представлены значения учащихся 1-й, 2-й групп здоровья аналогичного возраста. Материалы получены в лаборатории физиологии двигательной активности и спорта ЮУрГУ и лаборатории иммунологии ЧГМА. В сборе иммунологических данных принимали участие сотрудники лаборатории аспиранты, докторанты, соискатели под руководством заслуженных деятелей науки РФ Л.Я. Эберта, А.П. Исаева, данные получены при исследовании спортсменов-волонтеров, что не противоречит Хельсинскому

Сравнительный анализ гуморального звена иммунитета у спортсменов различных видов спорта (n = 25 в каждом)

Класс Ig, МЕ/мл	Возраст, лет	До нагрузки	После нагрузки	P-вероятность	Через 12 часов	P1, P2, P3	Вид спорта
Ig A	14–15	144,92 ± 5,26	150,12 ± 3,17	> 0,05	138,02 ± 4,52	> 0,05	Дзюдо, n = 13
Ig G		106,92 ± 3,92	107,86 ± 4,52	> 0,05	114,72 ± 3,99	> 0,05	
Ig M		156,12 ± 5,86	150,02 ± 4,63	> 0,05	156,65 ± 5,24	> 0,05	
Ig A	16–17	147,49 ± 5,96	143,16 ± 3,58	> 0,05	148,30 ± 3,10	> 0,05	Дзюдо, n = 12
Ig G		147,46 ± 6,78	116,20 ± 2,38	< 0,01	122,25 ± 2,94	< 0,05	
Ig M		119,78 ± 4,25	108,00 ± 2,73	< 0,05	135,31 ± 3,85	< 0,01	
Ig A	14–15	206,12 ± 8,63	208,04 ± 7,96	> 0,05	171,12 ± 4,95	< 0,01	Гребля, n = 26
Ig G		125,24 ± 4,82	112,32 ± 2,94	< 0,01	100,32 ± 2,84	< 0,01	
Ig M		127,14 ± 5,32	123,06 ± 3,14	> 0,05	106,08 ± 9,78	< 0,01	
Ig A	16–17	147,49 ± 6,48	143,16 ± 3,68	> 0,05	148,32 ± 3,46	> 0,05	Гребля, n = 26
Ig G		147,46 ± 5,82	126,19 ± 4,36	< 0,01	122,96 ± 2,94	< 0,01	
Ig M		119,78 ± 6,45	118,02 ± 5,74	> 0,05	112,62 ± 3,47	> 0,05	
Ig A	14–15	155,12 ± 5,96	166,22 ± 5,36	> 0,05	130,12 ± 4,62	< 0,01	Конькобежный спорт, n = 28
Ig G		105,60 ± 3,87	118,60 ± 5,88	> 0,05	109,96 ± 5,22	< 0,01	
Ig M		117,42 ± 4,52	97,12 ± 5,26	> 0,05	97,70 ± 5,63	< 0,01	
Ig A	16–17	163,60 ± 8,10	157,17 ± 5,14	> 0,05	129,86 ± 6,42	< 0,01	Конькобежный спорт, n = 28
Ig G		167,2 ± 4,96	158,63 ± 6,42	> 0,05	124,42 ± 6,02	< 0,01	
Ig M		127,36 ± 4,45	112,13 ± 2,52	< 0,01	104,69 ± 5,04	< 0,01	
Ig A	14–15	118,96 ± 2,54	114,66 ± 2,39	> 0,05	128,67 ± 3,43	< 0,05	Акробаты, n = 26
Ig G		109,32 ± 2,26	105,42 ± 3,64	< 0,05	131,77 ± 5,06	< 0,001	
Ig M		122,14 ± 2,65	116,72 ± 3,42	< 0,05	128,76 ± 4,64	> 0,01	
Ig A	16–17	112,96 ± 3,62	111,68 ± 3,84	> 0,05	116,22 ± 4,48	> 0,05	Акробаты, n = 26
Ig G		120,84 ± 4,28	115,32 ± 3,42	> 0,05	124,32 ± 5,02	> 0,05	
Ig M		114,82 ± 2,96	108,67 ± 2,29	< 0,05	120,64 ± 5,12	< 0,05	
Ig A	14–15	192,60 ± 2,57	178,64 ± 2,87	< 0,01	182,64 ± 2,98	> 0,05	Гимнасты, n = 24
Ig G		123,12 ± 2,19	124,14 ± 2,20	> 0,05	129,14 ± 2,76	< 0,05	
Ig M		85,67 ± 1,18	80,92 ± 2,02	< 0,05	88,12 ± 2,36	< 0,05	
Ig A	16–17	188,22 ± 2,49	180,78 ± 2,52	< 0,05	184,26 ± 3,06	> 0,05	Гимнасты, n = 24
Ig G		123,92 ± 2,28	119,22 ± 2,19	> 0,05	125,72 ± 2,49	> 0,05	
Ig M		88,92 ± 1,96	82,66 ± 1,78	< 0,01	99,12 ± 2,03	< 0,05–0,01	
Ig A	14–15	138,36 ± 2,12	145,62 ± 2,38	< 0,05	148,32 ± 3,12	< 0,05	Тяжелоатлеты, n = 27
Ig G		138,18 ± 2,57	142,64 ± 2,43	< 0,05	146,17 ± 2,99	< 0,05	
Ig M		124,12 ± 2,04	126,84 ± 2,26	> 0,05	132,12 ± 2,78	< 0,05	
Ig A	16–17	130,62 ± 2,24	134,64 ± 2,79	> 0,05	135,96 ± 2,89	> 0,05	Тяжелоатлеты, n = 27
Ig G		129,92 ± 2,19	132,14 ± 2,36	> 0,05	125,69 ± 2,72	> 0,05	
Ig M		122,42 ± 2,12	116,72 ± 1,99	< 0,05	120,12 ± 2,24	> 0,05	

соглашению. Концентрацию сывороточных иммуноглобулинов класса А, G, M исследовали методом радиальной диффузии в геле по G. Mancini [23]. В контроле значения Ig A равнялись $116,80 \pm 2,24$ (90–130 МЕ/мл), Ig G – $152,30 \pm 2,88$ (120–170 МЕ), Ig M – $113,92 \pm 2,39$ (80–120 МЕ/мл).

Содержание иммуноглобулинов в крови является одним из факторов саморегуляции гомеостаза к резистентности организма, так как они выполняют ключевую функцию гуморального звена иммунитета спортсменов [7–9, 17]. Известно, что различные виды спорта оказывают неодинаковое воздействие на гомеостаз и физическую работоспособность. Биологическая и физическая роль Ig A заключается в формировании «первой линии защиты») слизистых оболочек организма от вирусов и бактериологических токсинов [19]. Иммуноглобулины G активируют систему комплимента, усиливают фагоцитарную активность, обеспечивают противoinфекционную защиту, нейтрализацию бактериальных токсинов и вирусов, тем самым осуществляя механизм защиты организма от инфекций [2, 12, 14].

Имуноглобулины M осуществляют раннюю агглютинацию, способны нейтрализовать инородные частицы, повышая устойчивость к бактериальным инфекциям. Их активация (Ig M) наблюдалась при выполнении интенсивных нагрузок.

В период заключительной подготовки к соревнованиям у дзюдоистов 14–15 лет в группах второго года обучения после применяемых тренировочных воздействий наблюдались маловариативные изменения концентрации иммуноглобулинов. У спортсменов 16–17 лет при воздействии БТН происходили достоверные сдвиги в концентрации Ig G и M как после нагрузок, так и через 12 часов восстановления. Вполне очевидно, что изменялась фагоцитарная активность, обеспечивающая защиту и нейтрализацию организма от инфекций, и повышалась устойчивость гомеостаза к ним. Активация гуморального звена иммунитета детерминирована перераспределением в системе иммунитета на фоне БТН. Ингибирование клеточного звена [6] иммунитета спонтанной хемилуминисценции нейтрофилов и лизосомальной активности моноцитов свидетельствует о саморегуляции гомеостаза при стресс-воздействиях БТН. Установлено, что данные функции фагоцитирующих клеток напрямую связаны с процессами острого поражения паренхиматозных тканей при различных стрессорных воздействиях. Выявление вариабельности стресс-реализуемых и стресс-лимитирующих систем исключительно важно в совокупной оценке гомеостаза и прогнозировании новых уровней саморегуляции при формировании специальной функциональной системы, детерминирующей в конечном итоге спортивную результативность.

У спортсменов-гребцов наблюдалось напряжение адаптационно-компенсаторных процессов вследствие истощения механизмов саморегуляции

гомеостаза и физической работоспособности. Достоверные сдвиги после нагрузок были у спортсменов 14–15 лет в значениях Ig G всех классов через 12 часов реституции. У гребцов 16–17 лет сразу после восстановления и через 12 часов значительно снизилась концентрация Ig G. Эти данные вызвали необходимость ведения регулярного физиолого-педагогического контроля накануне соревнований и позволяли своевременно управлять тренировочным процессом.

У конькобежцев 14–15 лет сразу после нагрузки отмечались недостоверные разнонаправленные изменения концентрации Ig A (повышение), Ig G (снижение). Через 12 часов все показатели уменьшились существенно по сравнению с исходными. У спортсменов 16–17 лет сразу после БТН выявилось снижение концентрации Ig A, G на уровне тенденции, а Ig M – достоверное ($P < 0,01$). Через 12 часов все значения концентрации иммуноглобулинов угнетались ($P < 0,01$).

У акробатов 14–15 лет сразу после гравитационных воздействий снизилась значимо концентрация Ig M ($P < 0,05$). Через 12 часов концентрация Ig A, G, M изменилась достоверно ($P < 0,01$). У 16–17-летних спортсменов существенно снизилась концентрация Ig M ($P < 0,05$). Через 12 часов показатели Ig A, G повысились незначительно, а Ig M существенно по сравнению с фоновыми ($P < 0,05$).

У представителей спортивной гимнастики 14–15 лет сразу после нагрузок достоверно изменилась концентрация Ig A, M, а через 12 часов реституции существенные сдвиги произошли в содержании Ig G, M. У гимнастов уровень Ig A был выше модельных значений контроля ($P < 0,01$), что соответствует референтным границам.

У тяжелоатлетов 14–15 лет наблюдалось после нагрузок значимое увеличение Ig A, G, а через 12 часов – повышение концентрации всех иммуноглобулинов ($P < 0,05$). Эти показатели были выше значений контроля и представителей акробатики. В возрасте 16–17 лет достоверно снизилась после БТН концентрация Ig M ($P < 0,05$), а через 12 часов восстановления существенных различий не было выявлено. Уровень Ig G тяжелоатлетов не превышал границы контроля. Вариабельность показателей всех классов иммуноглобулинов была низкой. Содержание Ig M у тяжелоатлетов и акробатов существенно не различалось и находилось в референтных границах (контроль).

Сравнительный анализ был проведен как фоновых данных по видам спорта, так и их реактивности под воздействием БТН, которые у подростков приближаются к уровню взрослых. Наблюдались исходные значения реактивности Ig, которые были у представителей гребли на байдарках, затем следовали гимнастики, конькобежки, борцы, акробаты.

Общей направленностью сдвигов у спортсменов было или увеличение, или относительная низменность Ig A, снижение концентрации Ig G, Ig M.

Был также проведен сравнительный анализ в группах скоростно-силовых видов спорта и циклической направленности, развивающих специальную выносливость. У представителей скоростно-силовых видов спорта в порядке ранжирования уровней напряжения иммунологической резистентности на первом месте стоят спортивные гимнасты, затем соответственно следуют дзюдоисты, тяжелоатлеты, акробатки.

Объемные скоростно-силовые воздействия в гимнастике вызвали большее угнетение Ig M и активацию по сравнению с контролем. Тренировочные занятия составляют 10–12 часов в неделю. В дзюдо значения Ig A, M, G превосходили существенно референтные границы (контроль). При этом концентрация Ig A, M свидетельствовала об изменении активации, а Ig G – ингибировании этого звена иммунитета. Во-первых, это говорит об усилении фагоцитарной активности и о том, что первая линия защиты нейтрализует токсины и вирусы. Во-вторых, снижение концентрации Ig M снижает устойчивость к бактериальным инфекциям. У тяжелоатлетов показатели Ig A и M превосходили значения контроля. Концентрация Ig G находилась в референтных границах контроля. Мы уже отмечали, что повышенная концентрация Ig G активует систему комплемента, Ig A формирует первую линию защиты слизистых оболочек от вирусов. У акробатов выявлялось угнетение звеньев Ig G и нахождение значений Ig M в верхних референтных границах.

У спортсменов-гребцов наблюдались значительные концентрации иммуноглобулинов, превосходящие референтные границы. У ряда спортсменов наблюдалось расшатывание адаптационно-компенсаторных механизмов и повышение уровня инфекционной заболеваемости. Проведение занятий в микроциклах заключительной подготовки к социально значимым соревнованиям до 24 часов при ЧСС 160–170 уд./мин вызывало адаптивно-компенсаторное повышение одних иммунологических звеньев и нарушение других, при этом гомеостаз детерминировался уже за счет мобилизации резервов. Это может привести к совокупным сдвигам в организме, в том числе хроническому утомлению и снижению физической работоспособности. Иммунофизиологические резервы находятся на грани истощения. Наступает фаза иммунологического риска, которая сопровождается спортсменами весь соревновательный период [6, 8, 9, 11, 17, 18].

Исследования показали, что БТН на развитие выносливости более значимо «расшатывают» иммунный гомеостаз и снижают спортивную результативность в гребле, конькобежном спорте, а также тяжелой атлетике. Наименьшие модельные формализованные звенья Ig G выявились у акробатов, которые меньше значений контроля ($159,30 \pm 2,88$ МЕ/мл) и тяжелоатлетов – $138,18 \pm 2,19$ МЕ/мл. Несмотря на то, что значения Ig были близки к референтным границам, у отдельных

спортсменов наблюдалось острое и хроническое утомление. Следовательно, изучение совокупных характеристик иммунитета необходимо в диагностировании юных спортсменов.

Литература

1. Александров, В.Н. Гуморальный иммунный ответ после травмы различной тяжести / В.Н. Александров // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1983. – № 4. – С. 70–73.
2. Бышевский, А.Ш. Биохимические сдвиги и их оценка в диагностике патологических состояний / А.Ш. Бышевский, С.Л. Галян, О.А. Терсенов. – М.: Медицинская книга, 2002. – 320 с.
3. Ведяев, Ф.П. Влияние эмоционального стресса на некоторые показатели системы крови / Ф.П. Ведяев, Е.Е. Витриченко // Нейрофизиологические и эндокринно-вегетативные корреляты экспериментального эмоционального стресса. – Харьков, 1988. – С. 5–12.
4. Ганефельд, Т.Н. Влияние экспериментального стресс-воздействия на активность субпуляций Т-лимфоцитов и стволовые кроветворные клетки: дис. ... канд. биол. наук / Т.Н. Ганефельд. – М., 1986. – 143 с.
5. Гаркави, Л.Х. Адаптационные реакции и резистентность организма / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, М.А. Уколова. – Ростов н/Д: РГУ, 1990. – 220 с.
6. Исаев, А.П. Механизмы долговременной адаптации и дисрегуляции функций спортсменов к нагрузкам олимпийского цикла подготовки: дис. ... док. биол. наук / А.П. Исаев. – Челябинск, 1993. – 537 с.
7. Исаев, А.П. Оценка некоторых параметров функционального состояния организма дзюдоистов высокой квалификации на заключительных этапах подготовки к соревнованиям / А.П. Исаев, В.А. Колупаев, Л.Я. Эберт // Физиология человека. – 1995. – Т. 21, № 2. – С. 81–92.
8. Исаев, А.П. Физиология иммунной системы спортсменов: учеб. пособие / А.П. Исаев, С.А. Личагина, А.С. Аминов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 199 с.
9. Исаев, А.П. Полифункциональная мобильность и вариабельность организма спортсменов олимпийского резерва в системе многолетней подготовки: моногр. / А.П. Исаев, В.В. Эрлих. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2010. – 520 с.
10. Кириенблат, Я.Д. Практикум по эндокринологии / Я.Д. Кириенблат. – М.: Высш. шк., 1969. – С. 136–139.
11. Колупаев, В.А. Влияние тренировочных нагрузок анаэробной и аэробной направленности на уровень физической работоспособности и адаптационные возможности спортсменов в различные сезоны года / В.А. Колупаев, Д.А. Дятлов, А.В. Окишор // Теория и практика физической культуры. – 2004. – № 5. – С. 2–7.
12. Мкртумян, А.М. Формирование эффек-

тивной адаптации к стрессу у спортсменов олимпийского резерва: моногр. / А.М. Мкртумян; под науч. ред. А.П. Исаева и А.Т. Арутюнова. – М.: Принт-Ателье, 2009. – 192 с.

13. Мулик, А.Б. Уровень общей неспецифической реактивности организма человека: моногр. / А.Б. Мулик. – Волгоград: Волгоградское науч. изд-во, 2009. – 224 с.

14. Ройт, А. Иммунология: учеб. / А. Ройт, Дж. Бростофф, Д. Мейл. – М.: Мир, 2000. – 592 с.

15. Селье, Г. Концепция стресса как мы её представляем в 1976 г. / Г. Селье // Новое о гормонах и механизме их действия. – Киев, 1977. – С. 27–51.

16. Судаков, К.В. Церебральные механизмы эмоционального стресса / К.В. Судаков // Рос. физиол. журнал им. И.М. Сеченова. Прил. Материалы XIX съезда физиол. общества им. И.П. Павлова: тез. докл. – 2004. – Ч. I. – Т. 90, № 8. – СПб.: Наука, 2004. – С. 93.

17. Суздальницкий, Р.С. Адаптация иммунной системы высококвалифицированных спортсменов в динамике тренировочного цикла и соревнований / Р.С. Суздальницкий // Механизмы адаптации центрального и периферического кровообращения к физической нагрузке. – М.: ВНИИФК, 1984. – С. 107–109.

18. Суздальницкий, Р.С. Временный иммунодефицит, вызванный чрезмерно большими физическими и эмоциональными нагрузками / Р.С. Суздальницкий, В.А. Кузьмин // Теория и практика физической культуры. – 1989. – № 2. – С. 4–7.

19. Хаитов, Р.М. Физиология иммунной системы: моногр. / Р.М. Хаитов. – М.: ВНИИТИ РАН, 2001. – 224 с.

20. Эверли, Дж.С. Стресс: природа и лечение: пер. с англ. / Дж.С. Эверли, Р. Розенфельд. – М.: Медицина, 1985. – 224 с.

21. Aarstad, H.S. The effect of stress in vivo on the function of mouse macrophages in vitro / H.S. Aarstad, S.O. Kolset, R. Selseling // Scand. Immunol. – 1991. – Vol. 33, № 6. – P. 673–681.

22. Findeisen, D.G.R. Stress und Immunantwort: über angemessene Strebewaltung zur Krankheitsverhütung und Behandlung / D.G.R. Findeisen // Z. Arzte. Fortbild. – 1992. – Vol. 86, № 22. – P. 1117–1123.

23. Mancini, G. Immunochemical quantization of autigena by single radial diffusion / G. Mancini, A. Carbonare, I. Heremans // Immunocgeometry. – 1965. – Vol. 1, 2. – P. 235–237.

24. Vina, O. Anxiety and immunity / O. Vina, M. Pospisilova, T. Poch // Activ. nerv. super. – 1987. – Vol. 29, № 3. – P. 243–245.

Поступила в редакцию 16 апреля 2011 г.