

## КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СПОРТСМЕНОВ

**В.П. ГУБА,**

*Московский государственный областной университет, г. Москва;*

**В.В. МАРИНИЧ,**

*Полесский государственный университет, г. Пинск, Республика Беларусь*

### **Аннотация**

*В статье проанализировано функциональное состояние высококвалифицированных игроков в мини-футболе (футзале), разработан комплексный подход к решению данной проблемы, предложены рекомендации в целях эффективной подготовки.*

**Ключевые слова:** спорт, функциональная диагностика, наследственная предрасположенность, спирография, вариабельность ритма сердца.

### **Abstract**

*In article the functional condition of highly skilled players in mini-soccer (futsal) is analysed, the integrated approach to the solution of this problem is developed, recommendations for effective preparation are offered.*

**Key words:** sports, functional diagnostics, hereditary predisposition, spirography, variability of a rhythm of heart.

### **Введение**

В последнее время в спорте высших достижений всё чаще пользуются термином комплексная диагностика подготовленности спортсменов, которая служит базой для разработки рациональных и эффективных принципов и методов спортивной тренировки спортсменов для достижения высоких спортивных результатов в ходе соревнований.

В результате комплексной диагностики выделяются три типа состояний [1, 2, 4, 5, 6, 9, 10] спортсменов:

1. Первый тип состояний – длительные, этапные, сохраняющиеся несколько недель или месяцев, такие, как «спортивная форма» или состояние растренированности, и т.д. Для того, чтобы изменить их, необходимы довольно длительные промежутки времени. Эти состояния должны совпадать по времени с определенными этапами подготовки.

Для оценки состояния подготовленности спортсмена в конце каждого этапа должен осуществляться контроль, выраженный в этапном комплексном обследовании.

2. Второй тип состояний – текущие, которые изменяются под влиянием одного или нескольких тренировочных занятий, зависят от уровня соревновательной нагрузки, подвержены влиянию климатических и социальных факторов. Учет текущего состояния спортсмена служит основой для планирования ближайших тренировочных занятий, что особенно важно на этапе предсоревновательной подготовки к главным соревнованиям, на этапе среднегорной подготовки, на этапе ударной тренировки, на этапе совершенствования технического мастерства и т.д., т.е. при занятиях с большим общим объемом, высокой интенсивностью или психической напряженностью нагрузки. Для оценки повседневных колебаний в состоянии спортсмена служит текущий контроль, выражающийся в текущих обследованиях.

3. Третий тип состояний – оперативные состояния, которые изменяются под влиянием какого-либо одного упражнения или серии упражнений, комбинаций, двух-

сторонней игры и др. Эти состояния, легко переходящие в течение одного тренировочного занятия, и связаны с изменением работоспособности. Оперативное состояние должно учитываться при планировании интервалов отдыха и игры в процессе соревнований.

Наибольшую информативность в современном профессиональном спорте о состоянии подготовленности спортсмена дают инновационные инструментальные методики, которые широко используются в педагогике, медицине, биологии и психологии, раскрывающие сущность изменения организма спортсмена под действием постоянно прогрессирующей физической нагрузки, приводящей к состоянию утомления спортсмена, что не позволяет ему эффективно выполнять соревновательную работу [1, 4, 5, 6, 7, 9, 10].

Эффективность управления тренировочным процессом высококвалифицированных спортсменов во многом обусловлено рациональной программой комплексной диагностики подготовленности спортсменов, которая предполагает использование педагогических, медико-биологических и психологических методик, позволяющих получить оперативно необходимую информацию о состоянии тренированности спортсменов [1–14].

Получаемые данные служат моделью для формирования методологической основы при интерпретации результатов и особенностей реакции спортсмена на тренировочную и соревновательную нагрузку.

### **Состояние и резервные возможности респираторной системы**

У спортсменов высокой квалификации сформированы различные адаптационные механизмы, позволяющие увеличивать специальную и общую выносливость, но при этом могут нарушаться функции некоторых систем, в частности функция внешнего дыхания, что ведет к снижению спортивных результатов.

Внешнее дыхание вполне может лимитировать выносливость вопреки мнению, что общая выносливость



находится в прямой зависимости только от кислород-транспортной способности крови, кардиореспираторной производительности, мощности систем тканевого дыхания, степени васкуляризации мышц и совершенства регуляторных механизмов, обеспечивающих адекватное кровоснабжение их во время работы.

Для оценки изменений состояния функции внешнего дыхания проводилась запись спирограммы с использованием компьютерного комплекса «НС-Спиро» в спокойном состоянии и после различных режимов физической нагрузки.

По спирограмме обследованных высококвалифицированных футболистов оценивались следующие показатели: частота дыхания (ЧД), дыхательный объем (ДО), минутный объем дыхания (МОД), жизненная емкость

легких (ЖЕЛ), максимальная вентиляция легких (МВЛ), резервный объем вдоха (Ровд), резервный объем выдоха (Ровыд), резерв дыхания (РД), показатель скорости движения воздуха (ПСДВ), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1), отношение объема форсированного выдоха за 1 секунду к форсированной жизненной емкости (ОФВ1/ФЖЕЛ), средняя объемная скорость воздуха в середине форсированного выдоха между 25 и 75% ФЖЕЛ (СОШ 25–75), пиковая объемная скорость (ПОС), мгновенная объемная скорость в момент выдоха 25% ФЖЕЛ (МОС25), мгновенная объемная скорость в момент выдоха 50% ФЖЕЛ (МОС50), мгновенная объемная скорость в момент выдоха 75% ФЖЕЛ (МОС75) (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Показатели функции внешнего дыхания квалифицированных спортсменов-мини-футболистов

Параметр	Исходные показатели, % должного	После физической нагрузки (тренировка, игра), % должного	Заключение
ФЖЕЛ, л	102	112	Отмечается прирост основных показателей при выполнении физической нагрузки (игра), достаточные резервные возможности респираторной системы
ЖЕЛ, л	99	96	
ОФВ1, л	95	103	
МОС25, л/с	72	92	
МОС50, л/с	99	88	
МОС75, л/с	103	114	

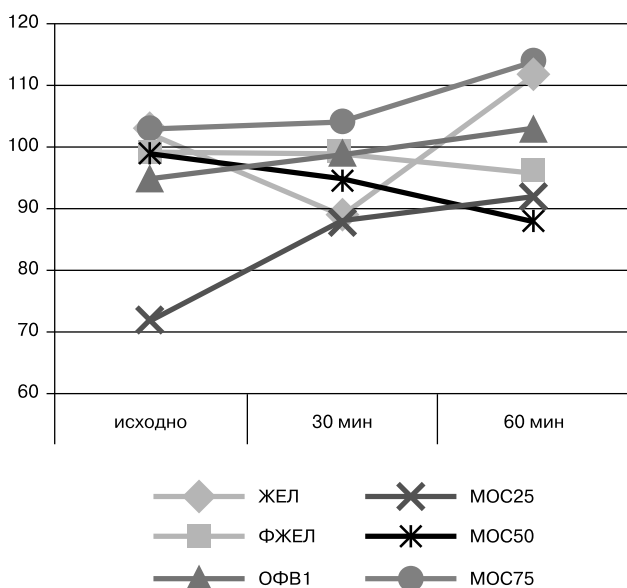


Рис. 1. Показатели функции внешнего дыхания квалифицированных спортсменов-мини-футболистов

Для организма тренирующегося спортсмена характерны специфические состояния, крайне редко переживаемые человеком, не тренирующим скоростно-силовые качества или выносливость. При достижении определенного уровня спортивной подготовленности характерно перенесение острого и хронического утомления, перетренированности, обусловленных избыточными физическими нагрузками.

Экстремальные физические нагрузки в спорте лимитируют физическую активность за счет развития бронхиальной обструкции, клеточной инфильтрации слизистой оболочки бронхов, ремоделирования респираторного тракта. Отмечаются увеличение емкости сосудистого капиллярного русла, повышение вязкости крови, удлиняется время мукоцилиарного клиренса; при этом увеличение кровенаполнения легких при максимальных нагрузках у квалифицированных спортсменов приводит к компрессии сосудов малого круга кровообращения и развитию острого респираторного дистресс-синдрома. Это служит основой для ремоделирования респираторного тракта: происходит гипертрофия дыхательной мускулатуры, развивается субэндотелиальный фиброз, отмечается снижение эластичности стенки бронха, разрывы альвеол и окклюзия легочных капилляров в условиях механического и оксидативного стресса, повышение тонуса симпатического отдела ВНС, что приводит к вазоконстрикции, редукции сосудистого русла.

Профилактика данных состояний является необходимой частью оперативного контроля в спорте высших достижений, что и подтвердили проведенные исследования.

### Состояние и резервные возможности сердечно-сосудистой системы

Решающую роль при планировании тренировочного процесса и его индивидуализации, определении оптимума нагрузки играют анализ и оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы спортсмена.

В ряде исследований, выполненных на различных контингентах спортсменов, было показано, что у 15% спортсменов выявлялись признаки нарушения реполяри-



зации как одно из проявлений острого или хронического перенапряжения сердечно-сосудистой системы.

Оценка уровня тренированности с использованием метода регистрации вариабельности ритма сердца проведена в ходе обследования 26 квалифицированных спортсменов – мини-футболистов в возрасте 18–22 лет.

В 1-ю группу были включены 14 спортсменов основного состава, 2-ю группу составили 12 чел. молодежного состава.

Для проверки нормальности распределения применялся критерий Шапиро – Уилка. Поскольку распределение большинства показателей ВРС отличалось от нормального, обработка результатов проводилась непараметрическими методами. Количественные параметры представлены в виде медианы и 10–90 перцентилей. Различия считались достоверными при  $p < 0,05$  (табл. 2).

Таблица 2

Показатели временного и спектрального анализа вариабельности ритма в покое

Показатели	1-я группа, n = 14	2-я группа, n = 12
ЧСС, уд./мин	56 (47–70)	82 (67–95)*
RRmax, мс	1383 (1035–1604)	908 (740–1113)
RRmin, мс	773 (636–1024)	607 (528–694)
RRNN, мс	1025 (854–1279)	730 (634–898)
ARR, мс	484 (259–749)	245 (185–476)
SDNN, мс	94 (42–161)	49 (19–84)
RMSSD, мс	91,0 (33–156)	40 (19–84)
pNN50, %	51,6 (11,5–68,0)	23,0 (1,6–47,3)
TP, мс <sup>2</sup> /Гц	8743 (1672–24953)	2531 (814–7783)
VLF, мс <sup>2</sup> /Гц	2492 (639–8317)	830 (340–1920)
LF, мс <sup>2</sup> /Гц	1422 (505–8326)	726 (339–1919)
HF, мс <sup>2</sup> /Гц	2903 (329–8970)	763 (242–2737)
LF/HF	0,94 (0,40–1,71)	0,80 (0,50–3,08)
VLF, %	36,7 (23,7–49,3)	31,6 (17,8–52,6)
LF, %	31,1 (15,7–40,2)	29,6 (20,9–98,6)
HF, %	32,7 (20,9–52,0)	35,9 (11,3–51,8)

Как показали проведенные исследования, практически все обследованные спортсмены имели нерегулярный ритм. Разброс интервалов RR у спортсменов основного и молодежного составов можно отнести к физиологической норме. Значения разброса интервалов RR менее 155 мс можно рассматривать как маловариабельный ритм.

Обращает на себя внимание большая частота эпизодов смещения водителя ритма у более молодых футболистов. У 12 (43,9%) спортсменов 1-й и 2-й групп были выявлено внезапное удлинение интервалов RR, не связанное

с актом дыхания, одиночные наджелудочковые экстрасистолы.

Кроме того, во 2-й группе регистрировались эпизоды смещения водителя ритма по типу многофокусного ритма. Не зарегистрировано таких наджелудочковых нарушений ритма, как атриовентрикулярная диссоциация, синоатриальная блокада, наджелудочковые экстрасистолы.

Результаты временного и спектрального анализа ВРС при проведении активной ортостатической пробы представлены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели временного и спектрального анализа ВРС при проведении активной ортостатической пробы

Показатели	1-я группа, n=14	2-я группа, n=12
ЧСС, уд./мин	78 (68–96)	96 (83–112)
TP, мс <sup>2</sup> /Гц	4746 (1125–15615)	2722 (632–4263)*
LF, мс <sup>2</sup> /Гц	2165 (715–7955)	1094 (308–2172)*
HF, мс <sup>2</sup> /Гц	257 (19–2895)	168 (26–576)*
LF/HF	9,0 (2,8–28,3)	6,9 (2,0–15,5)
LF, %	54,1 (33,7–67,0)	47,9 (30,0–61,1)
HF, %	5,7 (1,7–14,9)	7,5 (2,8–17,9)

\* Достоверность различий при сравнении с 1-й группой при  $p < 0,05$ .



Как показали проведенные исследования, все компоненты спектральной мощности у высокоотренированных спортсменов были достоверно выше, при этом наблюдалось пропорциональное увеличение показателей, характеризующих как симпатoadреналовую активность, так и парасимпатический отдел ВНС.

На сбалансированность системы автономной регуляции указывали и результаты активной ортостатической пробы (табл. 3). Об этом, в частности, свидетельствовали высокие значения реактивности парасимпатического отдела ВНС и значительное увеличение показателей, характеризующих симпатoadреналовую активность (LF/HF и спектральная мощность LF-компонента).

Таким образом, к особенностям variability ритма сердца у квалифицированных спортсменов можно отнести следующие: более высокую активность как парасимпатического, так и симпатического отдела ВНС, общую мощность спектра (TP) – более  $2500 \text{ мс}^2/\text{Гц}$ , баланс отделов ВНС (LF/HF) – в пределах от 0,5 до 1,5. Именно эти три показателя спектральной мощности (TP, LF/HF, VLF, %) наиболее информативны при оценке и интерпретации показателей ВРС. По величине TP, отражающей вариативность сердечного ритма, можно судить о текущем функциональном состоянии организма. Отношение LF/HF позволяет охарактеризовать баланс отделов ВНС, а VLF, % у молодых людей отражает вклад церебральных эрготропных структур в модуляцию сердечного ритма.

Как недостаточная, так и чрезмерная физическая нагрузка оказывает отрицательное влияние на организм

и может быть причиной различных патологических изменений, что особенно значимо в растущем организме юного спортсмена. Своевременная адекватная оценка состояния сердечно-сосудистой системы спортсмена, уровень ее функционального резерва позволят правильно соотнести возможности детского организма развиваться в режиме эффективного тренировочного и соревновательного процесса и смогут выполнить здоровьесберегающую функцию.

Таким образом, проведенный мониторинг показателей функции внешнего дыхания, variability сердечного ритма демонстрирует разнонаправленность реакций респираторного тракта, вегетативной нервной системы, местных клеточных и гуморальных факторов.

Направленность процессов на адаптацию и повышение кислородтранспортной функции в условиях субмаксимальной нагрузки претерпевает обратное развитие у 15% обследованных, что может привести к реализации лимитирующего влияния бронхоспазма, отека и гиперсекреции слизи на поступление кислорода в альвеолы и, в свою очередь, опосредовать снижение физической работоспособности.

Динамический мониторинг тренировочного процесса при оценке комплекса показателей позволяет на ранней стадии выявить и скорректировать факторы, лимитирующие спортивную работоспособность, провести раннее диагностическое и фармакологическое вмешательство.

### Литература

1. Абсалямов Т.М. Общие принципы построения комплексной целевой программы подготовки команды и отдельного спортсмена / Т.М. Абсалямов // Тенденции развития спорта высших достижений. – М., 1997. – С. 28–33.
2. Алиев Э.Г. Мини-футбол: учебник / Э.Г. Алиев, С.Н. Андреев, В.П. Губа. – М.: Советский спорт, 2012. – 554 с.
3. Ахметов И.И. Значение комплексного анализа факторов генетической предрасположенности к мышечной деятельности человека / И.И. Ахметов, И.В. Астратенкова, А.М. Дружевская [и др.] // Медико-биологические технологии повышения работоспособности в условиях напряженных физических нагрузок: сб. ст. – М., 2006. – Вып. 2. – С. 14–20.
4. Головачев А.И. Современные требования к организации работы по научно-методическому обеспечению высококвалифицированных спортсменов в циклических видах спорта / А.И. Головачев // Тенденции развития спорта высших достижений. – М., 1997. – С. 152–158.
5. Губа В.П. Интегральные основы спортивной тренировки (методы оценки и прогнозирования) / В.П. Губа // LAP LAMBERT; Academic Publishing, 2012. – 360 с.
6. Губа В.П. Основы спортивной подготовки: методы оценки и прогнозирования (морфобиомеханический подход) / В.П. Губа. – М.: Советский спорт, 2012. – 384 с.
7. Коц Я.М. Спортивная физиология / Я.М. Коц. – Л.: Медицина, 1986. – 240 с.
8. Рогозкин В.А. Гены-маркеры предрасположенности к скоростно-силовым видам спорта / В.А. Рогозкин, И.В. Астратенкова, А.М. Дружевская [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2005. – № 1. – С. 2–4.
9. Суздальницкий Р.С. Комплексный подход к профилактике срыва адаптационной и иммунной системы квалифицированных спортсменов / Р.С. Суздальницкий, В.А. Левандо // Тенденции развития спорта высших достижений. – М., 1997. – С. 368–379.
10. Шустин Б.Н. Пути развития спорта высших достижений / Б.Н. Шустин // Тенденции развития спорта высших достижений. – М., 1997. – С. 459–463.
11. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник. – 2-е изд., испр. и доп. / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – М.: Олимпия Пресс, 2005. – 528 с.
12. Ярилин А.А. Основы иммунологии / А.А. Ярилин. – М.: Медицина, 1999. – 720 с.
13. Janeway Ch., Travers P., Walport M., Capra J.D. Immunobiology: the immune system in health and disease. – 4th ed. – Current Biology Ltd., 1999. – 740 p.
14. MacKay C.R. Immunological memory // Adv. Immunol. – 1993. – Vol. 53. – P. 217–265.



*References*

1. *Absalyamov T.M.* General principles of creation of the comprehensive target program of preparation of team and development of an elite sport separate to an athlete / T.M. Absalyamov // Tendencies of development of an elite sport. – M., 1997. – P. 28–33.
2. *Aliyev E.G.* Mini-soccer: textbook / E.G. Aliyev, S.N. Andreev, V.P. Guba. – M.: Sovetsky sport, 2012. – 554 p.
3. *Ahmetov I.I.* Value of the complex analysis of factors of genetic predisposition to muscular activity of person / I.I. Ahmetov, I.V. Astratenkova, A.M. Druzhevskaya [etc.] // Medicobiological technologies of increase of working capacity in the conditions of intense physical activities. – M., 2006. – Vyp. 2. – P. 14–20.
4. *Golovachyov A.I.* Modern requirements to the work organization on scientific methodically providing highly skilled athletes in cyclic sports / A.I. Golovachyov // Tendencies of development of an elite sport. – M., 1997. – P. 152–158.
5. *Guba V.P.* Integral bases of sports training (assessment and forecasting methods) / V.P. Guba // LAP LAMBERT; Academic Publishing, 2012. – 360 p.
6. *Guba V.P.* Bases of sports preparation: assessment and forecasting methods (morfobiomekhanichesky approach) / V.P. Guba. – M.: Sovetsky sports, 2012. – 384 p.
7. *Cotes Ya.M.* Sports physiology / Ya.M. Cotes. – L.: Medicine, 1986. – 240 p.
8. *Rogozkin V.A.* Genes markers of predisposition to high-speed and power sports / V.A. Rogozkin, I.V. Astratenkova, A.M. Druzhevskaya [etc.] // Theory and practice of physical culture. – 2005. – № 1. – P. 2–4.
9. *Suzdalnitsky R.S.* Integrated approach to prevention of failure of adaptation and immune system of the qualified athletes / R.S. Suzdalnitsky, V.A. Levando // Tendencies of development of an elite sport. – M., 1997. – P. 368–379.
10. *Shustin B.N.* Ways of development of an elite sport / B.N. Shustin // Tendencies of development of an elite sport. – M., 1997. – P. 459–463.
11. *Solodkov A.S.* Human physiology. The general. Sports. Age: textbook. – Prod. the 2nd, add. / A.S. Solodkov, E.B. Sologub. – M.: Olympia Press, 2005. – 528 p.
12. *Yarilin A.A.* Immunology / A.A. Yarilin. – M.: Medicine, 1999. – 720 p.
13. *Januway Ch., Travers P., Walport M., Capra J.D.* Immunobiology: the immune system in health and disease. – 4th ed. – Current Biology Ltd., 1999. – 740 p.
14. *MacKay C.R.* Immunological memory // Adv. Immunol. – 1993. – Vol. 53. – P. 217–265.

