

Влияние психофизиологических показателей на результат бега на 200 м у спринтеров высокой квалификации с нарушением зрения на примере элитной спортсменки

Чайка Е.И.

Харьковский национальный университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.1468335>

Abstract

Chaika O.I. Influence of psycho-physiological indicators on the result of running on 200 m for high-qualified sprinters with visual impairment on the example of elite sportswoman

The aim of the work is to reveal the influence of psycho-physiological factors on the individual performance in a track and field sprint among highly qualified athletes with visual impairment on the example of an elite athlete. *Material and methods.* highly qualified athlete participated in the study, specializing in short-distance running and long jump among athletes with visual impairments in 2010 European Athletics Champion; winner of the World Paralympic Championships and the Paralympic Games for Athletes with Visual Impairment (Category T12) 2016. Psychophysiological testing athlete held close to the screen. The course of the study. The individual characteristics of the psychophysiological state and the results in the 200 m race for five months were analyzed. The results in the 200 m race were recorded at the official and unofficial competitions. A total of 36 results were analyzed. Results. Multiple linear regression models were compiled between results in a 200 m race for an elite athlete with visual impairment and psycho-physiological indicators. The selected model of multiple regression is represented by the following variables: simple visual motor response time (ms), total test time with feedback at 120 signals (s), time to reach the minimum signal exposure in a test with feedback at 30 signals (s), the time to reach the minimum signal exposure in the test with feedback at 120 signals (s). *Conclusions.* The compensatory mechanisms of visual function insufficiency to maintain high speed in 200 m run as psycho-physiological functions were revealed: indicators characteristic of sprinters (simple reaction speed and mobility of the nervous system) and specific indicators (efficiency, strength of the nervous system).

Key words: sprint, track and field athletics, vision, limited possibilities, psychophysiological functions, nervous system.

Анотація

Чайка О.І. Вплив психофізіологічних показників на результат бігу на 200 м у спринтерів високої кваліфікації з порушенням зору на прикладі елітної спортсменки

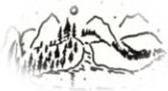
Мета роботи - виявити вплив психофізіологічних факторів на індивідуальну результативність в легкоатлетичному спринті у атлетів високої кваліфікації з порушенням зору на прикладі елітної спортсменки. *Матеріал і методи.* У дослідженні взяла участь спортсменка високої кваліфікації, спеціалізується в бігу на короткі дистанції і стрибках в довжину серед спортсменів з вадами зору на чемпіонка Європи з легкої атлетики 2010 року; призер чемпіонатів світу серед паралімпійців і Паралімпійських ігор серед спортсменів з вадами зору (категорія T12) 2016 року. Психофізіологічне тестування спортсменка проходила близько до екрану. Хід дослідження. Були проаналізовані індивідуальні особливості психофізіологічного стану і результати в бігу на 200 м протягом п'яти місяців. Результати в бігу на 200 м фіксувалися на офіційних і неофіційних змаганнях. Всього проаналізовано 36 результатів. *Результати.* Складено моделі множинної лінійної регресії між результатами в бігу на 200 м у елітної спортсменки з порушенням зору і психофізіологічними показниками. Обрана модель множинної регресії представлена наступними змінними: час простої зорово-моторно-реакції (мс), загальний час виконання тесту зі зворотним зв'язком при 120 сигналах (с), час виходу на мінімальну експозицію сигналу в тесті зі зворотним зв'язком при 30 сигналах (с), час виходу на мінімальну експозицію сигналу в тесті зі зворотним зв'язком при 120 сигналах (с). *Висновки.* Виявлено компенсаторні механізми недостатності зорової функції для підтримки високої швидкості в бігу на 200 м в якості психофізіологічних функцій: показники, характерні для спринтерів (швидкість простий реакції і рухливість нервової системи) і специфічні показники (працездатність, сила нервової системи).

Ключові слова: спринт, легка атлетика, зір, обмежені можливості, психофізіологічні функції, нервова система.

Аннотация

Цель работы – выявить влияние психофизиологических факторов на индивидуальную результативность в легкоатлетическом спринте у атлетов высокой квалификации с нарушением зрения на примере элитной спортсменки. *Материал и методы.* В исследовании приняла участие спортсменка высокой квалификации, специализируется в беге на короткие дистанции и прыжках в длину среди спортсменов с нарушениями зрения чемпионка Европы по легкой атлетике 2010 года; призер чемпионатов мира среди паралимпийцев и Паралимпийских игр среди спортсменов с нарушениями зрения (категория T12) 2016 года. Психофизиологическое тестирование спортсменка проходила близко к экрану. *Ход исследования.* Были проанализированы индивидуальные особенности психофизиологического состояния и результаты в беге на 200 м в течение пяти месяцев. Результаты в беге на 200 м фиксировались на официальных и неофициальных соревнованиях. Всего проанализировано 36 результатов. *Результаты.* Составлены модели множественной линейной регрессии между результатами в беге на 200 м у элитной спортсменки с нарушением зрения и психофизиологическими показателями. Выбранная модель множественной регрессии представлена следующими переменными: время простой зрительно-моторно-реакции (мс), общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (с), время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 30 сигналах (с), время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 120 сигналах (с). *Выводы.* Выявлены компенсаторные механизмы недостаточности зрительной функции для поддержания высокой скорости в беге на 200 м в качестве психофизиологических функций: показатели, характерные для спринтеров (скорость простой реакции и подвижность нервной системы) и специфические показатели (работоспособность, сила нервной системы).

Ключевые слова: спринт, легкая атлетика, зрение, ограниченные возможности, психофизиологические функции, нервная система.



Введение

Дистанция 200 м в легкой атлетике характеризуется высокими требованиями к проявлению не только скоростно-силовых возможностей с креатин-фосфатной системой энергообеспечения, но и началом включения анаэробного гликолиза [1; 2]. Поэтому для повышения результативности в данном виде легкой атлетики необходимо развитие не только взрывной силы и способности поддерживать высокую работоспособность в течение 10-15 с, но и способности к скоростно-силовой работе более 10-15 с для поддержания высокой скорости на дистанции [3; 4]. Одним из факторов успешности в скоростно-силовых видах спорта является регуляция напряжения и расслабления мышц со стороны нервной системы. Поэтому от психофизиологических функций и индивидуальных типологических особенностей зависит спортивный результат в данном виде легкой атлетики.

Психофизиологические функции и типологические особенности являются врожденными характеристиками, и поэтому являются одним из основных факторов, определяющих основные аспекты спортивной деятельности [5]. В ряде исследований показана целесообразность учета психофизиологических функций спортсменов для определения индивидуальных стилей спортивной борьбы в единоборствах [6], игровых аплуа в спортивных играх [7; 8; 9] и в других видах спорта вида спорта [10]. Е.П. Ильин [11; 12] критически отмечает, что до сих пор, например, высказывается точка зрения, что для спортивных успехов выгодно иметь сильную, подвижную и уравновешенную нервную систему.

В тех видах спорта, где быстродействие является одним из главных факторов, определяющих успех спортивной деятельности, спортсмены со стажем в большинстве случаев имеют «спринтерский» типологический комплекс. Он обнаружен у спринтеров-легкоатлетов, в рапиристов, акробатов, спринтеров-велосипедистов, у игроков в настольный теннис [11].

Наконец, в видах спорта, требующих проявления скоростной выносливости (например, в беге на 400 м), большинство спортсменов имеют сильную нервную систему [12; 13], среднюю подвижность нервных процессов, преобладание возбуждения по внутреннему балансу, то есть типологию, способствующую проявлению терпимости к утомлению [12; 13].

Каждая психомоторная способность может быть обусловлена многими задатками (в нашем случае – типологическими особенностями), что позволяет говорить о типологических комплексах, обуславливающих ту или иную способность. Так, скоростные способности (короткое время реагирования на сигнал, быстрое сокращение мышц и высокий максимальный темп движений) обусловлены сочетанием слабой нервной системы с подвижностью нервных процессов и преобладанием возбуждения или уравновешенностью нервных процессов по внешнему балансу. Чем больше у спортсмена есть этих типологических особенностей (а наличие их всех у человека совсем не обязательно), тем более вероятно, что у него выражены скоростные способности [5; 11; 12].

Не смотря на то, что в современных научных исследованиях уже предприняты попытки характеристики спортсменам – представителям разных видов спорта с точки зрения типологических особенностей нервной системы, актуальной задачей является определение психофизиологических показателей и типологических особенностей индивидуально для каждого атлета. Это связано с тем, что индивидуальные психофизиологические различия могут быть настолько выраженными, что будут обуславливать необходимый набор средств и методов подготовки атлетов.

Особенно данная проблема актуальна для спортсменов с ограниченными возможностями [14], в частности, для спортсменов с ограничением зрения. В данном исследовании было сделано предположение, что: 1) существуют психофизиологические факторы, обуславливающие спортивный результат индивидуально для каждого спортсмена; 2) у спортсменов с нарушением зрения повышается влияние психофизиологических факторов как компенсаторных механизмов ограниченных зрительных возможностей.

Цель работы – выявить влияние психофизиологических показателей на индивидуальную результативность в легкоатлетическом спринте у атлетов высокой квалификации с нарушением зрения на примере элитной спортсменки.

Материал и методы

Участники

В исследовании приняла участие спортсменка высокой квалификации, специализируется в беге на короткие дистанции



и прыжках в длину, чемпионка Европы по лёгкой атлетике 2010 года; призёр чемпионатов мира среди паралимпийцев и Паралимпийских игр среди спортсменов с нарушениями зрения (категория T12) 2016 года. Психофизиологическое тестирование спортсменка проходила близко к экрану.

Ход исследования. Были проанализированы индивидуальные особенности психофизиологического состояния и результаты в беге на 200 м в течение пяти месяцев 2015 г.

Составлены модели множественной линейной регрессии между результатами в беге на 200 м и психофизиологическими показателями.

Результаты в беге на 200 м фиксировались на официальных и неофициальных соревнованиях. Всего проанализировано 36 результатов. За 1 день до старта фиксировались психофизиологические показатели с помощью компьютерной программы «Психодиагностика». Фиксировали следующие параметры [5; 8]:

Комплекс показателей по скорости простой зрительно-моторной реакции (среднее значение из 30 попыток (мс), среднее квадратическое отклонение (мс), количество ошибок); длительность экспозиции (сигнала) – 900 мс;

Комплекс показателей сложной зрительно-моторной реакции выбора 1 элемента из трех и выбора двух элементов из трех (среднее значение из 30 попыток (мс), среднее квадратическое отклонение (мс), количество ошибок); длительность экспозиции (сигнала) – 900 мс;

Комплекс показателей сложной зрительно-моторной реакции выбора двух элементов из трех в режиме обратной связи, т.е. по мере изменения времени реагирования изменяется время подачи сигнала; «короткий вариант» проводится в режиме обратной связи, когда длительность экспозиции изменяется автоматически в зависимости от ответных реакций испытуемого: после правильного ответа длительность следующего сигнала уменьшается на 20 мс, а после неправильного - увеличивается на ту же величину. Диапазон изменения экспозиции сигнала при работе испытуемого находится в пределах 20-900 мс с паузой между экспозициями в 200 мс. Правильным ответом считается нажатие левой (правой) кнопки мыши во время отображения определенной экспозиции (изображения), либо в период паузы после текущей экспозиции. В данном тесте время выхода на минимальную экспозицию сигнала и

время минимальной экспозиции сигнала отражают функциональную подвижность нервных процессов; количество ошибок отражает силу нервных процессов (чем меньше данные показатели, тем выше подвижность и сила нервной системы). Длительность начальной экспозиции – 900 мс; величина изменения длительности сигналов при правильных или ошибочных ответах – 20 мс; пауза между предъявлениями сигналов – 200 мс; число сигналов – 50. Фиксируются показатели: средняя величина латентного периода (M), мс; среднее квадратическое отклонение (σ), мс; количество ошибок; время выполнения теста, с; минимальное время экспозиции, мс; время выхода на минимальную экспозицию, с.

Комплекс показателей сложной зрительно-моторной реакции выбора двух элементов из трех в режиме обратной связи, т.е. по мере изменения времени реагирования изменяется время подачи сигнала; «продолжительный вариант» проводится в режиме обратной связи, когда длительность экспозиции изменяется автоматически в зависимости от ответных реакций испытуемого: после правильного ответа длительность следующего сигнала уменьшается на 20 мс, а после неправильного - увеличивается на ту же величину. Диапазон изменения экспозиции сигнала при работе испытуемого находится в пределах 20-900 мс с паузой между экспозициями в 200 мс. Правильным ответом считается нажатие левой (правой) кнопки мыши во время отображения определенной экспозиции (изображения), либо в период паузы после текущей экспозиции. В данном тесте время выхода на минимальную экспозицию сигнала и время минимальной экспозиции сигнала отражают функциональную подвижность нервных процессов; количество ошибок отражает силу нервных процессов (чем меньше данные показатели, тем выше подвижность и сила нервной системы). Кроме того, общее время выполнения теста отражает сочетание силы и подвижности нервных процессов. Длительность начальной экспозиции – 900 мс; величина изменения длительности сигналов при правильных или ошибочных ответах – 20 мс; пауза между предъявлениями сигналов – 200 мс; число сигналов – 120. Фиксируются показатели: средняя величина латентного периода (M), мс; среднее квадратическое отклонение (σ), мс; количество ошибок; время выполнения теста, с; минимальное время экспозиции, мс; время выхода на минимальную экспозицию, с.



Определялись также показатели психической работоспособности по тесту Шульте. В данном тесте испытуемому нужно в таблицах 5X5 из 25 цифр (от 1 до 25), расположенных в произвольном порядке, по очереди отмечать цифры от 1 до 25. После прохождения первой таблицы сразу же появляется вторая с другим порядком цифр, и т.д. Всего испытуемый проходит 5 таблиц. Фиксировали время работы на каждой таблице из пяти (мин.), эффективность работы как среднее арифметическое времени работы на пяти таблицах (мин).

Математическая обработка результатов. По результатам в беге на 100 м, 200 м и психофизиологическим показателям был проведен множественный регрессионный анализ по типу линейной модели пошаговым методом с помощью программ SPSS и EXCEL.

Результаты

Для выявления степени влияния психофизиологических функций на спортивный результат в беге на 200 м был проведен множественный регрессионный анализ пошаговым методом. Зависимой переменной был результат пробегания 200 м. Независимыми переменными являлись 39 показателей психофизиологического состояния согласно применяемым методам исследования. При

пошаговом методе множественной регрессии в анализ поочередно вовлекаются анализируемые переменные. Алгоритм анализа множественной регрессии, предусмотренный программой SPSS, позволяет на каждом шаге отбирать наиболее значимые переменные по степени влияния на спортивный результат. В результате отбираются только те модели множественной регрессии, которые содержат наиболее значимые коэффициенты. Остальные переменные помещаются программой в таблицу «Исключенные переменные». В нашем исследовании мы останавливаемся на анализе моделей множественной регрессии, содержащих переменные, включенные программой как переменные моделей множественной регрессии с достоверно значимыми коэффициентами.

Судя по значениям коэффициентов R , R^2 и смещенный R^2 , все четыре модели являются достоверными и с высокой степенью точности описывают взаимосвязь между психофизиологическими показателями и временем пробегания 200 м у элитной спортсменки с нарушением зрения (табл. 1). Поскольку во всех шести моделях значения R , R^2 и смещенного R^2 близки к 1, можно судить о высокой степени влияния психофизиологических показателей на результаты в беге на 200 м у элитной спортсменки с нарушением зрения.

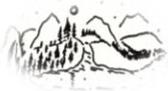
Таблица 1

Сводная таблица регрессионных моделей влияния психофизиологических показателей на время пробегания дистанции 200 м элитной атлеткой с нарушением зрения (количество измерений – 36)

Модель	R	R^2	Смещенный R^2	Стандартная ошибка оценки
1	0,779a	0,606	0,595	1,17
2	0,830b	0,689	0,67	1,06
3	0,897c	0,804	0,786	0,85
4	0,927d	0,86	0,841	0,73

Примечания:

- Влияющие переменные: (константа), время простой зрительно-моторно-реакции (среднее значение за одно тестирование из 30 сигналов) (ПЗМР_ср) (мс);
- Влияющие переменные: (константа), время простой зрительно-моторно-реакции (среднее значение за одно тестирование) (ПЗМР_ср) (мс); общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вып) (с);
- Влияющие переменные: (константа), время простой зрительно-моторной реакции (среднее значение за одно тестирование) (ПЗМР_ср) (мс); общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вып) (с); время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 30 сигналах (ФПНС_вых) (с);
- Влияющие переменные(константа), время простой зрительно-моторно-реакции (среднее значение за одно тестирование) (ПЗМР_ср) (мс); общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вып) (с); время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 30 сигналах (ФПНС_вых) (с); время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вых) (с)



О высокой степени влияния психофизиологических показателей на время пробегания отрезка 200 м элитной спортсменкой свидетельствует также высокая значимость всех четырех регрессионных моделей (табл. 2).

Пошаговый метод множественного регрессионного анализа позволяет поочередно вовлекать в модели анализируемые показатели. В нашем исследовании на первом шаге, т.е. в первой модели, был вовлечен один показатель – время простой зрительно-моторной реакции (мс) (табл. 3). На втором шаге (модель 2), помимо времени простой зрительно-моторно-реакции (ПЗМР_ср) (мс); в анализ было вовлечено общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вып) (с). На третьем шаге в третью модель в качестве переменных, влияющих на время пробегания отрезка 200 м, были вовлечены следующие показатели: время простой зрительно-моторно-реакции (среднее значение за одно тестирование) (ПЗМР_ср) (мс); общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вых) (с); время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 30 сигналах (ФПНС_вых) (с). На четвертом шаге, в четвертой модели, влияющими переменными оказались время простой зрительно-моторно-реакции (среднее значение за одно тестирование) (ПЗМР_ср) (мс); общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вып) (с); время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 30 сигналах (ФПНС_вых) (с); время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вых) (с). Помимо переменных, отражающих психофизиологические показатели, каждая модель содержит константу, отражающую другие факторы, влияющие на время пробегания 200 м элитной спортсменкой вне зависимости от анализируемых показателей психофизиологического состояния (табл. 3). Другие факторы, влияющие на время пробегания 200 м, отражает также дисперсия остатков (табл. 2). Анализ достоверности коэффициентов множественной регрессии в рассчитанных моделях показывает, что только в четвертой модели все коэффициенты и константа являются достоверными ($p < 0,05$) (табл. 3).

В первой, второй и третьей моделях множественной регрессии константа является не достоверной (табл. 3). Судя по значениям величины Beta для регрессионных коэффициентов, во всех четырех моделях наиболее влиятельным на время пробегания 200

м является показатель простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР_ср).

Вторым по степени влияния, хотя и значительно меньшим, является показатель общего времени выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вып) (с). Однако в четвертой модели величина влияния времени выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 30 сигналах (ФПНС_вых) (с) и время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вых) (с) практически такая же, как и величина влияния простой зрительно-моторной реакции (табл. 3).

Исходя из результатов проведенного анализа коэффициентов в полученных моделях множественной регрессии, для описания влияния психофизиологических функций на время пробегания 200 м элитной атлеткой с нарушением зрения, мы выбрали четвертую модель, поскольку она содержит 4 показателя (наибольшее количество из всех полученных моделей) с достоверными коэффициентами и всех коэффициентов со значениями Beta больше 0,4. В итоге было получено следующее уравнение регрессии:

$$y = 10,13 + 0,045x_1 + 0,017x_2 + 0,001x_3 + 0,008x_4 \quad (1)$$

где:

y – время пробегания элитной спортсменкой с нарушением зрения 200 м;

x_1 – время простой зрительно-моторно-реакции (среднее время минимальной экспозиции на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 120 сигналах (СНП_эксп) (мс),

x_2 – общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вып) (с) (мс),

x_3 – время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 30 сигналах (ФПНС_вых) (с);

x_4 – время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вых) (с)

Подставив средние значения результатов психофизиологического тестирования атлетки (табл. 4) в данное уравнение, получаем:

$$\begin{aligned} \text{Бег } 200 \text{ м (с)} &= \\ &= 10,13 + 0,045 * 238,08 + 0,017 * 279,56 + 0,001 * 75,83 \\ &+ 0,008 * 66,17 \end{aligned}$$

$$\text{Бег } 200 \text{ м (с)} = 26,20$$



Сводная таблица источников дисперсии и значимости регрессионных моделей влияния психофизиологических показателей на время пробегания дистанции 200 м элитной атлеткой с нарушением зрения (количество измерений – 36)

ANOVA (g) – дисперсионный анализ						
Модель	Параметры	Сумма квадратов	df Степени свободы	Среднее значение квадрата	F	Значимость (p)
1	Регрессия	71,57	1	71,57	52,365	0,000a
	Остатки	46,469	34	1,367		
	Сумма	118,04	35			
2	Регрессия	81,274	2	40,637	36,475	0,000b
	Остатки	36,766	33	1,114		
	Сумма	118,04	35			
3	Регрессия	94,961	3	31,654	43,89	0,000c
	Остатки	23,079	32	0,721		
	Сумма	118,04	35			
4	Регрессия	101,464	4	25,366	47,438	0,000d
	Остатки	16,576	31	0,535		
	Сумма	118,04	35			

Примечания:

a. Влияющие переменные: (константа), время простой зрительно-моторно-реакции (среднее значение за одно тестирование из 30 сигналов) (ПЗМР_ср) (мс);

b. Влияющие переменные: (константа), время простой зрительно-моторно-реакции (среднее значение за одно тестирование) (ПЗМР_ср) (мс); общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вып) (с);

c. Влияющие переменные: (константа), время простой зрительно-моторно-реакции (среднее значение за одно тестирование) (ПЗМР_ср) (мс); общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вып) (с); время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 30 сигналах (ФПНС_вых) (с);

d. Влияющие переменные: (константа), время простой зрительно-моторно-реакции (среднее значение за одно тестирование) (ПЗМР_ср) (мс); общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вып) (с); время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 30 сигналах (ФПНС_вых) (с); время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вып) (с)

Взаимосвязь времени пробегания 200 м и психофизиологических показателей представлена на рисунках 1-3. Для наглядного представления были выбраны психофизиологические показатели первой и второй модели, поскольку они появляются на первых шагах многомерного регрессионного анализа. Графическое представление данных показателей свидетельствует о высокой взаимосвязи между временем пробегания отрезка 200 м временем простой зрительно-моторной реакции (рис. 1), между временем пробегания отрезка 200 м и общим временем выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вып) (с), (рис. 2), а также между всеми этими тремя показателями (рис. 3).

Дискуссия

Полученные результаты подтвердили выдвинутую в данном исследовании гипотезу,

что у элитных спринтеров существует высокая взаимосвязь между психофизиологическими функциями и скоростью бега.

Цель работы состояла в обосновании влияния психофизиологических факторов на индивидуальную результативность в легкоатлетическом спринте у атлетов высокой квалификации на примере элитной спортсменки. Полученные регрессионные модели с вовлечением от 1 до 4 психофизиологических показателей свидетельствуют о наличии высокой степени влияния психофизиологических показателей на результат в беге на 200 м у элитной спортсменки. Об этом свидетельствуют высокие значения (близкие к 1) R-квадрата, а также высокая достоверность полученных регрессионных моделей и отдельных коэффициентов уравнений регрессии.



Таблица 3

Коэффициенты уравнений множественной регрессии с пошаговым вовлечением показателей (количество измерений – 36)

Модель	Коэффициенты при переменных уравнений регрессии	Нестандартизированные коэффициенты		Стандартизированные коэффициенты	t	p
		B	Стандартная ошибка	Beta		
1	(Constant)	-3,616	4,125		-0,877	0,387
	ПЗМР_ср	0,125	0,017	0,779	7,236	0,000
2	(Constant)	-5,015	3,755		-1,336	0,191
	ПЗМР_ср	0,075	0,023	0,465	3,23	0,003
	СНПвып	0,048	0,016	0,425	2,951	0,006
3	(Constant)	0,803	3,303		0,243	0,809
	ПЗМР_ср	0,089	0,019	0,556	4,725	0,000
	СНП_вып	0,008	0,014	0,586	4,819	0,000
	ФПНС_вых	0,001	0,05	0,415	4,356	0,000
4	(Constant)	10,13	3,974		2,637	0,013
	ПЗМР_ср	0,045	0,016	0,61	5,947	0,000
	СНПвып	0,017	0,012	0,686	6,32	0,000
	ФПНС_вых	0,001	0,044	0,345	4,086	0,000
	СНП_вых	0,008	0,065	0,304	3,487	0,001

Примечания:

Constant - константа,

ПЗМР_ср - время простой зрительно-моторно-реакции, среднее значение за одно тестирование из 30 сигналов (мс);

СНПвып - общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (с);

ФПНС_вых - время минимальной экспозиции сигнала в тесте с обратной связью при 30 сигналах (мс);

СНП_вых - время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 120 сигналах (с);

Таблица 4

Результаты многократного тестирования элитной атлетки с нарушением зрения

Показатели	N	Minimum	Maximum	\bar{x}	S	m
Бег 200м	36	23,78	30,50	26,20	1,84	0,31
ПЗМР_ср	36	222,00	265,00	238,08	11,42	1,90
СНПвып	36	256,00	310,00	279,56	16,27	2,71
ФПНС_вых	36	59,00	70,00	66,17	3,50	0,58
СНП_вых	36	71,00	80,00	75,83	2,44	0,41

Примечания:

Бег 200 м – время пробегания отрезка 200 м (с);

ПЗМР_ср - время простой зрительно-моторно-реакции, среднее значение за одно тестирование из 30 сигналов (мс);

СНП_вып - общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (с);

ФПНС_вых - время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 30 сигналах (с);

СНП_вых - время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 120 сигналах (с);

N – количество тестирований

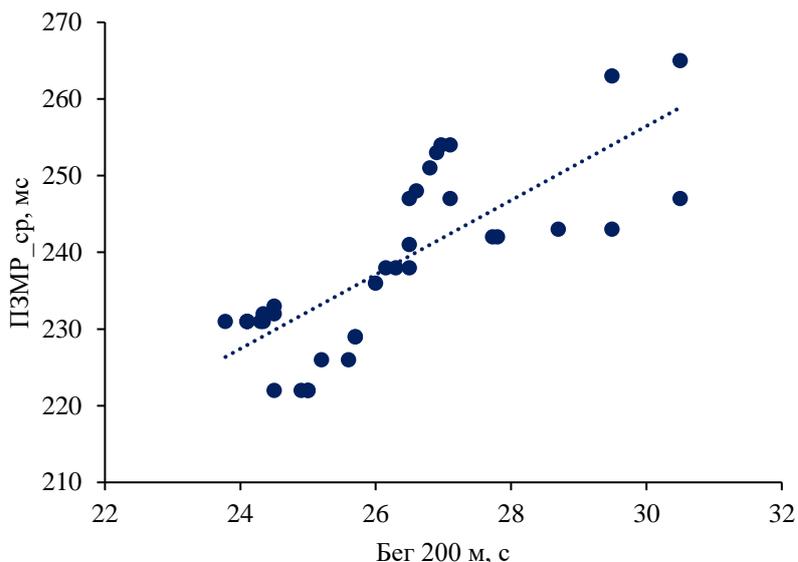


Рис. 1. Взаимосвязь времени пробегания 200 м и времени простой зрительно-моторной реакции (источник: рисунок авторов):

Бег 200 м – время пробегания отрезка 200 м (с);

ПЗМР_ср - время простой зрительно-моторно-реакции, среднее значение за одно тестирование из 30 сигналов (мс)

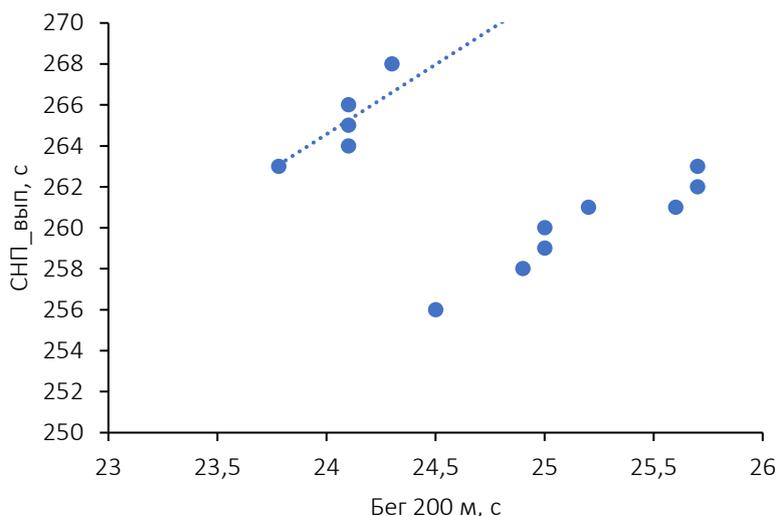


Рис. 2. Взаимосвязь времени пробегания 200 м и общим временем выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (источник: рисунок авторов):

Бег 200 м – время пробегания отрезка 200 м (с);

СНП_вып - общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (с)

В нашем случае наиболее значительное влияние оказывает скорость простой реакции. Это вполне естественно, поскольку скорость реагирования на сигнал является одним из наиболее важных факторов в результате бега на 200 м. Мы исследовали время простой зрительно-моторной реакции. Спортсменка проходила исследование в оптических линзах, поэтому

недостаточность зрительной функции была нивелирована.

В данном исследовании было также показано, что существуют психофизиологические факторы, обуславливающие спортивный результат индивидуально для каждого спортсмена. Данное предположение было подтверждено для обследуемой спортсменки.

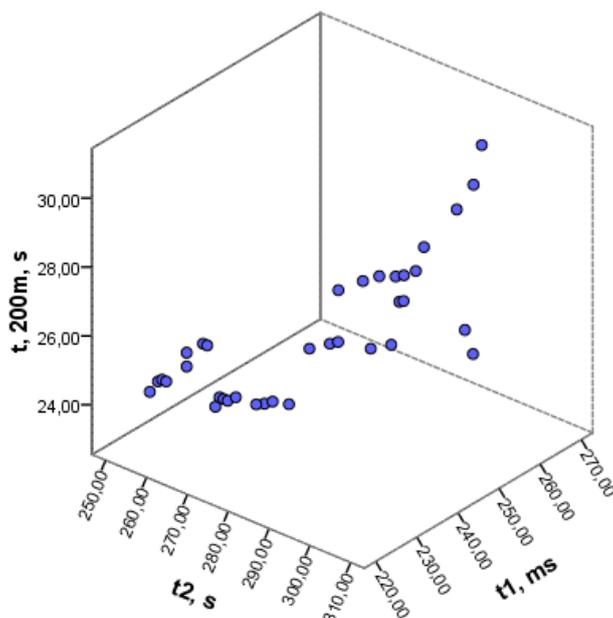
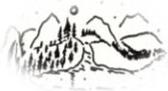


Рис. 3. Взаимосвязь времени пробегания 200 м, времени простой зрительно-моторной реакции и общего времени выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (источник: рисунок авторов):
t 200 m, s - время пробегания отрезка 200 м (с);
t1- время простой зрительно-моторно-реакции, среднее значение за одно тестирование из 30 сигналов (мс);
t2- общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (с) (с)

Были выявлены психофизиологические показатели, которые оказывают существенное влияние на ее результат в беге на 200 м. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что для других элитных атлетов-спринтеров также существуют показатели психофизиологических функций, влияющие на их скорость бега. Возможно, что эти показатели будут аналогичны тем, которые мы получили при обследовании элитной спортсменки. Возможно также, что эти показатели будут несколько варьировать у разных атлетов. Данный аспект требует дополнительных исследований. В литературных данных [5; 11; 12] указывается на то, что существует психофизиологический комплекс спринтера, характеризующийся высокой скоростью простой реакции, слабостью и подвижностью нервной системы. Данное положение подтверждается нашими исследованиями лишь частично. Показатель скорости простой зрительно-моторной реакции, вошедший во все из четырех регрессионных моделей, действительно отражает типичный психофизиологический комплекс спринтера. Кроме того, показатель времени выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте на скорость сложной реакции в режиме обратной связи при 30 сигналах отражает подвижность нервной системы [5]. Данный показатель вошел в

третью и четвертую регрессионные модели. Полученный факт также отражает типичный психофизиологический комплекс спринтера. Однако в качестве наиболее значимых коэффициентов в модели 2-4 вошел также показатель общего времени выполнения теста на скорость сложной реакции в режиме обратной связи при 120 сигналах, который отражает не только подвижность нервной системы, но и ее способность работать длительное время [5]. В четвертую модель вошел также показатель времени выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 120 сигналах. Этот показатель также отражает не только подвижность, но и силу нервной системы. Полученный факт несколько противоречит описанию типичного психофизиологического комплекса спринтера [5; 11; 12], поскольку свидетельствует о способности обследуемой спортсменки к длительной работе нервной системы, следовательно, о силе ее нервной системы. Это может быть связано с ее индивидуальными особенностями, а также с развитием компенсаторных механизмов, связанных с недостаточностью зрительного анализатора. Обследуемая спортсменка характеризуется также высокой способностью к развитию скорости на дистанции. Данное качество особенно проявляется на дистанции 200



м и 400 м. Для этого необходима работоспособность и устойчивость нервной системы, что отражено в высокой значимости психофизиологических показателей, характеризующих данные качества. Высокая работоспособность нервной системы, выявленная у обследуемой спортсменки, может быть также компенсаторным механизмом недостаточности зрительной функции. Это подтверждает вторую часть выдвинутой гипотезы, что у спортсменов с нарушением зрения повышается влияние психофизиологических факторов как компенсаторных механизмов ограниченных зрительных возможностей.

На основании полученных данных может быть представлена теоретическая концепция о регуляции скорости бега у спортсменов с нарушением зрения. Согласно теории функциональных систем П.К. Анохина [15; 16; 17], общую схему взаимосвязи скорости бега и восприятия окружающего пространства можно представить следующим образом. В центральную нервную систему поступают сигналы от проприорецепторов мышц об интенсивности мышечных сокращений. В то же время в центральную нервную систему поступают сигналы от зрительного анализатора об окружающей обстановке. Благодаря этим сигналам регулируется направление бега, а также его скорость. Если условия окружающей среды относительно стабильны, как, например, на беговой дорожке, организм сосредотачивает усилия исключительно на скорости бега. Если же условия окружающей среды меняются, как, например, при беге по пересеченной местности, в различных погодных условиях, скорость и направление бега варьируется.

В том случае, когда информация от зрительного анализатора недостаточна, что происходит в случае недостаточности зрительной функции, в мозге активизируется сигнализация об опасности при беге из-за недостаточности информации об окружающем пространстве [14]. Вследствие этого происходит блокирование процесса развития максимальной скорости перемещения, что отрицательно сказывается на спортивном результате. Легкоатлетам с нарушением зрения тяжелее, чем здоровым спортсменам, развить максимальную скорость бега из-за блокировки скорости со стороны центральной нервной системы.

Частичное или полное решение данной проблемы лежит в активизации компенсаторных механизмов при недостаточности зрительной функции.

В качестве компенсаторных механизмов может выступать повышенное восприятие сигналов от слуховых рецепторов, от проприорецепторов мышц, могут в большей степени, чем у здоровых спортсменов развиваться такие специфические чувства, как «чувство дорожки», «чувство дистанции» и др. Эти сигналы могут полностью или частично блокировать сигналы об опасности, связанные с недостатком зрительной информации, и обеспечивать скорость бега, характерную для возможностей двигательного аппарата (рис. 4).

Логично предположить, что при развитии психофизиологических функций, характерных для конкретного человека, будут развиваться компенсаторные механизмы для уменьшения недостатка зрительного анализатора. Для этого необходимо выявление психофизиологических факторов, связанных со скоростью бега. Это даст возможность более глубокого понимания механизмов регуляции скорости бега у людей с ограниченной зрительной функцией и более оптимального подбора средств и методов при построении тренировочного процесса спринтеров с нарушением зрения.

В нашем исследовании было выявлено, что у обследуемой спортсменки помимо психофизиологических показателей, характерных для спринтеров (скорость простой реакции и подвижность нервной системы) наблюдается выраженность работоспособности нервной системы, т.е. сила нервной системы. Сила нервных процессов является индивидуальной особенностью обследуемой спортсменки. Согласно нашей концепции, развитие сильных сторон спортсмена дает дополнительную информацию центральной нервной системе о перемещении спортсмена, в результате чего будет блокироваться сигнализация об опасности из-за недостаточности зрительного анализатора, и скорость бега спортсмена не будет снижаться. Таким образом, сильная нервная система помогает элитной спортсменке с нарушением зрения показывать высокие спортивные результаты в спринте.

Полученные данные дополняют результаты исследований Ильина Е.П. [11; 12], Лизогуба В.С. [5], Коробейникова Г.В. [6] о наличии психофизиологических особенностей представителей различных видов спорта. Впервые показано влияние психофизиологических показателей, характеризующих работоспособность (силу) нервной системы, на результат в беге на 100 м. Впервые также сформулированы теоретические



положения о механизмах ограничения скорости бега у спортсменов с нарушениями зрения и возможных путях компенсации их ограниченных возможностей при спринтерском беге.

Полученные результаты позволяют сделать следующие рекомендации для практической работы. Поскольку обследуемая спортсменка характеризуется выраженной подвижностью нервной системы и высокой скоростью простой реакции, в тренировочном процессе целесообразно делать упор на развитие стартовой скорости и способности изменять степень напряжения и расслабления мышц. Обследуемая спортсменка характеризуется также выраженной силой нервной системы. Поэтому для нее необходимо также концентрироваться на поддержании скорости на дистанции для развития своего сильного качества, которое выступает также как компенсация недостатка зрения.

Развитие сильных сторон спортсмена дает дополнительную информацию центральной нервной системе о перемещении спортсмена, в результате чего блокируется сигнализация об опасности из-за недостаточности зрительного анализатора, и скорость бега спортсмена не снижается.

Дальнейших исследований требует проверка указанных положений на других спринтерах с нарушениями зрения.

Выводы

1. Составлены модели множественной линейной регрессии между результатами в беге на 200 м у элитной спортсменки с нарушением зрения и психофизиологическими показателями.

2. Выбранная модель множественной регрессии представлена следующими переменными: время простой зрительно-моторно-реакции (мс), общее время выполнения теста с обратной связью при 120 сигналах (с), время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 30 сигналах (ФПНС_вых) (с), время выхода на минимальную экспозицию сигнала в тесте с обратной связью при 120 сигналах (СНП_вых) (с).

3. Выявлены компенсаторные механизмы недостаточности зрительной функции для поддержания высокой скорости в беге на 200 м в качестве психофизиологических функций: показатели, характерные для спринтеров (скорость простой реакции и подвижность нервной системы) и специфические показатели (работоспособность, сила нервной системы).

Конфликт интересов. Авторы заявляют, что не существует конфликта интересов.

Referenc

1. Brazil A, Exell T, Wilson C, Willwacher S, Bezodis I, Irwin G. Lower limb joint kinetics in the starting blocks and first stance in athletic sprinting. *Journal of Sports Sciences*. 2017;35(16):1629-35.
2. Znazen H, Slimani M, Miarka B, Butovskaya M, Siala H, Messaoud T, et al. Mental skills comparison between elite sprint and endurance track and field runners according to their genetic polymorphism: a pilot study. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2017;57(9):1217-26.
3. Kozina, Z., Barybina, L., Mishchenko, D., Tsikunov A., & Kozin A. (2011). The program "Psychodiagnostics" as a means of determining psycho-physiological characteristics and functional state in the physical education of students. *Physical education of students*, 3, 56-59.
4. Kozina, Z., Repko, O., Kozin, S., Kostyrko, A., Yermakova, T., & Goncharenko, V. (2016). Motor skills formation technique in 6 to 7-year-old children based on their psychological and physical features (rock climbing as an example). *Journal of Physical Education and Sport*, 16(3), 866-874. doi:10.7752/jpes.2016.03137
5. Kozina, Z. L., Krzysztow, P., & Katarzyna, P. (2015). The concept of individual approach in sport. *Pedagogics Psychology Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*, 19(3), 28-37. doi:10.15561/18189172.2015.0305
6. Sobko, I.N., Kozina, Zh.L., Iermakov, S.S., Muszkieta, Radosław, Prusik, Krzysztow, Cieślicka, Mirosława, & Stankiewicz, Błażej (2014). Comparative characteristics of the physical and technical preparedness of the women's national team of Ukraine and Lithuania basketball (hearing impaired) before and after training to Deaflympic Games. *Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems Of Physical Training And Sports*, 18(10), 45-51. doi:10.5281/zenodo.10490
7. Korobejnikov, G.V., Korobejnikova, L.G., Kozina, Zh.L. (2012). *Evaluation and correction of physiological states in sports*, Kharkiv, KNPU. In *Ukrainian*
8. Kozina, Z., Prusik, K., Görner, K., Sobko, I., Repko, O., Bazilyuk, T., et al. (2017). Comparative characteristics of psychophysiological indicators in the representatives of cyclic and game sports. *J PES*, (17)2, 648 – 655.
9. Blecharz J, Siekanska M. Temperament structure and ways of coping with stress among professional soccer and basketball players. *Biology of Sport*. 2007;24(2):143-56.
10. Boldak A, Guszowska M. Are Skydivers a Homogenous Group? Analysis of Features of



- Temperament, Sensation Seeking, and Risk Taking. *International Journal of Aviation Psychology*. 2013;23(3):197-212.
11. Ilin EP. Differentsialnaya psihofiziologiya, ee mesto i rol v izuchenii lichnosti sportsmenov. [Differential psychophysiology, its place and role in the study of the personality of athletes], *Sportivnaya i vozrastnaya psihofiziologiya*. 1974;(0)1:5-24.
 12. Ilin EP. Sila nervnoy sistemy i metodika ee issledovaniya [The strength of the nervous system and the methods of its investigation]. *Psihofiziologicheskie osnovy fizicheskogo vospitaniya i sporta*. 1972;(0)1:5-12.
 13. Chen Y, Zhou AQ, Qian GR, Gong XQ. Pre-competition Psychological Training of Middle School Athletes in Middle and Long Distance Race from the perspective of Temperament Type-Case study. Ma XD, Xu F, editors. Liverpool: World Acad Union-World Acad Press; 2012. 177-81 p.
 14. Fagher K, Forsberg A, Jacobsson J, Timpka T, Dahlstrom O, Lexell J. Paralympic athletes' perceptions of their experiences of sports-related injuries, risk factors and preventive possibilities. *European Journal of Sport Science*. 2016;16(8):1240-9.
 15. Anokhin PK, Shuleikina Kira V.. System organization of alimentary behavior in the newborn and the developing cat. *Developmental Psychology*. 1977;10(5):385-419
 16. Anokhin PK. Systemogenesis as a general regulator of brain development, Progress in Brain Research. *The Developing Brain, Amsterdam, Elsevier*. 1963;(0)9:54-86.
 17. Anokhin PK. *Biology and neurophysiology of the conditioned reflex and its role in adaptive behavior*. Elsevier, 1973:592.

Информация об авторах

Information about the authors

Чайка Е.И.

Заслуженный мастер спорта по легкой атлетике,
соискатель

helen04011981@ukr.net

Харьковский национальный педагогический
университет им. Г.С. Сковороды
ул. Алчевских, 29, г. Харьков, 61002, Украина

Chaika O.I.

helen04011981@ukr.net

H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical
University
Alchevskiyh str. 29, Kharkov, 61002, Ukraine.

Принята в редакцию 08.08.2018

Received: 08.08.2018