

**ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ МЕДИЦИНА, СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА, ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗКУЛЬТУРА,  
КУРОРТОЛОГИЯ И ФИЗИОТЕРАПИЯ/REHABILITATION MEDICINE, SPORTS MEDICINE, PHYSICAL  
THERAPY, BALNEOLOGY AND PHYSIOTHERAPY**

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.120>

**ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ ЗАНЯТИЯМИ ХОККЕЕМ И АНТИМИКРОБНОЙ  
ЗАЩИТОЙ КОЖИ ПРИ УГРЕВОЙ БОЛЕЗНИ И В НОРМЕ**

Научная статья

Джадаева А.В.<sup>1</sup>, Арзуманян В.Г.<sup>2</sup>, Вартанова Н.О.<sup>3</sup>, Колыганова Т.И.<sup>4</sup>, Юрку К.А.<sup>5,\*</sup>, Самойликов П.В.<sup>6</sup>, Заборова В.А.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> ORCID : 0000-0001-5044-1152;

<sup>1</sup> Московский научно-практический Центр дерматовенерологии и косметологии Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Лаборатория физиологии грибов и бактерий НИИ вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова, Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup> Лаборатория условно-патогенных микроорганизмов НИИ вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова, Москва, Российская Федерация

<sup>4,7</sup> Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Российская Федерация

<sup>5</sup> Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна, Москва, Российская Федерация

<sup>6</sup> Лаборатория аллергодиагностики НИИ вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова, Москва, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (ks\_yurku[at]mail.ru)

**Аннотация**

Цель: оценка показателей антимикробной защиты кожи у хоккеистов-профессионалов и контрольных групп при угревой болезни и в норме.

Обследованы 100 мужчин 18-53 лет: хоккеисты-профессионалы ( $\geq 5$  дней/неделю по 3–4 часа), любители ( $\leq 2$  раз/неделю по 2 часа) и неспортсмены ( $\leq 1$  раз/неделю). Каждая категория разделена на группы с акне и без. Оценивали степень тяжести акне и физическую нагрузку в баллах. В смывах с кожи спины определяли обсемененность условно-патогенными микроорганизмами, антимикробную активность против *Staphylococcus aureus* спектрофотометрией, дермцидин иммуноферментным анализом и белковый состав хромато-масс-спектрометрией.

Физическая нагрузка не влияла на антимикробную активность потового секрета ( $r=0,202$ ) и содержание дермцидина ( $r=-0,050$ ), но значимо коррелировала с обсемененностью кожи ( $r=0,950$ ). Содержание дермцидина у неспортсменов повышалось при нарастании тяжести акне, у профессиональных хоккеистов — снижалось. Антимикробная активность и дермцидин обратно коррелировали с возрастом ( $r=-0,605$  и  $-0,871$ ). Степень тяжести акне значимо коррелировала с антимикробной активностью ( $r=0,883$ ).

Идентифицировано 17 основных белков потового секрета, включая 8 кератинов. Преобладали дермцидин и пролактин-индуцибельный белок (антимикробные протеины). Спектр белков наиболее разнообразен у здоровых профессиональных хоккеистов; акне и отсутствие спорта снижали это разнообразие. У здоровых профессиональных хоккеистов дермцидин и пролактин-индуцибельный белок присутствовали в равных соотношениях, в других группах превалировал дермцидин.

Между физической нагрузкой от занятий хоккеем, наличием угревой болезни и показателями гуморальной антимикробной защиты кожи установлена сложная неоднозначная взаимосвязь, требующая дифференцированного подхода к профилактике и лечению акне у спортсменов различного уровня подготовки.

**Ключевые слова:** хоккей, кожа, потовый секрет, антимикробные пептиды.

**THE RELATIONSHIP BETWEEN PROFESSIONAL HOCKEY AND ANTIMICROBIAL SKIN PROTECTION IN  
ACNE AND NORMAL SKIN**

Research article

Dzhadaeva A.V.<sup>1</sup>, Arzumanyan V.G.<sup>2</sup>, Vartanova N.O.<sup>3</sup>, Koliganova T.I.<sup>4</sup>, Yurku K.A.<sup>5,\*</sup>, Samoilikov P.V.<sup>6</sup>, Zaborova V.A.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> ORCID : 0000-0001-5044-1152;

<sup>1</sup> Moscow Scientific and Practical Center of Dermatovenereology and Cosmetology of the Moscow City Health Department, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Laboratory of Physiology of Fungi and Bacteria of the I.I. Mechnikov Research Institute of Vaccines and Serums, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> Laboratory of Conditionally Pathogenic Microorganisms of the I.I. Mechnikov Research Institute of Vaccines and Serums, Moscow, Russian Federation

<sup>4,7</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

<sup>5</sup> A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russian Federation

<sup>6</sup> Allergodiagnosics Laboratory of the I.I. Mechnikov Research Institute of Vaccines and Serums, Moscow, Russian Federation

\* Corresponding author (ks\_yurku[at]mail.ru)

## Abstract

Objective: to evaluate indicators of antimicrobial skin protection in professional hockey players and control groups with acne and normal skin.

100 men aged 18–53 were examined: professional hockey players ( $\geq 5$  days/week for 3–4 hours), amateurs ( $\leq 2$  times/week for 2 hours) and non-athletes ( $\leq 1$  time/week). Each category was divided into groups with and without acne. The severity of acne and physical activity were evaluated in points. Skin swabs from the back were used to determine the colonisation by opportunistic microorganisms, antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus* by spectrophotometry, dermcidin by immunoenzymatic analysis, and protein composition by chromatography-mass spectrometry.

Physical activity did not affect the antimicrobial activity of sweat secretion ( $r=0.202$ ) and dermcidin content ( $r=-0.050$ ), but it correlated significantly with skin colonisation ( $r=0.950$ ). The dermcidin content in non-athletes increased with the severity of acne, while in professional hockey players it decreased. Antimicrobial activity and dermcidin were inversely correlated with age ( $r=-0.605$  and  $-0.871$ ). The severity of acne was significantly correlated with antimicrobial activity ( $r=0.883$ ).

17 major sweat secretion proteins were identified, including 8 keratins. Dermcidin and prolactin-inducible protein (antimicrobial proteins) predominated. The spectrum of proteins was most diverse in healthy professional hockey players; acne and lack of exercise reduced this diversity. In healthy professional hockey players, dermcidin and prolactin-inducible protein were present in equal proportions, while dermcidin prevailed in other groups.

A complex and ambiguous relationship has been established between the physical exertion involved in playing hockey, the presence of acne, and indicators of humoral antimicrobial protection of the skin, requiring a differentiated approach to the prevention and treatment of acne in athletes of different levels of training.

**Keywords:** hockey, skin, sweat secretion, antimicrobial peptides.

## Введение

Гуморальная иммунная защита поверхности кожи реализуется путем секреции потовыми железами порядка 20 антимикробных полипептидов (АМП) [1]. На сегодня имеется несколько способов оценки антимикробной защиты поверхности кожи:

А) определение количеств отдельных АМП в кожном секрете иммунологическими (ИФА, Вестерн-блот), хроматографическими (ВЭЖХ, LC-MS/MS) и генно-инженерными (ПЦР) методами [2];

Б) определение общей антимикробной активности кожного секрета методом спектрофотометрии [3].

Компаративный анализ количественного содержания различных противомикробных пептидов в составе потовых выделений относительно параметров их минимальных бактериостатических концентраций против стафилококковых штаммов продемонстрировал доминирующую роль дермцидина, кальпротектина, липокалина и азуроцидина [2].

Протеомное исследование, выполненное с применением высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрическим детектированием, выявило секрецию на кожную поверхность свыше 130 протеиновых молекул. При этом среди классически описываемых в литературе потовых АМП в клинически релевантных концентрациях идентифицирован исключительно дермцидин, в то время как липокалин и кальций-связывающие протеины — структурные компоненты кальпротектинового комплекса — детектировались лишь в минимальных, пороговых количествах [4], [5].

Данное несоответствие между теоретическими представлениями о составе антимикробных пептидов потового секрета и реальными протеомными профилями подчеркивает необходимость пересмотра существующих концепций локальной кожной защиты и указывает на ведущую роль дермцидина как основного антимикробного агента потовых желез.

Возможно, что концентрации прочих АМП лежат за пределами чувствительности данного метода, либо эти полипептиды «исчезают» в результате пробоподготовки, например, при трипсинолизе.

Основным механизмом действия АМП на клетки микроорганизмов, является деструкция цитоплазматической мембраны (ЦПМ). Метод спектрофотометрии основан на поглощении из среды инкубации красителя, проникшего в клетки с нарушенной ЦПМ. Использование спектрофотометрической методики обеспечило возможность сопоставления противомикробного потенциала пяти биологических жидкостей организма — плазмы крови, слюнного секрета, влагалищных выделений, растворимых компонентов кожных секретов и мочи [3]. Результаты выявили максимальные защитные характеристики у циркулирующей плазмы, тогда как дермальные выделения и моча продемонстрировали минимальную антимикробную эффективность.

Таким образом, сочетание упомянутых методов позволяет оценить не только количества выделяемых кожей АМП, но и сравнить суммарный результат их действия, выражаемый как антимикробная активность, в условиях *in vivo* в зависимости от каких-либо факторов. В данном случае рассматриваются два таких фактора — интенсивная физическая нагрузка и весьма распространенное заболевание кожи — угревая болезнь. Имеющиеся научные данные свидетельствуют о статистически значимом уменьшении содержания дермцидина в потовых выделениях пациентов с акне по сравнению со здоровыми индивидуумами [6]. Остается невыясненным воздействие физической активности как изолированного фактора и в сочетании с угревой болезнью на секрецию дермцидина, общий протеиновый профиль и противомикробные свойства дермального секрета. В качестве экспериментальной модели, характеризующейся выраженной потовой секрецией, были отобраны спортсмены, специализирующиеся в хоккее, при этом контрольную группу составили лица, не практикующие регулярные спортивные тренировки.

## Методы и принципы исследования

Исследованию подвергнуты 100 мужчин возрастного диапазона 18–53 года, стратифицированных по следующим группам: профессиональные хоккеисты (спортсмены с тренировочным режимом не менее 5 дней еженедельно продолжительностью 3–4 часа) без акне (ХЗ), профессиональные хоккеисты с акне (ХА), спортсмены-любители

(тренировочная нагрузка до 2 раз в неделю продолжительностью не более 2 часов) без акне (ЛЗ), спортсмены-любители с акне (ЛА), лица, не занимающиеся спортом (физическая активность менее 1 раза в неделю) без акне (НЗ) и с акне (НА) (табл. 1).

Таблица 1 - Взаимосвязь между физиологическими показателями и показателями антимикробной защиты кожи при угревой болезни и в норме у хоккеистов-профессионалов и в контрольных группах

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.120.1>

| Категория | Возраст, лет<br>(медианы) | Степень<br>тяжести акне,<br>баллы<br>(медианы) | Физ. нагрузка,<br>баллы | АМ<br>активность<br>кожного<br>секрета, %<br>(медианы) | Дермци дин,<br>нг/мл смыва<br>(медианы) | Общая<br>обсемененнос<br>ть, КОЕ/мл<br>смыва<br>(медианы) |
|-----------|---------------------------|--|-------------------------|--|---|---|
| ХЗ, n=13  | 23                        | 0  | 3                       | 4,92   | 3,26                                    | 12800   |
| ХА, n=25  | 18                        | 1  | 3                       | 7,51   | 3,02                                    | 13325   |
| ЛЗ, n=22  | 42                        | 0  | 2                       | 2,38   | 1,74                                    | 7000  |
| ЛА, n=6   | 34,5                      | 1  | 2                       | 7,13   | 2,85                                    | 2725  |
| НЗ, n=12  | 25,5                      | 0  | 1                       | 4,30   | 2,85                                    | 1000  |
| НА, n=21  | 19                        | 1  | 1                       | 6,38   | 3,57                                    | 1100  |
| $r_1$     | -                         | -0,368   | -0,083                  | -0,605   | -0,871                                  | -0,210  |
| $r_2$     | -0,368                    | -  | 0,000                   | 0,883  | 0,464                                   | -0,118  |
| $r_3$     | -0,083                    | 0,000  | -                       | 0,202  | -0,050                                  | 0,950   |
| $r_4$     | -0,605                    | 0,883  | 0,202                   | -  | 0,692                                   | 0,076   |
| $r_5$     | -0,871                    | 0,464  | -0,050                  | 0,692  | -                                       | 0,038   |
| $r_6$     | -0,210                    | -0,118   | 0,950                   | 0,076  | 0,038                                   | -   |

Примечание:  $r_1$  - корреляция с возрастом;  $r_2$  - корреляция со степенью тяжести течения угревой болезни;  $r_3$  - корреляция с физической нагрузкой;  $r_4$  - корреляция с АМ активностью;  $r_5$  - корреляция с дермцидином;  $r_6$  - корреляция с обсемененностью условно-патогенными микроорганизмами

Клинические проявления угревой болезни в области лица зафиксированы у 10 пациентов, дорсальной локализации — у 52 обследованных. Выраженность акне градуировали по балльной системе: 0 — отсутствие патологических элементов, 1 — единичные комедоны на спине, 2 — распространенные высыпания на спине, 3 — генерализованный процесс с поражением лица и спины. Интенсивность физических нагрузок оценивали: профессиональные спортсмены — 3 балла, любители — 2 балла, неспортсмены — 1 балл.

Материалом исследования служили дермальные смывы с дорсальной поверхности площадью 36 см<sup>2</sup>, выполняемые стерильным аппликатором, пропитанным 2 мл калий-фосфатного буферного раствора с твином 80. У спортсменов забор материала осуществляли непосредственно после тренировки. Образцы в течение часа транспортировали в лабораторию для бактериологического посева аликвот на селективные питательные среды для культивирования условно-патогенной микрофлоры.

Идентификация выделенных штаммов традиционными методами и методом хромато-масс-спектрометрии подробно описана ранее [7]. Качественный анализ микробиома будет представлен в отдельной публикации, а в настоящем исследовании приведен лишь показатель суммарной обсемененности (табл. 1).

Оставшуюся часть биоматериала фильтровали через бактериальные фильтры с диаметром пор 0,22 мкм (Corning, Германия) и использовали для определения антимикробной активности и концентрации дермцидина. Антимикробную активность определяли методом спектрофотометрии по ранее описанной методике в отношении тест-культуры *Staphylococcus aureus* Wood 46 [8]. Метод основан на разнице в поглощении красителя бромкрезолового пурпурного клетками с нарушенной мембраной, которые были обработаны кожными смывами (опыт) по сравнению с нативными клетками, не обработанными испытуемым раствором (контроль). Для данного анализа требовалось 300 мкл смыва. Активность рассчитывали как отношение разности между оптической плотностью контрольного и опытного образцов, отнесенной к оптической плотности контрольного образца и выраженной в процентах.

Концентрацию дермцидина в полученных дермальных образцах устанавливали посредством иммуноферментной методики с использованием диагностического набора «ELISA Kit for dermcidin» (производство «Cloud-Clone Corp.», США) согласно протоколу производителя. Указанная тест-система разработана для количественного анализа дермцидина в биологических жидкостях различного происхождения. Смывы анализировали без дополнительного разведения.

Для проведения хромато-масс-спектрометрического исследования дермальных образцов применяли объединенные фильтраты (пулированные образцы), сформированные из эквивалентных аликвот соответствующих групп обследуемых — в общей сложности 4 пула согласно категориям ХЗ, ХА, НЗ и НА. Общую белковую концентрацию в данных пулах устанавливали посредством реагента на основе бицинхониновой кислоты (BCA). Пулы

стандартизировали по белковому содержанию, отбирая 50 мкг протеинового материала из каждого пула для триптического расщепления.

Хромато-масс-спектрометрическое исследование гидролизованных пулов выполняли с применением хроматографической системы Ultimate 3000 RSLCnano, сопряженной с масс-спектрометром Q-ExactiveHF-X, в соответствии с установленным протоколом. Для анализа использовали образцы с идентичным белковым содержанием. Полученные масс-спектры обрабатывали в программной среде XcaliburQualBrowser (ThermoScientific).

Протеиновую идентификацию осуществляли с помощью программного обеспечения MaxQuantv.1.6.15.0, использующего поисковый алгоритм Andromeda. Для белковой идентификации применяли базу данных UniProtKB человека. Белки классифицировали как достоверно идентифицированные при обнаружении минимум двух пептидных фрагментов. Анализ идентификационных данных проводили посредством программы Perseusv.1.6.15.0.

Параметром, отражающим концентрационные характеристики конкретного белка, служила величина iBAQ — абсолютный показатель, базирующийся на интенсивности сигнала (intensity based absolute quantification), нормированной к количеству пептидов в анализируемом образце. Долевое участие каждого протеина вычисляли по формуле и представляли в процентном выражении:

$$B = iBAQ \text{ данного белка} \cdot 100 / iBAQ \text{ суммарная по данной категории}$$

Статистическую обработку — расчет медиан, средних значений, коэффициентов корреляции и др. — проводили с помощью программы, вложенной в Excel. Расчёт коэффициентов по критерию Манна-Уитни, свидетельствующих о наличии значимости различий между показателями, проводили с помощью статистической программы Statistica 12.0.

### Основные результаты

В таблице 1 представлено 6 показателей, выраженных в виде медианных значений по группам обследованных — это их возраст, степень тяжести течения акне, относительная физическая нагрузка, антимикробная активность потового секрета, обсемененность его микроорганизмами и содержание в нем дермцидина. Группы ХЗ/ХА и НЗ/НА близки по возрасту, тогда как группы ЛЗ/ЛА значительно старше. Обследованные с акне во всех трех группах были в среднем моложе, чем здоровые мужчины: отмечена умеренная обратная корреляция между возрастом обследованных и степенью тяжести течения акне. Более заметная обратная взаимосвязь имела место между возрастом и антимикробной активностью потового секрета, а высокая обратная корреляция — между возрастом и содержанием дермцидина.

Степень тяжести течения угревой болезни имеет высокую положительную корреляцию с антимикробной активностью потового секрета. Коэффициенты, характеризующие достоверность различий в величинах активности между обследованными с нулевой и 2-3 степенью акне в группах хоккеистов-профессионалов и не спортсменов по критерию Манна-Уитни, составляют  $0,01 < p < 0,05$ . У хоккеистов-профессионалов дермцидин был значимо ниже при высокой степени акне, чем в контрольной группе ( $0,01 < p < 0,05$ ), тогда как у не спортсменов эти показатели имели обратную тенденцию ( $p < 0,05$ ).

Величина условной физической нагрузки имела высокую степень положительной корреляции только с общей обсемененностью кожи условно-патогенными микроорганизмами. Между величинами антимикробной активности и содержанием дермцидина в потовом секрете имела место заметная положительная корреляция. Различия в величинах активности между выборками обследованных ХЗ, ЛЗ и НЗ статистически не значимы:  $p < 0,05$ . Различия в значениях концентрации дермцидина между выборками ХЗ, ЛЗ и НЗ также статистически не значимы:  $p < 0,05$ ; тогда как тот же показатель у выборки НА несколько отличается от таковых для выборок ХА и ЛА:  $0,01 < p < 0,05$ .

Проведено исследование протеома четырех образцов потового секрета методом хромато-масс-спектрометрии, представляющих собой пулы групп: ХЗ, ХА, НЗ и НА (табл. 2). В этих образцах обнаружено в общей сложности 17 полипептидов. Первые 6 обнаружены во всех 4 образцах; следующие 5 — во всех, кроме НА; еще 1 — только у НЗ и ХЗ; остальные 5 — только у ХЗ. При этом 8 из 17 белков — это кератины. Наиболее представленными во всех четырех пулах являются дермцидин и пролактин-индуцибельный белок. Соотношение между дермцидином и пролактин-индуцибельным белком в образцах составляет: у НЗ — 2.34, у НА — 1.55, у ХЗ — 0.78, у ХА — 4.17.

Таблица 2 - Белки потового секрета обследованных, идентифицированные методом хромато-масс-спектрометрии

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.120.2>

| Идентифицированные белки    | Кол-во идент. пептидов для данного белка | Мол. масса, кДа | Наличие антимикробной функции | Вклад обнаруженных белков в общее содержание белков, % |            |            |            |
|-----------------------------|--|-----------------|-------------------------------|--|------------|------------|------------|
|                             |  |                 |                               | НЗ<br>n=12   | НА<br>n=21 | ХЗ<br>n=13 | ХА<br>n=25 |
| Dermcidin                   | 3  | 11,3            | Есть [12]                     | 63,5   | 51,2       | 15,7       | 57,9       |
| Prolactin-inducible protein | 6  | 16,6            | Есть [15]                     | 27,1   | 33,0       | 20,1       | 13,9       |
| Cystatin-A                  | 4  | 11,0            | Есть [14]                     | 0,6  | 1,9        | 3,2        | 1,2        |
| Zinc-alpha-2-glycoprotein   | 7  | 34,3            | Нет                           | 1,6  | 9,6        | 2,0        | 2,8        |
| Caspase-14                  | 6  | 27,7            | Нет                           | 0,8  | 1,1        | 1,3        | 3,0        |

| Идентифицированные белки               | Кол-во идент. пептидов для данного | Мол. масса, кДа | Наличие антимикробной функции | Вклад обнаруженных белков в общее содержание белков, % |            |            |            |
|--|------------------------------------|-----------------|-------------------------------|--|------------|------------|------------|
|  |                                    |                 |                               | H3<br>n=12   | HA<br>n=21 | X3<br>n=13 | XA<br>n=25 |
| Ubiquitin-60S ribosomal protein L40    | 2                                  | 14,7            | Нет                           | 1,2  | 3,2        | 1,6        | 1,6        |
| Keratin, type II cytoskeletal 1        | 18                                 | 66,0            | Нет                           | 1,4  | 0          | 19,1       | 6,9        |
| Keratin, type I cytoskeletal 9         | 16                                 | 62,1            | Нет                           | 0,2  | 0          | 12,8       | 0,3        |
| Keratin, type I cytoskeletal 10        | 13                                 | 58,8            | Нет                           | 0,1  | 0          | 4,0        | 0,4        |
| Keratin, type II cytoskeletal 6C       | 6                                  | 60,0            | Нет                           | 0,01   | 0          | 0,08       | 0,03       |
| Isoform 2 of Symplekin                 | 2                                  | 74,5            | Нет                           | 3,3  | 0          | 5,1        | 11,9       |
| Keratin, type II cytoskeletal 6B       | 6                                  | 60,1            | Нет                           | 0,3  | 0          | 5,9        | 0          |
| Keratin, type I cytoskeletal 15        | 5                                  | 49,2            | Нет                           | 0  | 0          | 0,2        | 0          |
| Keratin, type II cytoskeletal 2        | 5                                  | 65,4            | Нет                           | 0  | 0          | 0,2        | 0          |
| Keratin, type I cytoskeletal 17        | 6                                  | 48,1            | Нет                           | 0  | 0          | 0,6        | 0          |
| Protein S100-A8*                       | 3                                  | 10,8            | Есть [13]                     | 0  | 0          | 6,3        | 0          |
| Protein S100-A9*                       | 3                                  | 13,2            | Есть [13]                     | 0  | 0          | 1,9        | 0          |
| Общее кол-во белков в каждой категории |                                    |                 |                               | 12   | 6          | 17         | 11         |

Примечание: \*составные части антимикробного полипептида кальпротектина

### Обсуждение

возрастные различия в группах ЛЗ/ЛА обусловлены тем, что любителями хоккея становятся, как правило, мужчины, окончившие спортивную карьеру. Закономерность более молодого возраста обследованных с акне объясняется тем, что угревая болезнь, как правило, имеет место в молодом возрасте. Данные литературы о влиянии возраста на антимикробную активность потового секрета и содержание дермцидина отсутствуют.

В работе Nakano с соавт. показано, что у пациентов с угревой болезнью (N=15) содержание дермцидина в поте было значимо ниже, чем у здоровых добровольцев (N=14), однако группы были смешанными по полу и более разнородными по возрасту [6].

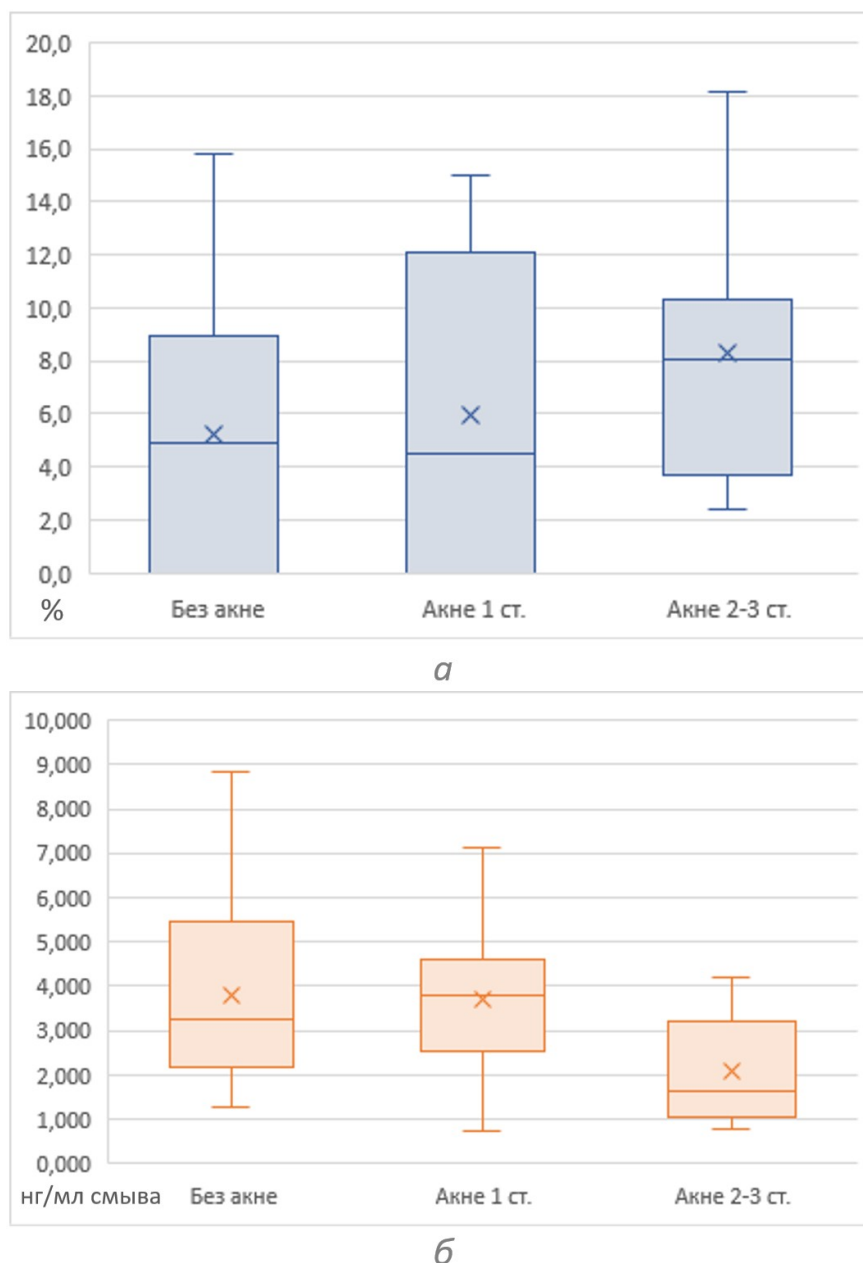


Рисунок 1 - Антимикробная активность (а) и содержание дермцидина (б) в потовом секрете у хоккеистов в норме и при наличии угревой болезни различной степени тяжести

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.120.3>

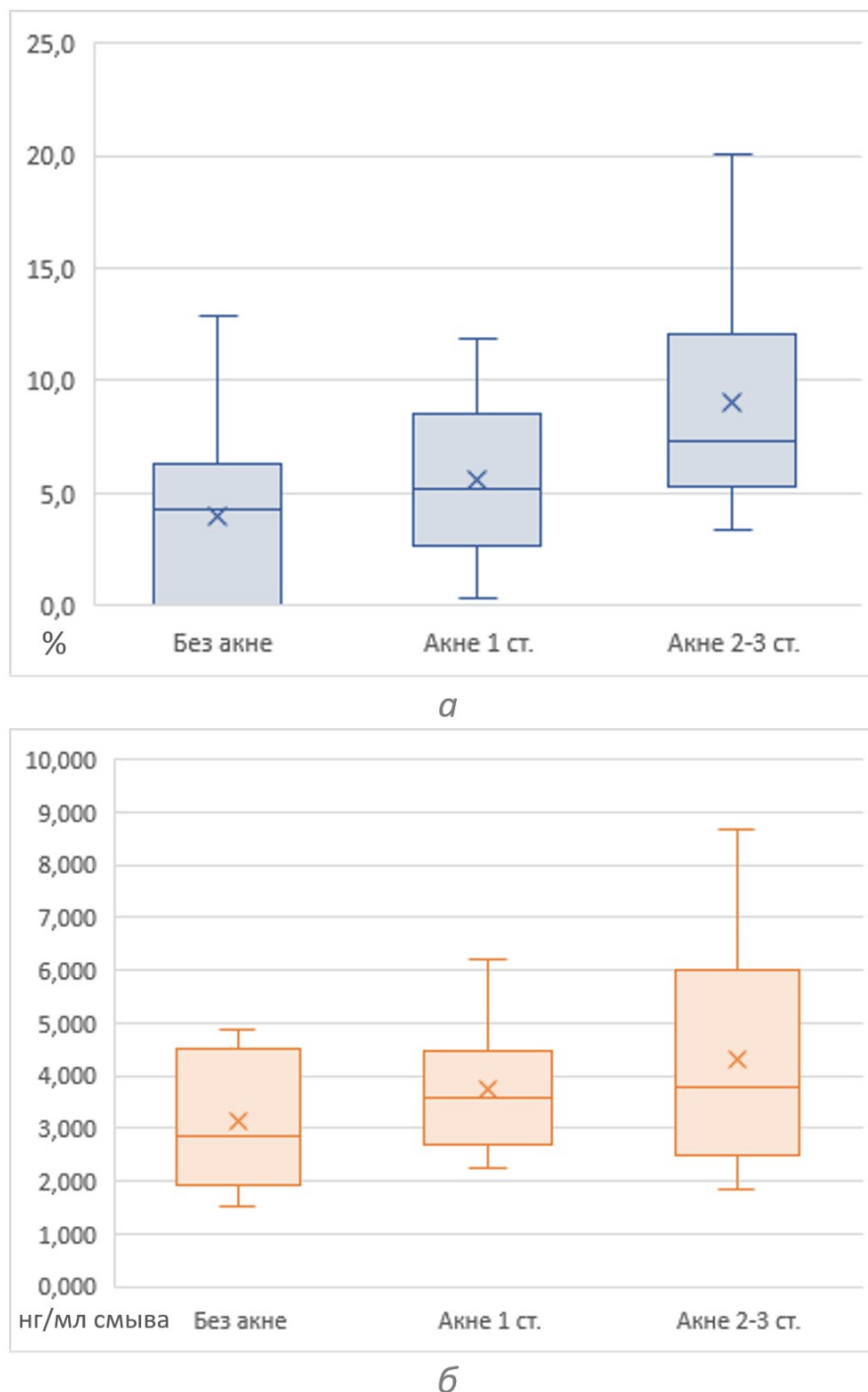


Рисунок 2 - Антимикробная активность (а) и содержание дермцидина (б) в потовом секрете у не спортсменов в норме и при наличии угревой болезни различной степени тяжести

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.120.4>

В научной литературе представлены сведения о воздействии спортивной активности на количественные и качественные характеристики дермальной микрофлоры: продемонстрировано, что тренировки в роллер-дерби и борьбе сопровождались усилением колонизации кожных покровов условно-патогенными микроорганизмами [9], [10]. Аналогичных исследований относительно хоккейных тренировок в доступной литературе не выявлено. Спортивная деятельность подразумевает значительные физические нагрузки, сопряженные с выраженной потовой секрецией. Пот содержит питательные вещества и антимикробные полипептиды, способные в значительной степени тормозить рост микроорганизмов [1], [11], [12]. Какие именно факторы окажутся наиболее значимыми, скорее всего, зависит от конкретной модели.

Положительная корреляция между антимикробной активностью и содержанием дермцидина связана с тем, что данный АМП является превалирующим среди антимикробных полипептидов, выделяемых с потом на поверхность кожи [1], [4], [5].

Количество обнаруженных полипептидов значительно меньше, чем в исследовании Raiszadeh [4], где изучали неразбавленный пот, что согласуется с данными Raiszadeh, где авторы особо выделили дермцидин и пролактин-

индуцибельный белок. Помимо дермцидина, к АМП относятся протеины S100-A8 и S100-A9 (составные части кальпротектина) [13], цистатин [14] и пролактин-индуцибельный белок [15]. Пролактин-индуцибельный белок известен как маркер рака легких [16] и обладает способностью к агрегации бактерий [17]. Недавно доказана его антимикробная активность [15], чем объясняется отсутствие этого протеина в современных обзорах по АМП. У категории ХЗ этот белок играет более значимую роль в антимикробной защите по сравнению с дермцидином, чем у остальных категорий обследованных. В пуловом образце ХЗ присутствуют цистатин, протеины S100-A8 и S100-A9, которые не обнаружены в пулах прочих категорий, видимо, ввиду их низких концентраций.

### Заключение

В ходе настоящего исследования установлено несколько фактов, не имеющих аналогов в научной литературе. Так, например, антимикробная активность потового секрета и количество выделяемого с ним дермцидина было выше у более молодых людей. При этом степень тяжести течения угревой болезни имела высокую положительную корреляцию с антимикробной активностью потового секрета. Ни антимикробная активность, ни дермцидин не были достоверно сильно связаны с физической нагрузкой, однако, этот показатель значимо коррелировал с обсемененностью кожи условно-патогенными микроорганизмами. Содержание дермцидина в потовом секрете у не спортсменов имело тенденцию к повышению при нарастании степени тяжести акне, тогда как у хоккеистов-профессионалов, напротив, к снижению. Протеиновый профиль и комплекс противомикробных пептидов характеризовался большим разнообразием у здоровых спортсменов профессионального уровня, тогда как угревая болезнь существенно редуцировала указанные параметры. Установлено, что противомикробные пептиды дермцидин и пролактин-индуцибельный белок в составе потовых выделений здоровых профессиональных хоккеистов детектировались в сопоставимых концентрациях, в то время как в остальных группах доминировал дермцидин.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Иксанова А.М. Антимикробные пептиды в биожидкостях человека / А.М. Иксанова, В.Г. Арзуманян, Конаныхина [и др.] // MIR J. — 2022. — № 9 (1). — С. 37–55. — DOI: 10.18527/2500-2236-2022-9-1-37-55.
2. Арзуманян В.Г. Оценка потенциальной эффективности действия антимикробных полипептидов потового секрета против стафилококков / В.Г. Арзуманян, А.В. Джадаева, В.А. Заборова [и др.] // Иммунопатология, аллергология, инфектология. — 2023. — № 1. — С. 60–69. — DOI: 10.14427/jipai.2023.1.60.
3. Arzumanyan V. Antimicrobial activities of human biofluids and their antimicrobial peptide fractions against *Candida albicans* / V. Arzumanyan, T. Erofeeva, P. Zhigalkina [et al.] // Current Topics in Peptide & Protein Research. — 2019. — № 20. — P. 35–40. — DOI: 10.31300/CTPPR.20.2019.35-40.
4. Raiszadeh M.M. Proteomic analysis of eccrine sweat: implications for the discovery of schizophrenia biomarker proteins / M.M. Raiszadeh, M.M. Ross, P.S. Russo [et al.] // J Proteome Res. — 2012. — № 11(4). — P. 2127–2139. — DOI: 10.1021/pr2007957.
5. Csősz É. Highly abundant defense proteins in human sweat as revealed by targeted proteomics and label-free quantification mass spectrometry / É. Csősz, G. Emri, G. Kalló [et al.] // Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology. — 2015. — № 29 (10). — P. 2024–2031. — DOI: 10.1111/jdv.13221.
6. Nakano T. Reduced expression of dermcidin, a peptide active against *Propionibacterium acnes*, in sweat of patients with *acne vulgaris* / T. Nakano, T. Yoshino, T. Fujimura [et al.] // ActaDermVenereol. — 2015. — № 95 (7). — P. 783–786. — DOI: 10.2340/00015555-2068.
7. Арзуманян В.Г. Условно-патогенная микробиота грудного молока и антимикробная активность сыворотки на разных сроках лактации / В.Г. Арзуманян, Т.И. Колыганова, Н.О. Варганова [и др.] // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. — 2023. — № 100 (1). — С. 74–83. — DOI: 10.36233/0372-9311-352.
8. Arzumanyan V.G. Antimicrobial Activity of the Serum before and after Vaccination with EpiVacCorona / V.G. Arzumanyan, E.P. Bystritskaya, T.I. Kolyganova [et al.] // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. — 2022. — № 173 (3). — P. 354–360. — doi: 10.1007/s10517-022-05548-6.
9. Meadow J.F. Significant changes in the skin microbiome mediated by the sport of roller derby / J.F. Meadow, A.C. Bateman, K.M. Herkert [et al.] // PeerJ. — 2013. — № 1. — P. e53. — DOI: 10.7717/peerj.53.
10. Martykanova D.S. Skin Microbiota in Contact Sports Athletes and Selection of Antiseptics for Professional Hygiene / D.S. Martykanova, N.C. Davletova, I.A. Zemlenuhin [et al.] // BiomedResInt. — 2019. — № 10. — Art. 9843781. — DOI: 10.1155/2019/9843781.
11. Chen Y.L. Comparative Study of the Composition of Sweat from Eccrine and Apocrine Sweat Glands during Exercise and in Heat / Y.L. Chen, W.H. Kuan, C.L. Liu // Int J Environ Res Public Health. — 2020. — № 17 (10). — P. 3377. — DOI: 10.3390/ijerph17103377.



12. Rieg S. Generation of multiple stable dermcidin-derived antimicrobial peptides in sweat of different body sites / S. Rieg, S. Seeber, H. Steffen [et al.] // *J Invest Dermatol.* — 2006. — № 126 (2). — P. 354–365. — DOI: 10.1038/sj.jid.5700041.
13. Abtin A. The antimicrobial heterodimer S100A8/S100A9 (calprotectin) is upregulated by bacterial flagellin in human epidermal keratinocytes / A. Abtin, L. Eckhart, R. Gläser, [et al.] // *J Invest Dermatol.* — 2010. — № 130 (10). — P. 2423–2430. — DOI: 10.1038/jid.2010.158.
14. Shah A. Cystatins in Health and Diseases / A. Shah, B. Bano // *Int J Pept Res Ther.* — 2009. — № 15 (1). — P. 43. — DOI: 10.1007/s10989-008-9160-1.
15. Yousuf M. Insights into the Antibacterial Activity of Prolactin-Inducible Protein against the Standard and Environmental MDR Bacterial Strains / M. Yousuf, A. Ali, P. Khan [et al.] // *Microorganisms.* — 2022. — № 10 (3). — P. 597. — DOI: 10.3390/microorganisms10030597.
16. Sauer N. Prognostic Role of Prolactin-Induced Protein (PIP) in Breast Cancer / N. Sauer, I. Matkowski, G. Bodalska [et al.] // *Cells.* — 2023. — № 12 (18). — P. 2252. — DOI: 10.3390/cells12182252.
17. Urbaniak A. Prolactin-induced protein (PIP)-characterization and role in breast cancer progression / A. Urbaniak, K. Jablonska, M. Podhorska-Okolow [et al.] // *Am J Cancer Res.* — 2018. — № 8 (11). — P. 2150–2164.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Iksanova A.M. Antimikrobnnye peptidy v biozhidkostjakh cheloveka [Antimicrobial peptides and proteins in human biological fluids] / A.M. Iksanova A.M, V.G. Arzumanyan, Konanyhina [et al.] // *MIR J [MIR Journal].* — 2022. — № 9 (1). — P. 37–55. — DOI: 10.18527/2500-2236-2022-9-1-37-55. [in Russian]
2. Arzumanyan V.G. Ocenka potencial'noj jeffektivnosti dejstviya antimikrobnnyh polipeptidov potovogo sekreta protiv stafilokokkov [Evaluation of the potential effectiveness of antimicrobial sweat secretion polypeptides against staphylococcus] / V.G. Arzumanyan, A.V. Dzhadaeva, V.A. Zaborova [et al.] // *Immunopatologija, allergologija, infektologija [Immunopathology, allergology, and infectology].* — 2023. — № 1. — P. 60–69. — DOI: 10.14427/jipai.2023.1.60.
3. Arzumanyan V. Antimicrobial activities of human biofluids and their antimicrobial peptide fractions against *Candida albicans* / V. Arzumanyan, T. Erofeeva, P. Zhigalkina [et al.] // *Current Topics in Peptide & Protein Research.* — 2019. — № 20. — P. 35–40. — DOI: 10.31300/CTPPR.20.2019.35-40.
4. Raiszadeh M.M. Proteomic analysis of eccrine sweat: implications for the discovery of schizophrenia biomarker proteins / M.M. Raiszadeh, M.M. Ross, P.S. Russo [et al.] // *J Proteome Res.* — 2012. — № 11(4). — P. 2127–2139. — DOI: 10.1021/pr2007957.
5. Csősz É. Highly abundant defense proteins in human sweat as revealed by targeted proteomics and label-free quantification mass spectrometry / É. Csősz, G. Emri, G. Kalló [et al.] // *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology.* — 2015. — № 29 (10). — P. 2024–2031. — DOI: 10.1111/jdv.13221.
6. Nakano T. Reduced expression of dermcidin, a peptide active against *Propionibacterium acnes*, in sweat of patients with acne vulgaris / T. Nakano, T. Yoshino, T. Fujimura [et al.] // *ActaDermVenereol.* — 2015. — № 95 (7). — P. 783–786. — DOI: 10.2340/00015555-2068.
7. Arzumanyan V.G. Uslovno-patogennaja mikrobiota grudnogo moloka i antimikrobnaja aktivnost' syvorotki na raznyh srokah laktacii [Opportunistic microbiota of breast milk and antimicrobial activity of milk whey at different periods of lactation] / V.G. Arzumanyan, T.I. Kolyganova, N.O. Vartanova [et al.] // *Zhurnal mikrobiologii, jepidemiologii i immunobiologii [Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology].* — 2023. — № 100 (1). — P. 74–83. — DOI: 10.36233/0372-9311-352. [in Russian]
8. Arzumanyan V.G. Antimicrobial Activity of the Serum before and after Vaccination with EpiVacCorona / V.G. Arzumanyan, E.P. Bystritskaya, T.I. Kolyganova [et al.] // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine.* — 2022. — № 173 (3). — P. 354–360. — doi: 10.1007/s10517-022-05548-6.
9. Meadow J.F. Significant changes in the skin microbiome mediated by the sport of roller derby / J.F. Meadow, A.C. Bateman, K.M. Herkert [et al.] // *PeerJ.* — 2013. — № 1. — P. e53. — DOI: 10.7717/peerj.53.
10. Martykanova D.S. Skin Microbiota in Contact Sports Athletes and Selection of Antiseptics for Professional Hygiene / D.S. Martykanova, N.C. Davletova, I.A. Zemlenuhin [et al.] // *BiomedResInt.* — 2019. — № 10. — Art. 9843781. — DOI: 10.1155/2019/9843781.
11. Chen Y.L. Comparative Study of the Composition of Sweat from Eccrine and Apocrine Sweat Glands during Exercise and in Heat / Y.L. Chen, W.H. Kuan, C.L. Liu // *Int J Environ Res Public Health.* — 2020. — № 17 (10). — P. 3377. — DOI: 10.3390/ijerph17103377.
12. Rieg S. Generation of multiple stable dermcidin-derived antimicrobial peptides in sweat of different body sites / S. Rieg, S. Seeber, H. Steffen [et al.] // *J Invest Dermatol.* — 2006. — № 126 (2). — P. 354–365. — DOI: 10.1038/sj.jid.5700041.
13. Abtin A. The antimicrobial heterodimer S100A8/S100A9 (calprotectin) is upregulated by bacterial flagellin in human epidermal keratinocytes / A. Abtin, L. Eckhart, R. Gläser, [et al.] // *J Invest Dermatol.* — 2010. — № 130 (10). — P. 2423–2430. — DOI: 10.1038/jid.2010.158.
14. Shah A. Cystatins in Health and Diseases / A. Shah, B. Bano // *Int J Pept Res Ther.* — 2009. — № 15 (1). — P. 43. — DOI: 10.1007/s10989-008-9160-1.
15. Yousuf M. Insights into the Antibacterial Activity of Prolactin-Inducible Protein against the Standard and Environmental MDR Bacterial Strains / M. Yousuf, A. Ali, P. Khan [et al.] // *Microorganisms.* — 2022. — № 10 (3). — P. 597. — DOI: 10.3390/microorganisms10030597.
16. Sauer N. Prognostic Role of Prolactin-Induced Protein (PIP) in Breast Cancer / N. Sauer, I. Matkowski, G. Bodalska [et al.] // *Cells.* — 2023. — № 12 (18). — P. 2252. — DOI: 10.3390/cells12182252.

17. Urbaniak A. Prolactin-induced protein (PIP)-characterization and role in breast cancer progression / A. Urbaniak, K. Jablonska, M. Podhorska-Okolow [et al.] // Am J Cancer Res. — 2018. — № 8 (11). — P. 2150–2164.