

## Многомерный корреляционный анализ антропометрических, возрастных и спортивных показателей пловцов основной и юниорской сборных России

А.И. Рязанцев<sup>1,2</sup>, И.Н. Гребенникова<sup>1</sup>, М.А. Суботялов<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия;

<sup>2</sup>Спортивная школа олимпийского резерва «Центр водных видов спорта», Новосибирск, Россия;

<sup>3</sup>Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Антропометрический статус служит важным критерием успеха в плавании. Изучение анатомо-морфологических особенностей пловцов сборной команды России позволит получить представление о физическом развитии лучших пловцов страны и обозначить тенденции развития спортивного плавания.

**Цель исследования** — определить степень зависимости спортивного мастерства от антропометрических показателей у пловцов основной и юниорской мужских сборных России.

**Методы.** В исследовании приняли участие 27 спортсменов мужского пола, входящих в состав основной и/или юниорской национальной сборной по плаванию. Критерии включения в исследование: спортсмены, прошедшие углублённое медицинское обследование на базе учреждений, подведомственных Федеральному медико-биологическому агентству; отсутствие острых заболеваний в течение месяца до и во время обследования; хронические заболевания (при наличии) в стадии ремиссии не менее месяца до и во время обследования; спортсмены, входящие в списочный состав членов основной и/или юниорской сборной России по плаванию, имеющие квалификацию не ниже звания «Мастер спорта» и набирающие не менее 700 очков по таблице World Aquatics. Обследование включало: сбор общего и спортивного анамнезов; изучение итоговых протоколов соревнований за 2024 год для определения лучшего результата спортсмена по очкам World Aquatics без учёта длины бассейна; антропометрические измерения — длины тела в положении стоя, массы тела, массы и долей жирового и обезжиренного компонентов методом биоимпедансометрии. Дополнительно рассчитывали анатомо-морфологические индексы: абсолютную и относительную площадь поверхности тела, весо-ростовой индекс, индекс Кетле, индекс Ропера, индексы жирового и обезжиренного компонентов массы тела.

**Результаты.** Для представители основной (взрослой) сборной команды характерны высокие тотальные размеры тела; масса тела и площадь поверхности тела у них статистически значимо больше, чем у пловцов юниорской сборной ( $p < 0,01$  в обоих случаях). У взрослых пловцов выше рост ( $p < 0,05$ ), крепче телосложение (весо-ростовой индекс  $p < 0,01$ , индекс Кетле  $p < 0,05$ ) и сильнее развита абсолютная тощая масса тела ( $p < 0,05$ ). Мастера спорта и мастера спорта международного класса также различались по тотальным размерам тела (масса тела и площадь поверхности тела,  $p < 0,01$  для обоих показателей), крепости телосложения (весо-ростовой индекс  $p < 0,01$ , индекс Кетле  $p < 0,05$ ) и тощей массе тела ( $p < 0,01$ ). Выявленные различия в индексах, отражающих компонентный состав тела, указывают на увеличение важности показателя абсолютной тощей массы тела по мере роста спортивного мастерства, при этом вклад тотальных размеров тела нивелируется.

Наиболее значимыми коррелятами антропометрического статуса и спортивного мастерства стали: отношение абсолютной тощей массы к площади поверхности тела ( $r=0,658$ ), площадь поверхности тела ( $r=0,623$ ), отношение абсолютной тощей массы к длине тела ( $r=0,621$ ), абсолютная тощая масса тела ( $r=0,612$ ), отношение относительной жировой массы к площади поверхности тела ( $r=-0,589$ ), длина тела ( $r=0,577$ ), относительная площадь поверхности тела ( $r=-0,544$ ).

**Заключение.** В целом, в мужской национальной сборной по плаванию прослеживается тенденция к росту спортивного мастерства по мере роста ряда анатомо-морфологических показателей. Вероятнее всего, для повышения спортивного мастерства и дальнейшего роста спортивных результатов пловцам мужской сборной, в частности юниорам, необходимо увеличивать абсолютную тощую массу тела, преимущественно за счёт наращивания скелетно-мышечной массы.

## Морфология / Morphology

Оригинальные исследования / Original Study Articles

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.688022>

**Ключевые слова:** пловцы; мужская сборная России; тотальные размеры тела; компонентный состав тела; тощая масса тела.

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Рязанцев А.И., Гребенникова И.Н., Суботялов М.А. Многомерный корреляционный анализ антропометрических, возрастных и спортивных показателей пловцов основной и юниорской сборных России // Морфология. 2026. Т. 164, № 3. С. XX-XX. DOI: 10.17816/morph.688022  
EDN: DQKDJG

© Эко-Вектор, 2026

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International

Рукопись получена: 21.07.2025

Рукопись одобрена: 02.12.2025

Опубликована online: 30.03.2026

## Multidimensional correlation analysis of anthropometric, age and sports indicators of the Russian's main and junior national team swimmers

Andrey I. Riazantsev<sup>1,2</sup>, Irina N. Grebennikova<sup>1</sup>, Mikhail A. Subotyalov<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia;

<sup>2</sup>Sports School of Olympic Reserve "Center for Water Sports", Novosibirsk, Russia;

<sup>3</sup>Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** Morphological status is an important criterion for achieving success in swimming. Studying the anatomical and morphological features of Russian national team swimmers can provide insight into the morphological development of the country's top swimmers and reveal trends in the evolution of competitive swimming.

**AIM:** To determination of the degree of dependence of athletic skills on morphological indicators in male swimmers of the main and junior Russian national teams.

**METHODS:** The study involved 27 male athletes who are part of the main and/or junior national swimming team. The inclusion criteria for the study sample were as follows: 1) only athletes who had undergone an in-depth medical examination at medical institutions subordinate to the Federal Medical and Biological Agency were admitted to the study; 2) athletes must not have had acute illnesses one month before and during the examination, and chronic illnesses (if present) must be in remission; 3) athletes must be on the roster of the Russian national swimming team (senior or junior), have a qualification of at least "Master of Sports" title, and score at least 700 points according to the World Aquatics (WA) points table. The examination included collection of general and sports anamneses, study of final competition protocols to determine the best result in WA points without considering pool length for 2024, morphological measurements of standing body length, body weight, and the mass and proportions of fat and lean components by bioimpedansometry. Additionally, anatomical and morphological indices were calculated: absolute and relative body surface area, Weight-to-height index, Body mass index, Rohrer index, and body fat and non-fat mass component indices.

**RESULTS:** The study showed that representatives of the main (adult) national team had larger total body dimensions than junior swimmers: corresponding differences were obtained in body mass, body surface area (both -  $p < 0.01$ ). Adult swimmers had higher height ( $p < 0.05$ ), stronger physique (weight-height index -  $p < 0.01$ ; Body mass index -  $p < 0.05$ ), and more developed absolute lean body mass ( $p < 0.05$ ). Masters of Sports and International Masters of Sports also differed in total body dimensions (body mass, body surface area -  $p < 0.01$ ), physique strength (weight-height index -  $p < 0.01$ ; Body mass index -  $p < 0.0$ ), and lean body mass ( $p < 0.01$ ). The obtained differences in body composition indices indicate that as sports mastery increases, the importance of the absolute lean body mass indicator grows, while the characteristics of total body dimensions level off. The most significant correlates of morphological status and athletic prowess were: the ratio of absolute lean body weight to body surface area – LBMa/BSA ( $r = 0,658$ ), body surface area ( $r = 0,623$ ), the ratio of absolute lean body weight to body length – LBMa/BL ( $r = 0,621$ ), absolute lean body weight ( $r = 0,612$ ), the ratio of relative fat mass to body surface area – FBMr/BSA ( $r = -0,589$ ), body length ( $r = 0,577$ ), relative body surface area ( $r = -0,544$ ).

**CONCLUSION:** In general, the men's national swimming team has a tendency to increase its athletic skills, along with an increase in a number of anatomical and morphological characteristics of the athletes' bodies. It is likely that in order to improve their athletic skills and continue to achieve better results, male swimmers, particularly juniors, need to increase their absolute lean body mass, primarily through skeletal muscle mass.

**Keywords:** swimmers; male Russian national team; total body dimensions; body composition; lean body mass.

### TO CITE THIS ARTICLE:

Riazantsev AI, Grebennikova IN, Subotyalov MA. Multidimensional correlation analysis of anthropometric, age and sports indicators of the Russian's main and junior national team swimmers. *Morphology*. 2026;164(3):XX-XX. DOI: 10.17816/morph.688022 EDN: DQKDJG

© Eco-Vector, 2026

Article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License

**Морфология / Morphology**

Оригинальные исследования / Original Study Articles

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.688022>

Received: 21.07.2025

Accepted: 02.12.2025

Published online: 30.03.2026

## **ОБОСНОВАНИЕ**

Плавание является одним из самых популярных видов спорта в России. По данным министерства спорта им занимается не менее 2,9 миллионов человек с разными уровнями подготовки — от начального обучения до высшего спортивного мастерства. Спортивное плавание развивается прежде всего как олимпийский вид спорта, основной целью которого является подготовка олимпийского резерва и завоевание наивысших наград мирового первенства. Для этого в стране развивается и совершенствуется система национальных сборных команд, включающая педагогический и медико-биологический контроль за состоянием здоровья спортсменов.

Одним из важнейших факторов соматического здоровья считается уровень физического развития [1, 2]. Поскольку в плавании основные действия происходят в водной среде, вопросы плотности, объёма и гидравлических свойств тела имеют такое же значение, как состояние скелетной мускулатуры и структурно-функциональная подготовленность [3].

Компонентный состав тела сильно взаимосвязан с перечисленными показателями, в первую очередь из-за разной плотности тканей [4]. Как указывают в своих работах В.Ю. Давыдов и В.Б. Авдиенко [5], Т.С. Тимакова [6], Е.Н. Перова и соавт. [7], изучение антропометрического статуса несёт в себе не только информацию о развитии жировой, мышечной и костной тканей, соматотипе, линейных и обхватных размерах тела, но и сведения о потенциале спортсмена к достижению высоких результатов [5–8]. По мнению В.Ю. Давыдов и В.Б. Авдиенко [5] несоответствие пловца даже по одному из показателей, например по длине рук, приводит к компенсации данного «недостатка» за счёт функциональных систем. По оценке Е.Н. Перовой и соавт. [7] и А.И. Рязанцева и соавт. [8], такая стратегия адаптации является малоэффективной.

В настоящее время известно, что пловцы отличаются от представителей других видов спорта по антропометрическому статусу. В исследовании М. Hawes и D. Sovak [9] приведена статистика показателей физического развития по нескольким циклическим и ациклическим видам спорта. Согласно этим данным, пловцы отличаются от представителей других видов спорта по ряду линейных и обхватных размеров тела, а также по распределению подкожного жира [9]. Особенности строения тела пловцов подтверждает и В.П. Губа [10]. Кроме того, хорошо известны внутригрупповые различия пловцов. Так, в результате обследования высококвалифицированных спортсменов СССР Н.Ж. Булгакова [11] обратила внимание на различия между пловцами в зависимости от их специализации в плавании разными стилями и на разных дистанциях. Есть и более поздние работы, подтверждающие данные Н.Ж. Булгаковой [12]. Однако остаётся неясным, какая антропометрическая модель преобладает среди спортсменов национальной сборной и насколько сильно анатомо-морфологические характеристики определяют спортивное мастерство элитных пловцов в России.

**Цель исследования** — определить степень зависимости спортивного мастерства от антропометрических показателей у пловцов основной и юниорской мужских сборных России.

## **МЕТОДЫ**

### **ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ**

Проведено одноцентровое ретроспективное когортное описательное исследование.

### **УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследование проведено в подготовительный период тренировочного процесса на базе тренировочного центра сборных команд «Озеро Круглое» и научно-исследовательской лаборатории «Спортивной антропологии и функциональных резервов человека» факультета физической культуры Новосибирского государственного педагогического университета в период с 27.01.2025 по 06.02.2025 г.

### **КРИТЕРИИ СООТВЕТСТВИЯ**

В исследовании приняли участие 27 спортсменов мужского пола в возрасте от 16 до 28 лет, входящих в основной и/или юниорский состав национальной сборной по плаванию.

**Критерии включения в исследование:** спортсмены, прошедшие углублённое медицинское обследование на базе учреждений, подведомственных Федеральному медико-биологическому агентству; отсутствие острых заболеваний в течение месяца до и во время обследования; хронические заболевания (при наличии) в стадии ремиссии не менее месяца до и во время обследования; спортсмены, входящие в списочный состав членов основной и/или юниорской

сборной России по плаванию, имеющие квалификацию не ниже звания «Мастер спорта» и набирающие не менее 700 очков по таблице World Aquatics (WA).  
Критерии исключения не были запланированы.

## **ИСХОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **Основные исходы исследования**

Обследование включало в себя сбор общего и спортивного анамнезов, антропометрические измерения, а также изучение итоговых протоколов соревнований за 2024 год для определения лучшего результата по очкам WA без учёта длины бассейна.

Измеряли длину тела в положении стоя (ДТ, см), массу тела (МТ, кг) и состав тела — тощую массу тела (ТМа, кг) и абсолютную массу жирового компонента (ЖМа, кг) методом биоимпедансометрии.

### **Дополнительные исходы исследования**

На основе измеренных показателей рассчитывали анатомо-морфологические индексы: абсолютную площадь поверхности тела (ППТа, м<sup>2</sup>) определяли по формуле, предложенной D. Mosteller [ $\sqrt{(МТ \times ДТ)/3600}$ ]; относительную площадь поверхности тела (ППТо, см<sup>2</sup>/кг) рассчитывали как отношение ППТа к массе тела; весо-ростовой индекс (отношение МТ к ДТ, г/см); индекс Кетле (отношение МТ к квадрату ДТ, кг/м<sup>2</sup>); индекс Ропера (отношение МТ к кубу ДТ, кг/м<sup>3</sup>). Индексы жирового (ЖМа, ЖМо) и обезжиренного (тощего, ТМа, ТМо) компонентов массы тела вычисляли путём деления соответствующих величин на длину тела или ППТа.

### **Методы регистрации исходов**

Длину тела измеряли в положении стоя с помощью антропометра Мартина (ООО «КАФА», Россия). Массу тела и состав тела измеряли методом биоимпедансометрии на весах Tanita MC-780 MA (Tanita Corporation, Япония).

Биоимпедансометрию проводили строго утром после пробуждения, натощак. В течение 24 часов до измерения участникам рекомендовалось поддерживать оптимальный уровень гидратации (избегать как избыточного, так и недостаточного потребления жидкости) и отказаться от напитков, содержащих алкоголь и кофеин. Последняя физическая нагрузка должна была закончиться не позднее чем за 14 часов до обследования.

## **СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕДУРЫ**

### **Запланированный размер выборки**

Размер выборки предварительно не рассчитывали ввиду ограниченности популяции и уникальности контингента.

### **Статистические методы**

Полученные результаты обработаны с использованием стандартных методов математического анализа в программе STATISTICA 13.3 (русскоязычная версия; StatSoft Inc., США) и представлены в виде Me [Q1; Q3], где Me — медиана, Q1 и Q3 — первый и третий квартили. Для оценки нормальности распределения использовали критерий Шапиро–Уилка. Для оценки статистической значимости различий ( $p=0,05$  и  $p=0,01$ ) был принят непараметрический U-критерий Уилкоксона–Манна–Уитни, поскольку распределение данных отличалось от нормального. Поправку на множественную проверку гипотез проводили по методу Беффона. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $r$ ) рассчитывали для определения силы и направленности связи между антропометрическими и спортивными показателями. Оценку степени корреляции производили по шкале Чеддока.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫБОРКИ**

Обследованы спортсмены, входящие в состав мужской сборной России по плаванию, всего 27 человек в возрасте от 16 до 28 лет. Все участники на момент обследования проходили подготовку в тренировочном центре сборных команд «Озеро Круглое» и составляли отдельную популяцию, полностью включённую в исследование.

### **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В табл. 1 приведены возрастные, специально-спортивные и антропометрические данные пловцов основной и юниорской сборной. Выявлено, что команды различаются по календарному возрасту спортсменов ( $p < 0,01$ ) и количеству очков WA ( $p < 0,01$ ), причём оба показателя выше у представителей взрослого плавания.

Для пловцов основной национальной команды характерно лучшее физическое развитие. По сравнению с юниорами у них больше тотальные размеры тела: ДТ ( $p < 0,05$ ) и МТ ( $p < 0,01$ ), а также ППТа ( $p < 0,01$ ). Различия по анатомо-морфологическим индексам состояли в больших значениях весо-ростового индекса ( $p < 0,01$ ) и индекса Кетле ( $p < 0,05$ ) у основной сборной команды, тогда как ППТо выше у юниоров ( $p < 0,01$ ).

Значительное развитие ТМа выявлено у взрослых спортсменов: значения обезжиренного компонента массы тела у них значительно превышают показатели в команде юниоров ( $p < 0,05$ ). Абсолютный и относительный жировые компоненты (ЖМа и ЖМо), а также ТМо сопоставимы между группами, а значит, не имеют привязки к возрасту атлетов и не могут служить валидными критериями различий между группами. Кроме того, во взрослой сборной отмечены статистически значимо более высокие индексы ТМа/ДТ и ТМа/ППТа ( $p < 0,01$  в обоих случаях) и меньшие значения индекса жирового компонента ЖМо/ППТа ( $p < 0,05$ ). Отличается и показатель ТМо/ППТа: у взрослых пловцов он меньше, чем у юниоров ( $p < 0,01$ ).

Помимо возрастного критерия, в работе учитывали и квалификационный уровень спортсменов. При раздельном анализе данных мастеров спорта (МС) и мастеров спорта международного класса (МСМК) выявлены различия по ряду показателей.

Установлено, что МС и МСМК отличаются как по возрасту ( $p < 0,01$ ), так и по очкам WA ( $p < 0,01$ ; табл. 2). Возрастные различия, вероятно, обусловлены тем, что для достижения уровня МСМК необходимы более серьёзные морфологические перестройки организма, например ремоделирование миокарда, как показано в многолетнем когортном исследовании, проведённом A.W. Bjerring и соавт. [13]. Это неизбежно приводит к увеличению продолжительности тренировочного процесса, а следовательно, и возраста выполнения норматива [13]. Что касается количества очков WA, то они определяются как отношение времени, показанного спортсменом на соревновательной дистанции, к времени мирового рекорда на этой дистанции. У группы МСМК квалификация выше, а их соревновательные результаты более приближены к мировому рекорду, чем результаты группы МС.

Спортсмены МС и МСМК значимо отличались и по антропометрическому статусу. Группа МСМК имеет большие тотальные размеры тела (МТ,  $p < 0,01$ ; ППТа,  $p < 0,01$ ) и более крепкое телосложение (весо-ростовой индекс,  $p < 0,01$ ; индекс Кетле,  $p < 0,05$ ). Относительная площадь поверхности тела, наоборот, статистически значимо больше у менее квалифицированных спортсменов, то есть у группы МС ( $p < 0,01$ ), что, с учётом антропометрических различий, также свидетельствует в пользу преобладания крепкого телосложения у МСМК по сравнению с МС.

Спортсмены МСМК значительно отличаются от спортсменов-мастеров развитием ТМа ( $p < 0,01$ ). При этом величина ТМо сопоставима между группами и, вероятно, не оказывает существенного влияния на уровень квалификации спортсменов, когда речь идёт об элитных пловцах. Не обнаружено различий ни в абсолютном, ни в относительном показателях развития адипозной составляющей. Различия в индексах компонентного состава тела у МСМК и МС схожи с таковыми между взрослой и юниорской сборными командами: ТМа/ДТ и ТМа/ППТа больше у более взрослых и квалифицированных пловцов ( $p < 0,01$  для обоих индексов), тогда как ЖМо/ППТа и ТМо/ППТ выше у более молодых и менее квалифицированных представителей национальной команды ( $p < 0,05$  для обоих индексов).

В настоящем исследовании спринтеры и средневики, различающиеся по годовому объёму тренировочной и соревновательной работы, направленности физической нагрузки и длине основной соревновательной дистанции, имели разные тотальные размеры тела (табл. 3). У спринтеров статистически значимо больше ДТ ( $p < 0,05$ ), МТ ( $p < 0,05$ ) и ППТа ( $p < 0,05$ ). Крепость телосложения и развитие жировой массы тела были сопоставимыми. Абсолютная тощая масса больше у спринтеров ( $p < 0,05$ ), что скорее связано с повышенным развитием скелетно-мышечной массы, нежели с дефицитом адипозной ткани.

Индексы относительной тощей массы тела достигали наибольшего развития у средневиков, о чём свидетельствуют статистически значимые различия показателей ТМо/ДТ ( $p < 0,01$ ) и ТМо/ППТ ( $p < 0,05$ ).

Многомерный корреляционный анализ по Спирмену (табл. 4–6) выявил наличие статистически значимых корреляционных связей между возрастом, спортивным результатом (очками по таблице WA) и антропометрическими показателями пловцов сборной России.

Возраст имел сильную положительную корреляцию с очками WA ( $r=0,758$ ,  $p < 0,05$ ), а также с индексами тощей массы тела ТМа/ДТ ( $r=0,701$ ,  $p < 0,05$ ) и ТМа/ППТа ( $r=0,714$ ,  $p < 0,05$ ). Заметная положительная корреляционная взаимосвязь выявлена между возрастом и МТ ( $r=0,674$ ,  $p < 0,05$ ), ППТа ( $r=0,621$ ,  $p < 0,05$ ), весо-ростовым индексом ( $r=0,675$ ,  $p < 0,05$ ), ТМа ( $r=0,650$ ,  $p < 0,05$ ).

Установлена также отрицательная корреляция между возрастом и ППТо ( $r=-0,666$ ;  $p < 0,05$ ), ЖМо/ППТа ( $r=-0,562$ ,  $p < 0,05$ ), ТМо/ППТа ( $r=-0,504$ ,  $p < 0,05$ ). Для остальных критериев связь была умеренной (ДТ,  $r=0,433$ ; индекс Кетле,  $r=0,499$ ; ЖМо/ДТ,  $r=-0,420$ ) или слабой (индекс Рорера,  $r=0,262$ ; ЖМо,  $r=-0,361$ ; ЖМа/ППТа,  $r=-0,212$ ; ТМо,  $r=0,361$ ; ТМо/ДТ,  $r=-0,181$ ).

Спортивное мастерство повышалось с увеличением возраста и целого ряда показателей антропометрического статуса. Обнаружена сильная положительная корреляция между очками WA и возрастом ( $r=0,758$ ,  $p < 0,05$ ), ДТ ( $r=0,577$ ,  $p < 0,05$ ), МТ ( $r=0,619$ ,  $p < 0,05$ ), ППТа ( $r=0,623$ ,  $p < 0,05$ ), весо-ростовым индексом ( $r=0,558$ ,  $p < 0,05$ ), ТМа ( $r=0,612$ ,  $p < 0,05$ ), ТМа/ДТ ( $r=0,621$ ,  $p < 0,05$ ), ТМа/ППТа ( $r=0,628$ ,  $p < 0,05$ ). Заметная обратная взаимосвязь, отражающая уменьшение антропометрических показателей по мере роста уровня спортивного мастерства, выявлена между очками WA и ППТо ( $r=-0,544$ ,  $p < 0,05$ ), ЖМо/ДТ ( $r=-0,508$ ,  $p < 0,05$ ), ЖМо/ППТа ( $r=-0,589$ ,  $p < 0,05$ ). Остальные показатели продемонстрировали умеренную прямую (индекс Кетле,  $r=0,353$ ; ТМо,  $r=0,432$ ), обратную (ЖМа/ППТа,  $r=-0,309$ ), либо слабую обратную (ЖМа/ДТ,  $r=-0,144$ ; ТМо/ДТ,  $r=-0,229$ ) корреляционную связь.

Из проанализированных характеристик только три никак не коррелировали с возрастом и/или очками WA: ЖМа ( $r=0,033$ ) и ЖМа/ДТ ( $r=-0,049$ ) — для возраста; индекс Рорера ( $r=0,095$ ) и ЖМа ( $r=-0,036$ ) — для уровня спортивного мастерства.

Наиболее значимые корреляты спортивного мастерства и антропометрического статуса были обработаны графическим методом. На [рис. 1–4](#) продемонстрированы соответствующие зависимости.

На [рис. 1, 2](#) отчётливо видно, что с повышением спортивного мастерства у пловцов основной и юниорской сборных увеличиваются длина, масса и площадь поверхности тела. Обратная тенденция выявлена для показателя относительной ППТ: как правило, чем больше очков WA набирал пловец, тем меньше см<sup>2</sup> площади поверхности тела приходилось у него на 1 кг массы тела.

На [рис. 3](#) представлен рост количества очков WA, сопряжённый со снижением показателей, характеризующих развитие жирового компонента: чем ближе к мировому рекорду время, показанное спортсменом на соревнованиях, тем меньше у него показатели ЖМо, ЖМо/ДТ и ЖМо/ППТа.

Кроме того, у представителей сборной России по плаванию с увеличением количества очков WA возрастают величины ТМа и ТМа/ППТа, а значения ТМо/ППТа, наоборот, снижаются ([см. рис. 4](#)).

## ОБСУЖДЕНИЕ

### РЕЗЮМЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании впервые проанализированы особенности тотальных размеров тела, а также развития жирового и обезжиренного компонентов у пловцов мужской сборной России. Выявлены статистически значимые различия по нескольким показателям антропометрического статуса между пловцами основной и юниорской сборных, а также между мастерами спорта и мастерами спорта международного класса. Многомерный корреляционный анализ подтвердил наличие зависимости успешности в плавании от длины, массы и площади поверхности тела, весо-ростового индекса, абсолютной жировой и тощей массы тела, а также индексов компонентного состава тела.

### ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полученные в настоящей работе данные о том, что для взрослых и квалифицированных пловцов характерны более крупные тотальные размеры тела по сравнению с молодыми и менее подготовленными, согласуются с результатами других научных коллективов [5, 14–16]. Такие особенности объясняются следующими причинами:

1. наличием тенденции к поиску и спортивному (искусственному) отбору лиц, тяготеющих к макросомии [5, 17, 18];
2. в литературе встречаются данные о том, что увеличение длины тела пловца снижает его гидродинамическое сопротивление, то есть все ступени отбора вплоть до попадания в основную национальную команду, как правило, проходят спортсмены, отличающиеся высоким ростом, а значит и сниженным гидродинамическим сопротивлением [11, 19, 20];

3. соревновательные условия в плавании предполагают горизонтальное положение тела, а значит ещё до старта преимущество имеет высокий спортсмен с длинными верхними конечностями;
4. большая масса тела у элитных пловцов, по всей видимости, предполагает наличие большего импульса, что особенно важно при стартовом разгоне, в моменты скольжения на дистанции и при выполнении поворота, а также большую потенциальную возможность для развития гребковых и ударных усилий [21].

Последнее возможно только при повышении МТ за счёт развития скелетно-мышечного, а не жирового компонента. Наше предположение подтверждается в работах J. Tijańi и соавт. [22] и K. Keskinen и соавт. [23], установивших, что у пловцов масса тела и мышц имеет положительную корреляционную связь с силой тяги [22, 23].

Результаты корреляционного анализа показателей спортивного мастерства и антропометрического статуса подтверждаются данными непараметрической статистики: повышение спортивного мастерства тесно связано с увеличением длины, массы и площади поверхности тела пловцов. Тем не менее остаётся нерешённым вопрос о длительности наблюдения и исследуемом контингенте, поскольку представители групп юниоров и взрослых, а также мастера спорта и мастера спорта международного класса — это разные спортсмены. Обнаруженные различия могут быть обусловлены индивидуальными особенностями антропометрического статуса. Иными словами, в группах юниоров и мастеров спорта длина тела может достигать максимального значения уже на момент исследования и в дальнейшем существенно не изменится. В связи с этим нельзя утверждать, что некоторые анатомо-морфологические показатели таких спортсменов увеличатся при переходе в другую, более взрослую и квалифицированную группу спортсменов. Именно поэтому для уточнения полученных результатов целесообразно провести лонгитюдные наблюдения за изменениями показателей антропометрического статуса юных пловцов по мере роста их спортивного мастерства.

Как оказалось, важным критерием достижения высокого спортивного мастерства является тощая масса тела, причём более тесная корреляционная связь выявлена между очками WA и абсолютной, а не относительной величиной тощей массы тела. В исследовании A.M. Nevill и соавт. [24] сообщается, что у пловцов рост скорости плавания согласован с увеличением содержания мышечного компонента. Тощая масса тела включает все компоненты организма за исключением адипозной ткани. Можно предположить, что у спортсменов увеличение обезжиренной массы тела происходит за счёт развития мышечной или скелетно-мышечной тканей, что ассоциировано с повышением способности к высокой силе гребковых и ударных движений. M. Dopsaj и соавт. [25] показали, что у квалифицированных пловцов спринтерские усилия зависят от развития скелетной мускулатуры и жировой массы. По их данным, увеличению скорости плавания сопутствует увеличение мышечного и снижение жирового компонентов [25].

Использованные в работе индексы компонентного состава тела представляют собой отношения жировой или тощей массы тела к длине или абсолютной площади поверхности тела. Таким образом, индексы, с одной стороны, отражают долю того или иного компонента на 1 см длины тела или 1 м<sup>2</sup> площади поверхности тела, а с другой — при сравнении групп или корреляционном анализе отражают баланс значимости тотальных размеров и компонентного состава тела для достижения наивысших результатов в плавании. По нашим данным, у пловцов сборной России спортивное мастерство (очки по таблице WA) находится в обратной зависимости от ЖМо/ДТ, ЖМо/ППТа и в прямой — от ТМа/ДТ и ТМа/ППТа. Обратная зависимость очков WA от индексов жировой массы тела свидетельствует о том, что результаты элитных пловцов тем выше, чем меньше процентов резервного жира приходится на единицу длины и площади поверхности тела. Похожие результаты получили M.A.M. Dos Santos и соавт. [26], которые указывают на высокую значимость тотальных размеров тела и недопустимость высоких показателей развития жирового компонента у мужчин-пловцов [26]. Индексы тощей массы тела положительно коррелируют со спортивным мастерством, то есть чем выше показатели ТМа/ДТ и ТМа/ППТа, тем быстрее плывут спортсмены. Из этого следует, что пловцам сборной выгоднее иметь высокие значения тощей массы, чем большие тотальные размеры тела. Высокая значимость числителя — показателя абсолютной тощей массы тела — понятна и отражает прежде всего преобладание скелетно-мышечного компонента. А вот низкая значимость ДТ и ППТа в индексной оценке не до конца ясна и на первый взгляд парадоксальна. Можно предположить, что смещение баланса от тотальных размеров тела к абсолютной тощей массе возникает в том случае, когда речь идёт не просто о группе пловцов высокого класса, а о лучших спортсменах страны и мира, то есть когда мы имеем в виду в основном высоких атлетов с крепким телосложением и большой площадью поверхности

тела. Если это действительно так, то среди примерно одинаково рослых и крепких пловцов наибольшим преимуществом в скорости плавания будут пользоваться те, у кого особенно развит обезжиренный компонент. Приведённое суждение носит гипотетический характер, поскольку в литературе отсутствуют данные с близкими по смыслу результатами или протоколами исследования.

В зарубежной литературе встречаются работы, связанные с оценкой антропометрического, физиологического и психологического статусов элитных пловцов участников крупных международных стартов [27–31]. Выводы коллег согласуются с нашими предположениями по большинству анатомо-морфологических показателей. Например, обширный антропометрический анализ 100 мировых лидеров в плавании выявил положительную корреляцию между длиной тела и скоростью плавания практически на всех дистанциях [29]. При этом масса тела хорошо коррелировала со скоростью плавания только на спринтерских дистанциях [29]. R. Ferraz и соавт. [30] также отмечают, что у представителей юношеской сборной Португалии имеется значимая положительная зависимость между скоростью плавания на спринтерских и средних дистанциях и тотальными размерами тела. Говоря о компонентном составе тела, W. Thorland и соавт. [31] подчёркивают, что взрослые элитные американские пловцы имеют большую мышечную массу, чем их сограждане юниоры-олимпийцы.

Сравнивая результаты иностранных и отечественных спортсменов, можно утверждать, что описанные выше особенности сборной России (тяготение к макросомии и высокому развитию тощей массы тела) характерны и для иностранных пловцов. Однако, согласно данным M. Dorsaj и соавт. [25], опытные европейские пловцы-мужчины, выступающие на международном уровне, в среднем имеют меньшую длину и массу тела [(186,3±0,78) см и (82,4±0,95) кг], большее развитие тощего и меньшее развитие жирового компонентов [(74,3±0,92) кг] и (8,1±0,37) кг соответственно), по сравнению с данными нашего исследования. При этом российские пловцы превосходят европейских по количеству набираемых очков WA. В этой же публикации отмечено, что значимая связь между антропометрическим статусом и успешностью в плавании существует у элитных пловцов обоих полов, однако более надёжной она выглядит у женщин. M. Rejman и соавт. [32] изучили пловцов сборных Польши, Норвегии и Португалии и приводят следующие значения ДТ и МТ: кролисты — (182,1±7,8) см и (75,6±10,1) кг, спинисты — (179,0±8,6) см и (72,7±10,7) кг, баттисты — (177,6±7,5) см и (76,2±9,5) кг [32]. Пловцы сборной России явно превосходят своих коллег из перечисленных национальных команд. При этом сборные Польши, Норвегии и Португалии, как и некоторых других европейских стран, не относятся к мировым лидерам в данном виде спорта, в отличие от США, Австралии, Британии, Германии и Франции.

Австралийские учёные из Griffith University провели обследование пловцов, входящих в топ-16 чемпионата Австралии: длина тела спортсменов составила (189,9±5,9) см, масса тела — (86,6±7,7) кг [33]. Таким образом, представители мирового элитного плавания из России и Австралии близки по тотальным размерам тела. Пловцы сборной Италии, по данным A. Matarazzo и соавт. [34], имеют меньшие значения показателей ДТ и МТ: (185,5±4,35) см и (81,42±6,45) кг.

Если говорить о самых успешных пловцах мира, то средний рост мужчин-медалистов Олимпийских игр, выступавших на дистанциях 50 и 100 м вольным стилем в период с 1972 по 2016 год, составлял (193,8±0,9) см [35]. В этом смысле сборная команда России сезона 2024–2025 года превосходит призёров Олимпийских игр прошлых лет. Само по себе это не говорит о доминировании российских пловцов, но демонстрирует внутреннюю (специфику спортивного отбора в России) и внешнюю (курс на «гиперморфоз» спортсменов) тенденции развития плавания. Кроме того, авторы статьи выявили статистически значимую положительную корреляцию ( $r=0,623$ ,  $p<0,001$ ) между годами, когда были достигнуты рекорды, и ростом спортсменов, их установивших [35].

Ещё в одной работе продемонстрировано, что у пловцов, участвовавших в Олимпийских играх 2012 года в Лондоне, индекс Кетле (Body Mass Index) уменьшался по мере увеличения соревновательной дистанции: 50 м — 23,2 кг/м<sup>2</sup>; 100 м — 23,1 кг/м<sup>2</sup>; 200 м — 22,9 кг/м<sup>2</sup>; 400 м — 22,7 кг/м<sup>2</sup>; 1500 м — 22,6 кг/м<sup>2</sup> [36]. По нашим данным спринтеры сборной России имеют существенно меньшую плотность телосложения — индекс Кетле у них составил (21,96±1,83) кг/м<sup>2</sup>. Учитывая, что наша национальная команда спринтеров выше ростом, можно предположить, что разница по индексу Кетле объясняется более вытянутым телосложением российских атлетов. При этом стоит учитывать и то обстоятельство, что в нашей работе в группу спринтеров включены не только кролисты, но и баттисты, спинисты и брассисты, что могло существенно повлиять на результаты.

Нами не обнаружено других публикаций, удовлетворяющих заданным поисковым запросам и отражающих тотальные размеры тела и развитие его тканевых компонентов у элитных пловцов-мужчин (очки WA >900), представляющих зарубежные национальные команды, или у пловцов-олимпийцев. При анализе литературы ряд работ был нами отклонён по следующим причинам: большая давность проведения исследования; исследование женской части зарубежных сборных команд; исследование контингента, несоответствующего квалификационным критериям (низкий уровень результатов — очки WA <900); исследование пловцов, участвующих в соревнованиях на открытой воде, триатлонистов и паралимпийцев [37–46].

Возвращаясь к внутригрупповому анализу показателей у пловцов сборной России, стоит обратить внимание на антропометрический статус спортсменов с разной специализацией — нами выявлены стандартные различия ДТ, МТ, ППТ, ТМа, описанные в литературе [5–7, 11, 47, 48]. Считается, что тотальные размеры тела и содержание мышечной массы пловцов уменьшаются в ряду спринтеры–средневики–стайеры. Этот факт объясняется использованием разных стратегий спортивного отбора и особенностями биомеханических аспектов спортивной тактики. Спринтер должен иметь самую большую силу гребка, то есть наибольшую мышечную массу и высокий рост для получения преимущества ещё до старта; стайер — лёгкое, обтекаемое тело с малыми размерами поперечных диаметров; средневики занимают промежуточную позицию, либо индивидуально тяготеют к спринтерам или стайерам. Тем не менее, помимо стандартных, уже известных различий, в нашем исследовании рассмотрены особенности индексов, отражающих тощую массу тела. Анализ показателей у пловцов разных специализаций выявил, что ТМо/ДТ и ТМо/ППТа выше у средневиков по сравнению со спринтерами. Данный феномен означает, что у спринтеров баланс между относительной тощей массой тела и тотальными размерами тела смещён в сторону последних, а у средневиков — в сторону обезжиренного компонента. По всей видимости, пловцов-спринтеров и пловцов-средневики отличают друг от друга преимущественно тотальные размеры тела, а не компонентный состав. Имея в виду, что возраст и уровень спортивного мастерства у спортсменов сопоставимы, мы затрудняемся по-другому интерпретировать полученные результаты.

### **ОГРАНИЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В ходе работы выявлен ряд лимитирующих факторов. Отсутствие значимых различий по некоторым показателям может быть связано с малым количеством наблюдений. Принимая во внимание это обстоятельство, мы добавим, что взрослая и юниорская сборные России по плаванию — это малочисленные популяции, включающие ограниченный контингент спортсменов. По нашему мнению, данный факт не может препятствовать проведению исследования, поскольку изучение медико-биологических и психолого-педагогических характеристик играет важную роль в подготовке высококвалифицированных спортсменов, а также в определении тенденций развития плавания и подготовки олимпийского резерва.

При разделении исследуемых пловцов по длительности соревновательной дистанции (на спринтеров и средневики), не учитывали уровень квалификации. И наоборот, при разделении по уровню спортивного мастерства не учитывали продолжительность основной соревновательной дистанции, что также могло повлиять на результаты исследования.

Ещё одним обстоятельством, ограничивающим интерпретацию результатов работы, является отсутствие данных о динамике показателей физического развития. Полученные результаты отражают лишь средние значения в популяции пловцов основной и юниорской сборных, то есть неясно, изменится ли антропометрический статус юниоров при переходе во взрослую команду, а также будут ли происходить анатомо-морфологические изменения у мастеров спорта в процессе их перехода на уровень мастеров спорта международного класса.

С точки зрения статистики настоящая работа лимитирована отсутствием поправок на конфаундеры, из-за чего ряд найденных значимых корреляций между антропометрическими и спортивными показателями может быть обусловлен причинно-следственными связями с иными, близкими по биологическому смыслу факторами, что затрудняет определение наиболее важных и осмысленных показателей.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В целом в мужской национальной сборной по плаванию прослеживается тенденция к повышению спортивного мастерства по мере увеличения ряда анатомо-морфологических показателей спортсменов (длины и массы тела, площади поверхности тела, абсолютной тощей массы тела) и снижения относительной жировой массы тела. Для представителей основной (взрослой) сборной

России и мастеров спорта международного класса характерны бóльшие тотальные размеры тела и более высокое абсолютное содержание обезжиренного компонента, тогда как пловцы-юниоры и мастера спорта отличаются менее крепким телосложением и большей площадью поверхности тела, приходящейся на 1 кг массы.

Согласно полученным данным, индексы, отражающие компонентный состав тела, служат одним из важнейших показателей формирования спортивного успеха у элитных пловцов-мужчин. Результаты исследования говорят о том, что по мере роста спортивного мастерства увеличивается значимость показателя абсолютной тощей массы тела, при этом вклад тотальных размеров тела нивелируется. Мы предполагаем, что на уровне национальной сборной, где большинство атлетов имеют предрасположенность к макросомии, более успешные и менее успешные пловцы различаются главным образом степенью развития обезжиренного компонента, что отражается на значениях индексов.

Вероятно, для повышения спортивного мастерства и дальнейшего роста спортивных результатов пловцам мужской сборной, особенно юниорам, необходимо увеличивать абсолютную тощую массу тела, преимущественно за счёт скелетно-мышечной массы.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** А.И. Рязанцев — проведение исследования, работа с данными, анализ данных, визуализация, написание черновика рукописи; И.Н. Гребенникова, М.А. Суботялов — определение концепции, руководство исследованием, пересмотр и редактирование рукописи. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты настоящей работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

**Этическая экспертиза.** Работа проведена в строгом соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации. Дизайн и протокол исследования одобрены этическим комитетом кафедры теоретических основ физической культуры Новосибирского государственного педагогического университета (протокол № 1-25 от 10 января 2025 г.). Все спортсмены добровольно подписали информированное согласие на участие в исследовании.

**Источники финансирования.** Работа выполнена за счёт личных средств авторов.

**Раскрытие интересов.** Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими организациями), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

**Оригинальность.** При проведении исследования и создании настоящей статьи авторы не использовали ранее полученные и опубликованные сведения (данные, текст, иллюстрации).

**Доступ к данным.** Все данные, полученные в настоящем исследовании, представлены в статье.

**Генеративный искусственный интеллект.** Авторы не использовали технологии генеративного искусственного интеллекта при написании и оформлении рукописи.

**Рассмотрение и рецензирование.** Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали три рецензента.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contributions:**

**Ethics approval:**

**Funding sources:**

**Disclosure of interests:**

**Statement of originality:**

**Data availability statement:**

**Generative AI use statement:**

**Provenance and peer-review:**

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Momot DA, Bakhmudov GG, Rakhmanov RS, Gadjiibragimov. Physical development of adult population as a criteria of prenosological diagnostics. *Bulletin of Eastern-Siberian scientific center*. 2010;4(74):199–202. (In Russ.)
2. Lee TL, Lin FJ, Yeh CF, et al. Evaluating the potential of waist-to-BMI ratio, a body shape index, and other anthropometric parameters in predicting cardiovascular disease mortality: evidence from NHANES III. *BMC Public Health*. 2025;25(1):1828. doi: 10.1186/s12889-025-22944-5 EDN: [YOSPIV](https://doi.org/10.1186/s12889-025-22944-5)

3. Morais JE, Barbosa TM, Forte P, et al. Young swimmers' anthropometrics, biomechanics, energetics, and efficiency as underlying performance factors: a systematic narrative review. *Front Physiol.* 2021;12: 691919. doi: 10.3389/fphys.2021.691919 EDN: [XCNIAU](#)
4. Cortesi M, Gatta G, Michielon G, et al. Passive drag in young swimmers: effects of body composition, morphology and gliding position. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(6):2002. doi: 10.3390/ijerph17062002 EDN: [FAEESW](#)
5. Davydov VYu, V. B. Avdienko VB. *Selection and orientation of swimmers based on body build indicators in the system of long-term training: theoretical and practical aspects.* Moscow: Sovetskiy sport; 2014. (In Russ.)
6. Timakova TS. *Factors of sports selection, or who becomes an Olympic champion.* Moscow: Sport; 2018. (In Russ.) ISBN: 978-5-9500180-5-3 EDN: [XSOYXX](#)
7. Perova EN, Ryazantsev IV, Ryazantsev AI, Golomedov MR. Features of morphofunctional indicators of crawler swimmers in adolescence with regard to different specialization. *OlymPlus (Humanitarian Version): International Scientific and Practical journal.* 2023;(1):72–77. doi: 10.46554/OlymPlus.2023.1(16).pp.72 EDN: [YJOCAL](#)
8. Ryazantsev AI, Grebennikova IN, Subotyalov MA. Anthropometric profile of 13-14-year-old swimmers with different sport specializations. *Avicenna Bulletin.* 2025;27(2):270–279. doi: 10.25005/2074-0581-2025-27-2-270-279 EDN: [YDXWAO](#)
9. Hawes MR, Sovak D. Morphological prototypes, assessment and change in elite athletes. *J Sports Sci.* 1994;12(3):235–242. doi: 10.1080/02640419408732168
10. Guba VP. *Morphobiomechanical studies in sport.* Moscow: SportAkademPress; 2000. (In Russ.) ISBN: 5-8134-0026-5
11. Bulgakova NZh, editor. *Selection and training of young swimmers.* Moscow: Fizkul'tura i sport; 1986. (In Russ.)
12. Markovic V, Milošević M. Associations between morphological dimensions and swimming time in different swimming styles. *J Anthr Sport Phys Educ.* 2023;7(4):7–12. doi: 10.26773/jaspe.231002
13. Bjerring AW, Landgraff HEW, Leirstein S, et al. From talented child to elite athlete: The development of cardiac morphology and function in a cohort of endurance athletes from age 12 to 18. *Eur J Prev Cardiol.* 2021;28(10):1061–1067. doi: 10.1177/2047487320921317
14. Politko O. Features of morphological and functional characteristics of young swimmers 14–18 years. *Slobozhansky Herald of Science and Sport.* 2015;45(1):95–99. doi: 10.15391/sns.v.2015-1.018
15. Bulgakova NZh, Vorontsov AR, Solomatin VR, Chebotareva IV. Age-related dynamics of morphological, strength, and functional indicators limiting the sports performance of swimmers aged 11–18 as a basis for long-term training and selection. In: *Works of GTSOLIFKa scientists: 75 years: Yearbook.* Moscow; 1993. P:242–252. (In Russ.)
16. Alves M, Carvalho DD, Fernandes RJ, Vilas-Boas JP. How anthropometrics of young and adolescent swimmers influence stroking parameters and performance? A systematic review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(5):2543. doi: 10.3390/ijerph19052543 EDN: [ZYBZRG](#)
17. Nesterova AS, Barbashov SV. Technologies of sport selection and orientation of children to swimming in different styles. *Modern Issues of Biomedicine.* 2023;7(3). doi: 10.24412/2588-0500-2023\_07\_03\_38
18. Khristov VV. A comprehensive approach to the selection and identification of sport-gifted children in swimming at the early stages of long-term training. *Theory and Practice of Physical Culture.* 2005;8:36–37. (In Russ.)
19. Benjanuvatva N, Blanksby BA, Elliott BC. Morphology and hydrodynamic resistance in young swimmers. *Pediatric Exercise Science.* 2001;13(3):246–255. doi: 10.1123/pes.13.3.246 EDN: [LPMWXV](#)
20. Naemi R, Easson WJ, Sanders RH. Hydrodynamic glide efficiency in swimming. *J Sci Med Sport.* 2010;13(4):444–451. doi: 10.1016/j.jsams.2009.04.009
21. Naemi R, Sanders RH. A "hydrokinematic" method of measuring the glide efficiency of a human swimmer. *J Biomech Eng.* 2008;130(6):061006. doi: 10.1115/1.3002764
22. Tijani JM, Zouhal H, Rhibi F, et al. Relationship between anthropometry and stroking parameters of front crawl sprint performance in young swimmers. *Med Sport.* 2019;72:355–365. doi: 10.23736/S0025-7826.19.03427-6
23. Keskinen KL, Tilli LJ, Komi PV. Maximum velocity swimming interrelationships of stroking characteristics force production and anthropometric variables. *Scandinavian journal of sports sciences.* 1989;11(2):87–92.
24. Nevill AM, Oxford SW, Duncan MJ. Optimal body size and limb length ratios associated with 100-m personal-best swim speeds. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(8):1714–1718. doi: 10.1249/MSS.0000000000000586
25. Dopsaj M, Zuoziene IJ, Milić R, et al. Body composition in international sprint swimmers: are there any relations with performance? *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(24):9464. doi: 10.3390/ijerph17249464 EDN: [CAWCTG](#)
26. Dos Santos MAM, Henrique RS, Salvina AHO, et al. The influence of anthropometric variables, body composition, propulsive force and maturation on 50m freestyle swimming performance in junior swimmers: An allometric approach. *J Sports Sci.* 2021;39(14):1615–1620. doi: 10.1080/02640414.2021.1891685 EDN: [WLONAD](#)
27. González-Ravé JM, González-Mohino F, Hermosilla Perona F, et al. Biomechanical, physiological and anthropometric determinants of backstroke swimming performance: A systematic review. *Sports Med Open.* 2025;11(1):68. doi: 10.1186/s40798-025-00868-z EDN: [WVNKNO](#)
28. Clemente-Suárez VJ, Fuentes-García JP, Fernandes RJ, Vilas-Boas JP. Psychological and physiological features associated with swimming performance. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(9):4561. doi: 10.3390/ijerph18094561 EDN: [PWBLAJ](#)

29. Pla R, Leroy A, Massal R, et al. Bayesian approach to quantify morphological impact on performance in international elite freestyle swimming. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2019;5(1):e000543. doi: 10.1136/bmjsem-2019-000543
30. Ferraz R, Branquinho L, Loupo R, et al. The relationship between anthropometric characteristics and sports performance in national-level young swimmers. *European Journal of Human Movement.* 2020;45:12–25. doi: 10.21134/eurjhm.2020.45.2 EDN: [FWVTQM](#)
31. Thorland WG, Johnson GO, Housh TJ, Refsell MJ. Anthropometric characteristics of elite adolescent competitive swimmers. *Hum Biol.* 1983;55(4):735–748.
32. Rejman M, Nevill AM, Garrido ND, et al. Identification of key somatic features that are common and the ones that differ between swim strokes through allometric modeling. *Front Sports Act Living.* 2023;5:1308033. doi: 10.3389/fspor.2023.1308033 EDN: [IVJVKR](#)
33. Nicol E, Pearson S, Saxby D, et al. The association of range of motion, dryland strength-power, anthropometry, and velocity in elite breaststroke swimmers. *Int J Sports Physiol Perform.* 2022;17(8):1222–1230. doi: 10.1123/ijsp.2021-0544 EDN: [NCAMJT](#)
34. Matarazzo A, D'Angelo A, D'Anastasio R, Ripari P. Hand anthropometry of Italian elite male swimmers. *Int J Morphology.* 2024;42(1):82–85. doi: 10.4067/S0717-95022024000100082 EDN: [KUOBNK](#)
35. Mazzilli F. Body height and swimming performance in 50 and 100 m freestyle Olympic and world championship swimming events: 1908 - 2016. *J Hum Kinet.* 2019;66:205–213. doi: 10.2478/hukin-2018-0068
36. Gagnon CM, Steiper ME, Pontzer H. Elite swimmers do not exhibit a body mass index trade-off across a wide range of event distances. *Proc Biol Sci.* 2018;285(1882):20180684. doi: 10.1098/rspb.2018.0684
37. Lavoie JM, Montpetit RR. Applied physiology of swimming. *Sports Med.* 1986;3(3):165–189. doi: 10.2165/00007256-198603030-00002 EDN: [YTUACW](#)
38. Born DP, Schönfelder M, Logan O, et al. Performance development of European swimmers across the Olympic cycle. *Front Sports Act Living.* 2022;4:894066. doi: 10.3389/fspor.2022.894066 EDN: [OFGMGE](#)
39. Khosla T. Physique of female swimmers and divers from the 1976 Montreal Olympics. *JAMA.* 1984;252(4):536–537.
40. Jakše B, Lipošek S, Zenič N, Šajber D. Olympic cycle comparison of the nutritional and cardiovascular health status of an elite-level female swimmer: case study report from Slovenia. *Sports (Basel).* 2022;10(5):63. doi: 10.3390/sports10050063 EDN: [IFPOAC](#)
41. Shaw G, Mujika I. Anthropometric profiles of elite open-water swimmers. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018;13(1):115–118. doi: 10.1123/ijsp.2016-0741
42. Medeiros RM, Alves ES, Lemos VA, et al. Assessment of body composition and sport performance of Brazilian paralympic swim team athletes. *J Sport Rehabil.* 2016;25(4):364–370. doi: 10.1123/jsr.2015-0036
43. Leake CN, Carter JE. Comparison of body composition and somatotype of trained female triathletes. *J Sports Sci.* 1991;9(2):125–135. doi: 10.1080/02640419108729874
44. Kellett DW, Willan PL, Bagnall KM. A study of potential Olympic swimmers. Part 2. Changes due to three months intensive training. *Br J Sports Med.* 1978;12(2):87–92. doi: 10.1136/bjbm.12.2.87
45. Abe T, Dankel SJ, Buckner SL, et al. Magnetic resonance imaging-measured skeletal muscle mass to fat-free mass ratio increases with increasing levels of fat-free mass. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(4):619–623. doi: 10.23736/S0022-4707.18.08683-8
46. Chengalur SN, Brown PL. An analysis of male and female Olympic swimmers in the 200-meter events. *Can J Sport Sci.* 1992;17(2):104–109.
47. Chatard JC, Lavoie JM, Lacour JR. Analysis of determinants of swimming economy in front crawl. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1990;61(1–2):88–92. doi: 10.1007/BF00236699 EDN: [NDRBLE](#)
48. Tumanyan GS, Martirosov EG. *Body structure and sport.* Moscow: Fizkul'tura i sport; 1976. (In Russ.)

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

### AUTHORS' INFO

*Автор, ответственный за переписку:	
* <b>Рязанцев Андрей Игоревич;</b> адрес: Россия, 630126, Новосибирск, ул. Виллойская, д. 28, к. 3; ORCID: 0000-0003-4441-4793; eLibrary SPIN: 5801-4238; e-mail: reza.a.i@mail.ru	* <b>Andrey I. Ryazantsev;</b> address: 28 Vilyuyskaya st, unit 3, Novosibirsk, Russia, 630126; ORCID: 0000-0003-4441-4793; eLibrary SPIN: 5801-4238; e-mail: reza.a.i@mail.ru
Соавторы:	
<b>Гребенникова Ирина Николаевна,</b> канд. биол. наук, доцент;	<b>Irina N. Grebennikova,</b> Cand. Sci. (Biology), Assistant Professor;

**Морфология / Morphology**

Оригинальные исследования / Original Study Articles

DOI: <https://doi.org/10.17816/morph.688022>

ORCID: 0009-0002-7466-3651; eLibrary SPIN: 7369-2925; e-mail: i160463@yandex.ru	ORCID: 0009-0002-7466-3651; eLibrary SPIN: 7369-2925; e-mail: i160463@yandex.ru
<b>Суботьялов Михаил Альбертович</b> , д-р. мед. наук, профессор; ORCID: 0000-0001-8633-1254; eLibrary SPIN: 9170-4604; e-mail: subotyalov@yandex.ru	<b>Mikhail A. Subotyalov</b> , MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor; ORCID: 0000-0001-8633-1254; eLibrary SPIN: 9170-4604; e-mail: subotyalov@yandex.ru

## ТАБЛИЦЫ

**Таблица 1.** Возрастные, специально-спортивные и антропометрические показатели юниоров и взрослых пловцов сборной России

Показатель	Группа		Статистическая значимость (значение <i>p</i> )
	Юниоры ( <i>n</i> =18)	Взрослые ( <i>n</i> =9)	
Возраст, лет	18,00 [16,00; 18,00]	23,00 [21,00; 24,00]	-
Очки по таблице World Aquatics	788,00 [743,00; 819,00]	947,00 [939,00; 955,00]	0,000002**
Длина тела в положении стоя (ДТ), см	185,75 [184,00; 189,00]	196,00 [188,00; 196,00]	-
Масса тела, кг	74,10 [71,70; 80,30]	85,10 [84,00; 88,30]	0,000466**
Площадь поверхности тела по Мостеллеру (ППТа), м <sup>2</sup>	1,95 [1,91; 2,05]	2,11 [2,09; 2,20]	0,001230**
Относительная площадь поверхности тела, см <sup>2</sup> /кг	266,08 [259,04; 269,98]	251,11 [245,98; 254,54]	0,001230**
Вес-ростовой индекс, г/см	398,63 [386,63; 420,00]	445,95 [434,84; 460,00]	0,000976**
Индекс Кетле, кг/м <sup>2</sup>	21,38 [20,67; 22,15]	22,83 [22,52; 23,66]	0,010539*
Индекс Рорера, кг/м <sup>3</sup>	11,48 [11,04; 11,89]	12,04 [11,37; 12,67]	0,160110
Абсолютная жировая масса (ЖМа), кг	11,45 [10,50; 12,60]	11,90 [11,20; 13,90]	0,463160
Относительная жировая масса (ЖМо), %	15,30 [13,50; 17,15]	13,70 [13,10; 16,30]	0,231679
Абсолютная тощая масса тела (ТМа), кг	62,10 [60,10; 70,30]	72,10 [70,20; 78,20]	0,002902*
Относительная тощая масса тела (ТМо), %	84,70 [82,85; 86,50]	86,30 [83,70; 86,90]	0,231679
ЖМа/ДТ, %	6,12 [5,58; 6,84]	6,17 [5,71; 7,07]	0,742944
ЖМа/ППТа, кг/м <sup>2</sup>	5,73 [5,20; 6,40]	5,41 [5,25; 6,38]	0,705056
ЖМо/ДТ, %/см	8,40 [6,94; 9,19]	6,98 [6,68; 8,64]	0,131051
ЖМо/ППТа, %/м <sup>2</sup>	8,17 [6,74; 8,77]	6,43 [5,87; 7,80]	0,035401*
ТМа/ДТ, %	33,39 [32,81; 36,05]	37,94 [36,41; 39,49]	0,001230**
ТМа/ППТа, кг/м <sup>2</sup>	31,88 [31,39; 33,49]	33,56 [33,13; 35,42]	0,003544**
ТМо/ДТ, %/см	45,02 [44,42; 45,78]	44,33 [44,03; 44,74]	0,145050
ТМо/ППТа, %/м <sup>2</sup>	42,64 [41,21; 44,11]	39,45 [39,10; 40,81]	0,004302**

**Примечание.** Данные представлены в виде Ме [Q1; Q3], где Ме — медиана, Q1 и Q3 — верхний и нижний квартили; \* *p* < 0,05, \*\* *p* < 0,01.

**Таблица 2.** Возрастные, специально-спортивные и антропометрические показатели пловцов мастеров спорта и мастеров спорта международного класса

Показатель	Группа		Статистическая значимость (значение <i>p</i> )
	Мастера спорта ( <i>n</i> =19)	Мастера спорта международного класса ( <i>n</i> =8)	
Возраст, лет	18,00 [16,00; 18,00]	23,50 [21,50; 25,50]	0,000002**
Очки по таблице World Aquatics	789,00 [743,00; 845,00]	948,00 [941,00; 956,00]	0,000001**
Длина тела в положении стоя (ДТ), см	186,50 [184,00; 189,00]	196,00 [186,50; 197,00]	0,051198
Масса тела, кг	75,00 [71,70; 81,30]	85,60 [83,10; 89,50]	0,001183**
Площадь поверхности тела по Мостеллеру (ППТа), м <sup>2</sup>	1,95 [1,91; 2,08]	2,14 [2,09; 2,21]	0,004431**
Относительная площадь поверхности тела, см <sup>2</sup> /кг	265,93 [256,83; 269,98]	250,33 [245,84; 257,03]	0,002932**
Весо-ростовой индекс, г/см	400,00 [386,63; 424,86]	446,91 [426,86; 461,37]	0,002361**
Индекс Кетле, кг/м <sup>2</sup>	21,38 [20,67; 22,47]	23,22 [22,24; 23,74]	0,018525*
Индекс Рорера, кг/м <sup>3</sup>	11,56 [11,04; 11,89]	12,05 [11,23; 12,68]	0,197658
Абсолютная жировая масса (ЖМа), кг	11,90 [10,50; 13,00]	11,85 [10,75; 13,05]	0,774909
Относительная жировая масса (ЖМо), %	15,30 [13,50; 17,15]	13,50 [12,60; 16,10]	0,146877
Абсолютная тощая масса тела (ТМа), кг	62,40 [60,10; 70,30]	73,00 [70,55; 78,50]	0,002361**
Относительная тощая масса тела (ТМо), %	84,70 [82,85; 86,50]	86,50 [83,90; 87,40]	0,146877
ЖМа/ДТ, %	6,29 [5,58; 7,06]	6,12 [5,59; 6,81]	0,937873
ЖМа/ППТа, кг/м <sup>2</sup>	5,76 [5,20; 6,53]	5,37 [5,07; 6,25]	0,418424
ЖМо/ДТ, %/см	8,54 [6,94; 9,19]	6,88 [6,55; 8,53]	0,084443
ЖМо/ППТа, %/м <sup>2</sup>	7,92 [6,74; 8,77]	6,19 [5,81; 7,84]	0,029322*
ТМа/ДТ, %	33,74 [32,81; 36,19]	38,62 [36,29; 39,84]	0,002932**
ТМа/ППТа, кг/м <sup>2</sup>	31,88 [31,39; 33,49]	34,40 [33,33; 35,44]	0,002361**
ТМо/ДТ, %/см	44,97 [44,35; 45,78]	44,46 [44,13; 45,73]	0,388733
ТМо/ППТа, %/м <sup>2</sup>	42,55 [41,16; 44,11]	39,82 [39,03; 41,36]	0,015756*

**Примечание.** Данные представлены в виде Ме [Q1; Q3], где Ме — медиана, Q1 и Q3 — верхний и нижний квартили; \* *p* < 0,05, \*\* *p* < 0,01.

**Таблица 3.** Возрастные, специально-спортивные и антропометрические показатели пловцов сборной команды России, специализирующихся на спринте и плавании на средние дистанции

Показатель	Группа		Статистическая значимость (значение <i>p</i> )
	Спринтеры ( <i>n</i> =12)	Средневики ( <i>n</i> =15)	
Возраст, лет	18,00 [17,50; 22,50]	18,00 [17,00; 21,00]	0,455864
Очки по таблице World Aquatics	855,00 [777,50; 948,00]	789,00 [743,00; 868,00]	0,256246
Длина тела (ДТ), см	192,00 [187,60; 196,00]	185,00 [179,00; 198,00]	0,014993*
Масса тела, кг	81,85 [78,40; 85,60]	74,00 [71,70; 84,00]	0,047262*
Площадь поверхности тела по Мостеллеру (ППТа), м <sup>2</sup>	2,09 [2,01; 2,14]	1,93 [1,91; 2,09]	0,027393*
Относительная площадь поверхности тела, см <sup>2</sup> /кг	257,36 [251,04; 260,71]	265,93 [253,12; 269,41]	0,160023
Весо-ростовой индекс, г/см	423,90 [414,80; 444,06]	400,00 [387,56; 437,50]	0,160023
Индекс Кетле, кг/м <sup>2</sup>	21,96 [21,37; 23,26]	21,56 [20,94; 22,83]	0,604675
Индекс Рорера, кг/м <sup>3</sup>	11,23 [10,93; 12,15]	11,71 [11,32; 12,04]	0,311045
Абсолютная жировая масса (ЖМа), кг	12,00 [10,95; 13,85]	11,80 [10,30; 12,60]	0,372812
Относительная жировая масса (ЖМо), %	15,00 [13,30; 17,30]	15,30 [13,10; 16,80]	0,791887
Абсолютная тощая масса тела (ТМа), кг	70,60 [64,35; 71,90]	62,20 [60,70; 70,90]	0,022579*
Относительная тощая масса тела (ТМо), %	85,00 [82,67; 86,70]	87,00 [83,20; 86,90]	0,791887
ЖМа/ДТ, %	6,27 [5,61; 7,19]	6,07 [5,58; 6,84]	0,648303
ЖМа/ППТа, кг/м <sup>2</sup>	5,81 [5,17; 6,60]	5,69 [5,33; 6,40]	0,980869
ЖМо/ДТ, %/см	7,61 [6,80; 9,32]	8,27 [6,94; 9,08]	0,866684
ЖМо/ППТа, %/м <sup>2</sup>	6,93 [6,15; 8,74]	7,92 [6,74; 8,54]	0,904561
ТМа/ДТ, %	36,29 [34,41; 38,35]	33,91 [32,81; 36,51]	0,322857
ТМа/ППТа, кг/м <sup>2</sup>	33,51 [31,88; 34,34]	32,23 [31,62; 33,97]	0,427122
ТМо/ДТ, %/см	44,29 [43,90; 44,52]	45,21 [44,80; 46,72]	0,002566**
ТМо/ППТа, %/м <sup>2</sup>	40,98 [39,82; 41,85]	42,85 [41,49; 44,12]	0,024587*

**Примечание.** Данные представлены в виде Ме [Q1; Q3], где Ме — медиана, Q1 и Q3 — верхний и нижний квартили; \* *p* < 0,05, \*\* *p* < 0,01.

**Таблица 4.** Матрица взаимосвязи возрастно-спортивных показателей и тотальных размеров тела пловцов сборной команды России — коэффициенты корреляции Спирмена (*r*)

	Возраст	Очки WA	ДТ	МТ	ППТа	ППТо	Весоростовой индекс	Индекс Кетле	Индекс Рорера
Возраст		0,758*	0,433*	0,674*	0,621*	-0,666*	0,675*	0,499*	0,268
Очки WA	0,758*		0,577*	0,619*	0,623*	-0,544*	0,558*	0,353	0,095

**Примечание.** WA — таблица World Aquatics, ДТ — длина тела, МТ — масса тела, ППТа — абсолютная площадь поверхности тела, ППТо — относительная площадь поверхности тела; \* *p* < 0,05.

**Таблица 5.** Матрица взаимосвязи возрастно-спортивных показателей и жировой массы тела пловцов сборной команды России — коэффициенты корреляции Спирмена (*r*)

	Возраст	Очки WA	ЖМа	ЖМо	ЖМа/ДТ	ЖМа/ППТа	ЖМо/ДТ	ЖМо/ППТа
Возраст		0,758*	0,033	-0,361	-0,049	-0,212	-0,420*	-0,562*
Очки WA	0,758*		-0,036	-0,432*	-0,144	-0,309	-0,508*	-0,589*

**Примечание.** WA — таблица World Aquatics, ДТ — длина тела, ППТа — абсолютная площадь поверхности тела, ЖМа — абсолютная жировая масса тела, ЖМо — относительная жировая масса тела; \* *p* < 0,05.

**Таблица 6.** Матрица взаимосвязи возрастно-спортивных показателей и тощей массы тела пловцов сборной команды России — коэффициенты корреляции Спирмена (*r*)

	Возраст	Очки WA	ТМа	ТМо	ТМа/ДТ	ТМа/ППТа	ТМо/ДТ	ТМо/ППТа
Возраст		0,758*	0,650*	0,361	0,701*	0,714*	-0,181	-0,504*
Очки WA	0,768*		0,612*	0,432*	0,621*	0,658*	-0,229	-0,463*

**Примечание.** WA — таблица World Aquatics, ДТ — длина тела, ППТ — абсолютная площадь поверхности тела, ТМа — абсолютная тощая масса тела, ТМо — относительная тощая масса тела; \* *p* < 0,05.

РИСУНКИ

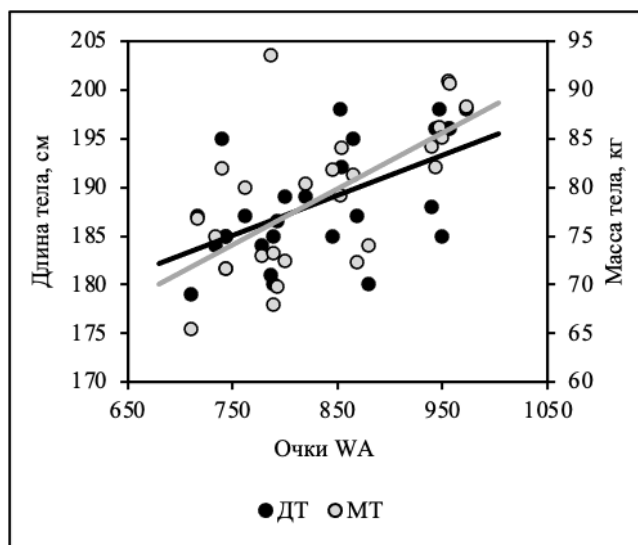


Рис. 1. Зависимость длины тела (ДТ) и массы тела (МТ) от количества очков по таблице World Aquatics.

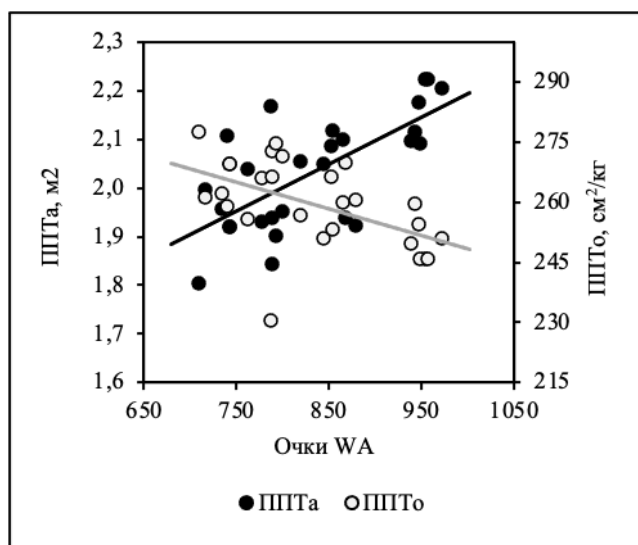


Рис. 2. Зависимость абсолютной площади поверхности тела (ППТа) и относительной площади поверхности тела (ППТо) от количества очков по таблице World Aquatics.

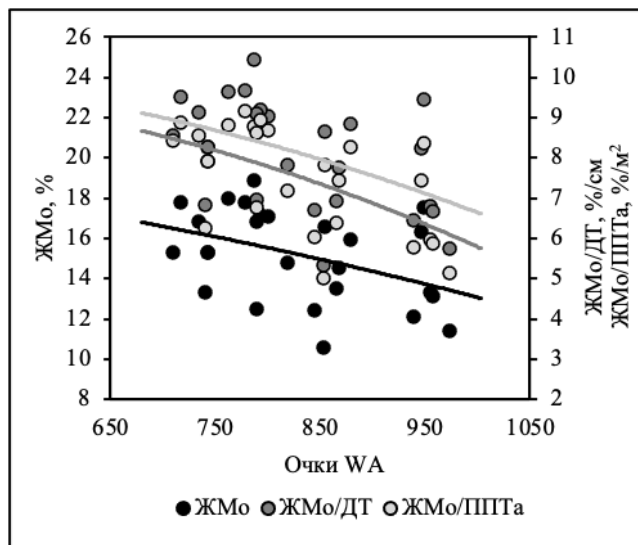


Рис. 3. Зависимость относительной жировой массы тела (ЖМо) и индексов жировой массы от количества очков по таблице World Aquatics: ДТ — длина тела, ППТа — абсолютная площадь поверхности тела.

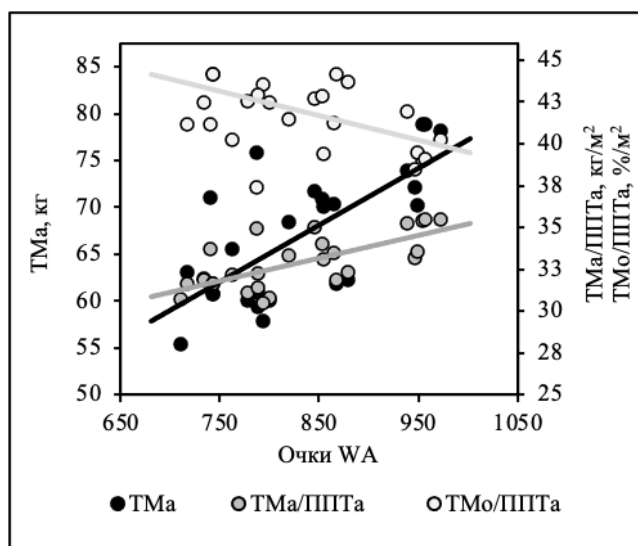


Рис. 4. Зависимость тощей массы тела (ТМа) и индексов тощей массы от количества очков по таблице World Aquatics: ППТа — абсолютная площадь поверхности тела.