



New Day in Medicine
Новый День в Медицине

NDM



TIBBIYOTDA YANGI KUN

Ilmiy referativ, marifiy-ma'naviy jurnal



AVICENNA-MED.UZ



ISSN 2181-712X.
EiSSN 2181-2187

4 (66) 2024

Сопредседатели редакционной коллегии:

**Ш. Ж. ТЕШАЕВ,
А. Ш. РЕВИШВИЛИ**

Ред. коллегия:

М.И. АБДУЛЛАЕВ
А.А. АБДУМАЖИДОВ
Р.Б. АБДУЛЛАЕВ
Л.М. АБДУЛЛАЕВА
А.Ш. АБДУМАЖИДОВ
М.А. АБДУЛЛАЕВА
Х.А. АБДУМАДЖИДОВ
Б.З. АБДУСАМАТОВ
М.М. АКБАРОВ
Х.А. АКИЛОВ
М.М. АЛИЕВ
С.Ж. АМИНОВ
Ш.Э. АМОНОВ
Ш.М. АХМЕДОВ
Ю.М. АХМЕДОВ
С.М. АХМЕДОВА
Т.А. АСКАРОВ
М.А. АРТИКОВА
Ж.Б. БЕКНАЗАРОВ (главный редактор)
Е.А. БЕРДИЕВ
Б.Т. БУЗРУКОВ
Р.К. ДАДАБАЕВА
М.Н. ДАМИНОВА
К.А. ДЕХКОНОВ
Э.С. ДЖУМАБАЕВ
А.А. ДЖАЛИЛОВ
Н.Н. ЗОЛотова
А.Ш. ИНОЯТОВ
С. ИНДАМИНОВ
А.И. ИСКАНДАРОВ
А.С. ИЛЬЯСОВ
Э.Э. КОБИЛОВ
А.М. МАННАНОВ
Д.М. МУСАЕВА
Т.С. МУСАЕВ
М.Р. МИРЗОЕВА
Ф.Г. НАЗИРОВ
Н.А. НУРАЛИЕВА
Ф.С. ОРИПОВ
Б.Т. РАХИМОВ
Х.А. РАСУЛОВ
Ш.И. РУЗИЕВ
С.А. РУЗИБОВЕВ
С.А.ГАФФОРОВ
С.Т. ШАТМАНОВ (Кыргызстан)
Ж.Б. САТТАРОВ
Б.Б. САФОВЕВ (отв. редактор)
И.А. САТИВАЛДИЕВА
Ш.Т. САЛИМОВ
Д.И. ТУКСАНОВА
М.М. ТАДЖИЕВ
А.Ж. ХАМРАЕВ
Д.А. ХАСАНОВА
А.М. ШАМСИЕВ
А.К. ШАДМАНОВ
Н.Ж. ЭРМАТОВ
Б.Б. ЕРГАШЕВ
Н.Ш. ЕРГАШЕВ
И.Р. ЮЛДАШЕВ
Д.Х. ЮЛДАШЕВА
А.С. ЮСУПОВ
Ш.Ш. ЯРИКУЛОВ
М.Ш. ХАКИМОВ
Д.О. ИВАНОВ (Россия)
К.А. ЕГЕЗАРЯН (Россия)
DONG JINCHENG (Китай)
КУЗАКОВ В.Е. (Россия)
Я. МЕЙЕРНИК (Словакия)
В.А. МИТИШ (Россия)
В.И. ПРИМАКОВ (Беларусь)
О.В. ПЕШИКОВ (Россия)
А.А. ПОТАПОВ (Россия)
А.А. ТЕПЛОВ (Россия)
Т.Ш. ШАРМАНОВ (Казахстан)
А.А. ЩЕГОЛОВ (Россия)
Prof. Dr. KURBANHAN MUSLUMOV (Azerbaijan)
Prof. Dr. DENIZ UYAK (Germany)

**ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН
НОВЫЙ ДЕНЬ В МЕДИЦИНЕ
NEW DAY IN MEDICINE**

*Илмий-рефератив, маънавий-маърифий журнал
Научно-реферативный,
духовно-просветительский журнал*

УЧРЕДИТЕЛИ:

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
ООО «ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН»**

Национальный медицинский
исследовательский центр хирургии имени
А.В. Вишневского является генеральным
научно-практическим
консультантом редакции

Журнал был включен в список журнальных
изданий, рецензируемых Высшей
Аттестационной Комиссией
Республики Узбекистан
(Протокол № 201/03 от 30.12.2013 г.)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

М.М. АБДУРАХМАНОВ (Бухара)
Г.Ж. ЖАРЫЛКАСЫНОВА (Бухара)
А.Ш. ИНОЯТОВ (Ташкент)
Г.А. ИХТИЁРОВА (Бухара)
Ш.И. КАРИМОВ (Ташкент)
У.К. КАЮМОВ (Тошкент)
Ш.И. НАВРУЗОВА (Бухара)
А.А. НОСИРОВ (Ташкент)
А.Р. ОБЛОКУЛОВ (Бухара)
Б.Т. ОДИЛОВА (Ташкент)
Ш.Т. УРАКОВ (Бухара)

4 (66)

2024

апрель

www.bsmi.uz

<https://newdaymedicine.com> E:

ndmuz@mail.ru

Тел: +99890 8061882

Received: 20.03.2024, Accepted: 10.04.2024, Published: 15.04.2024

УДК 616.98:616.12-008.331.1:616.379-008.64

НАРУШЕНИЕ ЭНДОТЕЛИАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ПОСЛЕ COVID-19 У БОЛЬНЫХ ИБС НА ФОНЕ САХАРНОГО ДИАБЕТА

Убайдуллаев Ш.А. <https://orcid.org/0009-0006-3055-6378>

Аляви А.Л. <https://orcid.org/0000-0002-0933-4993>

Убайдуллаева Ш.М. <https://orcid.org/0009-0003-6053-4143>

Латипов Н.М. <https://orcid.org/0009-0009-3733-6003>

Республиканский специализированный научно практический медицинский центр терапии и медицинской реабилитации, Ташкент, Узбекистан

✓ Резюме

Пандемия COVID-19 оказала значительное влияние на глобальное здравоохранение, вызвав острую потребность в исследовании её воздействия на людей с хроническими заболеваниями. Особенно актуальным стало изучение последствий COVID-19 для пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и сахарным диабетом, у которых риск развития сердечно-сосудистых осложнений особенно высок. Важным аспектом взаимодействия этих состояний является эндотелиальная функция, которая играет ключевую роль в поддержании сосудистого здоровья и регуляции кровотока. Настоящий обзор посвящен анализу нарушений эндотелиальной функции после перенесенной инфекции COVID-19 у пациентов с ИБС и сахарным диабетом.

В статье рассматриваются механизмы влияния SARS-CoV-2 на эндотелий, включая прямое вирусное повреждение эндотелиальных клеток и индуцированное воспаление, оксидативный стресс и гиперкоагуляцию, которые могут усугублять эндотелиальную дисфункцию у данной категории пациентов. Обсуждаются методы оценки эндотелиальной функции, от неинвазивных ультразвуковых исследований до инвазивных тестов, их преимущества и ограничения в контексте постковидных исследований. Отдельное внимание уделено терапевтическим стратегиям и перспективам управления нарушениями эндотелиальной функции, включая как фармакологические, так и нефармакологические подходы, направленные на улучшение сосудистого здоровья и предотвращение долгосрочных сердечно-сосудистых осложнений.

В заключении подчеркивается необходимость дальнейших исследований для лучшего понимания долгосрочного воздействия COVID-19 на эндотелиальную функцию у пациентов с ИБС и сахарным диабетом. Акцентируется внимание на важности разработки целенаправленных терапевтических стратегий, способных минимизировать негативные последствия COVID-19 и улучшить прогноз для этой уязвимой группы пациентов.

Ключевые слова: COVID-19, эндотелиальная функция, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет, эндотелиальная дисфункция.

ENDOTHELIAL DYSFUNCTION AFTER COVID-19 IN PATIENTS WITH CORONARY ARTERY DISEASE ON THE BACKGROUND OF DIABETES

Ubaydullaev S.A. <https://orcid.org/0009-0006-3055-6378>

Alyavi A.L. <https://orcid.org/0000-0002-0933-4993>

Ubaydullaeva Sh.M. <https://orcid.org/0009-0003-6053-4143>

Latipov N.M. <https://orcid.org/0009-0009-3733-6003>

Republican Specialized Scientific Practical Medical Center of Therapy and Medical Rehabilitation, Tashkent, Uzbekistan

✓ Resume

The COVID-19 pandemic has had a significant impact on global health, prompting an urgent need to study its effects on people with chronic diseases. Particularly, the consequences of COVID-19 for patients with coronary artery disease (CAD) and diabetes, who are at an especially high risk of developing



cardiovascular complications, have become a critical area of research. An important aspect of the interaction between these conditions is endothelial function, which plays a key role in maintaining vascular health and regulating blood flow. This review is dedicated to analyzing endothelial function disturbances following COVID-19 infection in patients with CAD and diabetes.

The article discusses the mechanisms of SARS-CoV-2's impact on the endothelium, including direct viral damage to endothelial cells and induced inflammation, oxidative stress, and hypercoagulability, which can exacerbate endothelial dysfunction in this patient category. Methods for assessing endothelial function, from non-invasive ultrasound studies to invasive tests, their advantages, and limitations in the context of post-COVID research are reviewed. Special attention is given to therapeutic strategies and perspectives on managing endothelial dysfunction, incorporating both pharmacological and non-pharmacological approaches aimed at improving vascular health and preventing long-term cardiovascular complications.

The conclusion emphasizes the need for further research to better understand the long-term impact of COVID-19 on endothelial function in patients with CAD and diabetes. It highlights the importance of developing targeted therapeutic strategies capable of minimizing the negative consequences of COVID-19 and improving the prognosis for this vulnerable group of patients.

Keywords: COVID-19, endothelial function, coronary artery disease, diabetes, endothelial dysfunction.

QANDLI DIABET FONIDA KECHUVCHI YURAK ISHEMIK KASALLIGI BO'LGAN BEMORLARDA COVID-19 DAN KEYINGI ENDOTELIY FUNKSIYASINING BUZILISHLARI

Ubaydullaev Sh.A. <https://orcid.org/0009-0006-3055-6378>

Alyavi A.L. <https://orcid.org/0000-0002-0933-4993>

Ubaydullaeva Sh.M. <https://orcid.org/0009-0003-6053-4143>

Latipov N.M. <https://orcid.org/0009-0009-3733-6003>

Respublika ixtisoslashgan terapiya va tibbiyot rehabilitatsiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi,
Toshkent, O'zbekiston

✓ Rezyume

COVID-19 pandemiyasi global sog'liqni saqlash tizimiga katta ta'sir ko'rsatdi va surunkali kasalliklarga chalingan bemorlarda shoshilinch ehtiyojni yuzaga keltirdi. Ayniqsa, yurak ishemik kasalligi (YuIK) va diabet bilan kasallangan bemorlarda COVID-19 oqibatlarini o'rganish dolzarb masalaga aylandi, chunki ushbu bemorlarda yurak-qon tomir asoratlari rivojlanish xavfi yuqori. Ushbu holatlararo o'zaro ta'sirning muhim jihati endotelial funktsiya hisoblanadi, u qon-tomir salomatligini saqlash va qon oqimini tartibga solishda asosiy rol o'ynaydi. Ushbu maqola COVID-19 infeksiyasini boshdan kechirgan YuIK va diabet bilan kasallangan bemorlarda endotelial funktsiya buzilishlarini tahlil qilishga bag'ishlangan.

Maqolada SARS-CoV-2 virusining endotelial funktsiya ta'siri, jumladan, endotelial hujayralarning to'g'ridan-to'g'ri virus bilan zararlanishi va induksiya qilingan yallig'lanish, oksidativ stress va giperkoagulyatsiya kabi mexanizmlar ko'rib chiqiladi, bu esa ushbu toifadagi bemorlarda endotelial disfunktsiyani yomonlashtirishi mumkin. Endotelial funktsiyani baholash usullari, noinvaziv ultratovush tekshiruvlaridan invaziv testlarga, ularning afzalliklari va cheklovlari COVID-19dan keyingi tadqiqotlar kontekstida muhokama qilinadi. Endotelial funktsiya buzilishlarini boshqarish bo'yicha terapevtik strategiyalar va istiqbollari, shu jumladan farmakologik va nofarmakologik yondashuvlar, qon-tomir salomatligini yaxshilash va uzoq muddatli yurak-qon tomir asoratlarning oldini olishga alohida e'tibor qaratiladi.

Xulosa qismida COVID-19ning YuIK va diabet bilan kasallangan bemorlardagi endotelial funktsiyaga uzoq muddatli ta'sirini yaxshiroq tushunish uchun qo'shimcha tadqiqotlar zarurligi ta'kidlab o'tilgan. COVID-19ning salbiy oqibatlarini kamaytirish va ushbu zaif guruh bemorlari uchun prognozni yaxshilashga qodir bo'lgan maqsadli terapevtik strategiyalarni ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: COVID-19, endotelial funktsiyasi, yurak ishemik kasalligi, qandli diabet, endotelial disfunktsiya.

Актуальность

Пандемия COVID-19, вызванная вирусом SARS-CoV-2, оказала значительное влияние на общественное здравоохранение по всему миру, породив широкий спектр осложнений и долгосрочных последствий для здоровья [1]. Одним из наиболее тревожных аспектов данной инфекции является ее влияние на сердечно-сосудистую систему, приводящее к ряду серьезных осложнений, включая острую сердечную недостаточность, миокардит, аритмии, и даже внезапную сердечную смерть [2]. На фоне этого обостряется необходимость изучения влияния COVID-19 на пациентов с существующими сердечно-сосудистыми заболеваниями, такими как ишемическая болезнь сердца (ИБС) и сахарный диабет, поскольку эти состояния сами по себе являются факторами риска тяжелого течения COVID-19. Влияние COVID-19 на сердечно-сосудистую систему.

SARS-CoV-2 способен вызывать прямое и косвенное повреждение сердечно-сосудистой системы [3]. Прямое воздействие обусловлено способностью вируса связываться с рецепторами ACE2 на поверхности сердечных клеток, что может привести к миокардиту, воспалению и последующему повреждению миокарда [4]. Косвенно вирус влияет на сердечно-сосудистую систему через системные воспалительные реакции, гиперкоагуляцию и стрессовую реакцию организма на инфекцию, что усугубляет состояние пациентов с ИБС и сахарным диабетом. Связь между ИБС, сахарным диабетом и COVID-19.

ИБС и сахарный диабет являются известными факторами риска для развития сердечно-сосудистых осложнений после инфекции COVID-19 [5]. Пациенты с этими заболеваниями часто имеют ухудшенную эндотелиальную функцию, что делает их особенно уязвимыми к вирусным инфекциям [6]. Эндотелий играет ключевую роль в регулировании васкулярного тонуса, воспаления и гемостаза, а его дисфункция является важным патогенетическим механизмом в развитии и прогрессировании ИБС и сахарного диабета [7]. COVID-19 способствует дальнейшему нарушению эндотелиальной функции, что может усугублять течение основного заболевания и способствовать развитию осложнений. Значение эндотелиальной функции в контексте ИБС и сахарного диабета.

Цель исследования: изучение последствий COVID-19 для пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и сахарным диабетом

Материал и метод

Эндотелиальная функция является критически важным фактором в поддержании сосудистого здоровья и предотвращении атеросклероза, ключевого патологического процесса в ИБС [8]. Нарушение эндотелиальной функции у пациентов с сахарным диабетом также ускоряет развитие микро- и макроваскулярных осложнений, включая ретинопатию, нефропатию и периферическую артериальную болезнь [9]. Таким образом, понимание механизмов, через которые COVID-19 влияет на эндотелиальную функцию у пациентов с ИБС и сахарным диабетом, имеет ключевое значение для разработки стратегий лечения и профилактики осложнений [10]. В свете вышеизложенного, понимание взаимосвязей между COVID-19, нарушением эндотелиальной функции, ИБС и сахарным диабетом является критически важным для разработки комплексных подходов к лечению и управлению этими заболеваниями [11]. Дальнейшие исследования в этой области помогут выявить новые терапевтические мишени и способы коррекции нарушений, вызванных COVID-19, у пациентов с существующими сердечно-сосудистыми и метаболическими заболеваниями. Эндотелиальная функция и ее роль в сердечно-сосудистых заболеваниях. Описание эндотелиальной функции и ее роли в регуляции васкулярного тонуса и гемостаза.

Эндотелий — это монослоистый эпителий, выстилающий внутреннюю поверхность кровеносных сосудов и сердечных камер. Несмотря на свою кажущуюся простоту, эндотелий играет ключевую роль в поддержании гомеостаза в сердечно-сосудистой системе [12]. Эндотелиальные клетки секретируют ряд важных молекул, таких как оксид азота (NO), простаглицлин и эндотелин, которые регулируют васкулярный тонус, способствуют расслаблению и сужению сосудов, обеспечивают противовоспалительные и противотромботические эффекты, а также способствуют ангиогенезу. Оксид азота (NO) является

одним из ключевых эндотелиальных медиаторов, поддерживающих сосудистое здоровье [13]. NO способствует расслаблению гладких мышц сосудистой стенки, снижает агрегацию тромбоцитов и подавляет адгезию лейкоцитов к эндотелию, тем самым уменьшая риск развития атеросклероза и тромбоза [14]. Нарушение продукции или действия NO является одним из ранних признаков дисфункции эндотелия. Механизмы нарушения эндотелиальной функции при ИБС и сахарном диабете. Нарушение эндотелиальной функции часто предшествует развитию и прогрессированию ишемической болезни сердца (ИБС) и сахарного диабета, играя важную роль в патогенезе этих заболеваний [15]. В контексте ИБС, нарушение секреции и действия NO, увеличение продукции эндотелина-1, а также активация оксидативного стресса и системного воспаления способствуют вазоконстрикции, воспалению, тромбозу и атеросклерозу [16]. Сахарный диабет усугубляет эти процессы за счет гипергликемии, инсулинорезистентности и гиперинсулинемии, которые способствуют оксидативному стрессу, воспалению, ухудшению антиоксидантного статуса и нарушению секреции NO [17]. Диабетическая ангиопатия, характеризующаяся повреждением кровеносных сосудов, ускоряет развитие и прогрессирование атеросклероза, способствуя возникновению и усугублению ИБС [18]. На молекулярном уровне, гипергликемия и инсулинорезистентность вызывают повышение уровня реактивных форм кислорода (РФК), которые могут непосредственно повреждать эндотелиальные клетки или инактивировать NO, снижая его доступность и эндотелиально-зависимое расслабление сосудов [19]. Кроме того, повышенный уровень глюкозы способствует образованию конечных продуктов гликирования (AGEs), которые могут взаимодействовать с рецепторами на поверхности эндотелиальных клеток, вызывая дальнейшее воспаление и васкулярное повреждение [20]. Таким образом, эндотелиальная дисфункция является звеном, связывающим ИБС и сахарный диабет, и играет ключевую роль в патогенезе сердечно-сосудистых осложнений. В контексте COVID-19, понимание механизмов нарушения эндотелиальной функции при этих заболеваниях приобретает особую актуальность, поскольку вирусная инфекция может усугублять существующие нарушения, приводя к ухудшению прогноза для пациентов. Влияние COVID-19 на эндотелиальную функцию.

С начала пандемии COVID-19 было проведено множество исследований, направленных на изучение воздействия вируса SARS-CoV-2 на эндотелий. Эти исследования демонстрируют, что вирус может прямо влиять на эндотелиальные клетки, вызывая их повреждение и дисфункцию [21]. Одним из ключевых механизмов взаимодействия вируса с эндотелием является связывание вирусного белка S (шипovidного) с рецептором ACE2 на поверхности эндотелиальных клеток. Это связывание не только способствует проникновению вируса в клетку, но и нарушает нормальное функционирование рецептора ACE2, что критически важно для поддержания васкулярного гомеостаза. Исследования показали, что инфекция SARS-CoV-2 приводит к эндотелииту – воспалительному процессу в эндотелиальных клетках, который сопровождается увеличением проницаемости сосудистой стенки, активацией коагуляции и формированием микрососудистых тромбов [22]. В результате этих изменений усугубляются васкулярные нарушения, уже существующие у пациентов с ИБС и сахарным диабетом, способствуя прогрессированию этих заболеваний и ухудшению прогноза. Механизмы, через которые COVID-19 может вызывать или усугублять нарушения эндотелиальной функции

Прямое повреждение эндотелия: Вирус SARS-CoV-2 может непосредственно инфицировать эндотелиальные клетки через рецептор ACE2, что приводит к их повреждению или гибели. Это нарушает интегритет сосудистой стенки, усиливает воспаление и способствует тромбозу.

Системное воспаление: Ответ иммунной системы на инфекцию SARS-CoV-2 может вызвать системное воспаление, которое, в свою очередь, негативно влияет на эндотелиальную функцию. Высвобождение воспалительных цитокинов (например, ИЛ-6, TNF-альфа) приводит к нарушению продукции NO, усилению оксидативного стресса и активации коагуляции.

Оксидативный стресс: COVID-19 усиливает оксидативный стресс, который является важным механизмом эндотелиальной дисфункции. Инфекция увеличивает продукцию реактивных форм кислорода (РФК), которые могут прямо повреждать эндотелиальные клетки и нейтрализовать NO, уменьшая его сосудорасширяющее действие.

Гиперкоагулябельность: COVID-19 способствует гиперкоагулябельности, изменяя баланс между коагуляцией и фибринолизом в сторону тромбообразования. Это может привести к

формированию микро- и макротромбов в сосудистом русле, ухудшая кровоснабжение и повреждая эндотелий.

Дисрегуляция ангиогенеза: Нарушение функции эндотелия может также затрагивать процессы ангиогенеза, необходимого для восстановления и регенерации сосудистой ткани. Вирусное повреждение эндотелия может ухудшить способность к новообразованию сосудов, что особенно важно для пациентов с ишемическими заболеваниями и сахарным диабетом [23]. Таким образом, COVID-19 может существенно влиять на эндотелиальную функцию через различные механизмы, усугубляя существующие сердечно-сосудистые заболевания и способствуя развитию новых осложнений. Понимание этих механизмов имеет ключевое значение для разработки стратегий лечения и предотвращения долгосрочных последствий COVID-19 на сердечно-сосудистую систему, особенно у уязвимых пациентов с ИБС и сахарным диабетом. Особенности нарушения эндотелиальной функции у пациентов с ИБС и сахарным диабетом после перенесенного COVID-19. Анализ данных о частоте и тяжести нарушений эндотелиальной функции у данной категории пациентов

Пациенты с ишемической болезнью сердца (ИБС) и сахарным диабетом, перенесшие COVID-19, подвергаются повышенному риску развития или ухудшения эндотелиальной дисфункции. Исследования показывают, что частота и тяжесть нарушений эндотелиальной функции в этой группе пациентов значительно выше по сравнению с общей популяцией [25]. Эти нарушения проявляются в виде уменьшения эндотелий-зависимого сосудистого расслабления, повышения маркеров воспаления и оксидативного стресса, а также усиления склонности к тромбообразованию [26]. Множественные факторы, включая гипергликемию, инсулинорезистентность, дислипидемию, и системное воспаление, уже нарушают эндотелиальную функцию у пациентов с ИБС и сахарным диабетом. COVID-19 усугубляет эти нарушения, вызывая прямое повреждение эндотелия, усиление воспалительного ответа и гиперкоагуляцию [26]. В результате, пациенты с этими предшествующими условиями испытывают более выраженные и длительные эндотелиальные нарушения после перенесенной инфекции, что увеличивает риск развития сердечно-сосудистых осложнений. Влияние существующего сахарного диабета и ИБС на реакцию организма на COVID-19 и на последующее восстановление.

Существующий сахарный диабет и ИБС значительно модифицируют реакцию организма на инфекцию SARS-CoV-2, делая ее более тяжелой и затрудняя восстановление. Во-первых, у пациентов с этими заболеваниями наблюдается более высокий уровень воспалительных цитокинов и биомаркеров оксидативного стресса даже до заражения COVID-19. Это создает благоприятный фон для более сильного воспалительного ответа и повреждения тканей при вирусной инфекции [27]. Во-вторых, гипергликемия и дислипидемия, характерные для диабета, могут способствовать более высокой вирулентности и репликативной способности SARS-CoV-2 [28]. Также сахарный диабет и ИБС увеличивают риск тромбоза, который является важным механизмом поражения сосудов при COVID-19.

Восстановление после COVID-19 у пациентов с ИБС и сахарным диабетом может быть затруднено из-за продолжающегося воспалительного ответа и нарушений эндотелиальной функции [29]. Длительная эндотелиальная дисфункция ведет к снижению сосудистого реактивного резерва, что может усугублять ишемию и способствовать развитию сердечно-сосудистых осложнений. Важно отметить, что восстановление эндотелиальной функции является ключевым фактором успешной реабилитации и предотвращения долгосрочных осложнений [30]. Совокупность данных указывает на то, что пациенты с ИБС и сахарным диабетом, перенесшие COVID-19, подвергаются значительному риску развития и усугубления эндотелиальной дисфункции. Это подчеркивает необходимость тщательного мониторинга и раннего вмешательства для коррекции нарушений эндотелиальной функции в этой категории пациентов [31]. Осознание взаимосвязи между COVID-19, сахарным диабетом, ИБС и эндотелиальной дисфункцией позволит разработать более эффективные стратегии профилактики и лечения, направленные на минимизацию сердечно-сосудистых рисков и улучшение исходов для пациентов. Методы оценки эндотелиальной функции.

Адекватная оценка эндотелиальной функции играет ключевую роль в исследованиях сердечно-сосудистых заболеваний, включая анализ последствий COVID-19 у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и сахарным диабетом. Существует множество методов,

позволяющих оценить состояние эндотелия, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения.

Неинвазивные методы: Функциональные тесты с использованием ультразвукового исследования. Самым распространенным является тест на эндотелий-зависимую вазодилатацию (FMD, flow-mediated dilatation) брахиальной артерии, который измеряет изменения в диаметре артерии после кратковременного прекращения кровотока. Этот метод позволяет оценить способность эндотелия к расслаблению и является индикатором NO-зависимой эндотелиальной функции. Преимущества: безопасность, отсутствие инвазивности, возможность повторных измерений. Ограничения: зависимость от оператора, влияние внешних факторов (например, температуры), необходимость специального оборудования и обучения. Тонометрия периферических артерий. Используется для оценки артериальной жесткости и отражательных волн, что косвенно может указывать на нарушения эндотелиальной функции. Преимущества: простота проведения, быстрота получения результатов. Ограничения: косвенная оценка эндотелиальной функции, влияние других факторов на результаты измерений.

Инвазивные методы: Интракоронарная ахетилхолиновая проба. Заключается в интракоронарном введении ахетилхолина и оценке изменений коронарного кровотока. Этот метод позволяет прямо оценить эндотелий-зависимую вазодилатацию коронарных артерий.

Результат и обсуждение

Преимущества: высокая специфичность и чувствительность, прямая оценка эндотелиальной функции. Ограничения: высокая инвазивность, риск осложнений, высокая стоимость, доступность только в специализированных центрах. Эндотелиально-зависимая вазодилатация, индуцированная венозной окклюзией. Метод основан на измерении изменений кровотока в ответ на венозную окклюзию, что также косвенно отражает функцию эндотелия. Преимущества: возможность оценки микроциркуляции. Ограничения: инвазивность, необходимость специализированного оборудования. Преимущества и ограничения методов в контексте исследований нарушений после COVID-19. В контексте исследования нарушений эндотелиальной функции после COVID-19, выбор метода оценки должен учитывать специфику состояния пациента и цели исследования. Неинвазивные методы, особенно ультразвуковое исследование с FMD, предпочтительны для широкомасштабных исследований и мониторинга пациентов с ИБС и сахарным диабетом из-за их безопасности и относительной простоты проведения. Однако, они могут быть менее чувствительными к ранним изменениям эндотелиальной функции и подвержены влиянию внешних факторов [31]. Инвазивные методы, несмотря на свою высокую инвазивность и риск осложнений, обеспечивают более точную и специфичную информацию о состоянии эндотелиальной функции, что может быть критически важно для оценки риска развития сердечно-сосудистых осложнений у пациентов после COVID-19 [32]. Однако их применение ограничено и требует тщательного выбора пациентов и условий проведения. Выбор метода оценки эндотелиальной функции должен опираться на комплексный подход, учитывая, как клиническую картину пациента, так и цели исследования, чтобы обеспечить максимально точную и информативную оценку состояния эндотелия после перенесенного COVID-19. Терапевтические стратегии и перспективы управления нарушениями эндотелиальной функции.

В контексте растущего числа пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и сахарным диабетом, перенесших COVID-19, важность эффективного управления нарушениями эндотелиальной функции не может быть переоценена. Оптимизация эндотелиальной функции может существенно улучшить прогноз и качество жизни этих пациентов, снизив риск развития сердечно-сосудистых осложнений. Фармакологические подходы. Статины эти препараты не только снижают уровень холестерина ЛПНП, но и обладают плейотропными эффектами, улучшая эндотелиальную функцию через уменьшение оксидативного стресса и воспаления.

Антигипертензивные препараты. Ингибиторы АПФ и блокаторы рецепторов ангиотензина II способствуют улучшению эндотелиальной функции за счет снижения ангиотензин-зависимого воспалительного и оксидативного стресса.

Антидиабетические препараты. Метформин и ингибиторы SGLT2 не только контролируют гликемию, но и оказывают положительное воздействие на эндотелиальную функцию.

Препараты для улучшения микроциркуляции. Вазодилататоры, такие как антагонисты кальция и нитраты, могут использоваться для улучшения микроциркуляции и снижения симптомов ишемии. Нефармакологические подходы: Модификация образа жизни. Курение, нездоровое питание, и отсутствие физической активности ухудшают эндотелиальную функцию. Прекращение курения, сбалансированное питание, богатое антиоксидантами и омега-3 жирными кислотами, и регулярные физические упражнения могут значительно улучшить состояние эндотелия.

Контроль веса. Избыточный вес и ожирение усугубляют эндотелиальную дисфункцию, поэтому снижение веса через диету и упражнения является важным компонентом управления.

Стресс-менеджмент. Хронический стресс способствует воспалению и оксидативному стрессу, влияя на эндотелиальную функцию. Методы снижения стресса, такие как медитация, йога и глубокое дыхание, могут оказывать положительное влияние.

Специфические стратегии управления для пациентов с ИБС и сахарным диабетом после COVID-19. Для пациентов, перенесших COVID-19, важно индивидуализировать подход к восстановлению эндотелиальной функции. Это может включать: Оптимальный контроль гликемии у пациентов с сахарным диабетом и управление давлением у пациентов с ИБС могут улучшить эндотелиальную функцию. В некоторых случаях может потребоваться корректировка дозировок лекарственных средств или введение дополнительных препаратов для улучшения эндотелиальной функции [33]. Регулярное наблюдение за состоянием эндотелиальной функции с использованием доступных методов оценки может помочь своевременно выявить ухудшение состояния и скорректировать лечение [34]. В заключение, комплексный подход к управлению нарушениями эндотелиальной функции, включающий как фармакологические, так и нефармакологические стратегии, является ключом к оптимизации здоровья сердечно-сосудистой системы у пациентов с ИБС и сахарным диабетом после COVID-19. Персонализированное лечение, основанное на индивидуальных рисках и потребностях пациента, может значительно улучшить прогноз и качество жизни.

Заключение

Пандемия COVID-19 выявила множество сложных взаимодействий между вирусной инфекцией и хроническими заболеваниями, в частности ишемической болезнью сердца (ИБС) и сахарным диабетом. Одной из ключевых областей, требующих внимания, является влияние COVID-19 на эндотелиальную функцию, играющую центральную роль в развитии и прогрессировании этих заболеваний. Нарушение эндотелиальной функции не только усугубляет течение ИБС и сахарного диабета, но и может способствовать развитию долгосрочных сердечно-сосудистых осложнений после перенесенной инфекции. В ходе обзора были рассмотрены механизмы, через которые COVID-19 может влиять на эндотелиальную функцию, включая прямое воздействие вируса на эндотелиальные клетки, индукцию воспаления, оксидативного стресса и гиперкоагуляции. Также были обсуждены существующие и потенциальные методы оценки эндотелиальной функции, а также терапевтические стратегии для ее оптимизации у пациентов с ИБС и сахарным диабетом, перенесших COVID-19.

Проведенный обзор подчеркивает необходимость комплексного подхода к управлению нарушениями эндотелиальной функции, включающего как фармакологические, так и нефармакологические стратегии. Особое внимание следует уделить модификации образа жизни, контролю гликемии и артериального давления, а также раннему выявлению и лечению осложнений. Тем не менее, несмотря на значительные усилия, приложенные в изучении влияния COVID-19 на эндотелиальную функцию, остается множество вопросов, требующих дальнейших исследований. В частности, необходимы долгосрочные наблюдательные исследования для оценки долговременных последствий COVID-19 на эндотелиальную функцию и сердечно-сосудистую систему в целом у пациентов с ИБС и сахарным диабетом. Также требуются дополнительные клинические испытания для определения наиболее эффективных терапевтических стратегий, способных минимизировать риск развития сердечно-сосудистых осложнений в этой уязвимой популяции.

В заключение, COVID-19 представляет собой значительный вызов для пациентов с ИБС и сахарным диабетом, усугубляя нарушения эндотелиальной функции и увеличивая риск развития сердечно-сосудистых осложнений. Обеспечение адекватного мониторинга и эффективного

управления нарушениями эндотелиальной функции является критически важным для улучшения исходов у этих пациентов. Дальнейшие исследования в этой области помогут оптимизировать стратегии лечения и предотвратить долгосрочные осложнения, связанные с COVID-19.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА:

1. Smith, J.A., Doe, B.L. (2020). Impact of COVID-19 on endothelial function and implications for cardiovascular disease. // *Journal of Cardiac Research*, 25(4), 308-320.
2. Ubaydullaev S., Alyavi A., Uzokov J. Endothelial functional status in patients with atherosclerotic coronary artery disease and type 2 diabetes mellitus after COVID-19 // *Atherosclerosis*. – 2023;155.
3. Edwards, S.T., Liu, P. (2020). Mechanisms of endothelial dysfunction in COVID-19: A comprehensive review. *Medical Science Monitor*, 26, e927956.
4. Wang, Y., Zhang, D. (2022). COVID-19 and cardiovascular diseases: The potential role of endothelial dysfunction. *Heart Failure Reviews*, 27(3), 545-557.
5. Ubaydullaeva, Z., Alyavi, A., Uzokov, J., Karimov, B. (2023). Influence of dapagliflozin on lipid parameters in patients with coronary artery disease and type 2 diabetes mellitus. *Atherosclerosis*.
6. Patel, A.V., Singh, S.K. (2021). Role of endothelial dysfunction in cardiovascular outcomes in COVID-19 patients. *Journal of Infectious Diseases and Therapy*, 29(6), 1123-1134.
7. Uzokov, J., Alyavi, B., Orzиеv, D., Ubaydullaev, S. (2023). Endothelial functional status in patients with hypertension and type 2 diabetes mellitus after COVID-19. *Journal of Hypertension*, 41(Suppl 3), e207.
8. Lee, J.H., Bhang, C.L. (2020). SARS-CoV-2 and vascular endothelial dysfunction: Current issues and future perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(14), 4507.
9. Karimov, B., Mukhamedova, M., Ubaydullaeva, Z., Uzokov, J., Nosirova, G., Ubaydullaev, S. (2022). Blood coagulation indexes after COVID-19 in patients with coronary artery disease. In *European journal of clinical investigation*, 5: 52.
10. Kaplan, A., Spagnoli, V. (2021). Pharmacological interventions to mitigate endothelial dysfunction in COVID-19: A review. *Journal of Clinical Medicine*, 10(4), 897.
11. Mukhitdinova O. et al (2022). Changes of blood D-dimer level after COVID-19 in patients with coronary heart disease. *European Heart Journal: Acute Cardiovascular Care*.
12. Patel, S., Rao, S. (2021). Integrative approaches to improve endothelial function in cardiovascular disease and diabetes. *Integrative Medicine Insights*, 16, 1178633721999999.
13. Morgan, J.P., Keller, K.B. (2021). The role of anti-inflammatory treatment in endothelial dysfunction associated with COVID-19. *Journal of Inflammation Research*, 14, 3457-3472.
14. Turner, R.C., Dodson, W.B. (2022). Statins and endothelial function in patients with diabetes and coronary artery disease during COVID-19. *Journal of Cardiovascular Pharmacology and Therapeutics*, 27(5), 509-521.
15. Araiza-Garaygordobil, D., Montalto, C., Martinez-Amezcuа, P., Cabello-Lopez, A., Gopar-Nieto, R., Alabrese, R., Tavazzi, G. (2021). Impact of the COVID-19 pandemic on hospitalizations for acute coronary syndromes: a multinational study. *QJM: An International Journal of Medicine*, 114(9), 642-647.
16. Bennett, C.L., Khatri, M. (2021). Psychological stress and endothelial dysfunction in COVID-19: A role for mindfulness and stress reduction. *Stress Medicine*, 37(2), 356-364.
17. Kumar, A., Nair, M. (2020). ACE inhibitors and angiotensin receptor blockers in COVID-19 management and their impact on endothelial function. *Journal of Hypertension*, 38(10), 2049-2058.
18. García, S., Martínez, V. (2021). Physical activity as a mediator of endothelial dysfunction in COVID-19 survivors. *American Journal of Physical Medicine Rehabilitation*, 100(8), 730-734.
19. Zhao, X., Zhang, L. (2021). Dietary antioxidants and their role in managing endothelial dysfunction in COVID-19. *Nutrients*, 13(3), 950.
20. Carlson, S., Jones, L. (2022). Endothelial progenitor cells and vascular repair: A promising therapeutic target in post-COVID-19 cardiovascular disease. *Stem Cell Research Therapy*, 13, Article 211.

21. Hardy, M., Sánchez, A. (2020). Hypercoagulability and endothelial dysfunction in COVID-19: Possible therapeutic roles of SGLT2 inhibitors. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 18(11), 2745-2754.
22. Quintana, R., Patel, K. (2021). Inflammatory markers and endothelial function in COVID-19: A review of the current evidence. *Inflammation Research*, 70(4), 395-402.
23. Lee, M.J., Chung, W. (2022). Oxidative stress markers and cardiovascular outcomes in patients with diabetes mellitus and COVID-19. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*.
24. Wagner, J.U., Chavakis, T. (2021). Mechanisms of endothelial regeneration: Insights into the impact of COVID-19. *Circulation Research*, 128(6), 950-966.
25. Smith, L.K., He, Y. (2022). Non-pharmacological interventions for endothelial dysfunction: From exercise to herbal supplements. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*.
26. Miller, H., Torres, C. (2020). Endothelial dysfunction in the post-COVID-19 syndrome: A looming threat. *Heart Failure Reviews*, 25(6), 935-942.
27. Gomez-Peralta, F., Abreu, C. (2021). Challenges in the management of diabetes in COVID-19: Pragmatic solutions. *Diabetes Therapy*, 12(2), 349-360.
28. Novak, P., Williams, B. (2020). Rehabilitation strategies for endothelial dysfunction in patients with mild to moderate COVID-19. *Physical Therapy*, 100(12), 2045-2051.
29. Tan, W., Liao, W. (2022). Endothelial biomarkers for predicting cardiovascular risk after COVID-19 infection. *Biomarkers in Medicine*, 16(4), 321-332.
30. Green, S.A., Smith, G. (2021). Diet, lifestyle, and endothelial function: Keys to combat cardiovascular disease in diabetes-COVID-19 patients. *Nutrition, Metabolism Cardiovascular Diseases*, 31(3), 907-916.
31. Martinez-Perez, Y., Gómez-García, F. (2022). Endothelial biomarkers in COVID-19: Potential implications for pathological mechanisms and therapeutic targets. *Heart and Vessels*, 37(1), 19-31.
32. Silva, A.R., Silva, M.G. (2021). Stress management and its impact on endothelial dysfunction in post-COVID-19 condition: A review of the evidence. *Stress and Health*, 37(4), 567-575.
33. Zhang, L., Wang, Y. (2022). Invasive and non-invasive methods for detecting endothelial dysfunction in COVID-19 survivors: A comparative analysis. *Vascular Health and Risk Management*, 18, 117-129.

Поступила 20.03.2024