



# **UNIVERSUM: МЕДИЦИНА И ФАРМАКОЛОГИЯ**

Научный журнал  
Издается ежемесячно с ноября 2013 года  
Является печатной версией сетевого журнала  
Universum: медицина и фармакология

Выпуск: 3(86)

Март 2022

Москва  
2022

УДК 61  
ББК 5  
U55

**Главный редактор:**

*Конорев Марат Русланович*, д-р мед. наук;

**Заместитель главного редактора:**

*Волков Владимир Петрович*, канд. мед. наук;

**Члены редакционной коллегии:**

*Архипова Людмила Юрьевна*, канд. мед. наук;

*Воротынцева Наталия Сергеевна*, д-р мед. наук;

*Выхристенко Людмила Ростиславна*, д-р мед. наук;

*Козьминых Елена Николаевна*, д-р фарм. наук, канд. хим. наук;

*Ларионов Максим Викторович*, д-р биол. наук;

*Лебединцева Елена Анатольевна*, канд. мед. наук;

*Немцов Леонид Михайлович*, д-р. мед. наук;

*Тошбоев Шерзод Олимович*, канд. мед. наук, доц.

**U55 Universum: медицина и фармакология:** научный журнал. – № 3(86). М.,  
Изд. «МЦНО», 2022. – 20 с. – Электрон. версия печ. публ. –  
<http://7universum.com/ru/med/archive/category/386>

ISSN: 2311-6129

DOI: 10.32743/UniMed.2022.86.3

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 5

© ООО «МЦНО», 2022 г.

<b>Содержание</b>	
<b>Клиническая медицина</b>	<b>4</b>
<b>Кардиология</b>	<b>4</b>
ОСОБЕННОСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРДЦА (ЭХОКАРДИОГРАФИИ) У ЛИЦ, ПЕРЕНЕСШИХ НОВУЮ КОРОНАВИРУСНУЮ ИНФЕКЦИЮ COVID-19	4
Кижеватова Елена Александровна Очередько Оксана Мнацагановна	
<b>Медико-биологические науки</b>	<b>13</b>
<b>Клиническая лабораторная диагностика</b>	<b>13</b>
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДЕКСОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА МИКРОБИОТЫ ЧЕЛОВЕКА	13
Кройдер Анастасия Сергеевна Комарова Марина Валериевна	

## КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

## КАРДИОЛОГИЯ

DOI - 10.32743/UniMed.2022.86.3.13200

**ОСОБЕННОСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО  
ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРДЦА (ЭХОКАРДИОГРАФИИ) У ЛИЦ, ПЕРЕНЕСШИХ  
НОВУЮ КОРОНАВИРУСНУЮ ИНФЕКЦИЮ COVID-19****Кижеватова Елена Александровна**

ассистент кафедры медицинской и биологической физики,  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
"Ростовский государственный медицинский университет",  
Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
РФ, г. Ростов-на-Дону  
E-mail: [alyonatim@mail.ru](mailto:alyonatim@mail.ru)  
ORCID: 0000-0002-7127-0214

**Очерedyкo Оксана Мнацагановна**

врач ультразвуковой диагностики  
кабинета ультразвуковой диагностики диагностического отделения,  
высшая квалификационная категория,  
РФ, г. Ростов-на-Дону  
E-mail: [oksana.ocheredko@yandex.ru](mailto:oksana.ocheredko@yandex.ru)  
ORCID: 0000-0002-2981-1144

**THE PECULIARITY OF ULTRASOUND EXAMINATION  
OF THE HEART (ECHOCARDIOGRAPHY) IN PERSONS WHO HAVE UNDERGONE  
A NEW CORONAVIRUS INFECTION COVID-19****Elena A. Kizhevatova**

assistant of the Department of medical and biological physics,  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Rostov State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation,  
Russia, Rostov-on-don  
E-mail: [alyonatim@mail.ru](mailto:alyonatim@mail.ru)  
ORCID: 0000-0002-7127-0214

**Oksana M. Ochered'ko**

doctor of ultrasound diagnostics of the ultrasound diagnostics  
office of the diagnostic department, the highest qualification category,  
Russia, Rostov-on-don  
E-mail: [oksana.ocheredko@yandex.ru](mailto:oksana.ocheredko@yandex.ru)  
ORCID: 0000-0002-2981-1144

**АННОТАЦИЯ**

**Цель:** исследование появления анохогенного пространства с фибриозными наложениями (перикардиальной жидкости) у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19, а также выявление взаимосвязи данной патологии с COVID-19. **Материалы и методы:** в исследовании приняло участие 48 человек, которых разделили на 4 группы: 1 группа (24 человек 50%) – больные, у которых был подтвержденный COVID-19, анохогенное пространство перед ПЖ было обнаружено сразу после болезни; 2 группа (16 человек 33%) – больные, у которых был подтвержденный COVID-19 и анохогенное пространство перед ПЖ было обнаружено через несколько месяцев после болезни; 3 группа (5 человек 11%) – больные, у которых не был подтвержденный COVID-19 (отрицательные ПЦР-тесты), но утверждают, что болели, анохогенное пространство перед ПЖ было

обнаружено сразу после болезни; 4 группа (3 человека 6%) – больные, у которых был подтвержденный COVID-19, но не было анохогенного пространства перед ПЖ, ни через какое-то время. **Результаты:** Среднее значение поражения легких среди всех 48 испытуемых было  $41,5 \pm 15,3\%$ , медиальное значение и проценти́ли были 44 [28;51]%, минимальное поражение легких было 0%, а максимальное поражение легких было 92%. Подтвержденный COVID-19 статистически значимо ( $p < 0,05$ ) чаще встречался у женщин, чем у мужчин. У 94% людей, переболевших новой вирусной инфекцией COVID-19, сразу после болезни или спустя пару месяцев на эхокардиографии обнаруживается анохогенное пространство с фибринозными наложениями перед правым желудочком (ПЖ), что говорит об их сильной связи. **Выводы:** выявлена связь появления анохогенного пространства с фибринозными наложениями (перикардиальной жидкости) у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19 и имеющих положительный ПЦР-тест.

#### ABSTRACT

**Objective:** to study the appearance of an anechoic space with fibrous overlays (pericardial fluid) in patients who have undergone a new coronavirus infection COVID-19, as well as to identify the relationship of this pathology with COVID-19. **Materials and methods:** 48 people participated in the study, who were divided into 4 groups: 1 group (24 people 50%) - patients who had confirmed COVID-19, an anochogenic space in front of the pancreas was detected immediately after the disease; Group 2 (16 people 33%) – patients who had confirmed COVID-19 and an anochogenic space in front of the pancreas was detected a few months after the disease; group 3 (5 people 11%) – patients who did not have confirmed COVID-19 (negative PCR tests), but claim to have been ill, anochogenic space in front of the pancreas was detected immediately after the disease; group 4 (3 people 6%) - patients who had confirmed COVID-19, but did not have an anochogenic space before right ventricle, not after a while. **Results:** The average lung lesion among all 48 subjects was  $41.5 \pm 15.3\%$ , the medial value and percentiles were 44 [28;51]%, the minimum lung lesion was 0%, and the maximum lung lesion was 92%. Confirmed COVID-19 was statistically significantly ( $p < 0.05$ ) more common in women than in men. In 94% of people who have had a new COVID-19 viral infection, an anechoic space with fibrinous overlays in front of the right ventricle (RV) is detected immediately after the disease or a couple of months later on echocardiography, which indicates their strong connection. **Conclusions:** the association of the appearance of anechoic space with fibrous overlays (pericardial fluid) was revealed in patients who had a new coronavirus infection COVID-19 and had a positive PCR test.

**Ключевые слова:** коронавирус, COVID-19, эхокардиография, анохогенное пространство, правый желудочек, перикардиальная жидкость.

**Keywords:** coronavirus, COVID-19, echocardiography, anechoic space, right ventricle, pericardial fluid.

#### Введение

Официальное название инфекции, вызванной новым коронавирусом, — COVID-19, “Coronavirus disease 2019”, (ВОЗ, 11.02.2020). Официальное название возбудителя инфекции — SARS-CoV-2, 11.02.2020 [1]. Коронавирусная болезнь COVID-19 возникла как пандемия и кризис общественного здравоохранения глобальных масштабов. Статистика на сегодняшний день ошеломляет и неуклонно растет. К сожалению, рейтинг распространения коронавируса включает уже 183 страны.

В связи с этим особенно ценно учитывать опыт исследователей, которые изучали сердечно-сосудистую заболеваемость (ССЗ) и смертность в сезон вирусных инфекций. Так, J.L. Nguyen и соавторы (2016) анализировали период 01.01.2006–31.12.2012 [2]. Среди взрослых лиц 65 лет и старше средняя сезонная заболеваемость гриппом из года в год коррелировала с избыточной сердечно-сосудистой смертностью ( $r \geq 0,75$ ,  $p \leq 0,05$ ). J.C. Kwong и соавторы (2018) наблюдали увеличение в 6 раз частоты госпитализаций по поводу острого инфаркта миокарда (ОИМ) в течение 7 дней после лабораторного подтверждения гриппозной инфекции в сравнении с контрольным интервалом 6,05 (95 % ДИ 3,86–9,50) и констатировали взаимосвязь развития ОИМ с респираторной инфекцией, особенно гриппом [3]. Таким образом, на примере описанной в литературе связи сезонных вирусных инфекций с ССЗ можно сделать вывод,

что и коронавирусная инфекция имеет аналогичную связь с ССЗ.

В рамках коронавирусной инфекции можно ожидать развитие различных клинических ситуаций, учитывая, что механизмы вовлечения сердечно-сосудистой системы при COVID-19 могут быть схожими как при остром миокардиальном повреждении, так и при наличии кардиоваскулярной патологии в анамнезе [4].

Существующие данные свидетельствуют о высокой встречаемости сопутствующей патологии у пациентов с COVID-19 среднего и старшего возраста. Среди сердечно-сосудистых заболеваний преобладают АГ (около 15%), сахарный диабет (7,4–20%) и ИБС (около 2,5%). Пациенты с COVID-19 и сердечно-сосудистой коморбидностью имеют высокую вероятность развития ТОРС, септического шока и летального исхода. Остро возникшая дисфункция сердца и ТОРС рассматриваются в качестве предикторов неблагоприятного прогноза пациентов с COVID-19.

Необходимо дальнейшее изучение особенностей скрининга, диагностики, клинических проявлений, профилактики и лечения у пациентов с COVID-19. По мере распространения болезни и появления новых данных целесообразно определить факторы риска развития сердечно-сосудистых осложнений у таких пациентов.

Возможно, что ведение регистра пациентов с COVID-19 и систематическая регистрация клинических параметров, сердечно-сосудистых и иных осложнений позволят определить современные особенности пациентов, подходы к лечению и профилактике для разработки модели риска развития осложнений.

Учитывая риск возникновения сердечно-сосудистых осложнений при COVID-19, включая обострение ранее существовавших заболеваний сердца, острое повреждение миокарда и нарушения ритма сердца, связанные с лекарственными препаратами, эхокардиография (ЭхоКГ) является одним из основных диагностических методов при обследовании пациентов с подозрением на инфекцию или подтвержденным заболеванием.

**Цель:** исследование появления анохогенного пространства с фибриозными наложениями (перикардальной жидкости) у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19, а также выявление взаимосвязи данной патологии с COVID-19.

### Материалы и методы

Данное исследование является эмпирическим, описательным, аналитическим, поисковым, выдвигающим гипотезу о том, что у 94% людей, переболевших новой вирусной инфекцией COVID-19, сразу после болезни или спустя пару месяцев на эхокардиографии обнаруживается анохогенное пространство с фибриозными наложениями перед правым желудочком (ПЖ). Работа осуществлялась на базе Федерального государственного казенного

учреждения «Поликлиника №1 Федеральной таможенной службы» в период с января 2021 года по сентябрь 2021 года. Исследование проходило согласно «Единым стандартам представления результатов и испытаний Экспертной группы CONSORT».

В исследовании приняло участие 56 человек. Критериями включения были: лица старше 18 лет и младше 75 лет, согласие на участие в исследовании и обработку данных. Критериями исключения были: наличие хронических заболеваний, фаза острой болезни, возраст младше 18 и старше 75 лет. После в исследовании остались 48 человек, которых разделили на 4 группы:

1 группа (24 человек 50%) – больные, у которых был подтвержденный COVID-19, анохогенное пространство перед ПЖ было обнаружено сразу после болезни;

2 группа (16 человек 33%) – больные, у которых был подтвержденный COVID-19 и анохогенное пространство перед ПЖ было обнаружено через несколько месяцев после болезни;

3 группа (5 человек 11%) – больные, у которых не был подтвержденный COVID-19 (отрицательные ПЦР-тесты), но утверждают, что болели, анохогенное пространство перед ПЖ было обнаружено сразу после болезни;

4 группа (3 человека 6%) – больные, у которых был подтвержденный COVID-19, но не было анохогенного пространства перед ПЖ, ни через какое-то время.

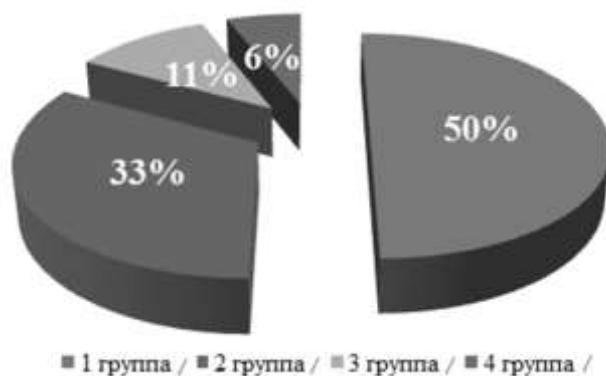


Рисунок 1. Распределение пациентов согласно исследуемой группе

Сбор данных и формирование их в электронную базу проводили при помощи программы MS Excel 2016 (MS Office, США). Статистический анализ выполняли с использованием пакета прикладных статистических программ SPSS 22 (IBM SPSS Statistics, 2013). Проверка количественных данных проходила при помощи критерия Шапиро-Уилка. Количественные признаки представлены в виде медианы, первого и третьего квартилей (Me [Q<sub>1</sub>;Q<sub>3</sub>]), так как в большинстве групп были маленькие объемы выборок. Сравнение двух групп по количественным признакам проводилось с использованием критерия Манна-Уитни, нескольких групп – с помощью критерия Краскала-Уоллиса. При анализе частот значений

признаков использовали критерий  $\chi^2$ -Пирсона с поправкой Йейтса для сравнения двух групп. В качестве критерия статистической значимости была выбрана вероятность случайной ошибки менее 5% ( $p < 0,05$ ) с применением поправки Бонферрони.

### Результаты

Все пациенты при обращении к терапевту жаловались на тупые боли в области сердца, учащенное сердцебиение, нехватку воздуха, одышку, усиливающуюся при физнагрузке. В анамнезе заболевания были отмечены идиопатические нарушения ритма сердца по типу пароксизмальной суправентрикулярной тахикардии.

Описательная статистика возраста испытуемых представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Описательные статистики возраста исследуемых пациентов

Группа	M±SD	Me [Q <sub>1</sub> ;Q <sub>3</sub> ]	Мин. значение	Макс. значение	Р (тест ШапироУилка)
1	47,1±10,4	50 [40;54]	26	64	0,001
2	48,3±12,9	48,5 [40;57]	20	67	0,02
3	50,6±6,4	51 [51;54]	40	57	0,001
4	47,3±16,6	42 [34;66]	34	66	0,01

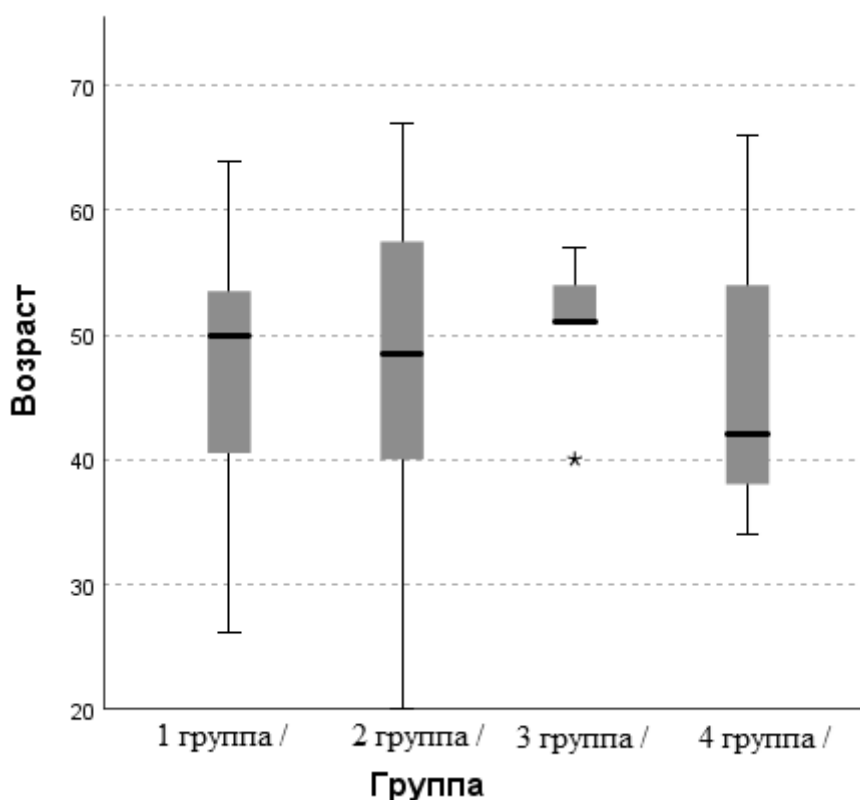


Рисунок 2. Распределение возраста пациентов в группах

По результатам сравнительного анализа согласно критерию Краскела-Уоллиса статистически значимых различий пациентов в группах в зависимости от возраста не было ( $p=0,887$ ). Это говорит о том, что у пациентов в группах был примерно одинаковый возраст.

Был проведён сравнительный анализ групп в зависимости от пола. Полученные данные представлены в таблице 2 и на рисунке 3.

Таблица 2.

Распределение пациентов в группах в зависимости от пола

	Мужчины		Женщины		Р
	Абс., чел.	Отн., %	Абс., чел.	Отн., %	
1 группа	8	38	16	60	0,041*
2 группа	7	33	9	33	
3 группа	5	24	0	0	
4 группа	1	5	2	7	

Примечание: \* различия статистически значимы при  $p \leq 0,05$

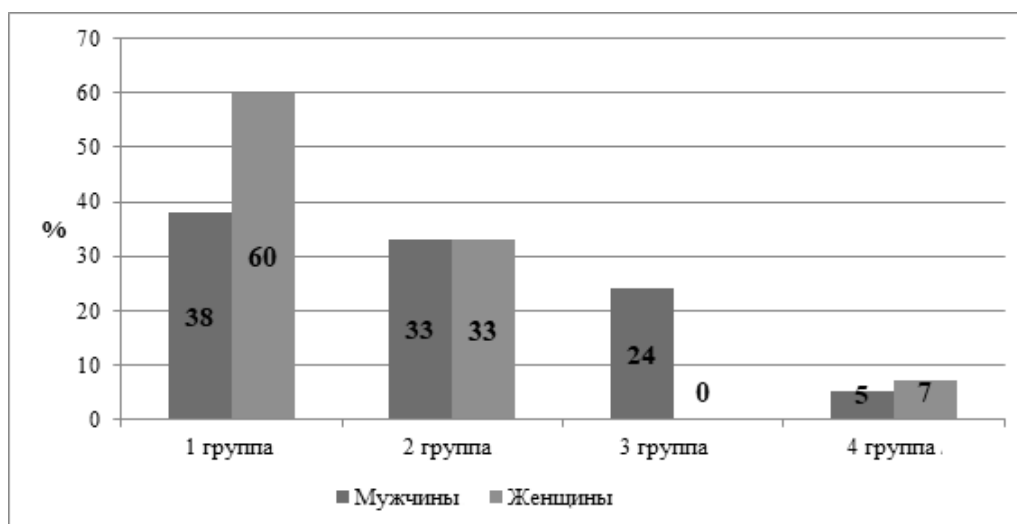


Рисунок 3. Распределение исследуемых групп по полу

При проведении анализа распределения пациентов в группах в зависимости от пола были получены следующие выводы: чаще всего женщины встречались в первой (60%) и четвертой группе (7%) пациентов, а вот в третьей группе чаще всего были мужчины (24%). Это может говорить о том, что среди мужчин неподтвержденный COVID-19 был чаще. Возможно,

это связано с тем, что мужчины реже женщин обращаются в больницу для официального лечения и лечились дома.

Некоторые пациенты проходили исследование легких при помощи компьютерной томограммы (КТ). Был проведен анализ частоты прохождения КТ пациентами в исследуемых группах. Полученные данные представлены в таблице 3 и на рисунке 4.

Таблица 3.

Частота прохождения КТ пациентами в исследуемых группах

	Делали КТ		Не делали КТ		p
	Абс., чел.	Отн., %	Абс., чел.	Отн., %	
1 группа	16	50	7	43,7	0,56
2 группа	11	34,4	6	37,5	
3 группа	4	12,5	1	6,3	
4 группа	1	3,1	2	12,5	

Примечание: \* различия статистически значимы при  $p \leq 0,05$

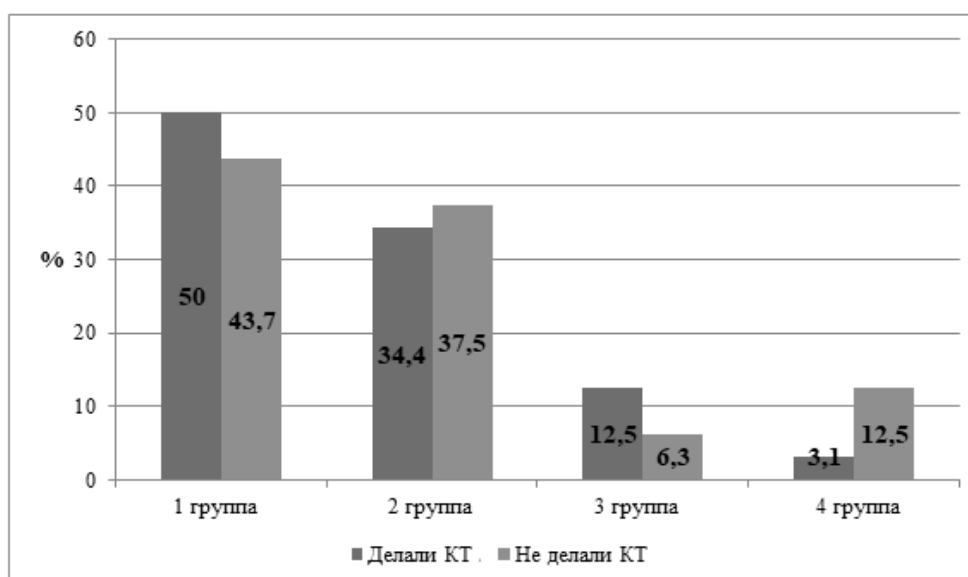


Рисунок 4. Распределение исследуемых групп в зависимости от КТ



По результатам проведенного сравнительного анализа согласно критерию  $\chi^2$ -Пирсона среди исследуемых групп не было статистически значимых различий при разделении на тех, кто делал КТ и не делал КТ. Преимущественно во всех группах, кроме четвертой, пациенты выполняли КТ.

Среднее значение поражения легких среди всех 48 испытуемых было  $41,5 \pm 15,3\%$ , медиальное значение и проценти были 44 [28;51]%, минимальное поражение легких было 0%, а максимальное поражение легких было 92%. В таблице 4 и на рисунке 5 представлено распределение поражения легких в группах.

Таблица 4.

#### Описательные статистики процента поражения легких (%) у исследуемых пациентов

Группа	M±SD	Me [Q1;Q3]	Мин. значение	Макс. значение	p
1	40,8±15,2	40 [23;60]	13	80	0,773
2	30,6±17,3	40 [8;44]	0	84	
3	51±20,3	40 [34;68]	32	92	
4	12	12	-	-	

Примечание: \* различия статистически значимы при  $p \leq 0,05$

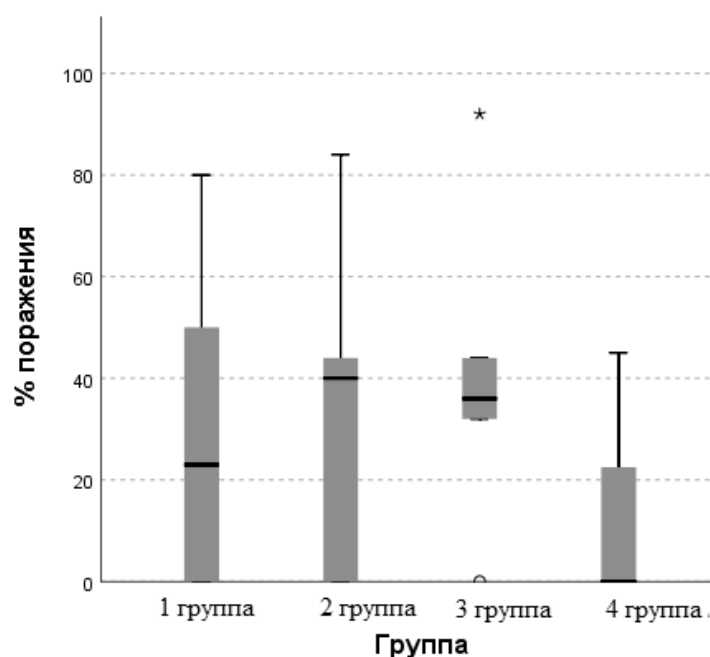


Рисунок 5. Процент поражения легких у испытуемых в исследуемых группах

По результатам множественного сравнительного анализа при помощи критерия Краскела-Уоллиса было установлено, что статистически значимых различий процента поражения легких у пациентов в исследуемых группах не было,  $p=0,773$ . Это говорит о том, что в группах среди лиц, которые делали КТ было равнозначное поражение легких.

Также был проведен сравнительный анализ исследуемых групп в зависимости от роста, веса и индекса массы тела (ИМТ). Полученные данные представлены в таблице 5. На рисунке 5 представлено распределение ИМТ по группам.

Таблица 5.

#### Описательные статистики исследуемых пациентов

Группа	M±SD	Me [Q1;Q3]	Мин. значение	Макс. значение	p
Рост					
1	171±11	170 [163,5;178]	158	201	0,556
2	172,3±8,9	174 [165;178]	158	187	
3	175,4±7,2	175 [169;180]	168	185	
4	171,6±22,9	161 [158,5;179]	156	198	

Группа	M±SD	Me [Q1;Q3]	Мин. значение	Макс. значение	p
Вес					
1	73,6±16,1	74 [63,5;85,5]	45	105	0,319
2	82,76±20,8	85 [72;96]	52	130	
3	85±8,8	81 [80;86]	78	100	
4	79±8,3	64 [58,5;92]	53	120	
ИМТ					
1	24,9±4,3	25,4 [21,9;27,2]	17,1	33,6	0,37
2	27,6±5,8	27,4 [25,2;29,5]	18,9	42,9	
3	27,6±2,4	28,3 [26,4;29,2]	24,1	30,1	
4	25,7±4,5	24,7 [23,2;27,6]	21,8	30,6	

Примечание: \* различия статистически значимы при  $p \leq 0,05$

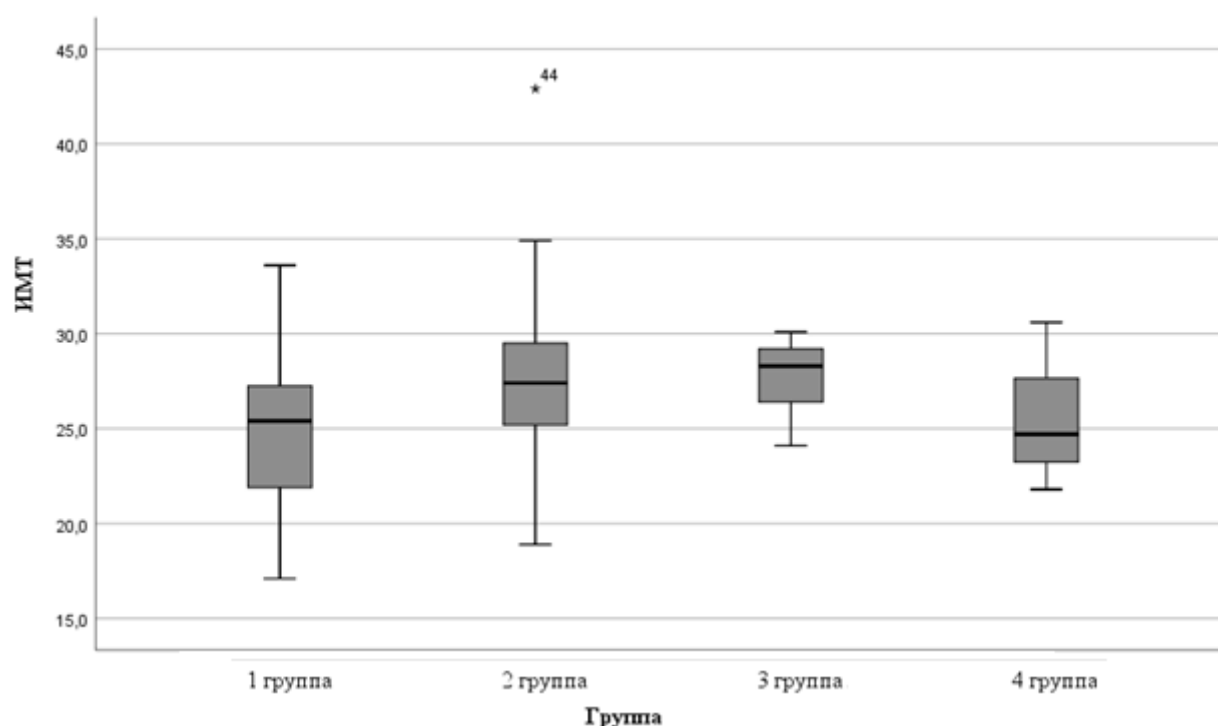


Рисунок 6. Распределение ИМТ по исследуемым группам

Таки образом, в результате проведенного анализа было установлено, что наши исследуемые группы не зависят от роста, веса и массы тела, а значит, что наличие/ отсутствие анэхогенного пространства с фибриозными наложениями (перикардальной жидкости) у пациентов, перенесших новую корона-вирусную инфекцию COVID-19 никак не зависит от веса, роста и ИМТ пациента.

#### Описание одного из клинических случаев, вошедших в данные исследование

В Федеральное государственное казенное учреждение «Поликлиника №1 Федеральной таможенной службы» города Ростов-на-Дону обратилась к терапевту Пациентка М., 50 лет, 06.01.2021 с жалобами на: повышение температуры тела до 38,6 °С, слабость, мышечные боли, навязчивый сухой кашель, дискомфорт в области грудной клетки.

Был описан анамнез заболевания: заболела остро - 6 дней назад, принимала противовирусный препарат, антисептик местно в ротоглотку, парацетамол, витамин С, антикоагулянт, с 3 января колола внутримышечно антибиотики. Сатурация в среднем была SpO<sub>2</sub> = 97%.

Результаты СКТ ОГК от 05.01.2020 показали КТ-признаки 2-х сторонней полисегментарной вирусной пневмонии, может быть отнесена к COVID-19 высокой степени вероятности, средней степени КТ-изменений. Объем поражения правого легкого 5%, левого 6%.

2 января был взят мазок из ротоглотки РНК к CORONAVIRUS-19 Sars-CoV-2, результат которого пришел «положительный». На основании этих данных был установлен диагноз «Коронавирусная инфекция, вызванная вирусом COVID-19, вирус идентифицирован, болезнь средней степени тяжести», осложнения,

вызванные заболеванием «Внебольничная двусторонняя полисегментарная пневмония, КТ 1 (11%)».

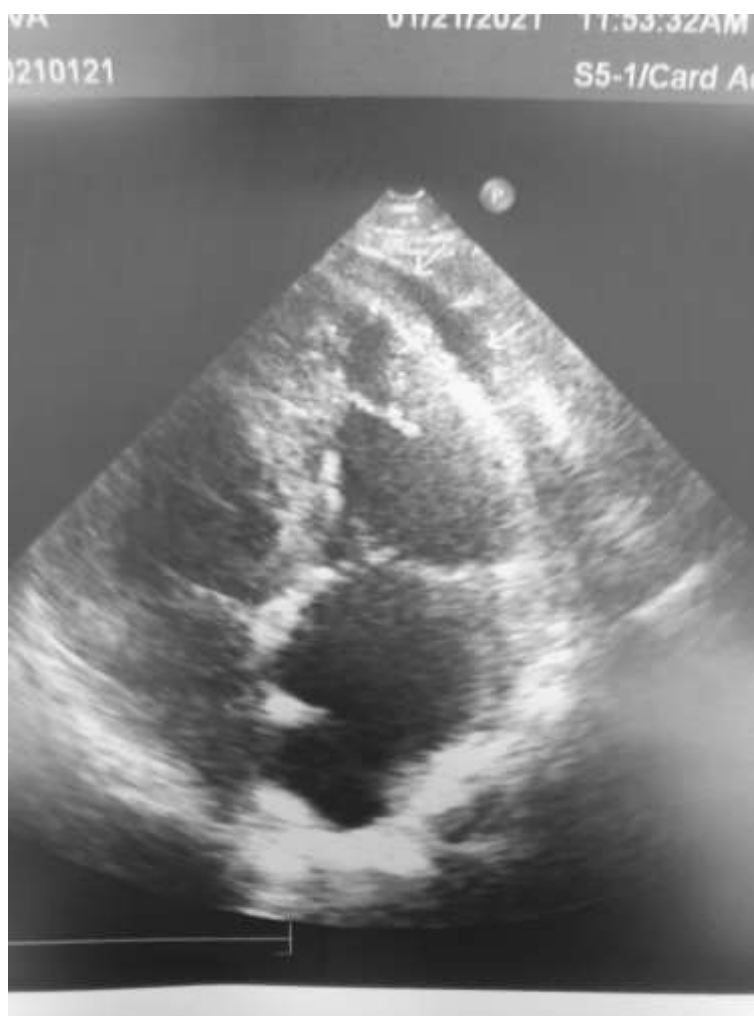
12 января 2021 было повторное обращение к терапевту, на котором пациентка утверждала, то повышение температуры тела не отмечает в течении 2 дней, сохраняется слабость, навязчивый сухой кашель, дискомфорт в области грудной клетки

Врачом было сделано назначение: следить за результатами мазка из ротоглотки, СКТ ОГК в динамике.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:** КТ- признаки двусторонней полисегментарной пневмонии, вирусной этиологии, лимфаденопатии, ст КТ2 (с вовлечением паренхимы легких около 36%), двустороннего гидроторакса. Перикардит ставится под вопросом. Рекомендовано: СКТ контроль ОГК.

20.01.2021 повторное обращение к терапевту: повышение температуры тела мах до 37,2, сохраняется слабость, кашель стал менее интенсивным, дискомфорт в области грудной клетки, жалобы на тупую боль в области сердца. Врачом-терапевтом было дано назначение на проведение дополнительных диагностических мер в виде ЭхоКГ.

21 января 2021 года пациентке было проведено ЭхоКГ, по результатам которого было написано заключение: перед ПЖ и за ЛЖ, и в области верхушки лоцируется эхонегативное пространство - незначительное количество перикардального выпота (пример представлен на рисунке 7. Глобальная систолическая функция левого желудочка сохранена. Недостаточность на МК 0-1 степени, на ТК 0-1 степени, на ЛК 1 степени. Признаков легочной гипертензии нет.



*Рисунок 7. Эхонегативное пространство (незначительное количество перикардального выпота) при ЭхоКГ*

Аналогичная картина наблюдалась почти у всех испытуемых.

**Обсуждения.** В работе проведен сравнительный анализ клинических характеристик у пациентов, разделенных на 4 группы: 1 группа (24 человек 50%) – больные, у которых был подтвержденный COVID-19,

анохогенное пространство перед ПЖ было обнаружено сразу после болезни, 2 группа (16 человек 33%) – больные, у которых был подтвержденный COVID-19 и анохогенное пространство перед ПЖ было обнаружено через несколько месяцев после болезни, 3 группа (5 человек 11%) – больные, у которых не был подтвержденный COVID-19 (отрицательные ПЦР-тесты),

но утверждают, что болели, анохогенное пространство перед ПЖ было обнаружено сразу после болезни, 4 группа (3 человека 6%) – больные, у которых был подтвержденный COVID-19, но не было анохогенного пространства перед ПЖ, ни через какое-то время. Было установлено, что у 94% людей, переболевших новой вирусной инфекцией COVID-19, сразу после болезни или спустя пару месяцев на эхокардиографии обнаруживается анохогенное пространство с фибриозными наложениями перед правым желудочком (ПЖ).

**Вывод.** В работе описаны случаи появления анохогенного пространства с фибриозными наложениями (перикардальной жидкости) у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19, а также были выявлены взаимосвязи данной патологии с COVID-19.

Полученные результаты при условии расширения эксперимента могут быть дополнены и служить одним из диагностических критериев возможных осложнений после перенесенного COVID-19.

#### Список литературы:

1. Всемирная организация здравоохранения. Глобальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-thatcauses-it](https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-thatcauses-it)
2. Nguyen JL, Yang W, Ito K, Matte TD, Shaman J, Kinney PL et al. Seasonal influenza infections and cardiovascular disease mortality. // *JAMA Cardiol.* – 2016. – V. 1(3) – P.: 274–281. doi:10.1001/jamacardio.2016.0433
3. Kwong JC, Schwartz KL, Campitelli MA, Chung H, Crowcroft NS, Karnauchow T et al. Acute myocardial infarction after laboratory-confirmed influenza infection // *N Engl J Med.* -2018 – V.378(4) – P. 345–353. doi:10.1056/NEJMoa1702090 doi:10.1016/S 0140-6736(20)30154-9
4. Spencer KT, Kimura BJ, Korcarz CE, Pellikka PA, Rahko PS, Siegel RJ. Focused cardiac ultrasound: recommendations from the American Society of Echocardiography // *J Am Soc Echocardiogr.* – 2013 – V. 26(6). – P. 567–581. doi:10.1016/j.echo.2013.04.001
5. Lancellotti P, Price S, Edvardsen T, Cosyns B, Neskovic AN, Dulgheru R et al. The use of echocardiography in acute cardiovascular care: recommendations of the European Association of Cardiovascular Imaging and the Acute Cardiovascular Care Association // *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* – 2015. – V. 16(2). – P.119–146.
6. Madjid M, Safavi-Naeini P, Solomon SD, Vardeny O. Potential Effects of Coronaviruses on the Cardiovascular System: A Review. // *JAMA Cardiol.* Published online March 27, 2020. DOI: 10.1001/ jamacardio.2020.1286. DOI: 10.1001/ jamacardio.2020.1286
7. Guo T, Fan Y, Chen M, Wu X, Zhang L, He T et al. Cardiovascular implications of fatal outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). // *JAMA Cardiol.* 2020; e201017. doi:10.1001/jamacardio.2020.101
8. Chen L, Li X, Chen M, Feng Y, Xiong C. The ACE 2 expression in human heart indicates new potential mechanism of heart injury among patients infected with SARS-CoV-2. // *Cardiovasc Res.* – 2020. – V. 116(6). – P. 1097–1100. doi.org/10.1093/cvr/cvaa078
9. Channappanavar R, Perlman S. Pathogenic human coronavirus infections: causes and consequences of cytokine storm and immunopathology. // *Semin Immunopathol.* – 2017. – V.39 (5). – P.529–539. doi:10.1007/s00281-017-0629-x

## МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

## КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДЕКСОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ  
ДЛЯ АНАЛИЗА МИКРОБИОТЫ ЧЕЛОВЕКА*Кройдер Анастасия Сергеевна*

студент

Самарского Национального Исследовательского Университета

РФ, г. Самара

E-mail: [kroidernastya@yandex.ru](mailto:kroidernastya@yandex.ru)*Комарова Марина Валериевна*

доц. кафедры лазерных и биотехнических систем

Самарского Национального Исследовательского Университета,

РФ, г. Самара

E-mail: [marinakom@yandex.ru](mailto:marinakom@yandex.ru)

## USING BIOLOGICAL DIVERSITY INDICES FOR HUMAN MYCOBIOTA ANALYSIS

*Anastasia Kroyder*

Student of Samara University,

Russia, Samara

*Marina Komarova*

Associate Professor of Department of Laser and Biotechnical Systems

Samara University,

Russia, Samara

## АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается возможность использования различных индексов биологического разнообразия (Шеннона, Симпсона) для анализа микробиоты человека.

## ABSTRACT

The article discusses the possibility of using various indices of biological diversity (Shannon, Simpson) for the analysis of the human microbiota.

**Ключевые слова:** индекс Шеннона, индекс Симпсона, биоразнообразие, микробиота.

**Keywords:** Shannon index, Simpson index, biodiversity, microbiota.

**Введение.** Различные индексы биоразнообразия широко используются в ботанике и зоологии [7, с. 92]. При этом выделяют биологическое разнообразие по как по уровню таксонов, так и уровню местообитания [4, с. 53, 7, с. 91, 6 с. 581]. В так называемых индексах бета-разнообразия играет роль и число обнаруженных видов, и их количественная представленность. Наиболее часто в литературе встречаются указания на индексы Шеннона и Симпсона. Данные индексы можно использовать не только при изучении популяций растений или животных, но и при изучении микробиоты человека. Они смогут показать сложность структуры и степень доминирования тех или иных бактерий.

Вопрос применения индексов биоразнообразия актуален при изучении микрофлоры кишечника и влагалища. Последняя находится в постоянном изменении в связи с этапами развития организма (препубертатный период, годы репродуктивной активности, постменопауза), фазой менструального цикла, инфекциями, питанием, мочеиспусканием, гигиеническими процедурами и многими другими факторами [5, с. 4]. Важность качественного и количественного состава вагинальной микробиоты связана с уникальной способностью симбиотных микроорганизмов защищать микробиоту от вторжения собственной микрофлоры из других полостей и микрофлоры от полового партнера.

В настоящее время для оценки микробиома влагалища в практике здравоохранения широко применяют ПЦР-тест с использованием реагентов «Фемофлор». В зависимости от клинической задачи применяют различные варианты тест-систем, которые определяют разные показатели микрофлоры влагалища. Так с помощью комплекса реагентов «Фемофлор-16» возможно установление контроля взятия материала, количественное определение общей бактериальной массы (ОБМ), количественная оценка нормофлоры и 23-х клинически наиболее значимых условно-патогенных микроорганизмов с выявлением соотношения между ними и ОБМ.

К сожалению, предлагаемые производителями тест-систем характеристики микрофлоры не имеют ни одной меры бактериального разнообразия или доминирования тех или иных видов [3, с. 91]. Также отметим, что индексы биоразнообразия Симпсона и Шеннона уже широко используются при изучении микробиомы человека [1; 2]. Расчеты индексов разнообразия Шеннона и Симпсона можно выполнить самостоятельно. Однако диапазон их возможных значений зависит от числа выявляемых видов, что в свою очередь влияет на клиническую интерпретацию получаемых результатов. Это обусловило выполнение настоящего теоретического исследования.

**Цель работы:** исследовать теоретически возможный диапазон значений индексов биоразнообразия Шеннона и Симпсона в оценке микробиоты в зависимости от количества выявляемых видов микроорганизмов.

**Материалы и методы.** Работа носила теоретический характер. Были проанализированы возможные диапазоны изменения индексов биоразнообразия в крайних случаях — при одном доминантном виде и при полностью равномерном представительстве всех видов микроорганизмов в зависимости от числа выявляемых видов. Анализ проводили с использованием Microsoft Excel.

**Результаты и обсуждение.** Индекс разнообразия Шеннона (Shannon, 1948) [3, с.97] и рассчитывается по формуле:

$$H = - \sum_{i=1}^k p_i \log_2 p_i,$$

где  $p_i$  – встречаемость вида  $i$  относительного общего содержания всех особей всех видов,  $k$  – количество изучаемых видов.

Индекс Шеннона суммирует количество информации о численности и видовом составе организмов, учитывая число видов и степень их доминирования. Индекс независим от биоценотического сходства сравниваемых сообществ и может быть вычислен для каждого ценоза в отдельности [7, с 92], что в медицинских исследованиях означает возможность его вычисления для отдельно взятого пациента. Индекс Шеннона отображает сложность структуры, основываясь на количестве представленного вида [4, с. 54]: чем больше разнообразие, тем больше индекс.

Индекс разнообразия Симпсона имеет вид:

$$C = \sum (n_i / N)^2,$$

где  $n_i$  – численность вида,

$N$  – общее количество выявленных видов микроорганизмов.

Поскольку при возведении в квадрат малых отношений  $n_i / N$  получаются очень малые величины, индекс Симпсона тем больше, чем сильнее доминирование одного или нескольких видов. Индекс Симпсона служит мерой связи числа степеней свободы внутривидовых и межвидовых взаимодействий [7, с. 93]. Его значение варьируется от 0 до 1, что значит бесконечное разнообразие или его отсутствие соответственно [6, с. 582].

Для рассмотрения принципа расчета индексов биоразнообразия по микробиологическим данным были взяты некоторые крайние значения количества видов бактерий у гипотетического пациента (таблица 1). Рассмотрено три случая: когда выявляют 5 видов бактерий, 10 и 20. В каждом случае рассматривалось по два варианта.

1-й вариант: выявленные виды микроорганизмов представлены в образце в равном количестве. В этих случаях частота каждого вида равна  $1/k$ , где  $k$  – количество выявляемых видов.

2-й вариант: имеется один доминантный вид. В таких случаях частота одного вида равна единице, а остальных нулю. Однако в формуле для нахождения индекса Шеннона присутствуют логарифмы, которые при нулевой частоте стремятся к минус бесконечности. Для возможности выполнения расчетов этим частотам были присвоены достаточно малые значения, которыми с биологической точки зрения можно пренебречь.

Таблица 1.

Теоретические значения частот разных видов бактерий при полностью равномерной их выявляемости и при наличии одного доминантного вида

Вид бактерий	Выявляют 5 видов микроорганизмов		Выявляют 10 видов микроорганизмов		Выявляют 20 видов микроорганизмов	
	Все виды представлены поровну	Имеется один доминантный вид	Все виды представлены поровну	Имеется один доминантный вид	Все виды представлены поровну	Имеется один доминантный вид
Вид 1	0,2	1	0,1	1	0,05	1
Вид 2	0,2	1,E-09	0,1	1,E-09	0,05	1,E-09
Вид 3	0,2	1,E-09	0,1	1,E-09	0,05	1,E-09
Вид 4	0,2	1,E-09	0,1	1,E-09	0,05	1,E-09
Вид 5	0,2	1,E-09	0,1	1,E-09	0,05	1,E-09
Вид 6	-	-	0,1	1,E-09	0,05	1,E-09
Вид 7	-	-	0,1	1,E-09	0,05	1,E-09
Вид 8	-	-	0,1	1,E-09	0,05	1,E-09
Вид 9	-	-	0,1	1,E-09	0,05	1,E-09
Вид 10	-	-	0,1	1,E-09	0,05	1,E-09
Вид 11	-	-	-	-	0,05	1,E-09
Вид 12	-	-	-	-	0,05	1,E-09
Вид 13	-	-	-	-	0,05	1,E-09
Вид 14	-	-	-	-	0,05	1,E-09
Вид 15	-	-	-	-	0,05	1,E-09
Вид 16	-	-	-	-	0,05	1,E-09
Вид 17	-	-	-	-	0,05	1,E-09
Вид 18	-	-	-	-	0,05	1,E-09
Вид 19	-	-	-	-	0,05	1,E-09
Вид 20	-	-	-	-	0,05	1,E-09
Индекс Шеннона	2,32	0	3,32	0	4,32	0
Индекс Симпсона	0,2	1	0,1	1	0,05	1

Для примера произведём расчет для первого случая, когда все виды бактерий представлены в микробиоте в равном количестве:

- индекс Шеннона равен:

$$H = - \sum_{i=1}^k p_i \cdot \log_2 p_i = - \sum_{i=1}^5 0,2 \cdot \log_2 0,2 = 2,32193$$

- индекс Симпсона равен:

$$C = \sum_{i=1}^k p_i^2 = \sum_{i=1}^5 0,2^2 = 0,2$$

В практическом здравоохранении клинические лаборатории при работе с системой «фемофлор» выдают результаты в виде абсолютного содержания микроорганизмов в логарифмированных величинах по основанию 10. Для получения относительного содержания микроорганизмов сначала переходят от логарифмов к абсолютному значению, возводя число 10 в выданную лабораторией степень, далее суммируют количество всех выявленных бактерий, делят абсолютное значение каждого вида на общее количество выявленных микроорганизмов всех видов.

Проиллюстрируем численным примером. Пусть у человека выявлено пять видов бактерий в следующем количестве: вид 1 —  $10^7$ , вид 2 —  $10^1$ , вид 3 —  $10^2$ , вид 4 —  $10^6$ , вид 5 —  $10^0$ . Тогда всего микроорганизмов выявлено:

$$10\,000\,000 + 10 + 100 + 1\,000\,000 + 1 = 11\,000\,111.$$

Относительное содержание 1-го вида:

$$p_1 = 10\,000\,000 / 11\,000\,111 = 0,91.$$

Относительное содержание 2-го вида:

$$p_2 = 10 / 11\,000\,111 = 9,09 \cdot 10^{-7}.$$

Относительное содержание 3-го вида:

$$p_3 = 100 / 11\,000\,111 = 9,09 \cdot 10^{-6}.$$

Относительное содержание 4-го вида:

$$p_4 = 1\,000\,000 / 11\,000\,111 = 0,09.$$

Относительное содержание 5-го вида:

$$p_5 = 1 / 11\,000\,111 = 9,09 \cdot 10^{-8}.$$

По приведенному алгоритму может быть рассчитано относительное содержание микроорганизмов каждого вида у конкретного обследованного, а по полученным частотам могут быть вычислены

индексы биоразнообразия. Возможные их крайние значения при выявлении лабораторией от 1 до 20 видов микроорганизмов представлены в графическом виде (рисунок 1 и 2).

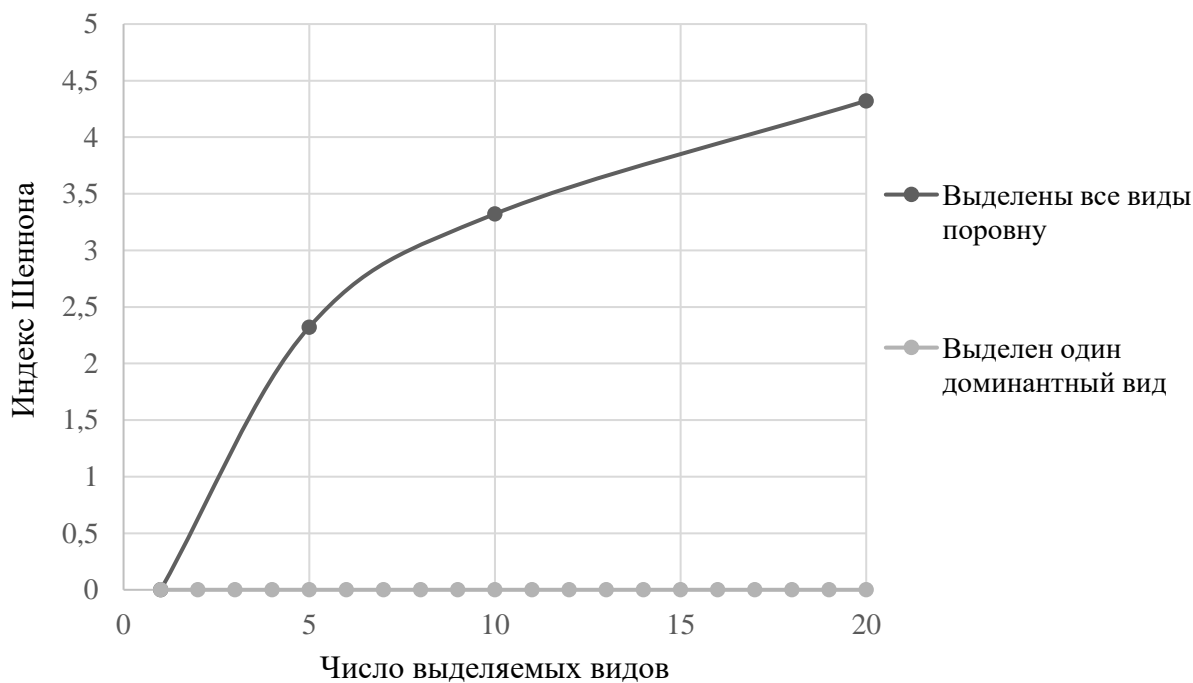


Рисунок 1. Зависимость крайних значений индекса Шеннона от числа выделяемых видов микроорганизмов

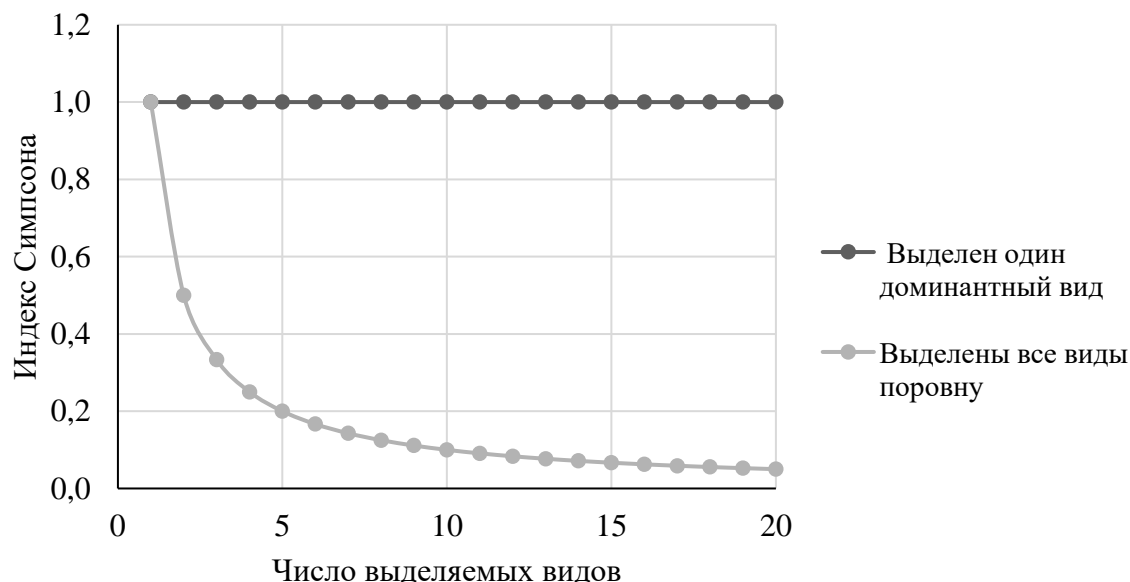


Рисунок 2. Зависимость крайних значений индекса Симпсона от числа выделяемых видов микроорганизмов



**Выводы:**

1. Количество исследуемых видов микроорганизмов не влияет на значения индексов биоразнообразия при выявлении одного доминантного вида: индекс Шеннона в таком случае равен 0, а индекс Симпсона — 1.

2. С увеличением числа выявляемых видов микроорганизмов при полностью равномерном их присутствии у обследованного индекс Шеннона

увеличивается, отображая сложность структуры, а индекс Симпсона уменьшается, показывая увеличение разнообразия.

Учитывая важность повторного отбора проб микробных сообществ, особенно при изучении микрофлоры человека, использование широкого спектра методов анализа разнообразия, упрощает процесс исследования.

**Список литературы:**

1. B.D. Wagner, G.K. Grunwald, G.O. Zerbe, S.K. Mikulich-Gilbertson, C.E. Robertson, E.T. Zemanick, J.K. Harris On the Use of Diversity Measures in Longitudinal Sequencing Studies of Microbial Communities // *Front Microbiol.* 22.05.2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2018.01037/full> (дата обращения 2.02.2022).
2. F. Blostein, B. Gelaye, S.E. Sanchez, M.A. Williams, B. Foxman. Vaginal microbiome diversity and preterm birth: results of a nested case-control study in Peru // *Annals of Epidemiology.* 11.02.2020. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31883841/> (дата обращения 2.02.2022).
3. Власова М.А. Применение теста «Фемофлор-16» для оценки состояние биоценоза генитального тракта у женщин с воспалительными пролиферативными заболеваниями шейки матки [Текст] / М.А. Власова, О.В. Островская, Н.М. Ивахнишина, Н.Е. Пермина, Н.Ф. Иевлева, Н.Г. Сидорчук // *Бюллетень Научно-исследовательский институт охраны материнства и детства*, 2016. - №61. – 90-91 с.
4. Орлова Ю.С. Использование индексов биологического разнообразия для анализа альгофлоры бассейна р. Алатырь [Текст] / Ю.С. Орлова // *ВЕСТНИК Мордовского университета*, 2013. – 53-56 с.
5. Ришук С.В. Эндогенная микробиота влагалища и её регуляция [Текст] / С.В. Ришук, О.Е. Пунченко, А.А. Малышева // *Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН*, 2013. - №4. – 4-5с.
6. Розенберг Г.С. Несколько слов об индексе разнообразия Симпсона [Текст] / Г.С. Розенберг // *Самарская Лука*, 2007. – Т. 16, №3(21). – 581-584 с.
7. Шитиков В.К. Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения [Текст] / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг // *Структурный анализ экологических систем. Количественные методы экологии и гидробиологии*, 2005. – 91-121 с.

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

Научный журнал

**UNIVERSUM:  
МЕДИЦИНА И ФАРМАКОЛОГИЯ**

№ 3(86)  
Март 2022

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 54437 от 17.06.2013

Издательство «МЦНО»  
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74  
E-mail: [mail@7universum.com](mailto:mail@7universum.com)  
[www.7universum.com](http://www.7universum.com)

Отпечатано в полном соответствии с качеством  
предоставленного оригинал-макета в типографии «Allprint»  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3

16+