

УДК 796.422.14

Довнер Д. Р.

Уральский государственный университет физической культуры

Россия, Челябинск

ddrbazyka@ya.ru

МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У ЛЕГКОАТЛЕТОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В БЕГЕ НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ

Аннотация. В статье рассмотрены наиболее часто применяются на практике тестирования анаэробной (силовой) выносливости у легкоатлетов: Maximal Anaerobic Running Test (MART) – максимальный анаэробный беговой тест на дорожке, Hawaii Anaerobic Run Test (HART) – гавайский анаэробный беговой тест, Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST) беговой спринтерский тест на анаэробную выносливость, и классический Wingate Anaerobic Test (WAnT) – велоэргометрический тест Вингейта, их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: *тестирование, анаэробная выносливость, rast (running-based anaerobic sprint test), hart (hawaii anaerobic run test), mart (maximal anaerobic running test), wingate (want).*

Dovner D. R.

Ural State University of Physical Education

Russia, Chelyabinsk

ddrbazyka@ya.ru

METHODS OF TESTING STRENGTH ENDURANCE OF ATHLETES, SPECIALIZING IN MIDDLE-DISTANCE RUNNING

Annotation. The article discusses the most commonly used in practice testing of anaerobic (strength) endurance in track and field athletes: Maximum Anaerobic Running Test (MART) – maximum anaerobic running test on the track, Hawaii Anaerobic Run Test (HART) – Hawaiian anaerobic running test, Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST) running sprint test for anaerobic endurance, and the classic Wingate Anaerobic Test (WAnT), a bicycle ergometric Wingate test, their advantages and disadvantages.

Keywords: *testing, anaerobic endurance, rast (running-based anaerobic sprint test), hart (hawaii anaerobic run test), mart (maximum anaerobic running test), wingate (want).*

Актуальность. Соревнования в беге на дистанциях 800 и 1500 м требуют от спортсменов сочетания высо-

кой скорости бега и выносливости, что обусловлено одновременной работой аэробных и анаэробных систем энерго-

обеспечения. Результативность бега на 800 м зависит от вклада как аэробной, так и анаэробной систем. Аэробный метаболизм обеспечивает большую часть энергии, необходимой для бега на 1500 м (77–86%) [9; 29]. У легкоатлетов в беге на средние дистанции значительная часть работы обеспечивается анаэробной гликолитической системой, особенно на отрезках высокоинтенсивного усилия (финишное ускорение, рывки по дистанции). Силовая выносливость в контексте бега на 800 и 1500 м определяется способностью развивать и выдерживать высокий уровень мышечной работы за счёт анаэробного (главным образом гликолитического) энергообеспечения на протяжении 1,5–4 минут [1; 2]. Было доказано, что развитие силовой выносливости влияет на скорость при $\dot{V}O_{2\max}$ (максимальное потребление кислорода (МПК) [3; 14]. Это связано с тем, что тренировки на силовую выносливость повышают мощность мышц, позволяя спортсменам поддерживать более высокую интенсивность, и соревновательную скорость в течение длительного времени.

Несмотря на накопленные данные о влиянии силовой, плиометрической и интервальной тренировок на биомеханику и экономичность бега, работоспособность и соревновательную деятельность легкоатлетов [4; 7; 10; 13; 18; 19; 28], остаётся методический недостаток: тренеру доступны либо лабораторные методы (газоанализаторы, платформы, изокинетические тесты), или упрощённые полевые тесты, которые не всегда достоверно отражают силовую выносливость как отдельное качество.

В связи с этим возникает потребность в точном количественном и ка-

чественном оценивании показателей силовой (анаэробной) выносливости у бегунов, специализирующихся в беге на средние дистанции. Ниже рассмотрены методики тестирования анаэробной (гликолитической) выносливости, применяемые в научных исследованиях и практике спорта, а также их обоснованность и надежность.

Цель исследования – охарактеризовать основные методики тестирования анаэробной (гликолитической) выносливости, применяемые в научных исследованиях и практике спорта.

Задачи:

- 1) рассмотреть основные методики тестирования анаэробной (гликолитической) выносливости;
- 2) выявить их достоинства и недостатки;
- 3) на основе опроса тренеров установить, какие методики они применяют в процессе спортивной подготовки.

Результаты и их обсуждение

Недостаток анаэробной мощности может лимитировать результаты спортсмена в беге на 800 м, даже при высоком уровне МПК [25]. В связи с этим, у тренеров возникает потребность иметь надёжные методы тестирования анаэробной составляющей выносливости. В связи с этим были разработаны различные тесты – лабораторные и полевые – предназначенные для оценки анаэробной мощности и ёмкости у легкоатлетов. Ниже будут рассмотрены четыре метода, упоминаемые в литературе: MART, HART, RAST и классический Wingate-тест. Обзор основан на данных зарубежных исследований, посвящённых использованию тестов у легкоатлетов, специализирующихся в беге на 800 и 1500 м,

с анализом их информативности, преимуществ и недостатков (таблица 1).

MART – лабораторный беговой тест, разработанный для оценки анаэробной мощности и ёмкости спортсменов на беговой дорожке с заданной скоростью. Классический протокол MART, представляет серию повторных кратковременных забегов на беговой дорожке (тредмиле) продолжительностью 20 с каждый через отдых 100 с (отношение работы и отдыха 1:5), тест проводится с постепенным возрастанием скорости до отказа спортсмена продолжать бег [23; 24; 27, 32].

Vuorimaa и соавторы опробовали три протокола MART (серии по 1, 3 и 5 забегов по 20 с) на легкоатлетов разных специализаций – спринтеров, средневикиков и марафонцев. Авторами было рекомендован классический протокол 1×20 с для оценки максимальной анаэробной мощности у бегунов всех специализаций, а для выявления полной анаэробной ёмкости у стайеров – увеличивать число повторений в серии [27].

Nummela с соавторами установили связь MART с беговой скоростью в «контрольных» отрезках у стайеров. Скорость контрольного бега на 1000 м у бегунов дистанционных коррелировала с MART как на тредмиле ($r = 0,70$; $p < 0,01$), так и на стадионе ($r = 0,63$; $p < 0,05$) [24].

Mikkola с соавторами исследовали влияние 8 недель тренировок на взрывную силу, встроенных в обычный беговой цикл подготовки ($\approx 19\%$ тренировочного объёма заменили на «взрывную работу»). Атлеты прибавили $+3,0 \pm 2,0\%$ к максимальной скорости в MART – без потерь по аэробным показателям. Авторы делают вывод что, MART подходит для мониторинга

силовой составляющей выносливости [21].

В исследовании Fujii, 13 квалифицированных легкоатлетов (личные рекорды $\sim 1:55$ на 800 м и $\sim 4:00$ на 1500 м) выполнили MART, Wingate-тест (увеличенный до 60 с) и определение VO_{2max} . Результаты показали, что время на 800 м имеет высокую обратную корреляцию с показателями MART (коэффициент $r = -0,88$; $p < 0,001$). Иными словами, более высокая анаэробная производительность по MART соответствовала более быстрому бегу на 800 м. Бег на 1500 м также в находится в зависимости от анаэробных возможностей. Авторы сделали вывод, что результаты максимальных анаэробных тестов (MART и Wingate) имеют связь с успешностью средневикиков [11].

HART – полевой тест для оценки анаэробной мощности легкоатлетов, разработанный в Гавайском университете как беговой аналог классического велоэргометрического теста Wingate [15; 16]. Тест HART предполагает максимальный бег в течение 30 секунд на ровном отрезке (обычно легкоатлетическая дорожка), при этом фиксируются показатели скорости бега. Расчётными показателями теста являются пиковый импульс (peak momentum) и средний импульс (mean momentum), определяемые как произведение массы тела спортсмена на соответственно максимальную или среднюю скорость за время теста [17].

Первые применения HART были реализованы в Гавайском университете под руководством Kimura. В первом проекте исследование проводилось на квалифицированных легкоатлетах в беге на средние дистанции: они выполняли соревновательный бег на 400

м, 800 м и 1500 м с забором крови на лактат после каждой дистанции. В работе Keen были опубликованы данные о значимой корреляции между показателями анаэробного бегового теста и результатами в беге на 800 м: у мужчин коэффициент порядка $r \approx 0,76$, а у женщин $r \approx 0,91$ ($p < 0,01$). Это свидетельствует, что у более быстрых легкоатлетов, особенно у женщин, показатели анаэробной мощности по HART выше, учитывая роль анаэробного резерва в развитии высокой скорости на финише [15].

Wingate-тест – классический лабораторный тест для оценки анаэробной производительности: фиксируются величины пиковой мощности (PP, 5-секундный выход), средней мощности (MP, 30-секундный выход) и индекс утомления отражающий снижение мощности по ходу работы. Объём выполненной работы вовремя Wingate, зависит от гликолитической и аэробной мощности, а также от анаэробной выносливости [31].

В ходе Wingate у средневикиов наблюдается более высокий VO_2 (чем у спринтеров), тогда как у спринтеров – более высокий лактат. Связь Wingate-показателей с результатом в беге неоднозначна: у соревнующихся бегунов на дорожке пиковая мощность/средняя мощность могут не коррелировать напрямую с соревновательной скоростью, что требует интерпретировать Wingate тест как маркер гликолитической устойчивости, а не как прямой параметр результата [6; 8; 12; 17; 31].

В исследование Legaz-Arrese с участием 116 квалифицированных бегунов авторы сделали вывод, что Wingate-тест малопригоден для оценки формы квалифицированных бегунов, поскольку не отражает тонкостей,

определяющих специфику соревновательной деятельности [17].

Прямой перенос результатов тестирования Wingate на прогноз спортивного результата затруднён. Поэтому, были сделаны попытки адаптировать тест под бегунов: например, сочетать показатели аэробной и анаэробной мощности в комплексном индексе. Nevill [22] предложили формулу прогноза для 800 м с учётом МПК и максимального накопленного O_2 -дефицита (МАОД), а Støren упрощённую модель с учётом максимальной аэробной и спринтерской скоростей. Тем самым использование исключительно велоэргометрического теста без учёта беговой специфики сейчас считается методически ограниченным [30].

RAST – беговой тест на анаэробную выносливость, основанный на выполнении серии коротких спринтов с неполным отдыхом. RAST был разработан в Университете Вулвергемптона как полевой аналог Wingate теста. Протокол RAST предусматривает выполнение 6 максимальных спринтов на 35 метров через 10-секундные интервалы отдыха [26].

Zagatto с соавторами в исследовании пришли к выводам что, показатели пиковой мощности RAST коррелируют с Wingate ($r \approx 0,46-0,70$) и средняя мощность – $r \approx 0,53-0,60$. RAST прогнозирует соревновательные результаты на коротких дистанциях так как обнаружена достоверная обратная связь между мощностными переменными RAST и временем бега на 35, 50, 100, 200 и 400 м ($p < 0,05$). Авторы подтвердили надежность RAST и достоверность: показатели RAST коррелировали с Wingate и результатами бега на 35-400 м. RAST рекомендован

как специфичный, практичный полевой тест анаэробной мощности [34].

RAST показал высокую воспроизводимость при повторном выполнении на той же группе (при стандартных условиях). Коэффициенты внутриклассовой корреляции (ICC) составляют $\sim 0,88$ для средней мощности и $\sim 0,72$ для пиковой. По данным Burgess (2016), при повторном тестировании индивидуальный показатель пиковой мощности может отличаться в диапазоне $\sim 0,81-1,20$ от исходного, а сред-

ний – $\sim 0,90-1,16$ раза. RAST надёжен для группы, но менее чувствителен к мелким приростам у конкретного спортсмена [5; 26].

Paradisis и соавторы установили корреляцию показателей RAST со скоростью бега на 100 м, 200 м и 400 м у спринтеров-разрядников. Показана высокая прогностическая значимость результатов RAST для спринтерского бега: более высокая средняя мощность RAST соответствует более быстрому времени на 100-400 м [33].

Таблица 1 – Характеристика методов диагностики анаэробной мощности и ёмкости у бегунов на средние дистанции

Характеристика метода диагностики	Преимущества	Недостатки
RAST Протокол 6 × 35 м максимальных спринтов с 10 с паузами отдыха. Общая продолжительность $\sim 40-60$ с (с учётом пауз)	<ul style="list-style-type: none"> – Позволяет выполнять движения, более характерные для видов спорта, в которых бег используется в качестве основного вида передвижения. – Прост в применении и недорог, а благодаря своей простоте может быть легко включен в обычные тренировки. – Надёжность и достоверность: результаты статистически значимо коррелируют с данными лабораторного Wingate-теста. 	<ul style="list-style-type: none"> – Необходима специальная площадка: для проведения нужна разметка дистанции и два таймера (или фотозатвора). Тест требует ассистента/таймера поэтому менее удобен, чем полностью лабораторные методы. – Форма проведения накладывает нагрузку на спринтерскую выносливость: цикл из шести 35-метровых спринтов через 10-секундный отдых вызывает утомление и накопление лактата, что необходимо учитывать при планировании тренировок.
Wingate-тест 30 с максимальной работы на велоэргометре с фиксированным сопротивлением ($\sim 7,5\%$ от массы тела)	<ul style="list-style-type: none"> – Широко признанный «золотой стандарт» для оценки пиковой анаэробной мощности. Исследования многократно подтверждают, что Wingate-тест надёжно и обосновано измеряет анаэробную мощность и ёмкость. – Простота и скорость: стандартная процедура – 30-секундный максимальный интенсивный спринт на велоэргометре с фиксированным сопротивлением. – Обширная литература и базы данных: Wingate-тест изучен со спортсменами различных видов спорта и возрастных категорий. 	<ul style="list-style-type: none"> – Специфичность к циклическим движениям: движения на велоэргометре не соответствуют биомеханике бега, поэтому меньше коррелирует с беговыми дисциплинами легкой атлетики. – Сильный анаэробный стресс, одно из исследований делает акцент что, «одним из главных недостатков WAT является высокая гликолитическая нагрузка». Это может ограничить частоту и безопасность повторных тестирований. – Необходимость лабораторных условий: проведение Wingate-теста требует специального оборудования и технической поддержки, что не позволяет переносить тест в полевые условия.

<p>MART Протокол состоит из повторяющихся 20-секундных спринтов на беговой дорожке с последовательным увеличением скорости</p>	<p>– Предоставляет очень высокую анаэробную нагрузку (лактат может достигать до ~15,6 ммоль) и надёжно оценивает анаэробную мощность: в оригинальном исследовании коэффициент корреляции при повторном тестировании достигал 0,92. – Разработан для легкоатлетов с учётом специфики бега. – Тест проводится под контролем лабораторных условий, что обеспечивает точность измерений и повторяемость результатов.</p>	<p>– Требуется специальное оборудование: высокоскоростной беговой дорожки с регулируемым уклоном. – При эксплуатации беговой дорожки необходимо обеспечить безопасность (использование страховочной привязи) и наличие помощника для управления протоколом. – Поскольку MART проводится на беговой дорожке, его результаты не всегда прямо соотносимы с циклическими тестами (например, велоэргометрическими), что было отмечено как «измерение нескольких разных качеств» по сравнению с классическим Wingate [23].</p>
<p>HART Максимальный бег в течение 30 с на ровном отрезке.</p>	<p>– Обеспечивает высокую надёжность и валидность оценки анаэробной мощности у легкоатлетов. – Простой полевой тест: проводится в беговых условиях и не требует дорогостоящего лабораторного оборудования. Авторы отмечают, что HART является «лёгкой и недорогой альтернативой» лабораторным тестам на мощность.</p>	<p>– В доступных источниках подробно не описаны специфические недостатки HART. – Требуется фиксации временных сплитов (скоростей) при спринтах, что усложняет его применение за пределами хорошо оборудованного стадиона/манежа. – HART новый тест и малоизучен в разных возрастных категориях, существует ограниченное количество опыта и данных его интерпретации [29].</p>

В целях выявления проблемы тестирования силовой выносливости, был сделан опрос среди тренеров и легкоатлетов, имеющих звание мастера спорта России, специализирующихся в беге на средние дистанции Челябинской и Свердловской областей. Были заданы следующие вопросы:

1. В своей практике, какие тесты, критерии и показатели Вы используете для определения и оценки силовой выносливости?

2. С какими проблемами Вы сталкиваетесь при оценке показателей силовой выносливости?

Были получены следующие ответы, в качестве тестов для определения силовой выносливости тренеры и спортсмены используют: PWC 170, прыжки многоскоки 100 метров на

преодоление дистанции за максимально быстрое время с минимальным количеством шагов, бег в гору 300 метров, время выполнения контрольного упражнения, статическое удержание позиции в контрольном упражнении.

В качестве проблем было выделено следующее: трудно оценить, сложно учитывать энергетический запас организма спортсмена при выполнении теста, влияние предыдущей нагрузки на достоверность, отсутствие достоверных методов и тестов, проверенных на практике.

Заключение. В практике тренеров при подготовке легкоатлетов на 800–1500 м значения Wingate-теста следует интерпретировать осторожно. Их выгоднее использовать для оценки относительных слабых мест спортсме-

на или для отслеживания динамики после специальных тренировочных блоков, нежели для прямого прогнозирования результатов. Wingate остаётся эталонным тестом буферных систем и широко упоминается в научной литературе, в том числе при сравнении с новыми беговыми тестами.

Если требуется максимально точная оценка пиковой мощности, лабораторный Wingate-тест может выявить более высокие значения (RAST, как показано, систематически даёт несколько меньшую пиковую мощность, недооценивая её по сравнению с велоэргометром). Несмотря на эти нюансы, совокупные данные подтверждают, что RAST является простым, достоверным полевым методом оценки анаэробной мощности легкоатлетов.

HART новый простой полевой тест, полностью специфичен для бега и подходит для легкоатлетов. Но мало изучен и требует дополнительных исследований со спортсменами разного уровня подготовки.

MART показывает высокую достоверность результатов. Однако, проведение MART требует специализированного оборудования, в полевых условиях выполнить тест трудно, в связи с этим его регулярное использование ограничивается лабораторными условиями.

Тренеры используют в своей практике полевые тесты, не имеющие достаточной научно-доказательной и информативной базы данных. Также тренеры сталкиваются с проблемой доступности проверенных тестов на практике.

Список литературы

1. Alcaraz-Ibañez, M. Effects of resistance training on performance in previ-

ously trained endurance runners: A systematic review. / M. Alcaraz-Ibañez, M. Rodríguez-Pérez // Journal of sports sciences. – 2018. – № 36 (6). – P. 613–629.

2. Berryman, N. Strength Training for Middle- and Long-Distance Performance: A Meta-Analysis. / N. Berryman, I. Mujika, D. Arvisais, M. Roubeix, C. Binet // International journal of sports physiology and performance. – 2018. – № 13 (1). – P. 57–63.

3. Billat, L. V. Significance of the velocity at VO₂max and time to exhaustion at this velocity. / L. V. Billat, J. P. Koralsztein // SportsMed. – 1996. – № 22 (2). – P. 90–108.

4. Blagrove, R. C. Effects of Strength Training on the Physiological Determinants of Middle- and Long-Distance Running Performance: A Systematic Review. / R. C. Blagrove, G. Howatson, P. R. Hayes // Sports Med. – 2018. – № 48. – P. 1117–1149.

5. Burgess, K. Reliability and validity of the running anaerobic sprint test (RAST) in soccer players / K. Burgess, T. Holt, S. Munro // Journal of Trainology. – 2016. – №5 (2). – P. 24–29.

6. Castañeda-Babarro, A. The Wingate Anaerobic Test: a narrative review of methodology, reliability and applications / A. Castañeda-Babarro, A. Arbillaga-Etxarri, A. Rodríguez-Larrad, N. Garatachea // Applied Sciences. – 2021. – № 11 (16).

7. de Carvalho E Silva, G. I. Acute Neuromuscular, Physiological and Performance Responses After Strength Training in Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis. / G. I. de Carvalho E. Silva, L. H. A. Brandão, D. Dos Santos Silva // Sports medicine. – 2022. – № 8 (1).

8. Driss, T. The measurement of maximal (anaerobic) power output on a

cycle ergometer: a critical review / T. Driss, H. Vandewalle // *European Journal of Applied Physiology*. – 2013. – № 112. – P. 1–20.

9. Duffield, R. Energy system contribution to 1500- and 3000-metre track running. / R. Duffield, B. Dawson, C. Goodman // *JSportsSci* – 2005. – № 23. – P. 993–1002.

10. Eihara, Y. Heavy Resistance Training Versus Plyometric Training for Improving Running Economy and Running Time Trial Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. / Y. Eihara, K. Takao, T. Sugiyama // *Sports Med.* – 2022. – № 8.

11. Fujii N. 800-m and 1500-m run times relate to anaerobic performance in competitive runners / N. Fujii, T. Ogawa, M. Ichinose // *Gazzetta Medica Italiana – Archivio per le Scienze Mediche*. – 2012. – № 171 (4). – P. 491–501.

12. Granier, P. Aerobic and anaerobic contribution to Wingate test in sprint and middle-distance runners / P. Granier, B. Mercier, J. Mercier, F. Anselme, C. Préfiché // *European Journal of Applied Physiology*. – 1995. – № 70. – C. 58–65.

13. Hayes, P. R. The effect of muscular endurance on running economy. / P. R. Hayes, D. N. French, K. Thomas // *Journal of strength and conditioning research*. – 2011. – № 25 (9). – P. 2464–2469.

14. Jones, A. M. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. / A. M. Jones, H. Carter // *Sports medicine*. – 2000. № 29 (6). – P. 373–386.

15. Keen, S. A. K. Anaerobic capacity via a maximal run test: Master's Thesis. / S. A. K. Keen // Honolulu: University of Hawai'i at Mānoa. – 2007. – 75 pp.

16. Kimura I. F. Validity and reliability of the Hawaii Anaerobic Run Test / I. F. Kimura, C. D. Stickley, M. A. Lentz

// *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2014. – № 28 (5). – P. 1386–1393.

17. Legaz-Arrese, A. Validity of the Wingate Anaerobic Test for the evaluation of elite runners / A. Legaz-Arrese, D. Munguía-Izquierdo, L. E. Carranza-García // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2011. – № 25 (3). – P. 819–824.

18. Llanos-Lagos, C. Effect of Strength Training Programs in Middle- and Long-Distance Runners' Economy at Different Running Speeds: A Systematic Review with Meta-analysis. / C. Llanos-Lagos, R. Ramirez-Campillo, J. et al Moran // *Sports Med.* – 2024. № 54. – P. 895–932.

19. Llanos-Lagos, C. The Effect of Strength Training Methods on Middle-Distance and Long-Distance Runners' Athletic Performance: A Systematic Review with Meta-analysis. / C. Llanos-Lagos, R. Ramirez-Campillo, J. Moran // *Sports Med.* – 2024. – № 54. – P. 1801–1833.

20. Maxwell, N. S. Anaerobic capacity: a maximal anaerobic running test versus the maximal accumulated oxygen deficit. / N. S. Maxwell, M. A. Nimmo // *Canadian Journal of Applied Physiology*. – 1996. – № 21 (1). – P. 35–47.

21. Mikkola, J. Concurrent endurance and explosive-type strength training improves neuromuscular and anaerobic characteristics in young distance runners / J. Mikkola, H. Rusko, A. Nummela // *International Journal of Sports Medicine*. – 2007. – № 28 (7). – P. 602–611.

22. Nevill, A. M. The relative contributions of anaerobic and aerobic energy supply during track 100-, 400-, and 800-m performance // *J. Sports Med. Phys. Fitness*. – 2008. – № 48. – P. 138–142.

23. Nummela, A. Reliability and validity of the maximal anaerobic running test / A. Nummela, M. Alberts, R. P. Rijnthjes // *International Journal of Sports Medicine*. – 1996. – № 17 (2). – P. 97–102.

24. Nummela, A. Comparison of maximal anaerobic running tests on a treadmill and track / A. Nummela, I. Härmäläinen, H. Rusko // *Journal of Sports Sciences*. – 2007. – № 25 (1). – P. 87–96.

25. Reardon, J. Optimal Pacing for Running 400 m and 800 m Track Races. / Reardon, J. // *American Journal of Physics*. – 2012. – № 81 (6).

26. Running-Based Anaerobic Sprint Test (RAST) [Электронный ресурс] // *Science for Sport*. – URL: <https://www.scienceforsport.com/running-based-anaerobic-sprint-test-rast/?srsltid=AfmBOopkpYqY9PtKAKIvtO3bMTyU6FwR6mSwBopPl2e7IBRu2NsqAH2B> (дата обращения: 01.10.2025).

27. Rusko, H. A new method for the evaluation of anaerobic running power in athletes / H. Rusko, A. Nummela, A. Mero // *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. – 1993. – № 66 (2). – P. 97–101.

28. Sedano, S. Concurrent training in elite male runners: the influence of strength versus muscular endurance training on performance outcomes. / S. Sedano, P. J. Marín, G. Cuadrado, J. C. Redondo // *Journal of strength and conditioning research*. – 2013. – № 27 (9). – P. 2433–2443.

29. Spencer, M. R. Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes / M. R. Spencer, P. B. Gastin // *Medicine & Science in Sports & Exercise*. – 2001. – № 33 (1). – P. 157–162.

30. Støren, Ø. Aerobic and Anaerobic Speed Predicts 800-m Running Per-

formance in Young Recreational / Ø. Støren, J. Helgerud, J. M. Johansen // *Runners. Frontiers in physiology*. – 2021. – № 12.

31. Vandewalle, H. Standard anaerobic exercise tests. / H. Vandewalle, G. Pérès, H. Monod // *Sports medicine*. – 1987. – №4 (4). – P. 268–289.

32. Vuorimaa, T. Comparison of three maximal anaerobic running test protocols in marathon runners, middle-distance runners and sprinters / T. Vuorimaa, K. Häkkinen, P. Vähäsöyrinki, H. Rusko // *International Journal of Sports Medicine*. – 1996. – № 17 (2). – P. 109–113.

33. Zacharogiannis, E. Correlation of the running-based anaerobic sprint test (RAST) and performance on the 100 m, 200 m and 400 m distance tests / E. Zacharogiannis, G. Paradisis, S. Tziortzis // *Journal of Human Movement Studies*. – 2005. – № 49. – P. 77–92.

34. Zagatto, A. M. Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances / A. M. Zagatto, W. R. Beck, C. A. Gobatto // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2009. – № 23 (6). – P. 1820–1827.

References

1. Alcaraz-Ibañez, M. Effects of resistance training on performance in previously trained endurance runners: A systematic review. / M. Alcaraz-Ibañez, M. Rodríguez-Pérez // *Journal of sports sciences*. – 2018. – № 36 (6). – P. 613–629.

2. Berryman, N. Strength Training for Middle- and Long-Distance Performance: A Meta-Analysis. / N. Berryman, I. Mujika, D. Arvisais, M. Roubéix, C. Binet // *International journal of sports physiology and performance*. – 2018. – № 13 (1). – P. 57–63.

3. Billat, L. V. Significance of the velocity at VO₂max and time to exhaustion at this velocity. / L. V. Billat, J. P. Koralsztein // *SportsMed.* – 1996. – № 22 (2). – P. 90–108.

4. Blagrove, R. C. Effects of Strength Training on the Physiological Determinants of Middle- and Long-Distance Running Performance: A Systematic Review. / R. C. Blagrove, G. Howatson, P. R. Hayes // *Sports Med.* – 2018. – № 48. – P. 1117–1149.

5. Burgess, K. Reliability and validity of the running anaerobic sprint test (RAST) in soccer players / K. Burgess, T. Holt, S. Munro // *Journal of Trainology.* – 2016. – №5 (2). – P. 24–29.

6. Castañeda-Babarro, A. The Wingate Anaerobic Test: a narrative review of methodology, reliability and applications / A. Castañeda-Babarro, A. Arbillaga-Etxarri, A. Rodríguez-Larrad, N. Garatachea // *Applied Sciences.* – 2021. – № 11 (16).

7. de Carvalho E Silva, G. I. Acute Neuromuscular, Physiological and Performance Responses After Strength Training in Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis. / G. I. de Carvalho E Silva, L. H. A. Brandão, D. Dos Santos Silva // *Sports medicine.* – 2022. – № 8 (1).

8. Driss, T. The measurement of maximal (anaerobic) power output on a cycle ergometer: a critical review / T. Driss, H. Vandewalle // *European Journal of Applied Physiology.* – 2013. – № 112. – P. 1–20.

9. Duffield, R. Energy system contribution to 1500- and 3000-metre track running. / R. Duffield, B. Dawson, C. Goodman // *JSportsSci* – 2005. – № 23. – P. 993–1002.

10. Eihara, Y. Heavy Resistance Training Versus Plyometric Training for

Improving Running Economy and Running Time Trial Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. / Y. Eihara, K. Takao, T. Sugiyama // *Sports Med.* – 2022. – № 8.

11. Fujii N. 800-m and 1500-m run times relate to anaerobic performance in competitive runners / N. Fujii, T. Ogawa, M. Ichinose // *Gazzetta Medica Italiana – Archivio per le Scienze Mediche.* – 2012. – № 171 (4). – P. 491–501.

12. Granier, P. Aerobic and anaerobic contribution to Wingate test in sprint and middle-distance runners / P. Granier, B. Mercier, J. Mercier, F. Anselme, C. Préfiché // *European Journal of Applied Physiology.* – 1995. – № 70. – P. 58–65.

13. Hayes, P. R. The effect of muscular endurance on running economy. / P. R. Hayes, D. N. French, K. Thomas // *Journal of strength and conditioning research.* – 2011. – № 25 (9). – P. 2464–2469.

14. Jones, A. M. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. / A. M. Jones, H. Carter // *Sports medicine.* – 2000. № 29 (6). – P. 373–386.

15. Keen, S. A. K. Anaerobic capacity via a maximal run test: Master's Thesis. / S. A. K. Keen // Honolulu: University of Hawai'i at Mānoa. – 2007. – 75pp.

16. Kimura I. F. Validity and reliability of the Hawaii Anaerobic Run Test / I. F. Kimura, C. D. Stickley, M. A. Lentz // *Journal of Strength and Conditioning Research.* – 2014. – № 28 (5). – P. 1386–1393.

17. Legaz-Arrese, A. Validity of the Wingate Anaerobic Test for the evaluation of elite runners / A. Legaz-Arrese, D. Munguía-Izquierdo, L. E. Carranza-García // *Journal of Strength and Condi-*

tioning Research. – 2011. – № 25 (3). – P. 819–824.

18. Llanos-Lagos, C. Effect of Strength Training Programs in Middle- and Long-Distance Runners' Economy at Different Running Speeds: A Systematic Review with Meta-analysis. / C. Llanos-Lagos, R. Ramirez-Campillo, J. et al Moran // Sports Med. – 2024. № 54. – P. 895–932.

19. Llanos-Lagos, C. The Effect of Strength Training Methods on Middle-Distance and Long-Distance Runners' Athletic Performance: A Systematic Review with Meta-analysis. / C. Llanos-Lagos, R. Ramirez-Campillo, J. Moran // Sports Med. – 2024. – № 54. – P. 1801–1833.

20. Maxwell, N. S. Anaerobic capacity: a maximal anaerobic running test versus the maximal accumulated oxygen deficit. / N. S. Maxwell, M. A. Nimmo // Canadian Journal of Applied Physiology. – 1996. – № 21 (1). – P. 35–47.

21. Mikkola, J. Concurrent endurance and explosive-type strength training improves neuromuscular and anaerobic characteristics in young distance runners / J. Mikkola, H. Rusko, A. Nummela // International Journal of Sports Medicine. – 2007. – № 28 (7). – P. 602–611.

22. Nevill, A. M. The relative contributions of anaerobic and aerobic energy supply during track 100-, 400-, and 800-m performance // J. Sports Med. Phys. Fitness. – 2008. – № 48. – P. 138–142.

23. Nummela, A. Reliability and validity of the maximal anaerobic running test / A. Nummela, M. Alberts, R. P. Rijnthjes // International Journal of Sports Medicine. – 1996. – № 17 (2). – P. 97–102.

24. Nummela, A. Comparison of maximal anaerobic running tests on a treadmill and track / A. Nummela, I.

Hämäläinen, H. Rusko // Journal of Sports Sciences. – 2007. – № 25 (1). – P. 87–96.

25. Reardon, J. Optimal Pacing for Running 400 m and 800 m Track Races. / Reardon, J. // American Journal of Physics. – 2012. – № 81 (6).

26. Running-Based Anaerobic Sprint Test (RAST) [Электронный ресурс] // Science for Sport. – URL: <https://www.scienceforsport.com/running-based-anaerobic-sprint-test-rast/?srsltid=AfmBOopkpYqY9PtKAkIvtO3bMTyU6FwR6mSwBopPl2e7IBRu2NsqaH2B> (дата обращения: 01.10.2025).

27. Rusko, H. A new method for the evaluation of anaerobic running power in athletes / H. Rusko, A. Nummela, A. Mero // European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. – 1993. – № 66 (2). – P. 97–101.

28. Sedano, S. Concurrent training in elite male runners: the influence of strength versus muscular endurance training on performance outcomes. / S. Sedano, P. J. Marín, G. Cuadrado, J. C. Redondo // Journal of strength and conditioning research. – 2013. – № 27 (9). – P. 2433–2443.

29. Spencer, M. R. Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes / M. R. Spencer, P. B. Gastin // Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2001. – № 33 (1). – P. 157–162.

30. Støren, Ø. Aerobic and Anaerobic Speed Predicts 800-m Running Performance in Young Recreational / Ø. Støren, J. Helgerud, J. M. Johansen // Runners. Frontiers in physiology. – 2021. – № 12.

31. Vandewalle, H. Standard anaerobic exercise tests. / H. Vandewalle, G. Pérès, H. Monod // Sports medicine. – 1987. – № 4 (4). – P. 268–289.

32. Vuorimaa, T. Comparison of three maximal anaerobic running test protocols in marathon runners, middle-distance runners and sprinters / T. Vuorimaa, K. Häkkinen, P. Vähäsöyrinki, H. Rusko // *International Journal of Sports Medicine*. – 1996. – № 17 (2). – P. 109–113.

33. Zacharogiannis, E. Correlation of the running-based anaerobic sprint test (RAST) and performance on the 100 m,

200 m and 400 m distance tests / E. Zacharogiannis, G. Paradisis, S. Tziortzis // *Journal of Human Movement Studies*. – 2005. – № 49. – P. 77–92.

34. Zagatto, A. M. Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances / A. M. Zagatto, W. R. Beck, C. A. Gobatto // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2009. – № 23 (6). – P. 1820–1827.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Довнер Даниил Русланович – аспирант 2 курса обучения кафедры теории и методики физического воспитания, Уральский государственный университет физической культуры. Челябинск, Россия. 454091, г. Челябинск, ул. Орджоникидзе, 1.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Dovner Daniil Ruslanovich is a 2nd-year postgraduate student at the Department of Theory and Methods of Physical Indoctrination, Ural State University of Physical Education. Chelyabinsk, Russia. Ordzhonikidze str., 1, Chelyabinsk, 454091.