

СТРУКТУРНАЯ СВЯЗНОСТЬ СПОРТИВНОЙ ХОДЬБЫ НА 20 КМ У МУЖЧИН

Б.В. ЕРМОЛАЕВ,
Московский Политех, г. Москва;
В.В. МЕХРИКАДЗЕ,
ФГБОУ ВО МГАФК, п.г.т. Малаховка,
Московская область, Россия

Аннотация

Исследовалась скоростная структура спортивной ходьбы на 20 км у мужчин. Анализ автокорреляционной функции динамического ряда скоростной структуры ходьбы позволил исследовать трендовые компоненты и связность скоростного ряда, его индивидуальные тенденции. Показано, что скорость затухания коррелограммы является индикатором структурной связности ходьбы. Исследование соревновательной тактики ходьбы элитных спортсменов установило наличие устойчивого равномерно восходящего тренда ходьбы по дистанции. Структурная связность ходьбы является интегративным критерием целостности упражнения, сбалансированности скоростного профиля дистанции.

Ключевые слова: темп ходьбы, скоростная структура, равномерно восходящий тренд, динамический ряд, автокорреляционная функция, лаг, скорость затухания коррелограммы.

STRUCTURAL CONNECTIVITY OF MEN'S 20 KM RACEWALK

B.V. ERMOLAEV,
Moscow Poly, Moscow city;
V.V. MEKHRIKADZE,
FSBEI HE MSAPE, p.g.t. Malakhovka,
Moscow region, Russia

Abstract

The paper studied the speed structure of the 20 km racewalk among men. An analysis of the autocorrelation function of the dynamic series of the racewalking speed structure allowed for the investigation of the trend components and connectivity of the speed series, as well as its individual tendencies. It was shown that the rate of decay of the correlogram is an indicator of the structural connectivity of walking. The study of competitive racewalking tactics of elite athletes established the presence of a stable uniformly ascending trend of walking along the distance. Structural connectivity of walking is an integrative criterion for the integrity of the exercise and the balance of the speed profile of the distance.

Keywords: racewalking pace, speed structure, uniformly ascending trend, dynamic series, autocorrelation function, lag, rate of decay of the correlogram.

Введение

Ключевой элемент спортивного результата в ходьбе на 20 км – корректно разработанная модель прохождения дистанции, стратегический проект индивидуальной структуры соревновательных действий. Стратегия изменения темпа спортсмена, его возможности по распределению ресурсов (энергии и работы) во время выполнения упражнения оказывают значительное влияние на результат [1]. Исследование особенностей динамики темпа ходьбы на 20 км показало существенное значение баланса режима ходьбы, ее темповой структуры – умения элитных спортсменов-медалистов быстро стартовать и поддерживать этот темп на протяжении всей дистанции [4]. Анализ распределения скорости ходьбы по 1000-метровым участкам на дистанции 10 км позволил сделать вывод о том, что темп ходьбы (время прохождения кило-

метра, обратно пропорциональное средней скорости) также должен быть отрицательным – более медленный старт с последующим постепенным увеличением скорости движения по ходу дистанции. При этом стратегия выбора темпа, являясь ключевым фактором высокого результата на соревнованиях, не зависит от пола спортсмена и дистанции [2].

Точная оценка и выбор оптимальной стартовой скорости, а также способность сохранять (и даже увеличивать) ее на протяжении всей дистанции отличает элитных спортсменов. Выбор темпа является результатом осознанного поведения спортсмена, регулируемого мозгом на основе сложного алгоритма, включающего периферийную сенсорную обратную связь и ожидаемую остаточную нагрузку [1, 5].



Таким образом, преимущественно используя в спортивной ходьбе на дистанции от 10 до 20 км отрицательный темп (с постепенным увеличением скорости движения), спортсмены могут индивидуально выбирать другую скоростную структуру ходьбы: равномерную (сохранение высокой постоянной скорости); нисходящую (последовательное снижение скорости на протяжении дистанции); параболическую (старт с высокой скоростью, замедление в середине дистанции и увеличение в конце) и переменную (нет строго определенной схемы распределения скоростей) [1, 3]. Индивидуальный выбор профиля темпа ходьбы зависит от многих показателей: рельефа дистанции, скорости пелотона, контингента участников (ранга соревнований) и т.д. Показано отсутствие согласованности между предварительно заданной, индивидуально запрограммированной моделью темпа спортивной ходьбы и ее реализацией в условиях соревнований при предпочтительной стратегии равномерного темпа на протяжении всей дистанции у более опытных спортсменов [3].

Цель исследования – анализ целостности индивидуальной скоростной структуры ходьбы на 20 км у мужчин на основе данных результатов соревновательной тактики элитных спортсменов. Структурная связность ходьбы рассматривается не только как интегративный критерий биомеханических характеристик упражнения, но и как методика идентификации рассогласования индивидуального, предварительно выбранного с тренером и обоснованного плана и его практической реализации.

Методика и организация исследования

Автокорреляционная функция – естественный инструмент, позволяющий измерить связность скоростной структуры ходьбы на 20 км, связь между предшествующими и последующими значениями нестационарного динамического ряда (между «прошлым» и «будущим»). Значение автокорреляционной функции подсчитывалось с помощью коэффициента корреляции между исходным рядом динамики и им же, но сдвинутым на несколько шагов (лагов) по времени. Автокорреляционная зависимость и построенная на ее основании коррелограмма позволяют обнаружить внутреннюю структуру скоростного ряда (наличие трендовой компоненты) и ее общие тенденции – насколько хорошо ряд «помнит» свой предшествующий опыт, его связность, определяющую «весь ряд как одно целое».

Исследовались официальные технические протоколы результатов элитных спортсменов, показанные в соревнованиях по ходьбе на дистанции 20 км на XXXIII Играх Олимпиады в Париже [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ протоколов результатов соревнования демонстрирует скоростную структуру (ряды динамики) пелотона – синтетического объединения лидеров каждого отрезка дистанции, победителя соревнований и спортсменов, занявших соответственно 4-е (отставание от победителя 17 с) и 10-е (отставание – 61 с) места (рис. 1).

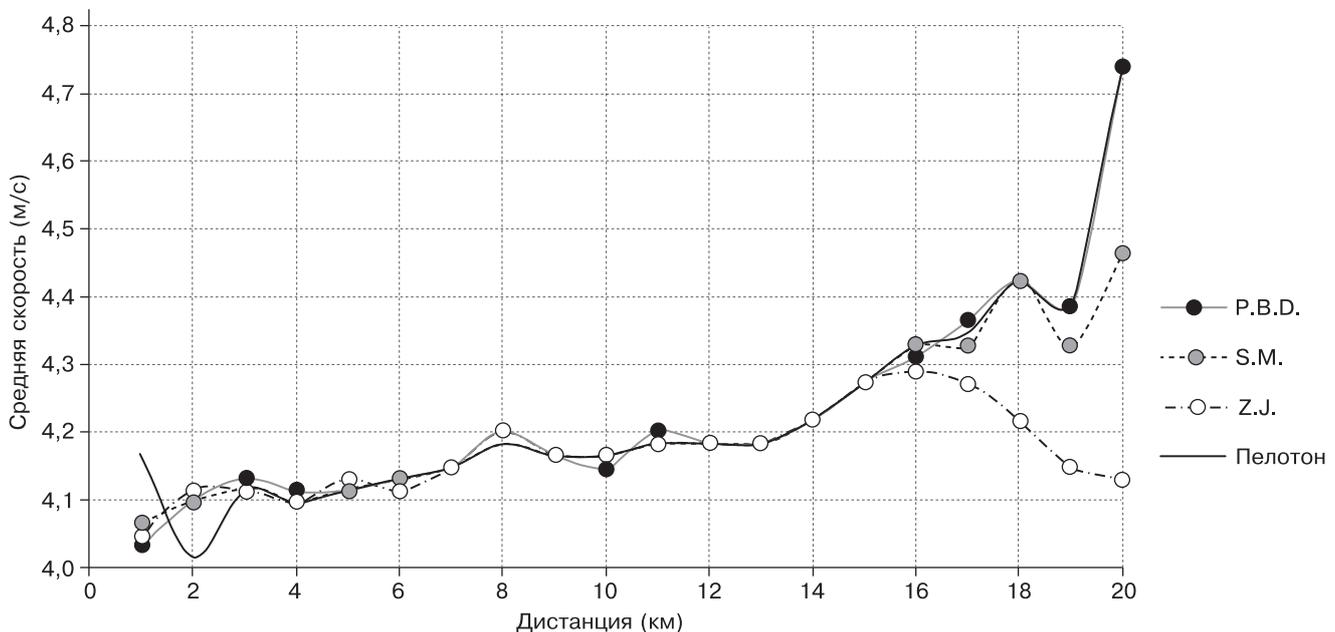


Рис. 1. Распределение средней скорости ходьбы на каждом километре дистанции 20 км у мужчин

Анализируя микроструктуру распределения средних скоростей ходьбы спортсменов по дистанции, можно считать ее условно (в линейном приближении) равномерно восходящей моделью скоростной структуры ходьбы с оптимально высокой стартовой скоростью и последующим постепенным, заметно увеличивающимся к финишу, ростом скорости движения по дистанции.

Такую структуру формирует головная группа ходяков (пелотон), включающая до 16-го км всех приведенных на рис. 1 спортсменов.

Индивидуальные профили автокорреляционных зависимостей динамического ряда скоростей для разных временных сдвигов (коррелограммы) представлены на рис. 2. Данные демонстрируют большую схожесть ско-



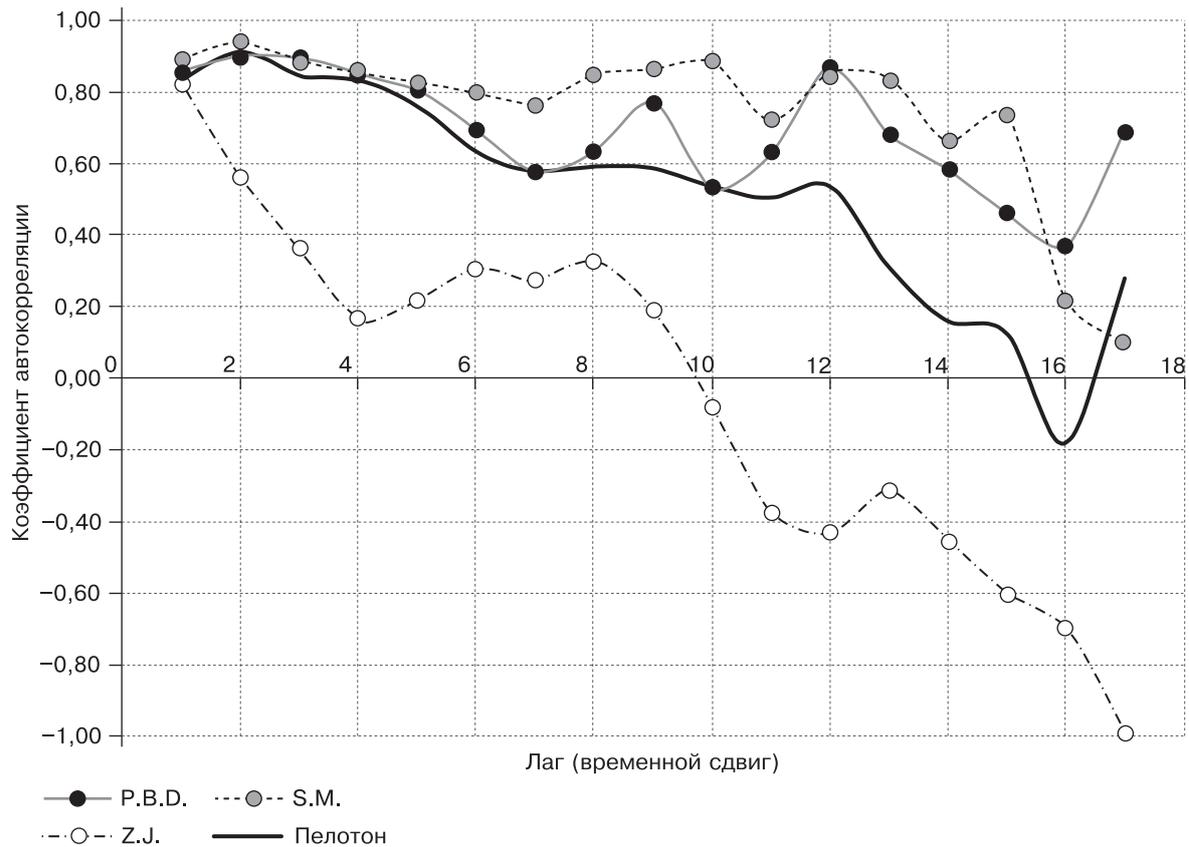


Рис. 2. Коррелограмма скорости структуры ходьбы на 20 км

ростной структуры ходьбы у сильнейших спортсменов (их близость к скоростной структуре пелотона) и одновременно существенное различие их коррелограмм.

Автокорреляционная функция позволяет определить, насколько быстро затухает временная зависимость в рядах. Если коэффициенты корреляции на рис. 2 с ростом значения лага убывают очень медленно, как у спортсменов P.V.D. и S.M., то коррелограмма является слабо затухающей (характерный признак нестационарного процесса), указывая на сильную связность равномерно восходящего тренда. Быстро затухающая коррелограмма пелотона, и особенно Z.J., свидетельствуют о слабой связности скоростной структуры ходьбы. Другими словами, скорость затухания коррелограммы является индикатором структурной связности ходьбы.

Высокий уровень коэффициентов автокорреляции для всей коррелограммы (всех показателей лагов) у P.V.D. и S.M. обосновывает связность скоростной структуры ходьбы, наличие доминирующего общего тренда, целостности всех ее фрагментов, причем потенциал сохранения общей скоростной структуры у этих спортсменов сопоставим для большей части дистанции. На протяжении всего пути спортсмены не только обладают ресурсами при высокой начальной скорости поддерживать равномерно восходящую структуру, но и высоким уровнем специфической дифференциальной чувствительности («чувства скорости»), ассимилируя скорость головной группы спортсменов (пелотона)

в индивидуально оптимальный темп. При этом они и задают ее – оптимальную для себя скорость, особенно на второй половине дистанции. Для спортсмена Z.J. скоростная структура пелотона оказалась неадекватной его функциональным возможностям (он шел наравне с лидерами до 16 км), и связность скоростной структуры нарушилась.

Пелотон гонки был достаточно «плотным» (на разных участках дистанции головную группу возглавляли 8 спортсменов), что позволяло поддерживать высокий темп на протяжении всего пути. Однако скоростная структура пелотона не является эффективной (см. рис. 2), ее связность нарушена при сохранении общей равномерно восходящей тенденции. Нарушение связности произошло за счет неоптимального распределения скорости в начале дистанции (см. рис. 1).

Установлено, что, несмотря на тщательно обоснованную и спланированную оптимальную темповую стратегию, середина дистанции является критической точкой, после которой, как правило, можно наблюдать постепенное снижение скорости у спортсменов [4]. В связи с этим одним из специфических параметров, позволяющих судить об общей тенденции структуры прохождения дистанции, является корреляция скоростной структуры 1-й и 2-й половин дистанции – автокорреляция с лагом 10. Ее значимые (по шкале Чеддока) показатели у P.V.D. и S.M. говорят о хорошей сбалансированности целостного скоростного профиля дистанции, структурной связ-



ности (согласованности тенденций) 1-й и 2-й половин, наличии ресурсов организма спортсменов поддерживать и даже развивать скорость, генерируемую пелотоном, и на второй половине дистанции. У Z.J. автокорреляция в этой точке равна: $-0,1$, связность скоростных структур 1-й и 2-й половин дистанции отсутствует.

В условиях того, что модель эффективной скоростной структуры – равномерно восходящая, когда скорость не убывает (слабо увеличивается, особенно в последней части дистанции), высокая отрицательная автокорреляция у Z.J. для больших значений лага означает существенное противоречие тенденций стартовых и заключительных отрезков дистанции, приводящее к нарушению связности общей структуры. Например, автокорреляция с лагом 15, равная $-0,6$, означает заметное несоответствие тенденции скоростной структуры первых и последних 5 км дистанции. Заметим, что представленные на рис. 2 коррелограммы не исчерпывают все возможные варианты индивидуальной скоростной структуры (нисходящие, параболические, переменные).

Автокорреляционная зависимость и коррелограмма являются сущностными индивидуализированными

характеристиками связности скоростной структуры ходьбы, в том числе позволяя описать соответствие (или расходимость) предварительной схемы и ее практической реализации, локализовать место ее нарушения и выявить возможные причины.

Заключение

Анализировалась автокорреляционная функция динамического ряда скоростной структуры ходьбы, позволяющая исследовать его трендовые компоненты, связность ряда и индивидуальные тенденции. При этом индикатором структурной связности ходьбы является скорость затухания коррелограммы. Результаты исследования соревновательной тактики ходьбы на 20 км элитных спортсменов показали присутствие устойчивого, равномерно восходящего тренда ходьбы по дистанции – существование специфической скоростной структуры. Структурная связность ходьбы является интегративным критерием целостности упражнения. Результаты моделирования установили, что скоростная структура пелотона не является связной и, следовательно, эффективной при сохранении общей тенденции.

Литература / References

1. Abbiss C.R., Laursen P.B. Describing and Understanding Pacing Strategies during Athletic Competition // *Sports Medicine*. – 2008. – Vol. 38 (3). – Pp. 239–252. – DOI: 10.2165/00007256-200838030-00004
2. Alves D.L., Cruz R., Bara C.L.B.P., Ruy-Barbosa M.A., Osiecki R., Lima J.R.P. Does Sex, Distance and Performance Level Influence the Pacing Strategy of Race Walkers? // *Sport Sciences for Health*. – 2021. – Vol. 17. – Pp. 335–340. – DOI: 10.1007/s11332-020-00691-x
3. Alves D.L., Cruz R., Lima-Silva A.E., Domingos P.R., Bertuzzi R., Osiecki R., De-Oliveira F.R., Lima J.R.P. Are Experienced and High-Level Race Walking Athletes Able to Match Pre-Programmed with Executed Pacing? // *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. – 2019. – Vol. 52 (6). – P. 8593. – DOI: 10.1590/1414-431X20198593
4. Hanley B. An Analysis of Pacing Profiles of World-Class Racewalkers // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. – 2013. – Vol. 8 (4). – Pp. 435–441. – DOI: 10.1123/ijsp.8.4.435
5. Vernillo G., Agnello L., Drake A., Padulo J., Piacentini M.F., La Torre A. An Observational Study on the Perceptive and Physiological Variables During a 10,000-m Race Walking Competition // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2012. – No. 26 (10). – Pp. 2741–2747. – DOI: 10.1519/JSC.0b013e318242a33c
6. Olympics.com. World Athletics Race Walking Team Championships 2024: All results and times – full list [Online], URL: <https://olympics.com/ru/paris-2024/results/athletics/men-s-20km-race-walk/fnl-000100> (date of access: 02.10.2024).

