**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ И МАКСИМУМ СКОРОСТИ БЕГА В ИНТЕРВАЛЬНЫХ И НЕПРЕРЫВНЫХ ЧЕЛНОЧНЫХ ТЕСТАХ**

**Орлов А.В.,** кандидат педагогических наук, **Несмелов А.А., Белицкая Л.А., Алексеев В.М.,** кандидат биологических наук

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, г. Москва, Россия

Арсенал средств, используемых для оценки работоспособности и спортивной тренировки, расширяется за счет челночных тестов и способов их программирования. Изучение феноменологии эргометрии и реакций систем организма способствует обоснованию специфических для разных видов спорта тестов и методов тренировки. 21 футболист (20±1 лет) выполнил в разные дни по четыре работы со ступенчато нарастающей «до отказа» скоростью: 2 интервальных теста (5сЧТБИ-40/20, 5сЧТБИ-20/40) и 2 непрерывных теста (20мЧБТ, 5сЧБТ). Фиксировали максимум челночно-беговой скорости (ЧБСмакс), дистанцию, ЧСС. Субъективная тяжесть нагрузки (СТН) оценивалась по шкале 50-100. Установлено, что теснота связи эргометрических показателей выше между непрерывными и между интервальными тестами, что отражает, включая ЧСС и СТН, их специфичность. Для измерения и оценки уровня ЧБСмакс, который зависит, вероятно, от анаэробных способностей, рекомендуется интервальный тест 5сЧБТИ-20/40. Аэробную работоспособность (выносливость) удобнее измерять с помощью теста 20мЧБТ, известного также как Luc Leger тест.

**Ключевые слова**: челночные тесты, физическая работоспособность, ЧСС, СТН

**PHYSIOLOGICAL REACTIONS AND MAXIMUM SPEED IN INTERVAL AND CONTINUOUS SHUTTLE TESTS**

**Orlov A.V.,** Ph.D., **Nesmelov A.A., Belitskaya L.A., Alekseev V.M.,** Ph.D.

Russian state university of physical education, sport, youth and tourism, Moscow, Russia

The arsenal of tools used to evaluate performance and sports training is expanding due to shuttle tests and how to program them. The study of the phenomenology of ergometry and the reactions of body systems helps substantiate the tests and training methods specific to various sports. 21 football players (20±1 years) performed four works on different days with a stepwise increasing “to failure” speed: 2 interval tests (5sSRTI-40/20, 5sSRTI-20/40) and 2 continuous tests (20mSRT, 5sSRT). The maximum shuttle-running speed (SRSmax), distance, HR were recorded. The Rate Perceived Exertion was evaluated on a scale of 50-100. It was found that the tightness of the connection between ergometric indicators is higher between continuous and between interval tests, which reflects, including HR and RPE, their specificity. To measure and evaluate the level SRSmax, which probably depends on anaerobic abilities, an interval test of 5sSRTI-20/40 is recommended. Aerobic performance (endurance) is more conveniently measured using the 20mSRT, also known as the Luc Leger test,

**Keywords:** Shuttle Tests, Physical Performance, HR, RPE

Аэробная производительность обеспечивает высокий уровень физической работоспособности [1], что необходимо спортсменам для выполнения во время тренировок большого объема интенсивной работы. Это следует из работ отечественных специалистов (Волков Н.И, Коц Я.М, Кучкин С.Н, Лексаков А.В, Матвеев Л.П, Селуянов В.Н., Слуцкий Л.В, Шамардин А. И. и др.) и зарубежных авторов (Astrand P-O., Bangsbo J, Haugen T, Krustrup P, Mohr M, Reilly T, Sassi R, Seiler S.).

Актуальным вопросом контроля над уровнем спортивной подготовленности является совершенствование методики тестирования физической работоспособности (ФР).В последние годы арсенал средств, используемых для этого, расширился за счет челночно-беговых тестов, выполняемых на ровной площадке [2, 3, 4]. Предложен способ программирования нагрузок челночными упражнениями для спортивной тренировки и исследований [5]. Изучение феноменологии эргометрии и физиологических реакций на разные челночные упражнения необходимо для обоснования специфических для разных видов спорта интервальных тестов.

Исходим из того, что «**Физическaя работoспособность** – это комплексное понятие, которое можно определить как интегральную психофизическую характеристику организма, отражающую свойства скелетных мышц, вегетативное, субстратное и энергетическое обеспечение, нервную и гуморальную регуляции, а также нервно-психические свойства и мотивацию индивидуума, количественно выражающиеся в величине объема и (или) интенсивности (мощности, скорости) произведенной механической работы» [6, Сонькин В.Д, 2010]. Одним из наибoлее доступных способов oпределения уровня ФР, кроме тредмилл-теста, степ-теста, велоэргометрии, является челночный бег – регламентированное по времени (темпу, скорости) передвижение по отрезкам в направлении туда и обратно, осуществляемое на спортивной площадке. В качестве показателей ФР в челночных тестах используется любой из трех физических парaметров: предельное время работы, или наибольшая дистанция, или наивысшая скорость движения [5].

**Цель работы.** Изучить воздействие и сопоставить эффекты интервальных и непрерывных челночных нагрузок со ступенчато нарастающей скоростью бега «до отказа» на показатели физической работоспособности и физиологические реакции.

**Методика.** 21 студент [футбол; x̅±σ: лет 20±1; вес 73±8 кг; рост 180±6 см; ИМТ 23±3; %МЖТ (калиперометрия) 11±4; МПК (расчет по дистанции в Пик-тесте Спорт) 50±7 мл/мг/мин] выполнил в случайном порядке по 4 теста «до отказа»: 2 непрерывные нагрузки – Пик-тест Спорт (обозначаемый как 20мЧБТ, англ. 20mSRT) и Пик-тест 5С (5сЧБТ, 5sSRT) и 2 интервальные нагрузки (бег/пауза – секунды; время периода 60 с) – Пик-тест 40/20 (5сЧБТ-40/20, 5sSRTI-40/20) и Пик-тест 20/40 (5сЧБТ-20/40, 5sSRTI 20/40). Пик-тест Спорт – это челночный бег с ежеминутно нарастающей скоростью на площадке 20 м. Первая ступень 7,5 км/ч, далее темп возрастает на 0,5 км/ч/мин за счет уменьшения времени между аудио сигналами. Пик-тест 5С – челночный бег с ежеминутно нарастающей скоростью при постоянном времени (5 секунд) между аудио сигналами. Первая ступень 7,92 км/ч (площадка 11 м), далее темп возрастает каждую минуту на 0,72 км/ч за счет увеличения длины площадки на 1 м. В интервальных тестах 40/20 и 20/40 скорость бега увеличивается, как и в Пик-тесте 5С, в каждом последующем периоде на 0,72 км/ч.

ЧСС регистрировали непрерывно (режим записи 5 с) с помощью Polar Team System, S610i, S810i. За ЧССмакс конкретного теста принималось наибольшее значение ЧСС за 5 c. Субъективную тяжесть нагрузки (СТН) оценивали по шкале 50-100 (Алексеев В.М.). В этой шкале числа и категории соотносятся: 55 – очень легкая, 65 – легкая, 75 – средняя, 85 – тяжелая, 95 – очень тяжелая. Исследуемый может называть любое число шкалы в пределах от 50 до 100, например 53, 78 или 89 и т.п. Финальные оценки СТН участники сообщали исследователю через 5-10 минут после завершения теста и конфиденциально. Результаты исследования анализировали с помощью общепринятых методов математической статистики (Statistica Base, STATSOFT.RU).

**Результаты и их обсуждение.** Физиологические показатели представлены в таблице 1. Видно, что ЧССмакс в среднем выше в непрерывных тестах.

Таблица 1

ЧСС и субъективная тяжесть нагрузки в непрерывных (Спорт, 5С) и интервальных (40/20, 20/40) челночных тестах

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели (x̅±σ) | Спорт | 5С | 40/20 | 20/40 |
| ЧССмакс, уд/мин (n=19) | 198±11 | 197±7 | 194±8 | 190±9 |
| Частота «истинной» ЧССмакс в разных челночных тестах | n=8 42% | n=7 37% | n=3 16% | n=1 5% |
| СТНмакс, баллы (n=21) | 88±8 | 89±5 | 96±5 | 97±6 |
| Частота «истинной» СТНмакс | n=3\* | n=1\* | n=10\* | n=14\* |

\* значения СТНмакс в нескольких тестах совпадали

В тесте 20/40, т.е. при интервальной работе преимущественно анаэробной направленности – со временем бега 20 с и паузой отдыха 40 секунд, ЧССмакс (190±9) была, в целом, ниже, но в среднем и статистически незначимо, нежели в тестах Спорт, 5С и 40/20. Частота регистрации «истинной» ЧССмакс была выше в непрерывных тестах (79% случаев), нежели в тестах интервальных (21%). Это позволяет полагать, что для измерения индивидуальной ЧССмакс у спортсменов непрерывные челночно-беговые тесты, с преимущественно аэробным характером энергообеспечения, являются более предпочтительными. Вместе с тем, у отдельных спортсменов ЧССмакс регистрируется в тестах интервальных. Поэтому для выяснения точного значения ЧССмакс, необходимого для расчета относительного пульсового показателя (%ЧССмакс) и корректной оценки интенсивности нагрузок и/или программирования физиологической напряженности, необходима систематическая пульсометрия напряженных тренировочных упражнений.

Финальные оценки СТН были в среднем 88-89 баллов в непрерывных тестах, т.е. между категориями «тяжелая» (85) и «очень тяжелая» (95), и 96-97 баллов в интервальных тестах, т.е. выше уровня «очень тяжелая». Частота «истинной» СТНмакс также выше в интервальных тестах, нежели в непрерывных (Таблица 1).

Таким образом, как один из ведущих показателей работы сердца (ЧСС), так и интегральный психофизический показатель состояния организма (СТН) свидетельствуют, что анализируемые челночно-беговые тесты завершались на высоком уровне – практически на максимуме или близко к нему.

Эргометрические показатели, зафиксированные в исследуемых тестах, и время представлены в таблице 2.

Таблица 2

Максимум скорости бега, дистанция, время бега и общее время в непрерывных (Спорт, 5С) и интервальных (40/20, 20/40) челночно-беговых тестах

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры (x̅±σ) | Спорт | 5С | 40/20 | 20/40 |
| Максимум скорости бега, км/ч | 13,2±1 | 13,5±1 | 14,9±1,3 | 19,1±1,5 |
| Дистанция, метры | 2042±427 | 1457±280 | 1340±307 | 1238±223 |
| Время бега, секунды | 715±119 | 500±72 | 421±73 | 329±42 |
| Общее время теста (бег + пауза) | 11мин 55с | 8мин 20с | 10мин 15с | 15мин 50с |

Максимум скорости бега (СБмакс) в интервальных тестах выше (статистически значимо), чем в непрерывных тестах. В интервальном тесте 20/40 индивидуальная СБмакс была выше, чем в тесте 40/20 у всех спортсменов – средняя величина больше на 4,18±0,96 км/ч или 28,2%. Дистанция в непрерывных тестах больше, чем в интервальных что связано с временем бега, отражающим особенности процедуры теста. Время работы меньше всего в тесте 20/40, хотя, в целом, для него нужно больше всего физического времени (~ 20 мин) за счет суммы пауз отдыха/

Показатели тесноты связи между значениями СБмакс в разных тестах представлены в Таблице 3. Связь между непрерывными тестами Спорт и 5С была наиболее высокой (0,868), связь между интервальными тестами составила 0,783.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции и детерминации между значениями максимума скорости бега в непрерывных (Спорт, 5С) и интервальных (40/20, 20/40) челночных тестах

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тесты | Спорт | 5С | 40/20 | 20/40 |
| Спорт | х | r=0,868  p=0,00000 | r=0,702  p=0,0004 | r=0,47  p=0,0316 |
| 5С | r2=0,754  p=0,00000 | х | r=0,731  p=0,0002 | r=0,644  p=0,0016 |
| 40/20 | r2=0,493  p=0,0004 | r2=0,534  p=0,0002 | х | r=0,783  p=0,00003 |
| 20/40 | r2=0,221  p=0,0316 | r2=0,414  p=0,0016 | r2=0,614  p=0,00003 | х |

Теснота связь между значениями СБмакс в тесте Спорт, предназначенного для измерения аэробной производительности (выносливости), и в тесте 20/40 низка (r2=0,221), хотя и статистически значима. Это не удивительно, поскольку тест 20/40 отражает, скорее всего, анаэробную работоспособность, которая имеет обычно либо низкую, либо даже отрицательную корреляцию с аэробной работоспособностью.

Пик-тест 20/40 со ступенчато нарастающей скоростью «до отказа» – с временем работы в периоде 20 с (4 пробега по 5 с каждый в режиме «туда-обратно-туда-обратно») может, вероятно, использоваться для измерения максимума челночно-беговой скорости (ЧБСмакс) – нового показателя, предлагаемого нами для оценки анаэробной способности.

**ВЫВОДЫ.**

1. Между максимальными значениями физической работоспособности, определенными в непрерывных и интервальных челночно-беговых упражнениях со ступенчато нарастающей нагрузкой, имеется положительная и статистически значимая корреляция. Связь теснее между результатами в тестах непрерывных Спорт и 5С и между результатами в тестах интервальных 40/20 и 20/40, что может отражать специфичность их энергообеспечения: преимущественно аэробное в непрерывных тестах и возрастающий вклад анаэробного компонента в интервальных тестах, особенно в тесте 20/40.
2. Значения ЧССмакс (> 190 уд/мин) подтверждают, что физиологическая напряженность, с которой завершались выполненные «до отказа» челночно-беговые тесты, была очень высокой. ЧССмакс выше в среднем в непрерывных тестах, чем в тестах интервальных.
3. Данные субъективной тяжести нагрузки указывают, что спортсмены заканчивали челночно-беговых упражнения с высоким и очень высоким уровнем интегральной психофизической напряженности. СТН была выше в интервальных тестах, чем в тестах непрерывных.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

Челночно-беговые тесты Спорт и 5С для измерения и оценки физической (аэробной) работоспособности практически эквивалентны. Пик-тест Спорт проще по организации и условиям проведения и, поэтому, больше подходит для этой цели.

ЧССмакс чаще всего регистрируется в Пик-тестах Спорт или 5С, хотя для фиксации «истинной» ЧССмакс нужна систематическая пульсометрия, поскольку у отдельных спортсменов ЧССмакс может наблюдаться в интервальных тестах.

Непрерывные и интервальные тесты специфичны. Для тестирования максимума физической (преимущественно аэробной) работоспособности более подходят Спорт и 5С и, в определенной мере, интервальный тест 40/20. Для тестирования физической работоспособности с увеличенным анаэробным компонентов более подходит тест 20/40 – со временем бега 20 секунд и паузой отдыха 40 секунд, в котором максимум челночно-беговой скорости был наибольшим (19,1 км/ч).

Максимум скорости бега Пик-тестов 5С, 40/20 и 20/40 следует использовать для расчета дистанции в Пик-тесте Спорт, по численному значению которой можно косвенно прогнозировать МПК (www.peaktest.ru). Такой расчет будет точнее по данным тестов 5С и 40/20 и менее точен по результату теста 20/40.

Уравнения регрессии для расчета дистанции в Пик-тесте Спорт по СБмакс, полученной в тестах 5с, 40/20 и (приблизительный расчет) 20/40 имеют вид:

y = 381,46х – 3124; где y – дистанция (м) в тесте Спорт, х – СБмакс (км/ч) в тесте 5С

y = 223,37x – 1304; где y – дистанция (м) в тесте Спорт, х – СБмакс (км/ч) в тесте 40/20

y = 126,36x – 371; где y – дистанция (м) в тесте Спорт, х – СБмакс (км/ч) в тесте 20/40

**Литература.**

1. Кучкин С. Н., Бакулин С.А. Аэробная производительность и методы ее повышения. – Волгоград: ВГИФК, 1985. – 127 с.
2. Leger L, Lambert J. A maximal multistage 20 m shuttle run test to predict VO2max. Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol. 1982; 49 (1): 1-12.
3. Bangsbo J. The Yo-Yo tests. August Krogh Institute. Copenhagen. 1996.
4. Алексеев В.М., Анохина Е.С. Пик-тесты: тестирование физической работоспособности в спортзале (CD). 2011. ([www.peaktest.ru](http://www.peaktest.ru)).
5. Патент России № 2644691/13.02.2018.

Алексеев В.М., Алексеев С.В., Баринова И.В. Способ программирования физической нагрузки челночными упражнениями // Патент РФ № 2644691. 2018. Бюл. № 5.

1. Сонькин В.Д. Проблема оценки физической работоспособности // Вестник спортивной науки. – 2010. – №2. – С. 37-42.