

**Методические рекомендации по комплексной методике отбора
спортсменов в сборную команду города Москвы по футболу на основе
использования физиологических и биохимических показателей
работоспособности, а также результатов специализированных полевых
тестов**

Москва 2012

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	4
1. Основные физиологические и биохимические характеристики профессиональных футболистов.....	6
1.1. Физиологические модельные характеристики профессиональных футболистов.....	7
1.2. Биохимические модельные характеристики профессиональных футболистов.....	14
2. Методы оценки физиологических и биохимических показателей футболистов.....	17
2.1. Физиологические методы оценки аэробных возможностей футболистов.....	17
2.1.1. Эргоспирометрия с биохимическим анализом крови	17
2.1.2. Субмаксимальные тесты.....	18
2.2. Физиологические методы оценки анаэробных возможностей футболистов.....	20
2.2.1. Вингейт-тест.....	20
2.2.2. Тест максимальной анаэробной мощности.....	21
2.3. Физиологические методы оценки силовых возможностей футболистов.....	23
2.4. Физиологические методы оценки скоростных возможностей футболистов.....	23
2.5. Методы проведения полевых тестов в футболе.....	24
2.5.1. Лактатный полевой тест.....	24
2.5.2. Тест Купера.....	26
2.5.3. Тест Hoff-Helgerud.....	27

2.5.4.	Тест Bangsbo.....	28
2.5.5.	Челночный тест.....	29
2.5.6.	10-метровый челночный тест.....	30
2.5.7.	Повторный спринт-тест (футбольный спринт-тест Bangsbo).....	30
2.5.8.	Вертикальный прыжок.....	30
2.5.9.	Тест из 5-ти прыжков.....	31
2.6.	Биохимические методы оценки уровня подготовленности футболистов.....	31
	Заключение.....	33

Введение

Научно обоснованные методы отбора спортсменов в сборные команды по футболу на основе использования физиологических и биохимических показателей работоспособности, результатов специализированных полевых тестов, а также прогнозирование их будущих результатов становятся важным этапом и неотъемлемой частью современной системы подготовки спортсменов высокого класса. В настоящее время в спорте разработаны морфологические, физиологические, молекулярно-генетические, психологические, биохимические и педагогические методы отбора спортсменов. Среди перечисленных методов наиболее целесообразными принято считать физиологические, биохимические и педагогические подходы отбора для формирования команд по футболу.

Поскольку оценить физическую работоспособность игрока в условиях покоя представляется весьма сложной задачей, то необходимо выполнять нагрузочное тестирование. Тестирование может проводиться как в стендовом эксперименте (эргоспирометрия с биохимическим анализом крови, субмаксимальные тесты, тест максимальной анаэробной мощности, изокINETическое тестирование силы мышц и др.), так и в полевых условиях (тест Купера, тест Hoff-Helgerud, тест Bangsbo, челночный тест, лактатный полевой тест, 10-метровый челночный тест, повторный спринт-тест, вертикальный прыжок и др.). Данные виды тестирований позволяют оценивать аэробные и анаэробные (алактатные и лактатные) возможности футболистов.

Известно, что при адаптации организма футболиста к аэробным нагрузкам в организме изменяется обмен веществ, что приводит к появлению в различных тканях и биологических жидкостях отдельных метаболитов (продуктов обмена веществ), которые отражают функциональные изменения и могут служить биохимическими тестами либо показателями их характеристики. Поэтому в футболе наряду с медицинским, педагогическим,

психологическим и физиологическим контролем используется биохимический контроль за функциональным состоянием спортсмена. Биохимический контроль позволяет решать такие частные задачи, как выявление реакции организма на физические нагрузки, оценка уровня тренированности, роли энергетических метаболических систем в мышечной деятельности, что можно использовать при отборе футболистов в сборные команды.

В связи с этим, создание комплексной методики на основе использования физиологических и биохимических показателей работоспособности, а также результатов специализированных полевых тестов может существенно повысить прогностические возможности отбора спортсменов в сборную команду по футболу.

В данных методических рекомендациях описаны возможности физиологических и биохимических методов для наиболее эффективного отбора спортсменов в сборную команду по футболу.

1. Основные физиологические и биохимические характеристики профессиональных футболистов

Как известно, футбол является одним из наиболее многокомпонентных видов спорта, что особенно характерно именно для игровых дисциплин. Все известные параметры работоспособности являются важными для работы футболистов и достижения ими высоких результатов.

Зарубежные исследователи предлагают выделять три основных составляющих успеха: физиологические возможности, техническую оснащенность футболиста и мастерство строить и реализовывать тактическую модель матча. Каждой из этих составляющих он отводит равную часть в общем успехе.

В данной схеме, однако, трудно оценить роль психологических факторов, мотивации игрока и ряда других составляющих. В футболе предпочитают выделять:

- а) факторы потенции;
- б) факторы реализации потенции.

К факторам потенции следует относить физиологические возможности спортсмена, в том числе генетически predetermined способности, уровень тренированности на момент игры, хорошее питание с достаточным восполнением энергоресурсов и микроэлементов, общий уровень восстановления после сыгранных встреч, отсутствие срыва биоритмов и ряд других физиологических составляющих.

Следует отметить, что все составляющие успеха клуба тесно взаимосвязаны. Так, хорошая физическая готовность придает игроку уверенность в себе, что положительно отражается на его психологии. Психологически комфортное состояние, в свою очередь, создает должную мотивацию для игр и тренировок, способствующих укреплению физических кондиций. И, наконец, успешное выступление команды также поддерживает на хорошем уровне психологическое состояние футболиста.

Пути энергообеспечения двигательной деятельности футболиста.

Игра в футбол представляет собой «рваную» или интермиттирующую (перемежающуюся) работу различной интенсивности на протяжении данного промежутка времени. Чтобы лучше понять ее физиологию, необходимо выделить отдельные компоненты этого вида деятельности.

При игре в футбол задействованы в различной степени все три основных способа энергообеспечения - аэробный, анаэробный алактатный и анаэробный лактатный механизмы (лактат - молочная кислота).

1.1. Физиологические модельные характеристики профессиональных футболистов.

Аэробные возможности футболистов

Максимальная аэробная мощность определяется уровнем максимального потребления кислорода спортсменом (МПК). МПК у взрослых футболистов равен 50-75 мл/мин/кг, в то время как у вратарей - 50-55 мл/мин/кг. В последнее десятилетие аэробная мощность игроков высококлассных команд существенно возросла, в сравнение с показателями 1980-х годов.

Уровень аэробной эффективности определяется показателем анаэробного порога (ПАНО). ПАНО современного футболиста в среднем располагается на уровне 76,6% до 90,3% от ЧСС_{макс}, хотя может иметь и более высокие значения.

В течение матча футболист периодически работает с интенсивностью, превышающей уровень ПАНО (АТ). Следовательно, ЧСС, достигаемая во время игры, часто превышает уровень соответствующий ПАНО (АТ).

Известно, что большинство юниоров-футболистов имеют более низкий показатель МПК (до 60 мл/мин/кг), в сравнении со взрослыми игроками. Вместе с тем, для молодых перспективных игроков в возрасте 14 лет

показатель МПК может составлять 65 мл/мин/кг у игроков средней линии, и 58 мл/мин/кг у футболистов защитной линии, но более низкую экономичность работы (потребляют за единицу времени больше кислорода).

Специфические тренировки аэробной направленности могут оказать воздействие в отношении улучшения аэробной производительности, однако аэробные способности спортсмена в значительной мере являются генетически предопределенными признаками.

Кроме того, наилучший эффект от правильно организованных тренировок можно получить в критические периоды формирования организма, когда идет рост и формирование сердечно-сосудистой системы. В этот период организм спортсмена является наиболее чувствительным к тренировочным воздействиям. В зависимости от знаний и умений тренерско-преподавательского состава, работающего с юными футболистами, можно получить следующие результаты: 1) недостаточное развитие аэробных способностей; 2) оптимальное формирование аэробного типа обмена в соответствии с генетическим потенциалом игрока; 3) ухудшение аэробных резервных возможностей, вследствие избыточных тренировочных нагрузок и развития необратимых органических изменений сердечно-сосудистой системы.

У взрослых игроков тренировочные воздействия также могут оказать влияние на уровень аэробной работоспособности. Однако, чем взрослее игрок, тем меньше резервных возможностей для этого существует.

Большинство исследователей считает, что уровень МПК подвержен росту в течение сезона, с выходом его на максимальные значения к его окончанию. Однако, во многих случаях у команд наблюдается спад показателей МПК к концу сезона. Описанные различия, видимо, связаны с тем, что ряд команд заканчивают сезон в состоянии сильного физического переутомления, определяющего спад физиологических параметров спортсмена.

Более низко расположенные в мировом рейтинге национальные команды, имеют более низкий уровень МПК (например, Индия, Сингапур, Саудовская Аравия), в сравнении с более высоко стоящими по уровню командами (например, Германия). Было проведено исследование, показавшее, что победившая в Венгерской высшей лиге команда, имела более высокий показатель МПК, в сравнении с командами, занявшими 20 и 50-е места. Точно также продемонстрировано, что победившая команда в Норвежской высшей лиге имела более высокую аэробную работоспособность, в сравнении с командой, финишировавшей последней.

Однако, ряд авторов не считают уровень МПК достаточно чувствительным параметром, хотя он и имеет положительную корреляцию с количеством работы, выполненной в течение матча. Предполагается, что средний уровень МПК, не опускающийся ниже 60 мл/мин/кг в течение всего сезона является физиологическим атрибутом, необходимым для успеха.

Рассматривая все преимущества высокого уровня МПК в футболе, следует сказать, что отличным показателем для профессионального футболиста мужского пола следует считать 70 мл/мин/кг для игрока весом 75 кг. Следует, однако, сказать, что показателя МПК 70 мл/мин/кг, не достигал ни один игрок чемпионата России, проходивший обследование в МНПЦСМ (Оржоникидзе и Павлов, 2008).

При анализе результатов исследований российских футболистов, выявились следующие закономерности: средний уровень МПК у игроков клубных команд, занявших первое и седьмое места в чемпионате России, составлял около 49 мл/мин/кг, а среднее значение МПК у игроков команды, оказавшейся на тринадцатом месте в высшей футбольной иерархии, составило немногим более 45 мл/мин/кг (Оржоникидзе и Павлов, 2008). Тем не менее, эти различия по статистическим критериям не носят достоверного характера у футболистов из состава команды, занявшей тринадцатое место в чемпионате страны, показатели аэробной эффективности заметно уступают

соответствующим значениям для команд, занявших первое и седьмое места в чемпионате.

Если провести сравнение показателей аэробной эффективности в процентах к значениям МПК, зафиксированного у игроков обследованных команд, то относительный уровень потребления кислорода у футболистов команды, оказавшейся на тринадцатом месте по итогам чемпионата страны, составляет только 67,5 от уровня МПК, в то время как у игроков команд, занявших первое и седьмое места в чемпионате, относительная величина потребления кислорода на уровне порога анаэробного обмена составила, соответственно, 76,8 и 76,9 от значения МПК. Эти данные указывают на то, что в условиях напряженной игровой деятельности у игроков из состава команды, занявшей тринадцатое место в чемпионате страны, развитие утомления начинается с более низкого уровня нагрузки, чем у футболистов из состава команд, находящихся на более высоком месте по итогам прошедшего чемпионата (Оржоникидзе и Павлов, 2008).

Аэробная работоспособность у футболистов различного амплуа

Считается, что наибольший уровень аэробной работоспособности присущ футболистам средней линии. Но, особенно важна аэробная работоспособность для фланговых, или, крайних футболистов, выполняющих наибольший объем работы на поле. Низкая аэробная работоспособность наблюдается у вратарей, так как этот тип деятельности у них не является определяющим.

У российских футболистов линии нападения отмечаются наиболее высокие значения показателя максимальной аэробной мощности, а наиболее низкие показатели - у игроков защитной линии (Оржоникидзе и Павлов, 2008). Следует, однако, отметить, что при имеющейся численности командных выборок, достоверность наблюдаемых различий в этом показателе у игроков различных игровых амплуа относительно невысокая. Аналогичное сравнение, проведенное между игроками различных амплуа, по показателям потребления кислорода на уровне порога анаэробного обмена, в

целом, близко воспроизводит картину, обозначенную для показателей МПК: наиболее высокие показатели аэробной эффективности отмечены у футболистов, выполняющих функции нападающих (Оржоникидзе и Павлов, 2008).

Характерной особенностью в подготовке ведущих футбольных команд Европы и Мира в настоящее время является практика доукомплектования состава команд за счет приглашения ведущих зарубежных спортсменов, отличающихся высоким уровнем игровой подготовки. Одним из основных поводов для подобных приглашений игроков из зарубежных стран, является тот факт, что по уровню развития основных физических качеств, а также по уровню владения современной техникой и индивидуальной тактикой игры, эти футболисты заметно превышают уровень функциональной подготовки и игрового мастерства спортсменов из состава отечественных футбольных команд. Сам факт приглашения высококлассных футболистов из-за рубежа, помогает поднять уровень наших ведущих команд и рейтинг национального чемпионата в целом. В составах ведущих футбольных команд, принимающих участие в чемпионате России, как показывает имеющаяся статистика, представительство игроков из стран ближнего и дальнего зарубежья, весьма высокое, составляющее порой почти половину от основного состава команды. Естественно, встает вопрос: насколько оправдана такая практика формирования ведущих футбольных команд России.

Располагая данными об уровне функциональной подготовки спортсменов ведущих команд России, была проведена попытка сравнительного анализа показателей аэробной работоспособности для футболистов различной национальной принадлежности. По уровню аэробной работоспособности, игроки различной национальной принадлежности из составов ведущих футбольных команд России не обнаруживают достоверных различий. Как и в случае показателей, отражающих уровень развития максимальной аэробной мощности, в случае параметров, характеризующих аэробную эффективность футболистов различной национальной

принадлежности, по большинству параметров не обнаруживается сколь либо достоверных различий.

Исследования свидетельствуют о значительном отставании футболистов России по показателям максимальной аэробной работоспособности от ведущих зарубежных команд, где уделяется большое внимание совершенствованию функциональной подготовки спортсменов.

Таким образом, существуют определенные, пока еще недостаточно задействованные резервы в отношении функциональной подготовки игроков, из которых формируется состав национальной сборной команды России по футболу.

Силовые возможности современных футболистов

Так как не существует стандартизированных протоколов для тестирования силовых возможностей игроков, важно сравнить результаты различных исследований. Большинство используемых изокинетических тестов не отражают движения сегментов туловища, задействованных в процессе игры, так как естественные движения в чистом виде не являются изокинетическими. Тесты, в которых используются свободные веса, более точно отражают силовые способности футболистов.

Для футболиста мужского пола весом 75 кг, максимальное усилие, развиваемое четырехглавой мышцей бедра, составляет более 200 кг (разгибание в коленном суставе из положения сгибания под углом 90), или 11 кг/м (масса тела).

Отмечаемые показатели при разгибании туловища со скамьи при участии мышц брюшного пресса, составляют для футболиста весом 75 кг не менее 100 кг, или, около 5,5 кг/м. Высота вертикального прыжка для футболиста высокого уровня может составлять более 60 см.

Наиболее высокий уровень всех силовых качеств является важным параметром работоспособности футболиста. Показатель приложения силы снижается при возникновении риска повреждений - футболист, предохраняя

себя, непроизвольно контролирует болевые ощущения и события, происходящие на поле. Следует отметить, что высокий уровень скоростно-силовой подготовки позволяет совершать более энергичные прыжки, удары, отборы мяча и спринтерские рывки.

Тест 7x50 м (также, как и тест 10x30 м) применяется для определения лактатных (гликолитических) способностей спортсмена, или специальной скоростной выносливости. Этот тест еще недавно был распространен в нашей стране, и широко применялся для тестирования футболистов.

Кроме итогового результата в тесте может учитываться скорость пробегания различных отрезков дистанции, в том числе, первого и последнего (тоже самое может осуществляться и в тесте 10x30 м). Однако, время пробегания отрезка, как правило, не отражает истинную спринтерскую скорость на данной дистанции (50 м или 30 м), вследствие того, что спортсмен вынужден притормаживать перед фишкой.

Результаты в тесте 7x50 будут не сильно отличаться от результатов теста 10x30 м в большую сторону по времени. Это связано с тем, что, несмотря на различную протяженность дистанции (350 и 300 м), в тесте 7x50 м спортсмен выполняет меньшее количество разворотов вокруг фишек. Условно можно считать, что если тесты 10x30 и 7x50 м выполняются футболистом со временем менее 60 секунд, то спортсмен имеет приемлемый уровень специальной скоростной (лактатной гликолитической) выносливости.

Данные последних исследований говорят о том, что 96% спринтерских рывков в матче совершаются на расстояние менее 30 м, а 49% - менее 10 м. Время спринтерского рывка на 30 м зависит от уровня футболиста. Время преодоления 10-ти метров дистанции могут дать важную информацию, говорящую о различиях при выполнении 30-ти метрового теста. Так, известно, что ряд игроков, преодолевающих 30-ти метровую дистанцию за одинаковое время, имеют различные показатели при преодолении 10-ти метрового отрезка. Значение этого факта состоит в возможности

индивидуального подхода к тренировке спринтерских навыков, который основывается на записи параметров спринтерского рывка.

В этом контексте следует подчеркнуть, что работоспособность на 10-метровой дистанции является существенным параметром, нуждающимся в тестировании. В литературе сообщается о времени 10-ти метрового спринта в пределах от 1,79 до 1,90 секунд. Это означает, что наиболее быстрые игроки имеют перед самыми медленными футболистами фору 1 метр при преодолении дистанции. Все это может быть существенным фактом при единоборствах, которые могут повлиять на результат матча. Профессиональные игроки являются более быстрыми при рывках на 10 м и 15 м, чем непрофессиональные взрослые игроки.

Спринтерские способности снижаются в начале второго тайма, в сравнении с первым. Причиной этого факта считается снижение температуры мышц в течение 15-минутного перерыва. Этому спада спринтерских способностей можно избежать в случае проведения низкоинтенсивного «разогревания» перед второй половиной игры.

1.2. Биохимические модельные характеристики профессиональных футболистов.

Биохимический контроль позволяет решать такие частные задачи, как выявление реакции организма на физические нагрузки, оценка уровня тренированности, адекватности применения фармакологических и других восстанавливающих средств, роли энергетических метаболических систем в мышечной деятельности, воздействия климатических факторов и др.

К примеру, лактат крови помогает определить:

- тренированность спортсмена (аэробную и анаэробно-гликолитическую способность скелетных мышц),
- эффективность выполненных тренировочных программ,
- интенсивность нагрузок с преобладающим использованием тех или иных нутриентов и др.

Снижение содержания лактата у одного и того же спортсмена при выполнении стандартной работы на разных этапах тренировочного процесса свидетельствует о росте уровня тренированности, а повышение – о потере этого уровня. При хорошем спортивном результате значительные концентрации лактата в крови после выполнения максимальной работы свидетельствуют о высоком уровне тренированности или о повышенной метаболической емкости гликолиза.

Показатели полевых лактатных тестов у футболистов.

К полевым тестам, имеющим анаэробную лактатную (гликолитическую) направленность, в условиях России прибегают довольно часто из-за простоты и небольшой продолжительности выполнения. Обычно футболиста заставляют пробежать без остановки 10 отрезков по 30 м, или 7 отрезков по 50 м.

Футболист считается адаптированным к продолжительным рывковым (лактатным) нагрузкам, если пробегает тест менее чем за 1 минуту. Более короткое расстояние в тесте 10 по 30 м будет преодолеваться футболистом, примерно, за то же время, что и дистанция 10 по 50 м, вследствие большего количества разворотов. У более хорошо физически подготовленных спортсменов тест выполняется за меньшее время при меньшем накоплении лактата в крови.

Время, показанное всеми командами, укладывалось в квалификационный норматив. Однако, команда «Х» имела одинаковые показатели лактатной работоспособности до и после предсезонных сборов, что говорит о недостаточном внимании тренерского персонала к этому элементу работоспособности. У команды «У» имеются также не очень высокие показатели анаэробной лактатной работы в ходе предсезонных сборов; у команды «Z» наблюдаются оптимальные цифры лактатной работы, как и положено в разгар чемпионата, и высокие потенции к достижению желаемого результата. Судя по цифрам максимального лактата (на 3-ей

минуте восстановления), у команды «X», несмотря на отсутствие улучшения показателей времени преодоления дистанции, средние цифры лактата после нагрузки снизились, что говорит все же о наличии небольшого эффекта от тренировочного процесса. у команды «У» цифры лактата высокие, у команды «Z» цифры лактата находятся в промежуточном положении относительно всех результатов.

2. Методы оценки физиологических и биохимических показателей футболистов

2.1. Физиологические методы оценки аэробных возможностей футболистов

2.1.1. Эргоспирометрия с биохимическим анализом крови.

Определение максимальных аэробных возможностей осуществляется в тесте со ступенчато нарастающей нагрузкой на беговой дорожке. Величина первой ступени составляет 5 км/ч, скорость увеличивается на 2 км/ч каждые две минуты. Работа выполняется до отказа. Лактат крови определяется на индивидуальном лактат-фотометре, взятие капиллярной крови из пальца производится однократно на 3 минуте восстановления. Во время работы постоянно регистрируются показатели газообмена и ЧСС (газоанализатор). В настоящем протоколе тестирования предлагается вместо биохимического определения ПАНО использовать неинвазивную газоаналитическую методику определения порога декомпенсации метаболического ацидоза, который имеет высокую корреляцию ($r=0,92$) с параметрами ПАНО (Waserman, 1990).

Современный газоаналитический комплекс, это портативное, легкое устройство, установленное на поясной системе, которая может быть размещена на спине испытуемого, подобно ремню безопасности. Мощное программное обеспечение с генератором отчетов и телеметрической передачей данных позволяет наблюдать за динамикой основных эргоспирометрических показателей в реальном масштабе времени.

Полное эргоспирометрическое тестирование включает анализ 4 основных характеристик (легочную вентиляцию, потребление кислорода и выделение углекислого газа а также частоту сердечных сокращений, как при

помощи приемо-передающего устройства Polar, так и путем регистрации электрокардиографической кривой в 12 стандартных отведениях.

Способы анализа лактата в крови делятся обычно на две категории: химические (спектрофотометрический и флюорометрический) и электрохимические. Оба из указанных методов известны с точностью в пределах 1 % в случае правильного применения, но подвержены многочисленным проблемам в руках неопытных пользователей.

На 3-ей минуте восстановительного периода (после полной остановки тредмила) из пальца руки испытуемого берется капля крови. Кожную поверхность перед взятием крови протирают стерильной салфеткой, смоченной дезинфицирующей жидкостью, и затем протирают сухой стерильной салфеткой. Затем делают прокол кожи и сразу наносят каплю крови на тест-полоску и сразу помещают в лактат-фотометр. Для измерения максимального лактата в периферической крови нами используется индивидуальный лактат-фотометр. При правильном нанесении крови на тест-полоску погрешность определения лактата крови разными способами (как электрохимическим, так и спектрофотометрическим) не превышает 1%.

2.1.2. Субмаксимальные тесты

Наиболее распространенным тестом в этой категории является определение PWC170. Сущность теста PWC 170 (от английского Physical Working Capacity - "физическая работоспособность") заключается в определении мощности стандартной нагрузки, при которой частота сердечных сокращений (ЧСС) достигает 170 ударов в минуту. Наряду с тестом PWC 170 проводятся также идентичные тесты с коррекцией на возрастное снижение возможностей кардиореспираторной системы. Искомая величина физической работоспособности, при изменяющейся с возрастом ЧСС, определяется по формуле что и PWC 170, но с учетом возрастных ограничений предельно допустимых значений ЧСС:

$$PWC\ 170 = W1 + (W2 - W1) \cdot \frac{170 - ЧСС1}{ЧСС2 - ЧСС1} \dots (1)$$

Эти значения ЧСС можно рассчитать по формулам:

$$[220 - \text{возраст}] \dots \dots \dots (2)$$

$$[220 - \text{возраст}] \times 0,87 \dots \dots (3)$$

Методика проведения теста PWC 170 имеет много модификаций. Для самостоятельного применения лучше всего использовать его степэргометрический вариант (существуют также велоэргометрический, беговой и другие варианты теста). При этом испытуемому предлагается выполнить две нагрузки умеренной интенсивности: восхождение на ступеньки разной высоты - от 20 до 50 см. Каждая нагрузка выполняется по 5 минут с определенной частотой восхождений на ступеньку (например, 30 раз в минуту) с 3-минутным интервалом отдыха и без предварительной разминки.

У испытуемого, в состоянии относительного покоя и в положении сидя, определяется для контроля исходная ЧСС, затем он в течение 5-ти минут выполняет первую нагрузку. В последние 30 секунд работы с помощью электрокардиографа, или за 10-15 секунд сразу после нагрузки, пальпаторно подсчитывается ЧСС1. После отдыха выполняется вторая, более высокая, нагрузка, и аналогичным путем подсчитывается ЧСС2. Величины ЧСС должны определяться как можно точнее.

Показатель работоспособности рассчитывается по той же формуле (1):

$$PWC\ 170 = W1 + (W2 - W1) \frac{(170 - ЧСС1)}{(ЧСС2 - ЧСС1)}$$

Мощность первой (W1) и второй (W2) нагрузки при восхождении на ступеньки определяется по формуле:

$$W = PHT \times 1.3,$$

где W - мощность работы, кг.м/мин; P - масса испытуемого, кг; H - высота ступеньки, м; T - число подъемов (восхождений на ступеньку) в минуту; 1.3 - расчетный коэффициент.

2.2. Физиологические методы оценки анаэробных возможностей футболистов

2.2.1. Вингейт-тест.

Анаэробный тест Вингейт (Wingate) представляет собой одну из анаэробных процедур по диагностике физической формы. Спортсмен должен выполнить зависимую от скорости вращения нагрузку за короткий промежуток времени в зависимости от массы его тела, и большинстве случаев за 30 секунд. Таким образом, максимальная мощность (пиковая мощность – ПМ) соответствует максимальной скорости вращения педалей. После достижения максимальной мощности отмечается равномерное снижение мощности до момента окончания теста. Пиковая мощность должна быть равна максимальному алактацидному компоненту анаэробной мощности. Результаты тесно зависят от его продолжительности и заранее выбранной нагрузки.

Результаты теста: пиковая мощность, анаэробная мощность, средняя мощность, анаэробная способность, индекс истощения. Тест особенно активно применяется в игровых видах спорта для спортсменов, проводящих анаэробные тренировки, например в футболе, велосипедном спорте – для спринтеров на треке, для конькобежцев и хоккеистов. Более того, он используется в периоде реабилитации для мониторинга процесса наращивания мышечной массы. Все параметры теста могут быть легко и просто установлены в окне конфигурации для анаэробного теста Wingate.

Можно установить зависимость нагрузки от массы тела или установить абсолютное значение нагрузки, выражающееся в силе, прикладываемой к педали. Диагносты, имеющие опыт проведения анаэробного теста Wingate на эргометре Monark, могут установить параметр теста как кг на кг массы тела, так как это является стандартной процедурой для эргометра Monark. Стартовым параметром является частота вращения педалей. Стартовая частота вращения педалей достигается индивидуально, а по достижении

ускоряется до максимума. Аналитическая информация представляется на экране по окончании анаэробного теста Wingate.

2.2.2. Тест максимальной анаэробной мощности

Определение максимальных анаэробных возможностей производится в модифицированном тесте максимальной анаэробной мощности (тест «МAM»), на аппаратно-программном велоэргометрическом комплексе «Эргомакс». Тестирование состоит из двух последовательных стадий: «разминка» и «тест». Общая продолжительность разминки составляет 5 мин. Разминка проводится на велоэргометре с двумя последовательными нагрузками при постоянной частоте педалирования – 75 об/мин. без интервалов отдыха. Первая нагрузка, продолжительностью три минуты составляет 1 кПн (75 вТ), вторая нагрузка, продолжительностью две минуты составляет 2 кПн (150 вТ).

В задачу спортсмена входит выполнение упражнения с установкой на достижение за 10 секунд максимальной частоты педалирования. Величина сопротивления остается постоянной и составляет $100 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$. Количество повторений – 3. Отдых между повторениями – 1 мин. Результаты эргометрического тестирования фиксируются на экране монитора. Дальнейшая обработка результатов происходит с использованием уникального программного обеспечения АП «Эргомакс».

В практике тестов на максимальную анаэробную мощность принято ставить тормозное усилие 7.5% от веса испытуемого (например, в тридцатисекундном тесте «Wingate»), но в десятисекундной работе такая нагрузка для тренированного спортсмена явно недостаточна. Испытуемый развивает частоту педалирования более 160-170 оборотов в минуту и ограничение мощности возникает из-за невозможности вращать педали быстрее. Из практики тестирования в системе «Эргомакс» нагрузка устанавливается следующим образом:

- Тренированные спортсмены-мужчины 10% от веса тела;

- Тренированные спортсмены-женщины 7.5%-10% в зависимости от вида спорта;
- Остальные испытуемые 7.5%.

Если всё же испытуемый развивает запредельные обороты (>160 об/мин), тест необходимо повторить после восстановления, установив большую нагрузку, если, конечно, для этого есть организационная возможность.

Максимальная мощность, регистрируемая при проведении испытаний в данном виде тестирующей процедуры, соответствует той части свободной энергии распада АТФ и КрФ, которая преобразуется в полезную механическую работу с максимальной эффективностью. Поэтому это параметрическое измерение с полным правом может служить количественной оценкой максимума алактатной анаэробной мощности.

Константа скорости начального нарастания мощности педалирования в исполняемом лабораторном тесте или, в более упрощённом виде, градиент мощности (W_{max}/t_v , где W_{max} - максимальная усреднённая мощность, а t_v - время выхода на W_{max}) оценивают скорость развития процесса активации мышечного сокращения в ответ на прилагаемый стимул. Помимо электромеханической передачи, скорости высвобождения ионов Ca^{++} из цистерн саркоплазматического ретикулума и активации цикла «образование - разрыв» поперечных мостиков между актиновыми и миозиновыми нитями в миофибриллах, в этом параметре находит своё отражение и, собственно, изменение скорости ресинтеза АТФ в КрФ-киназной реакции. Поэтому этот параметр, выводимый из анализа эргометрической кривой изменения мощности педалирования на велоэргометре, может служить количественной оценкой алактатной анаэробной эффективности. Время удержания максимальной мощности педалирования отражает ту часть от общих запасов КрФ в работающих мышцах, которая может быть использована для поддержания максимальной скорости ресинтеза АТФ (примерно 1/3 от

общих запасов КрФ в скелетных мышцах), т. е. этот показатель может быть идентифицирован как эффективная алактатная анаэробная мощность.

2.3. Физиологические методы оценки силовых возможностей футболистов

При изокинетическом тестировании, как основном методе оценки силовых возможностей, определяется мышечное усилие, которое спортсмен способен приложить для того, чтобы устройство двигалось с постоянной угловой скоростью, измеряемой в радианах в секунду (от лат. *isos*- равный, *kinetic* - движение). Чаще всего зарубежные исследователи используют измерения при угловых скоростях от 0,15 до 3,14 рад/с. Этим методом можно измерить достаточное количество параметров, в том числе и асимметрию силы четырехглавой мышцы бедра (квадрицепса) на ногах. Квадрицепс имеет большое значение для игрока; он, в том числе, отвечает за силу удара по мячу, почему и называется «мышцей футболиста». Следует также сказать, что выраженная асимметрия силы мышц левой и правой нижних конечностей, а также значительная асимметрия сил мышц сгибателей и разгибателей, является фактором, предрасполагающим к травматизму.

Несмотря на все достоинства изокинетических тестов, многие специалисты говорят о том, что тесты со свободными весами, более точно отражают силовые способности футболистов. Более того, свободные веса в практической работе используются многими командами, обеспечивая потенциал для совершенствования многозначной функциональной тестирующей программы в непосредственной связи с силовой тренировкой.

2.4. Физиологические методы оценки скоростных возможностей футболистов

Для регистрации скорости бега спортсменов разработан спидограф, состоящий из следующих узлов: стойки с основанием, двух спиннинговых

катушек, магнитного датчика, аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) и компьютера. На одной из катушек намотана леска, а на другой установлен магнитный датчик. Леска петлей наброшена на вторую катушку и с помощью карабина крепится к поясу испытуемого. Бегущий спортсмен вытягивает леску, скорость вращения катушки регистрируется датчиком, сигнал через АЦП передается в компьютер.

Во всех тестах в он-лайн режиме регистрируются кривые мощности, силы и скорости бега, которые затем обрабатываются с помощью специально созданных авторами программ.

2.5. Методы проведения полевых тестов в футболе

2.5.1. Лактатный полевой тест

Образование и накопление лактата происходит в ходе процессов анаэробного гликолитического окисления энергетических субстратов. Это происходит в следующих случаях: в самом начале физической работы, когда запасы АТФ и креатинфосфата заканчиваются (для этого достаточно 4-8 секунд работы), а сердечно-сосудистая система (аэробный путь) еще недостаточно включилась в процесс. Причем, если интенсивность работы небольшая, лактат метаболизируется за счет деятельности аэробной системы.

Если же интенсивность работы большая и превышает мощность аэробной системы, наступает быстрое утомление, развивается отек мышечной ткани (так называемое, «забивание мышц»), в результате чего спортсмен на короткое время теряет способность полноценно выполнять работу. Такая ситуация может наблюдаться при резких затяжных рывках. При этом мощность работы слишком высока для ее выполнения за счет деятельности аэробной системы.

Считается, что при интенсивности физической нагрузки, соответствующей накоплению в крови лактата в концентрации 4 ммоль/л, футболист работает на уровне анаэробного порога. При более высокой скорости перемещения по полю и большой интенсивности нагрузки, уровень

лактата крови прогрессирующе и «лавинообразно» нарастает. Поэтому игрок не может долго работать на высоких скоростях - возникает необходимость снизить уровень нагрузки ДЛЖА удаления недоокисленных продуктов (в частности, лактата) и восстановления уровня кислотности (рН) внутренних сред организма.

Часто анаэробный или лактатный порог рассчитывается в относительных цифрах от максимального потребления кислорода. У спортсменов, тренирующих качество выносливости, цифры анаэробного порога (АТ) располагаются близко к уровню МПК (т.е., выше 90% от МПК). У футболистов цифры АТ, как правило, находятся на уровне 75-95% от МПК. Действительно, рост утомления идет параллельно накоплению уровня лактата в крови. Однако, утомление нарастает не по причине накопления лактат-иона, определяемого лактометрами, а вследствие эквивалентного роста концентрации H^+ -иона, который образуется вследствие диссоциации молочной кислоты в жидких средах организма. В связи с этим, растет уровень кислотности (рН), который препятствует деятельности ферментных систем, участвующих в энергообеспечении

Следует помнить, что в силу определенной продолжительности диффузии лактат-иона через стенку клеточных мембран, его максимальная концентрация в крови достигается примерно через 2 минуты (или на 3-й минуте) после выполнения физической нагрузки данной интенсивности. Это правило необходимо учитывать при взятии биохимического анализа на лактат.

Концентрация лактата, измеренная в ходе игры в футбол, в большой степени зависит от активности футболиста последние 5 минут перед забором крови. Показано, что концентрация лактата имеет положительную корреляцию с количеством работы, выполненной непосредственно перед забором крови. Концентрация лактата во втором тайме у футболистов более низка в сравнении с первым. Эти наблюдения согласуются с уменьшением

преодолеваемого расстояния и более низкой интенсивностью действий, о чем сообщено в большинстве исследований.

У футболистов высокого класса концентрация лактата может возрастать в большей степени в сравнении с игроками низкого уровня, что связано с более высокой скоростью перемещения, большей мощностью выполняемой работы, высокой адаптацией буферных систем к «закислению» сред организма и тренированностью аэробной системы, чья деятельность способна быстро удалять продукты гликолиза.

Скорость удаления лактата, или клиренс, зависит от концентрации лактата, активности в восстановительный период и тренированности аэробной системы. Чем выше концентрация лактата, тем больше скорость его выведения.

Важно отметить, что игроки с наиболее высоким показателем МПК могут иметь низкую концентрацию лактата в случае выполнения одинаковой работы схожей мощности, что связано с ускоренным восстановлением вследствие увеличенного аэробного ответа, а также более быстрым выведением лактата и ускоренной регенерацией креатинфосфата.

Действительно, высокий уровень МПК может приводить к снижению уровня лактата в крови и мышцах при одинаковой абсолютной субмаксимальной работе. Это происходит в результате возросшей доли аэробного энергообеспечения и ускорения выведения лактата.

Следует также сказать, что наиболее эффективному удалению лактата способствует нагрузка с интенсивностью 70% от ЧСС_{max}.

2.5.2. Тест Купера

Он заключается в определении максимальной дистанции, которую футболист способен преодолеть в течение 12 мин. Тест Купера выполняется в любом подходящем месте, желательно с ровной поверхностью, где возможно определение пройденной дистанции. В идеале - это стандартный трек длиной 400 м, с разметкой каждые 100 м. Перед началом тестирования

испытуемые предварительно разминаются, а затем по команде стартуют, стараясь поддерживать максимально возможную для себя скорость (при утомлении разрешается переходить на шаг). По истечении 12 мин дается команда к окончанию бега и определяется пройденная дистанция с точностью до 100 м. Ориентировочно, результат тестирования оцениваются следующим образом (показатели верны для мужчин моложе 39 лет): меньше 1,5 км - очень плохо; 1,6-1,9 - плохо; 2,0-2,4 - удовлетворительно; 2,5-2,7 - хорошо; 2,8 и больше - отлично. Более точный расчет результатов представлен в нижеследующих таблицах.

Модифицированный тест купера. Купер, наряду со своим более известным тестом, предложил и др. способ оценки работоспособности с помощью 1,5-мильного теста. Он заключается в определении времени прохождения дистанции в 1,5 мили (2414 м). Преимущества его по сравнению с 12-мин тестом - простота организации при большом числе испытуемых. Оценка результатов 1,5-мильного теста Купера у мужчин (в возрасте до 30 лет): больше 16,30 мин - очень плохо; 16,30 - 14,31 - плохо; 14,30 - 12,01 - удовлетворительно; 12,00 - 10,16 - хорошо; меньше 10,15 - отлично.

2.5.3. Тест Hoff-Helgerud

Тест представляет собой прохождение на время специфического, сконструированного норвежскими учеными дриблинг-трека. Относительной новинкой является то, что работа в данном тесте, предназначенном для оценки аэробной работоспособности, выполняется с мячом. За один круг, который затем повторяется, футболист преодолевает расстояние равное в сумме 300 м. Продолжительность выполнения теста составляет 8 минут. Авторы утверждают, что корреляция между преодолеваемым в ходе тестирования расстоянием и максимальным потреблением кислорода, полученным в стендовом эксперименте, является достаточно высокой ($r=0,87$).

2.5.4. Тест Bangsbo

Это специфический футбольный тест на выносливость, предложенный Bangsbo и Lindquist, и, позднее, подробно описанный Bangsbo. Продолжительность теста составляет 16,5 минут, в течение которых игроки чередуют 40 промежутков высокоинтенсивной работы, продолжительностью 15 секунд каждый, с таким же количеством промежутков низкоинтенсивной работы, продолжительностью 10 секунд каждый. Периоды отдыха ограничиваются звуковыми сигналами - одиночным сигналом вначале, и двумя свистками в конце каждого спринтерского отрезка. В течение периодов высокоинтенсивной нагрузки, игрокам следует описать круг вокруг штрафной площадки на футбольном поле. Они бегут 40 м лицом вперед, 8,25 м спиной вперед, 95,25 м снова вперед, в том числе слалом с углом разворота 120° , 8,25 м - бег боком лицом от центра и 8,25 м - лицом к центру. Перед каждым тестированием, футболисты разогреваются в течение 10 минут, и еще 10 минут знакомятся с дистанцией путем легкого разминочного бега. Затем они должны кратковременно, в течение 4-х минут, ознакомиться с выполнением теста, путем чередования 15-секундных периодов интенсивных нагрузок с 10-секундными промежутками низкоинтенсивного бега. Это позволит игрокам адаптироваться к рациональному выполнению 16,5-минутного теста. После разогревания и ознакомления, игроки отдыхают в течение 10 минут.

Тактика выполнения теста. Тест длится 16,5 минут, в течение которых игроки чередуют 40 15-секундных высокоинтенсивных нагрузок и 10-секундных низкоинтенсивных нагрузок в виде бега трусцой. В течение периодов высокоинтенсивных нагрузок, футболисты оббегают круг 160 м - 40 м лицом вперед, 8,25 м лицом назад, 95,25 м лицом вперед с выполнением слалома с поворотами 120° , 8,25 м боком лицом от центра и 8,25 м лицом к центру. В течение низких периодов интенсивности, игроки бегут трусцой к центру круга, и назад к последнему конусу, которого они достигли в конце

предыдущего периода выполнения высокоинтенсивного бега. Если звуковой сигнал останавливает их в течение слалома, низкоинтенсивный бег трусцой выполняется по направлению к следующему конусу слалома и назад к последнему конусу, которого игрок достиг перед подачей сигнала. Учитывается расстояние, которое игрок преодолел в течение 40 периодов бега.

2.5.5. Челночный тест

Многоступенчатый фитнес-тест, известный также, как челночный тест с дистанцией 20 м, тест со звуковым сигналом («beep»- или beep-test), на сегодняшний день является одной из наиболее распространенных процедур, при помощи которой оценивается аэробная работоспособность в современном футболе.

Тест включает бег между двух меток, отстоящих друг от друга на расстояние 20 м в соответствии с подаваемыми звуковыми сигналами. Отсюда и его название. Время между записанными звуковыми сигналами сокращается с каждой минутой (уровнем). Существует несколько версий теста, но наиболее часто используемая имеет начальную скорость бега 8,5 км/час, которая увеличивается на 0,5 км/час каждую минуту. Существуют и другие разновидности теста.

Уровень подготовленности спортсмена оценивают по количеству преодоленных отрезков дистанции, прежде чем они не будут укладываться в требования записанных на носителе сигналов. Оценка может быть проведена по расчетному V_{O2max} , эквивалентному преодоленному расстоянию.

В последнее время, в футболе активно разрабатываются и совершенствуются 2 вида Yo-Yo-тестов: 1) обычный прерывистый тест Yo-Yo на выносливость и 2) тест Yo-Yo на восстановление. В обычном тесте Yo-Yo, игроки выполняют челночный бег с короткими промежутками восстановления между рывками. Если, в обычном Yo-Yo-тесте оценивается способность игроков выполнять продолжительную переменную работу после

уже совершенной значительной физической работы на выносливость (в этом тесте между рывками игрокам предоставляются 5-ти секундные отрезки отдыха), то задачей прерывистого теста Yo-Yo на восстановление, является определение способности игроков восстанавливаться после интенсивной физической нагрузки. В этом тесте, скорость более высока, чем в тесте на выносливость, а промежутки отдыха составляют 10 с.

2.5.6. 10-метровый челночный тест. Этот тест включает челночный бег на 10 м, при выполнении которого комбинируются скорость, мощность и координация. Тест включает спринтерский рывок на 10 м вперед вокруг конуса, помещенного между двумя фотоэлементами, и назад на стартовую линию.

2.5.7. Повторный спринт-тест (футбольный спринт-тест Bangsbo). В данном тесте сопоставляются результаты семи спринтерских рывков на 34,2 м (30 м в длину с уходом вбок на 5 м в промежутке дистанции между 10 м и 20 м) с ходьбой (прыжками) в обратном направлении примерно в течение 25 с. Результаты представлены следующими показателями: 1) лучшее время в спринте; 2) среднее время для семи спринтерских рывков; 3) индекс утомления (разница между лучшим и худшим временем). Тест, предположительно, позволяет оценить «скоростную выносливость» футболиста, которая является важнейшей характеристикой в современном футболе.

2.5.8. Вертикальный прыжок.

Для точного выполнения этого теста, необходима платформа, регистрирующая силу отталкивания. Он может быть выполнен как в лабораторных, так и в полевых условиях. Тест позволяет оценить способность игрока прыгать в высоту, и, таким образом, мощность мышц ног. В основном, регистрируются показатели прыжка из положения полусидя

с руками на бедрах, а также свободного встречного прыжка. Существует тесная взаимосвязь между высотой вертикального прыжка и показателями общей физической работоспособности.

2.5.9. Тест из 5-ти прыжков

Этот тест заключается в выполнении пяти прыжков из положения стоя на полусогнутых ногах. У футболистов результаты этого теста тесно коррелируют с показателем одиночного вертикального прыжка. Объединенные показатели выполнения 5-ти прыжков позволяют оценить параметры мощности футболиста. Исследования у тунисских футболистов в возрасте до 23 лет показали, что данные этого теста тесно взаимосвязаны с анаэробными показателями при выполнении одиночного вертикального прыжка на регистрирующей силу платформе.

2.6. Биохимические методы оценки уровня подготовленности футболистов.

Биохимические методы оценки уровня лактата в крови спортсменов.

Должны быть соблюдены правила забора пробы на лактат. Проба капиллярной крови по возможности должна быть немедленно исследована. В случае задержки она должна храниться в так называемой «ледяной бане», то есть охлажденной до 1-4 С°, что позволяет в несколько раз снизить уровень метаболизма в пробе цельной крови.

Примеры приборов, анализирующих лактат:

1. Лактометр портативный LactateProfi 3000 (полуавтоматический анализатор лактата).

2. Super GL Ambulance Автоматический анализатор глюкозы и лактата (Dr. Muller, Германия). Автоматический анализатор глюкозы и лактата SUPER GL Ambulance предназначен для одновременного определения

глюкозы и лактата в цельной венозной и капиллярной крови, сыворотке и плазме.

3. SensoStar G Высокпроизводительный анализатор глюкозы (DiaSys, Германия) для определения глюкозы в цельной венозной и капиллярной крови, сыворотке, плазме и свободных жирных кислот.

4. Портативный монитор ЛактатСкаут.

Параметры: Используются тест-полоски, забор 1/1000 мл крови. Длительность обработки пробы 15 с. Диапазон измерения 0,5-25 mmol/l. Вариабельность 3-8%. Объем памяти - 250 проб, связь с персональным компьютером.

Биохимические методы оценки углеводного обмена спортсменов.

Базальную концентрацию глюкозы определяют в цельной крови, взятой натошак из мякоти пальца руки, при помощи биохимического экспресс-анализаторов (например, компании «CardioChek») с использованием тест-полосок либо с помощью стационарных приборов (например, компании «Biosen»). Принцип работы экспресс-анализатора основывается на рефрактометрическом методе (сухая химия), стационарного анализатора – на ферментативном. Наиболее распространены ферментативные методы определения концентрации глюкозы в крови. Выделяют две основные разновидности этих методов: глюкозооксидазный и гексокиназный. На данный момент наиболее распространенными являются глюкозооксидазные методы. Они основаны на применении фермента глюкозооксидазы. Этот фермент реагирует с глюкозой, в результате чего образуется перекись водорода. Количество образовавшейся перекиси водорода равно количеству глюкозы в исходной пробе. Гексокиназный метод также является высокоспецифичным и точным, поэтому нашел широкое применение в клинической практике.

Заключение

Игра в футбол представляет собой «рваную» или интермиттирующую (перемежающуюся) работу различной интенсивности на протяжении данного промежутка времени. При игре в футбол задействованы в различной степени все три основных способа энергообеспечения - аэробный, анаэробный алактатный и анаэробный лактатный механизмы. В настоящее время накоплено достаточно информации о физиологических и биохимических показателях, характеризующих современного футболиста. Профессиональные футболисты на пике своей формы, как правило, в лабораторных тестах показывают высокие значения максимального потребления кислорода, порога анаэробного обмена в % от МПК, высокую толерантность к лактату, большую анаэробную мощность и силу ног, высокие скоростные характеристики. Кроме того, футболисты высокого уровня демонстрируют хорошие результаты в тестах, выполненных в полевых условиях (тест Купера, тест Hoff-Helgerud, тест Bangsbo, челночный тест, лактатный полевой тест, 10-метровый челночный тест, повторный спринт-тест, вертикальный прыжок и др.).

Научно обоснованные методы отбора спортсменов в сборные команды по футболу на основе использования физиологических и биохимических показателей работоспособности, результатов специализированных полевых тестов, а также прогнозирование их будущих результатов становятся важным этапом и неотъемлемой частью современной системы подготовки спортсменов высокого класса.

В связи с этим, использование комплексной методики на основе данных физиологического и биохимического обследования, а также результатов специализированных полевых тестов позволяет существенно повысить прогностические возможности отбора спортсменов в сборную команду по футболу.