



© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2024

Буянова Н.М.¹, Алпатов С.П.¹, Кочетов А.Г.^{1,2}, Троянов К.В.¹, Парастаев С.А.^{1,3}

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНЦЕНТРАЦИИ СЫВОРОТОЧНОГО ИММУНОГЛОБУЛИНА А ПО ОЛИМПИЙСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ И УРОВНЮ СПОРТИВНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ У СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОГО КЛАССА

¹ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава РФ, 117997, Москва, Россия;

² АНО ДПО «Институт лабораторной медицины», 117042, Москва, Россия;

³ ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации» ФМБА, 121352, Москва, Россия

Актуальность. В доступной литературе отсутствуют систематизированные данные о концентрации сывороточного иммуноглобулина А у спортсменов высокого класса с учётом их соревновательной успешности.

Цель. Стратификация уровня сывороточного иммуноглобулина А по уровню спортивных достижений в рамках олимпийской классификации видов спорта.

Материал и методы. Исследование проводилось на основе данных медицинских обследований спортсменов сборных России за период с 2012 по 2020 годы. В выборку вошли 21 141 спортсмен, классифицированные по олимпийским видам спорта.

Результаты. Установлено, что концентрация сывороточного иммуноглобулина А не выходит за пределы популяционного референтного интервала, однако её уровень варьируется в зависимости от спортивных достижений и специфики вида спорта. Выявлена тенденция к более низким значениям сывороточного иммуноглобулина А у спортсменов с высокими достижениями, что, вероятно, связано с адаптацией иммунной системы к интенсивным физическим нагрузкам.

Заключение. Стратификация концентрации сывороточного иммуноглобулина А по уровню спортивных достижений в рамках олимпийской классификации показала важность учёта специфики нагрузки, в том числе интенсивности нагрузки. Исследование подчеркивает необходимость дальнейшего изучения взаимосвязи между концентрацией сывороточного иммуноглобулина А, типом физической активности, воздействия внешних факторов и уровнем спортивных достижений, что может иметь важное значение для оптимизации тренировочных процессов.

Ключевые слова: спорт высших достижений; иммуноглобулин А (IgA); олимпийская классификация; спортивные достижения

Для цитирования: Буянова Н.М., Алпатов С.П., Кочетов А.Г., Троянов К.В., Парастаев С.А. Сравнительный анализ концентрации сывороточного иммуноглобулина А по олимпийской классификации и уровню спортивных достижений у спортсменов высокого класса. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2024; 69 (12): 665-671.

DOI: <https://doi.org/10.51620/0869-2084-2024-69-12-665-671>

EDN: BVCTYL

Для корреспонденции: Кочетов Анатолий Глебович, д-р мед.наук, проф., ректор АНО ДПО «Институт лабораторной медицины», проф. кафедры фармакологии Института фармации и медицинской химии РНИМУ им. Н.И. Пирогова; e-mail: ag_kochetov@dpo-ilm.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 08.11.2024

Принята к печати 11.11.2024

Опубликовано 20.11.2024

Buyanova N.M.¹, Alpatov S.P.^{1,2}, Kochetov A.G.^{1,3}, Troyanov K.V.², Parastaev S.A.^{1,2}

COMPARATIVE ANALYSIS OF SERUM IMMUNOGLOBULIN A CONCENTRATIONS BY OLYMPIC CLASSIFICATION AND LEVEL OF ATHLETIC ACHIEVEMENT IN ELITE ATHLETES

¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;

² Institute of Laboratory Medicine, Moscow, Russian Federation, Moscow, Russia;

³ Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Relevance. The available literature lacks systematic data on serum immunoglobulin A concentrations in elite athletes, considering their competitive success.

Objective. Stratification of serum immunoglobulin A levels by the level of athletic achievement within the framework of Olympic sports classification.

Material and methods. The study was based on medical examination data of Russian national team athletes from 2012 to 2020. The sample included 21,141 athletes, classified according to Olympic sports categories.

Results. It was found that immunoglobulin A concentrations remain within the general population reference range; however, the levels vary depending on athletic achievements and the specific nature of the sport. There is a tendency towards lower immunoglobulin A concentrations in athletes with high achievements, likely due to the adaptation of the immune system to intense physical exertion.

Conclusion. The stratification of immunoglobulin A concentrations by the level of athletic achievement within the framework of Olympic sports categories underscores the importance of considering the specificity of the load, including its intensity. The study highlights the need for further investigation into the relationship between immunoglobulin A concentration, type of physical activity, external factors, and the level of athletic achievement, which can be crucial for optimizing training processes.

Key words: field sports; immunoglobulin A (IgA); olympic classification; athletic achievements

For citation: Buyanova N.M., Alpatov S.P., Kochetov A.G., Troyanov K.V., Parastayev S.A.

Comparative analysis of serum immunoglobulin A concentrations by Olympic classification and level of athletic achievement in elite athletes. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika (Russian Clinical Laboratory Diagnostics)*. 2024; 69 (12): 665-671 (in Russ.).

DOI: https://doi.org/10.51620/0869-2084-2024-69-12-665-671

EDN: BBCTYL

For correspondence: Kochetov Anatoly Glebovich, MD, PhD, Professor, Rector of ANO DPO "Institute of Laboratory Medicine", Professor of the Department of Pharmacology at the Institute of Pharmacy and Medicinal Chemistry, Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov; e-mail: ag_kochetov@dpo-ilm.ru

Information about authors:

Buyanova N.M., https: ORCID 0000-0002-4073-475X;

Alpatov S.P., https: ORCID 0000-0003-2233-7301;

Kochetov A.G., https: ORCID 0000-0003-3632-291X;

Troyanov K.V., https: ORCID 0009-0004-1398-4958;

Parastayev S.A., https: ORCID 0000-0002-2281-9936.

Acknowledgment. The study had no sponsor support.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received 08.11.2024

Accepted 11.11.2024

Published 20.11.2024

Введение. Спорт высших достижений (СВД) характеризуется нацеленностью на постоянный рост спортивных результатов, который достигается путем регулярных интенсивных тренировок на пределе возможностей и приводит к перестройке всех систем организма. Иммунная система (ИС) реагирует одной из первых. Положительное и отрицательное влияние физических нагрузок (ФН) на ИС отражено в большом количестве исследований, но по-прежнему остаются вопросы состояния ИС в целом и её отдельных компонентов при ФН [1-5]. В связи с этим представляется весьма актуальным исследование и оценка у спортсменов высокого класса уровня сывороточного иммуноглобулина А (IgA), количество которого составляет до 15% от всех иммуноглобулинов сыворотки [6].

Роль IgA, продуцируемого в слизистых оболочках при инфекции и воспалении, в отличие от сывороточного IgA, функционально хорошо изучена, но при этом интерпретация его содержания затруднена в связи со сложностями стандартизации преаналитического этапа, вариабельности его концентрации в различных секретах, и, как следствие, противоречивости представленных в доступной литературе референсных популяционных значений среди относительно здоровых лиц [7-9].

Напротив, референсные значения сывороточного IgA (IgA_{сыв}) определены более чётко, но с весьма широким диапазоном – от 0,7 до 4,0 г/л у взрослых, при этом его роль остаётся недостаточно ясной [6, 9, 10].

Считается, что мономерные IgA_{сыв} обладают противовоспалительными эффектами и при отсутствии антигенов ингибируют функции клеток-фагоцитов. Данная супрессивная активность также подтверждает-

ся повышенной частотой аутоиммунных и аллергических заболеваний у пациентов с селективным дефицитом IgA [6, 8-10]. С другой стороны, IgA_{сыв} участвует во второй (сыворотка) линии защиты от бактерий и в меньшей степени вирусов, попадающих в кровь, и иммунные комплексы IgA_{сыв} в этом случае активируют опосредованную нейтрофилами антителозависимую клеточную цитотоксичность даже лучше, чем иммуноглобулин G [11-13].

Таким образом, IgA_{сыв} участвует в двух разнонаправленных процессах, связанных, согласно литературным данным, с различным действием подклассов IgA_{сыв}. Известно, что в сыворотке крови находятся два типа молекул мономерного иммуноглобулина: подкласс IgA1, который составляет примерно 85% от общего количества IgA_{сыв}, и подкласс IgA2. Данные подклассы различаются по своему действию на иммунные клетки из-за различных связывающих и сигнальных свойств. IgA2 оказывает противовоспалительное действие на макрофаги и нейтрофилы, в отличие от IgA1 [14, 15].

В связи с различным влиянием IgA_{сыв} на важные функции иммунитета актуальной остаётся оценка его уровня у высококвалифицированных спортсменов, иммунитет которых вынужден приспосабливаться к влиянию высоких нагрузок. Но при изучении литературы выявлено, что большинство исследователей сосредотачивали свои усилия на изучение уровня секреторной формы IgA у спортсменов [5, 16-19].

В целом по литературным данным, у высококвалифицированных спортсменов отмечаются разнонаправленные сдвиги лабораторных показателей иммунитета, при этом, по данным большинства исследователей, не

Таблица 1

Количество спортсменов, включённых в исследование, по олимпийским видам спорта

Вид спорта	n	Доля (95%ДИ)
Спортивные игры	7221	34,2% (33,5-34,8%)
Единоборства	5362	25,4% (24,8-26,0%)
Сложно-координационные	4526	21,4% (20,9-22,0%)
Циклические	2099	9,93% (9,53-10,3%)
Скоростно-силовые	1579	7,47% (7,12-7,83%)
Многоборье	384	1,82% (1,64-2,00%)

выходящие за пределы общепопуляционного референсного интервала, в частности, это касается и уровней иммуноглобулинов [4, 20-23]. Кроме того, оказалось затруднительным найти полномасштабные исследования, касающиеся изменения уровней IgA_{сыв} у спортсменов высокого класса в различных видах спорта, и практически ни одного, в котором бы рассматривалась связь между лабораторными показателями иммунитета и спортивными достижениями.

Таким образом, в связи с дуалистичностью роли IgA_{сыв} и отсутствием систематизированных данных о нём в спорте высших достижений, необходимо проведение исследования на большом количестве спортсменов с акцентом на их уровень достижений в различных видах спорта, в частности, с учётом международной олимпийской классификации видов спорта.

Цель работы - стратификация уровня сывороточного иммуноглобулина А по уровню спортивных достижений в рамках олимпийской классификации видов спорта.

Материал и методы. В исследовании использовалась база данных ФМБА с результатами медицинского обследования спортсменов сборных России в соответствии с приказами Министерства спорта Российской Федерации № 1000 от 1 декабря 2009 года «Об утверждении Порядка медицинского обеспечения спортивной подготовки в Российской Федерации» и Министерства здравоохранения РФ от 30 мая 2018 г. № 288н "Об утверждении Порядка организации медико-биологического обеспечения спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации" по 81 виду спорта (ВС) за период с 2012 по 2020 год. Критериями включения были наличие в записи базы данных соревновательных результатов спортсмена, его возраста, пола и результатов лабораторных исследований; критериями невключения – наличие острого заболевания и хронических заболеваний, требующих постоянной медикаментозной поддержки.

Всего в базе данных содержалось 21 141 записей, соответствующих критериям включения и невключения, из них 9 289 (43,9%, 95%ДИ 3,3-44,6%) записей о спортсменах женского пола и 11 882 (56,2%, 95%ДИ 55,5-56,9%) мужского пола. Число спортсменов со сверхвысокими достижениями (СВД) составило 11 322 (53,6%, 95% ДИ 52,9-54,2%) человек, с отсутствием сверхвысоких достижений (ОСВД) – 9 849 (46,6%, 95% ДИ 45,9-47,3%). Сверхвысокими достижениями считались победы и призовые места на крупных российских и международных соревнованиях.

Виды спорта группировались в соответствии с классификацией, утверждённой Международным олимпийским комитетом за период формирования базы данных, которая включает шесть групп: циклические дисциплины - бег, гребля, плавание, конькобежный, лыжный спорт, велоспорт и другие; скоростно-силовые дисциплины - метание, спринт, тяжёлая атлетика, отдельные виды легкой атлетики и другие; сложно-координационные - художественная и спортивная гимнастика, фигурное катание и другие; единоборства; спортивные игры - волейбол, хоккей, футбол и другие виды командных игр; многоборье - легкоатлетическое десятиборье, лыжное двоеборье, пятиборье и другие (табл. 1) [24].

Меры центральной тенденции возраста участников исследования составили: по средней 19,5±5,63 (95%ДИ 22,18-22,35) лет, по медиане 18,0 (Q 16,0-22,0) лет. Переменная «возраст» имела ненормальное распределение, значимость отличия от нормального распределения для данной переменной по критерию Колмогорова-Смирнова составила $p_{\text{КС}} < 0,001$.

Взятие образцов венозной крови для лабораторных исследований проводилось в соответствии с ГОСТ Р 52623.4-2015 «Технологии выполнения простых медицинских услуг инвазивных вмешательств». Обработка образцов венозной крови и получение сыворотки для определения IgA_{сыв} выполнялись согласно ГОСТ Р 53079.4-2008 «Обеспечение качества клинических лабораторных исследований. Часть 4. Правила ведения преаналитического этапа».

Концентрация IgA_{сыв} определялась на автоматических проточных иммунохемилюминесцентных анализаторах сопоставимого класса в различных лабораториях медицинских организаций ФМБА, имеющих свидетельства об успешном участии в международных системах внешнего контроля качества по определению концентрации IgA_{сыв}.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного обеспечения SPSS и Excel. Описательная статистика количественных переменных представлена в зависимости от нормальности распределения в виде средней и 95% доверительного интервала (ДИ) или медианы и межквартильного размаха (Q). Нормальным принималось распределение, у которого значимость отличия от теоретически нормального по критерию Колмогорова-Смирнова была более 0,05 ($p_{\text{КС}} > 0,05$). ДИ для частот и долей рассчитывались методом Уилсона [25 - 27]. Расчёт коэффициента корреляции (r) выполнялся по методу Пирсона или tau-b Кендалла в зависимости от типа нормальности распределения переменных. В модели многомерного шкалирования для группировки переменных использовалось расстояние Евклида, вычисляемое по используемым данным, с выбором обусловленности матричной переменной. Оценка количественного теста в качестве классификатора состояния осуществлялась по рабочей характеристической кривой (ROC-анализ), в частности, по площади под характеристической кривой и её стандартной ошибки (S, m), асимптотической значимости (p_s), асимптотическому 95% ДИ_a [28]. Полученные по координатам точек характеристической кривой пороговые значения дополнительно оценивались с помощью четырёхпольной таблицы сопряжённости с расчётом отношения шансов (ОШ). Несовпадение доверительных интервалов или межквартильных разма-

хов для мер центральной тенденции, а также значение вероятности (p) менее 0,05 (двусторонняя проверка значимости) для показателей аналитической статистики демонстрировало статистическую значимость.

Результаты. Концентрация $IgA_{\text{сыв}}$ как переменная имела ненормальное распределение $p_{\text{КС}} < 0,001$. Медиана концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ по всем включённым в исследование записям составила 1,71 (Q 1,31-2,24) г/л.

Статистически значимых различий концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ по полу не выявлено: у мужчин составила 1,76 (Q 1,33-2,31) г/л, у женщин 1,66 (Q 1,29-2,15) г/л, но по медиане отмечается тенденция к более высоким значениям $IgA_{\text{сыв}}$ у мужчин. Тенденция была подтверждена наличием слабой, но статистически значимой корреляционной взаимосвязи между полом (муж/жен) спортсменов и концентрацией $IgA_{\text{сыв}}$ ($r = -0,049$, $p < 0,001$), свидетельствующей о том, что более высокие концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ у мужчин наблюдались чаще.

По наличию СВД концентрация $IgA_{\text{сыв}}$, как и в случае с группировкой по полу, статистически значимо не различалась: в группе СВД составила 1,68 (Q 1,29-2,19) г/л, в группе ОСВД 1,76 (Q 1,33-2,30) г/л, то есть, медиана концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ была меньше в группе с наличием СВД. Корреляционный анализ позволил выявить наличие слабой, но статистически значимой корреляционной взаимосвязи между наличием СВД (да/нет) спортсменов и концентрацией $IgA_{\text{сыв}}$ ($r = 0,048$, $p < 0,001$), свидетельствующей о том, что более высокие концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ наблюдались чаще в группе ОСВД. Полученные данные стали при ROC-анализе основой отбора ОСВД в качестве положительного состояния.

Площадь под характеристической кривой концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ в группе ОСВД составила $S = 0,534 \pm 0,004$ (95%ДИ 0,526-0,542, $p < 0,001$) (рис. 1). По координатам точек характеристической кривой выявлено пороговое значение концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ 1,78 г/л с чувствительностью 49,6% и специфичностью 55,9%. ОШ по вероятности отсутствия СВД при указанном пороговом значении составило 1,079 (95%ДИ 0,954-1,220, $p = 0,232$).

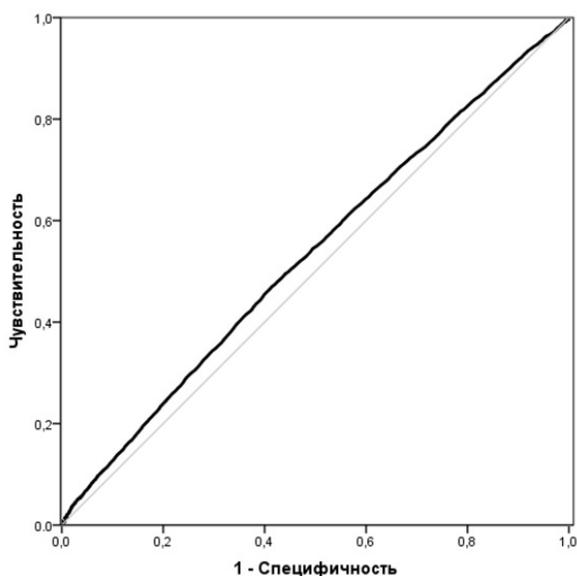


Рис. 1. Характеристическая кривая концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ у спортсменов высокого класса по отсутствию сверхвысоких достижений.

реляционным анализом: мужской пол очень слабо, но статистически значимо ассоциировался с ОСВД ($r = -0,022$, $p = 0,001$).

Концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ при олимпийской группировке ВС статистически значимо не отличались по межквартильному размаху, но обращает внимание ритмичность цепного прироста медианы и межквартильного размаха (рис. 2). Цепной медианный прирост концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ между сложно-координационными ВС и единоборствами составил 0,05 г/л, между единоборствами и спортивными играми - 0,06 г/л, между спортивными играми, циклическими ВС и многоборьем по 0,03 г/л, между многоборьем и скоростно-силовыми ВС - 0,07 г/л. С визуальным учётом значений межквартильного размаха можно выделить 4 группы для кластеризации значений концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ по олимпийским ВС: сложно-координационные, единоборства, спортивные игры и другие ВС, которые объединяют многоборье, циклические и скоростно-силовые ВС.

Многомерное шкалирование олимпийских ВС с индивидуальной матрицей по промежуточной концентрации $IgA_{\text{сыв}}$, равной 1,75 г/л, подтвердило необходимость их уменьшения до 4 соответствующих кластеров для последующей оценки по уровню спортивных достижений (рис. 3).

Результаты ROC-анализа концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ в полученных кластерах олимпийских ВС по уровню спортивных достижений свидетельствуют о том, что наиболее высокая значимость указанной переменной при отсутствии СВД отмечается в порядке убывания для таких ВС как спортивные игры, сложно-координационные и единоборства (табл. 2). По остальным олимпийским ВС значимости концентрации $IgA_{\text{сыв}}$, как классификатора уровня достижений, не выявлено.

Пороговое значение концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ в соответствии с координатами точек характеристической кривой по ОСВД в группе спортивных игр составило 1,76 г/л с чувствительностью 52,8%, специфичностью 54,2% и ОШ 1,321 (95% ДИ 1,204-1,449, $p < 0,001$). В группе сложно-координационных ВС и в группе единоборств пороговое значение составило 1,78 г/л, соответственно, с чувствительностью 48,3% и 46,6%, специфичностью 56,3% и 57,4%, ОШ 1,296 (95% ДИ 1,151-1,459, $p < 0,001$) и 1,148 (95% ДИ 1,029-1,281, $p < 0,001$). При значении концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ по ОСВД в группе спортивных игр 1,78 г/л в качестве точки отсечения получены более низкая, чем при пороговом значении 1,76 г/л, чувствительность 51,9%, но более высокая специфичность 55,1% и ОШ 1,322 (95% ДИ 1,205-1,450, $p < 0,001$). Представленные выше характеристики теста по всей выборке и в выборках по ВС позволяют принять общим пороговым значением по отсутствию СВД концентрацию $IgA_{\text{сыв}}$ 1,78 г/л.

Следовательно, учитывая преобладание специфичности над чувствительностью, свидетельствующее о более высокой прогностической ценности отрицательного результата, можно предположить, что концентрация $IgA_{\text{сыв}}$ менее 1,78 г/л в сложно-координационных ВС, спортивных играх и единоборствах с большей вероятностью прогнозирует наличие СВД, чем отсутствие СВД при концентрации выше данного порогового значения.

Обсуждение. Результаты сравнительного исследо-

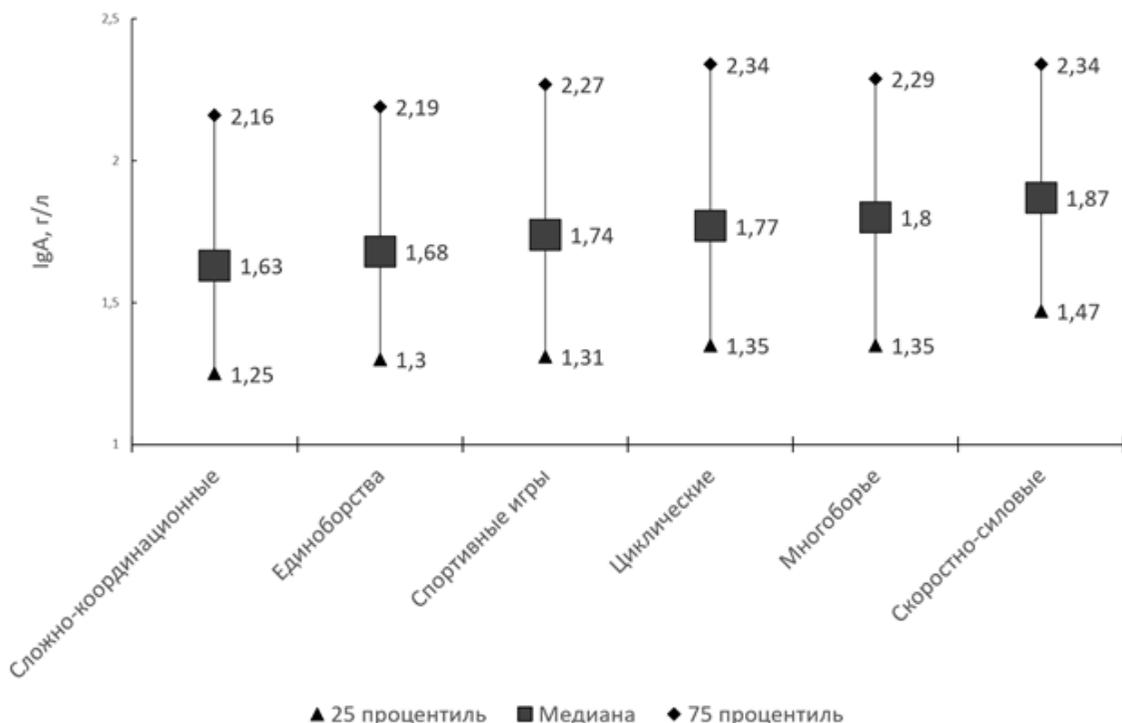


Рис. 2. Группировка концентрации IgA_{сыв} по олимпийской классификации видов спорта.

вания концентрации IgA_{сыв} у спортсменов высокого класса демонстрируют, с одной стороны, стабильность уровня и отсутствие влияния больших нагрузок на его синтез, так как диапазоны концентрации IgA_{сыв} во всех ВС не выходят за пределы популяционного референсного интервала, с другой стороны, определённую его стратификационную значимость по ВС и по уровню высших достижений. Более того, концентрация IgA_{сыв}

относительно центрального значения в популяции и по мере возрастания ассоциировалась с более низким уровнем спортивных достижений.

Наличие взаимосвязи более низких спортивных достижений и более высокой концентрации IgA_{сыв} в группе мужчин, скорее всего, обусловлено особенностью подготовки спортсменов разного пола и превалирова-

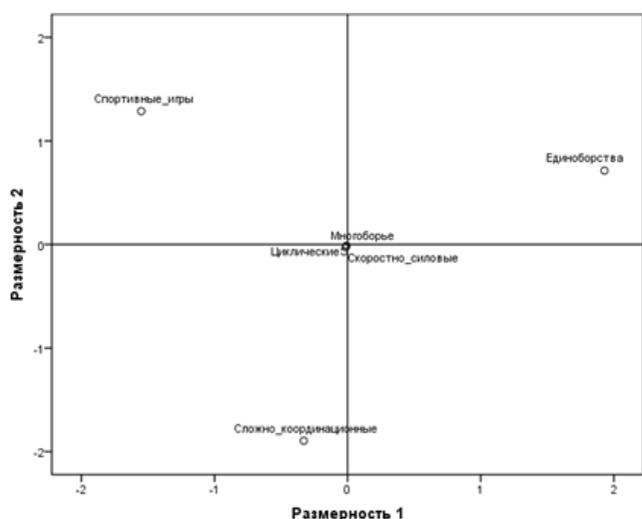


Рис. 3. Выведенная конфигурация результатов многомерного шкалирования олимпийских видов спорта с индивидуальной матрицей по промежуточной концентрации IgA_{сыв} 1,75 г/л.

у спортсменов высокого класса находилась преимущественно в первом, наименьшем квинтиле популяционного референсного интервала, то есть имела тенден-

Таблица 3
 Коэффициенты корреляции по полу и возрасту по олимпийским видам спорта

Виды спорта	r ^P	
	Возраст, годы	Пол (муж/жен)
Сложно-координационные (да/нет)	0,108 ^{<0,001}	-0,135 ^{<0,001}
Спортивные игры (да/нет)	0,035 ^{<0,001}	0,010 ^{<0,001}
Многоборье (да/нет)	-0,025 ^{<0,001}	0,005 ^{0,075}
Единоборства (да/нет)	-0,033 ^{<0,001}	0,082 ^{<0,001}
Скоростно-силовые (да/нет)	-0,061 ^{<0,001}	0,032 ^{<0,001}
Циклические (да/нет)	-0,071 ^{<0,001}	0,007 ^{0,016}

нием женщин в приоритетных для страны видах спорта, в которых наблюдается наибольшее число призов на международных соревнованиях.

Представленная в результатах исследования кластеризация ВС по концентрации IgA_{сыв} объясняется, вероятнее всего, внутригрупповыми особенностями самих видов спорта. В частности, можно предположить, что выделение в отдельный кластер сложно-координационных ВС – фигурное катание, художественная гимнастика, спортивная гимнастика, синхронное плавание,

обусловлено прежде всего тем, что это «женские» виды спорта, которые и в возрастном отношении более «молодые», а в молодом возрасте некоторыми исследователями отмечаются более низкие значения концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ [6]. Расчёты коэффициентов корреляции в проведённом нами исследовании подтверждают возможную значимость возраста и пола при выделении данного кластера (табл. 3). Из данных табл. 3 видно, что со сложно-координационными ВС отмечается наибольшее коэффициенты корреляции относительно остальных ВС: чем больше возраст, тем реже спортсмен или спортсменка входят в эту группу ВС, и чем больше встречаемость женского пола, тем выше встречаемость в данной группе.

Выделение в отдельные кластеры единоборств и спортивных игр объясняется, возможно, наличием такого фактора, как непосредственный контакт между спортсменами, что, вероятно, сказывается на уровне концентрации $IgA_{\text{сыв}}$. При этом в единоборствах контактное взаимодействие длится дольше, а в спортивных играх оно менее продолжительно по времени, но чаще, и с большим числом участников.

Относительно факторов объединения в отдельный кластер многоборья, скоростно- силовых и циклических ВС, можно предположить постоянные и непрерывные нагрузки в качестве специфики данных видов спорта.

Заключение. Таким образом, полученные в исследовании результаты показывают, что в стратификации концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ по уровню спортивных достижений большее значение имеет не столько олимпийская классификация, которая объединяет виды спорта по характеру движений, сколько, предположительно, контактность ВС, а также особенности ВС по интенсивности и непрерывности нагрузки. Необходимы дальнейшие исследования концентрации $IgA_{\text{сыв}}$ в выделенных в представленном исследовании кластерах с учётом особенностей влияния на достижения спортсмена внутренней среды организма, формирующейся за счёт вариативности физических нагрузок, и особенностей внешнего воздействия (внешних раздражителей) на организм - непосредственных и опосредованных контактов с естественными и искусственными факторами внешней среды.

ЛИТЕРАТУРА (П.П. 3, 11, 12, 14-16, 18, 19, 23-27 СМ. REFERENCES)

1. Суздальницкий Р.С., Левандо В.А. Новые подходы к пониманию спортивных стрессорных иммунодефицитов. *Теория и практика физической культуры*. 2003; 1: 18-22.
2. Гаврилова Е.А. Стрессорный иммунодефицит у спортсменов. М.: Советский спорт; 2009.
3. Иванчикова Н. Н., Шераш Н. В. Особенности иммунного статуса спортсменов (обзор литературы). *Прикладная спортивная наука*. 2021; 2 (14): 91-6.
4. Назар П., Шевченко Е., Осадчая О., Левон М. Иммунный статус спортсменов при физической нагрузке. *Наука в олимпийском спорте*. 2014; 1: 37-43.
5. Шитикова М.Г. Иммуноглобулин А (IgA): строение, рецепторы взаимодействия, селективный дефицит. *Иммунопатология, Аллергология, Инфектология*. 2019; 1: 52-60. DOI: 10.14427/jipai.2019.1.52.
6. Крюкова Н.О., Ракунова Е.Б., Костинов М.П., Баранова И.А., Свитич О.А. Секреторный иммуноглобулин А респираторной системы и COVID-19. *Пульмонология*. 2021; 31 (6): 792-8. DOI: 10.18093/0869-0189-2021-31-6-792-798.
7. Киселева Е.П. Акцептивный иммунитет — основа симбиотических взаимоотношений. *Инфекция и иммунитет*. 2015; 5 (2): 113-30. DOI: 10.15789/2220-7619-2015-2-113-130.
8. Кузнецов А.В. Иммуноглобулин А у детей, современные представления о его противовоспалительных и провоспалительных эффекторных функциях. *Фундаментальные исследования*. 2012; 2: 198-203.
9. Дмитриева Ю.А., Захарова И.Н., Радченко Е.Р. Селективный дефицит иммуноглобулина А в практике педиатра. *Педиатрия. Consilium Medicum*. 2019; 3: 122-6. DOI: 10.26442/26586630.2019.3.190633.
10. Климович В.Б., Самойлович М.П. Иммуноглобулин А (IgA) и его рецепторы. *Медицинская иммунология*. 2006; 8 (4): 483-500. DOI: 10.15789/1563-0625-2006-4-483-500/
11. Першин Б.Б., Гелиев А.Б., Чуракова Г.Г., Алешкин В.А., Толстов Д.В., Тверской К.А. и др. Длительное изучение сывороточных иммуноглобулинов у профессиональных лыжниц в тренировочном периоде. *Иммунология*. 2003; 24(5): 298.
12. Петрушкина Н. П., Симонова Н.А. Быков Е.В, Коломиец О.И. Иммунология спорта (обзор литературы). *Научно-спортивный вестник Урала и Сибири*. 2019; 3(23): 21-37.
13. Рахманов Р.С., Богомолова Е.С. Оценка влияния физических нагрузок на гуморальный иммунитет спортсменов. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2020; 22 (2): 231-6.
14. Толстой О.А., Цыган В.Н. Особенности влияния интенсивных физических нагрузок на иммунный статус профессиональных спортсменов велосипедистов в годичном цикле подготовки. *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2019; 38(3): 256-70.
15. Ланг Т.А., Сесик М. Описание статистики в медицине. Руководство для авторов, редакторов и рецензентов. М.: Практическая медицина; 2011.

REFERENCES

1. Suzdal' nitskiy R.S., Levando V.A. Noveye podhody k ponimaniyu sportivnyh stressornyh immunodeficitov. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*. 2003; 1: 18-22. (in Russian)
2. Gavrilova E.A. Stress-induced immunodeficiency in athletes [Stressornyj immunodefitsit u sportsmenov]. Moscow: Sovetskiy sport; 2009. (in Russian)
3. Schwellnus M., Soligard T., Alonso J.-M., Bahr R., Clarsen B., Dijkstra H.P. et al. How much is too much? (Part 2). International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. *Br. J. Sports Med*. 2016; 50:1043-52. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096572.
4. Ivanchikova N. N., Sherash N. V. Peculiarities of the immune status of athletes (literature review). *Prikladnaya sportivnaya nauka*. 2021; 2 (14): 91-6. (in Russian)
5. Nazar P., Shevchenko E., Osadchaya O., Levon M. Immune status of athletes under physical exertion.. *Nauka v olimpiyskom sporte*. 2014; 1: 37-43. (in Russian)
6. Shitikova M.G. Immunoglobulin A (IgA): the structure, receptors of interaction, selective IgA deficiency. *Immunopatologiya, Allergologiya, Infektologiya*. 2019; 1: 52-60. DOI: 10.14427/jipai.2019.1.52. (in Russian)
7. Kryukova N.O., Rakunova E.B., Kostinov M.P., Baranova I.A., Svitch O.A. Secretory immunoglobulin A of the respiratory system and COVID-19. *Pul'monologiya*. 2021; 31 (6): 792-8. DOI: 10.18093/0869-0189-2021-31-6-792-798. (in Russian)
8. Kiseleva E.P. Acceptive immunity – a basis for symbiotic relationships. *Infektsiya i immunitet*. 2015; (2): 113-30. DOI: 10.15789/2220-7619-2015-2-113-130. (in Russian)
9. Kuznetsov A.V. Immunoglobulin a in children: modern concepts of its anti-inflammatory and proinflammatory effector functions. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2012; 2: 198-203. (in Russian)
10. Dmitrieva Yu.A., Zakharova I.N., Radchenko E.R. Selective IgA deficiency in pediatric practice. *Pediatriya. Consilium Medicum*. 2019; 3: 122-6. DOI: 10.26442/26586630.2019.3.190633. (in Russian)

11. Davis S.K., Selva K.J., Kent S.J., Chung A.W. Serum IgA Fc effector functions in infectious disease and cancer. *Immunology & Cell Biology*. 2020; 98: 276–86. DOI: 10.1111/imcb.12306.
12. Breedveld A., van Egmond M. IgA and Fc α RI: pathological roles and therapeutic opportunities. *Frontiers in Immunology*. 2019. 10:553. DOI: 10.3389/fimmu.2019.00553.
13. Klimovich V.B., Samoylovich M.P. Immunoglobulin A (IgA) and its receptors. *Meditsinskaya Immunologiya*. 2006; 8 (4): 483-500. DOI: 10.15789/1563-0625-2006-4-483-500/. (in Russian)
14. Vattepu R., Sneed S.L., Anthony R.M. Sialylation as an important regulator of antibody function. *Frontiers in Immunology*. 2022; 13: 818736. DOI: 10.3389/fimmu.2022.81873.
15. Steffen U., Koeleman C.A., Sokolova M.V., Bang H., Kleyer A., Rech J. et al. IgA subclasses have different effector functions associated with distinct glycosylation profiles. *Nat. Commun*. 2020; 11(1):120. DOI: 10.1038/s41467-019-13992-8.
16. Monje C., Rada I., Castro-Sepulveda M., Peñailillo L., Deldicque L., Zbinden-Foncea H. Effects of a high intensity interval session on mucosal immune function and salivary hormones in male and female endurance athletes. *J. Sports Sci. Med*. 2020; 19(2):436-43.
17. Pershin B.B., Geliev A.B., Churakova G.G. Aleshkin V.A., Tolstov D.V., Tverskoy K.A. et al. Long-term study of serum immunoglobulins in professional female skiers during the training period. *Immunologiya*. 2003; 24(5): 298. (in Russian)
18. Brenner I.K.M., Shek P.N. & Shephard R.J. Infection in athletes. *Sports Medicine*. 1994; 17: 86–107. DOI: 10.2165/00007256-199417020-00002.
19. Pedersen B.K., Bruunsgaard H. How physical exercise influences the establishment of infections. *Sports Med*. 1995; 19: 393–400.
20. Petrushkina N.P., Simonova N.A., Bykov E.V., Kolomiets O.I. Sport immunology (review of literature). *Nauchno-sportivnyi vestnik Urala i Sibiri*. 2019; 3(23): 21-37. (in Russian)
21. Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S. Assessing the effect of physical activity on humoral immunity in athletes. *Meditsina ekstremal'nykh situatsiy*. 2020; 22(2): 231-6. (in Russian)
22. Tolstoy O.A., Tsygan V.N. Features of the influence of intensive physical loads on the immune status of professional bicycles athletes in the annual preparation cycle. *Izvestiya Rossiyskoy voenno-meditsinskoy akademii*. 2019; 38(3): 256-70. (in Russian)
23. Liu D., Wang R., Grant A.R., Zhang J., Gordon P.M., Yuqin Wei Y. et al. Immune adaptation to chronic intense exercise training: new microarray evidence. *BMC Genomics*. 2017; 18: 29. DOI: 10.1186/s12864-016-3388-5.
24. Olympics. (n.d.). Sports. Retrieved September 11, 2024, from <https://olympics.com/en/sports/>
25. Brown L.D., Cai T.T., Dasgupta A. Interval estimation for a binomial proportion. *Statistical Science*. 2001; 2: 101-33.
26. Garcia-Perez M.A. On the confidence interval for the binomial parameter. *Quality and Quantity*. 2005; 39: 467-81.
27. Altman D.J., Gore S.M., Gardner M.J. Statistical guidelines for contributors to medical journals. *Br. Med. J. (Clinical Research Edition)*. 1983; 6376:1489-93. DOI: 10.1136/bmj.287.6385.132-b.
28. Lang T.A., Sestic M. *Statistics in Medicine: A Guide for Authors, Editors, and Reviewers*. [Opisanie statistiki v meditsine. Rukovodstvo dlia avtorov, redaktorov i retsenzentov]. Moscow: Prakticheskaya meditsina; 2011. (in Russian)