

**ФУНДАМЕНТАЛ ВА
КЛИНИК ТИББИЁТ
АХБОРОТНОМАСИ**

**BULLETIN OF FUNDAMENTAL
AND CLINIC MEDICINE**

2026, №2 (22)

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

**BULLETIN OF FUNDAMENTAL
AND CLINIC MEDICINE**
**ФУНДАМЕНТАЛ ВА КЛИНИК
ТИББИЁТ АХБОРОТНОМАСИ**
**ВЕСТНИК ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И
КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ**

Научный журнал по фундаментальным и клиническим
проблемам медицины
основан в 2022 году

Бухарским государственным медицинским институтом
имени Абу Али ибн Сино
выходит один раз в 2 месяца

Главный редактор – Ш.Ж. ТЕШАЕВ

Редакционная коллегия:

*С.С. Давлатов (зам. главного редактора),
Р.Р. Баймурадов (ответственный секретарь),
М.М. Амонов, Г.Ж. Жарилкасинова,
А.Ш. Иноятов, Д.А. Хасанова, Е.А. Харибова,
Ш.Т. Уроков, Б.З. Хамдамов, Ф.К. Халлоқов*

*Учредитель Бухарский государственный
медицинский институт имени Абу Али ибн Сино*

2026, № 2 (22)

Адрес редакции:

Республика Узбекистан, 200100, г.
Бухара, ул. Гиждуванская, 23.

Телефон (99865) 223-00-50

Факс (99866) 223-00-50

Сайт <https://bsmi.uz/journals/fundamental-ya-klinik-tibbiyot-ahborotnomasi/>

e-mail baymuradovravshan@gmail.com

О журнале

*Журнал зарегистрирован
в Управлении печати и информации
Бухарской области
№ 1640 от 28 мая 2022 года.*

*Журнал внесен в список
утвержденный приказом № 370/б
от 8 мая 2025 года реестром ВАК
в раздел медицинских наук.*

Отпечатано в типографии ООО
“Шарк-Бухоро”. г. Бухара,
ул. Ўзбекистон Мустақиллиги, 70/2.

Редакционный совет:

Абдурахманов Д.Ш.	(Самарканд)
Абдурахманов М.М.	(Бухара)
Ахмедов Р.М.	(Бухара)
Баландина И.А.	(Россия)
Бахронов Ж.Ж.	(Бухара)
Бернс С.А.	(Россия)
Газиев К.У.	(Бухара)
Деев Р.В.	(Россия)
Дустова Н.К.	(Бухара)
Зокирова Н.Б.	(Ташкент)
Казакова Н.Н.	(Бухара)
Калашникова С.А.	(Россия)
Каримова Н.Н.	(Бухара)
Курбонов С.С.	(Таджикистан)
Маматов С.М.	(Кыргызстан)
Мамедов У.С.	(Бухара)
Мирзоева М.Р.	(Бухара)
Миршарапов У.М.	(Ташкент)
Набиева У.П.	(Ташкент)
Нуралиев Н.А.	(Хорезм)
Наврұзов Р.Р.	(Бухара)
Нарзиева Д.Ф.	(Бухара)
Орипов Ф.С.	(Самарканд)
Орипова Ф.Ш.	(Бухара)
Одилова Г.Р.	(Бухара)
Очилов К.Р.	(Бухара)
Раупов Ф.С.	(Бухара)
Рахмонов К.Э.	(Самарканд)
Рахметов Н.Р.	(Казахстан)
Рахматова С.Н.	(Бухара)
Султонова Л.Дж.	(Бухара)
Сайдуллаев З.Я.	(Самарканд)
Удочкина Л.А.	(Россия)
Файзиев Х.Б.	(Бухара)
Хамдамова М.Т.	(Бухара)
Хамдамов И.Б.	(Бухара)
Ходжаева Д.Т.	(Бухара)
Худойбердиев Д.К.	(Бухара)
Халлоков Ф.К.	(Бухара)
Шодиева М.С.	(Бухара)
Эшонов О.Ш.	(Бухара)

СОСТОЯНИЕ ПОЛОСТИ РТА ПАЦИЕНТОВ С ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ COVID-19**Хабилов Д.Н.**

Ташкентский государственный медицинский университет, г. Ташкент, Узбекистан

Резюме: В данной статье представлен литературный обзор последних собранных данных по эпидемиологии, патогенезу и течению новой коронавирусной инфекции COVID-19 и ее проявлениях в полости рта. Также описаны пути передачи заболевания и основные симптомы. Приведена характеристика сложившейся пандемической ситуации, вызванной действием вируса SARS-CoV-2, ответственного за вспышку инфекционного заболевания COVID-19 в Узбекистане.

Ключевые слова: COVID-19, SARS-CoV-2, полость рта, стоматологический статус.

CONDITION OF THE ORAL CAVITY IN PATIENTS WITH COVID-19 VIRUS INFECTION**Khabilov D.N.**

Tashkent State Medical University, Tashkent, Uzbekistan

Resume. This article provides a literature review of the latest data on the epidemiology, pathogenesis, and course of the new coronavirus infection COVID-19 and its manifestations in the oral cavity. It also describes the transmission routes and main symptoms of the disease. The article provides a characterization of the current pandemic situation caused by the SARS-CoV-2 virus, which is responsible for the outbreak of COVID-19 in Uzbekistan.

Keywords: COVID-19, SARS-CoV-2, oral cavity, dental status.

COVID-19 ВИРУСИ ИНФЕКЦИЯСИ БЎЛГАН БЕМОРЛАРНИНГ ОҒИЗ БЎШЛИГИНИНГ ХОЛАТИ**Хабилов Д.Н.**

Тошкент давлат тиббиёт университети, Тошкент ш., Ўзбекистон

Резюме. Ушбу мақолада COVID-19 янги коронавирус инфекциясининг эпидемиологияси, патогенези ва кечиши ва унинг оғиз бўшлигида намоён бўлиши ҳақидаги сўнги тўпланган маълумотлар адабиётга шарҳ берилган. Касалликнинг юқиш йўллари ва асосий белгилари ҳам тасвирланган. Мақолада Ўзбекистонда COVID-19 юқумли касаллиги учун жавобгар бўлган SARS-CoV-2 вируси келтириб чиқарадиган ҳозирги пандемия ҳолати тасвирланган.

Калит сўзлар: COVID-19, SARS-CoV-2, оғиз бўшлиги, тиш ҳолати.

Инфекционное заболевание COVID-19 вызывается вирусом SARS-CoV-2, относящимся к большому семейству коронавирусов. Вирус состоит из однонитевой РНК, оболочки и липидного слоя. Новый коронавирус SARS-CoV-2, коронавирус тяжелого острого респираторного синдрома (SARS-CoV) и коронавирус ближневосточного респираторного синдрома (MERS-CoV) имеют схожую геномную последовательность и относятся к одному роду бета-коронавирусов. [17,22,10,8]

Пути передачи Covid-19 от человека к человеку: воздушно-капельный - при чихании или кашле, контактный – напрямую от инфицированного человека, через инфицированные поверхности. Возможна передача инфекции с первого дня инкубационного периода. Входными воротами для попадания вируса в организм являются слизистые оболочки носа, рта и глаз. [26,5]

Группой ученых при сравнительном исследовании способности вирусов SARS-CoV-1 и SARS-CoV-2 к сохранению жизнеспособности на поверхности, было выявлено, что SARS-CoV-2 более устойчив к нержавеющей стали и пластику и меньше к картону и меди. На первых двух упомянутых поверхностях он может сохраняться почти 72 часа, но постепенно теряет свою вирусную нагрузку. В аэрозоле SARS-CoV-2 может оставаться жизнеспособным в течение как минимум трех часов с последующим уменьшением инфекционного титра, что повышает риски потенциального заражения инфекцией Covid-19 медицинского персонала и пациентов в условиях проведения стоматологического приема с использованием высокоскоростных наконечников с водяным охлаждением и ультразвуковых инструментов для удаления зубного камня. Учитывая данный фактор, создается необходимость в строгом контроле всех мер предосторожности и использовании средств индивидуальной защиты при оказании стоматологической помощи. [13,3]

Клетками мишенями для возникновения инфекции являются клетки эндотелия легочных капилляров II типа, эпителиальные клетки пищевода, абсорбтивные энтероциты подвздошной и толстой кишки, холангиоциты, клетки миокарда, клетки проксимальных канальцев почек и уротелиальные клетки мочевого пузыря, а именно находящийся в них рецептор - ангиотензинпревращающий фермент, гликопротеин (ACE2), с которым связывается рецептор вирусных шипов, после чего высвобождается большое количество вирусных частиц, клетки подвергаются апоптозу и погибают. Таким образом увеличивается вирусная нагрузка на организм. [16,18]

Также рядом исследований было выявлено, что в слизистой оболочке полости рта, а именно в эпителии языка также выражен фермент ACE2. Эти результаты объяснили основной механизм, согласно которому полость рта представляет собой потенциально высокий риск инфекционной восприимчивости к 2019-nCoV. [15]

Что касается клинической симптоматики, COVID-19 может проявляться рядом симптомов, от легких гриппоподобных симптомов в виде лихорадки, сухого кашля, усталости, мышечной боли и диареи до более серьезных проявлений, характеризующихся тяжелой пневмонией, прогрессирующей до респираторного дистресс-синдрома (ARDS). Избыточная активация системного иммунитета после инфицирования SARS-CoV-2 вызывает, так называемый «цитокиновый шторм», при котором высвобождаемые цитокины - факторы некроза опухоли (TNF), интерлейкин-6 (IL-6) и интерлейкин-1 β (IL-1 β) - повреждают клетки организма. Это может привести к повышенной сосудистой проницаемости, и последующему повреждению органов, таких как почки и сердце, приводя к полиорганной недостаточности и смерти.

У части населения симптомы заболевания протекают бессимптомно или слабо выражены, однако уровень бессимптомных носителей болезни среди населения неизвестен. Недавний систематический обзор и метаанализ показывают, что доля бессимптомных случаев составляла 20%. [7,11,12]

У инфицированных пациентов была выявлена прямопропорциональная зависимость между тяжестью течения заболевания Covid-19 и наличием сопутствующих заболеваний, таких как сердечная недостаточность, печеночная недостаточность, опухоли, диабет, гипертония, иммунодефицит, респираторные и сердечно-сосудистые заболевания. Также к пациентам с повышенным риском тяжелого течения заболевания относятся люди преклонного возраста, преимущественно мужчины.

Однако в настоящее время замечен неуклонный рост случаев тяжелого течения и развития последующих осложнений заболевания Covid-19 и у молодых здоровых пациентов.

Высокая вероятность столкновения слизистой оболочки полости рта с вирусными частицами одной из первых и большое содержание в клетках эпителия языка и слюнных желез рецептора ACE2 2019-nCoV создают условия для быстрого увеличения вирусной нагрузки и тем самым повышают риск возникновения неблагоприятных проявлений заболевания Covid-19 в полости рта.

Одними из основных и ранних клинических симптомов заболевания Covid-19, затрагивающих полость рта являются ксеростомия и потеря вкусовой чувствительности.

Независимые исследования провели авторы Егбали Зарх Р., Хоссейнзаде П., они рассмотрели семнадцать исследований, включающих более 170 случаев с проявлениями в полости рта у пациентов с COVID-19, и суммировали доступные данные. Авторами были описаны такие симптомы, как сухость во рту (n = 75), острая дисгевзия (нарушение вкуса) (n = 71), ощущение болезненности и жжения слизистой оболочки нижней губы, изменения чувствительности языка (n = 48), мышечная боль во время жевания (n = 15), изъязвления (n = 28). Через пару дней после проявления общих системных нарушений, связанных с заболеванием Covid-19, было отмечено появление на слизистой полости рта пузырьков. В анамнезе было зафиксировано наличие герпетической инфекции. Проявления в полости рта регрессировали по истечению недели, а системные симптомы на 14 день. Среднее время начала орального проявления было 7,21 дня после системных симптомов (диапазон: 10-42 дня). В 42 случаях поражения ротовой полости разрешились спонтанно или с помощью базового лечения в течение трех недель.

Авторами Ван Д., Эстебанес А., Мартин Каррерас-Пресас С. и соав. сообщается о трех случаях, когда у пациентов с подтвержденным или подозреваемым COVID-19 были обнаружены изъязвления или волдыри в полости рта. Первый зарегистрированный случай - 56-летний здоровый мужчина с подозрением на COVID-19. Наряду с системными признаками и симптомами пациент сообщил о боли в небе и горле. На фотографии, присланной пациентом, были обнаружены поражения, напоминающие рецидивирующий герпетический стоматит. Пациенту назначили валацикловир и местные антисептики (хлоргексидин и гиалуроновую кислоту). Поражения полости рта исчезли через десять дней. Второй обратившийся пациент - мужчина 58-лет с сопутствующими диабетом и гипертонией, который также сообщил о боли в небе. На фотографию, присланную пациентом, было отмечено односторон-

нее изъязвление неба без предшествующей герпетической инфекции в анамнезе. При использовании местного антисептического средства для полоскания рта поражения исчезли в течение одной недели. Последний случай - женщина 56 лет с сопутствующими заболеваниями: ожирением и гипертонией. Пациент был госпитализирован с двусторонней пневмонией вследствие инфицирования SARS CoV-2. С момента появления симптомов пациентка сообщала о боли в языке, но во время ее пребывания в больнице данный симптом не был изучен. У нее появились дерматологические симптомы, волдыри на слизистой оболочке губ и десквамативный гингивит. Было проведено местное лечение препаратами антисептического действия.

Исследования проведенные Ю.А. Македоновой с соавт. у 43 пациентов (30 женщин и 13 мужчин), перенесших COVID-19, в возрасте от 38 до 63 лет демонстрируют разнообразные стоматологические проявления.

Большинство пациентов (97 %), в первую очередь, отмечали неприятный запах изо рта, мужчины при этом реже отмечали галитоз относительно лиц женского пола. 25 % пациентов заявили о снижении обоняния после выздоровления. Практически каждый второй пациент (48 %), обратившийся за стоматологической помощью, отмечал появление язв на щеках. Больные при этом предъявляли жалобы на боль при приеме пищи, при разговоре, акте жевания и глотания. На фоне вышеперечисленных неприятных ощущений пациенты отмечали потерю в массе тела, снижение аппетита, некоторые вообще отказывались от приема пищи из-за ощущения вкуса еды «как вата» и сильной боли. У 61 % пациентов после проведения бактериологического исследования был поставлен диагноз кандидоз. После назначения противогрибковых препаратов жалобы прекратились. Петехиальные изменения встречались у 16,3 % пациентов. Локализация энантем отмечалась только на твердом нёбе. Эритематозная сыпь у пациентов различалась по внешнему виду. В последнем случае на твердом нёбе отмечались миллиметровые петехии без эритемы на фоне невоспаленной слизистой оболочки. Также данный пациент отметил появление петехий до разгара болезни COVID-19, что исключает реакцию слизистой на лекарственные препараты, вирусная этиология, вероятно, является первопричиной развития патологии. Одним из наиболее часто встречающихся заболеваний полости рта у пациентов, переболевших коронавирусной инфекцией, является хронический рецидивирующий афтозный стоматит (ХРАС). Жалобы пациенты предъявляли типичные для хронического рецидивирующего афтозного стоматита. Больные жалуются на наличие резко болезненного дефекта. Они отмечают появление небольшого, диаметром до 1 см, гиперемированного или анемичного, резко ограниченного круглого или овального пятна, которое через несколько часов приподнимается над окружающей слизистой оболочкой, эрозируется и превращается в афту. Высыпания зачастую множественные, локализация афт - это переходная складка, боковые поверхности языка, слизистая оболочка губ и щек. По мере нарастания тяжести и длительности заболевания количество афт становится больше, удлиняется период их заживления с 7-10 дней до 2-4 недель (рис. 11). Следует отметить, что у пациентов в 100 % случаев отмечались заболевания пародонта. В зависимости от возраста пациента, степени тяжести перенесенной коронавирусной инфекции отмечались явления гингивита и пародонтита. Гигиена полости рта была неудовлетворительной, обильное количество мягкого зубного налета, над- и поддесневого зубного камня. Можно предположить, что развитие/обострение заболеваний пародонта обусловлено проведением антибиотикотерапии и, как следствие, нарушение баланса микроорганизмов полости рта.

Также пациенты отмечали сухость в полости рта, губы трескаются, шелушатся, могут быть атрофичными. Пациенты предъявляли жалобы на прилипание губ к зубам, иногда отмечались частицы эпителия, прилипшие к вестибулярным поверхностям передней группы зубов. Больные жаловались на сухость полости рта, затруднение жевания и глотания. Пациенты вынуждены были пить воду во время приема пищи.

В отчете Brandao *et al.* представлена информация о 8 пациентах с активным COVID-19. У этих пациентов также были обнаружены поражения полости рта в виде язвы, похожие на афтозные язвы, у некоторых также были выявлены процессы некротизации и геморрагические язвы. Время до начала заболевания колебалось от двух до десяти дней, а продолжительность - от 5 до 15 дней. Болезненные язвы лечили местно с помощью ежедневной терапии фотобиомодуляцией (FBMT) с использованием устройства FBMT (Twin Flex, MMOptics, Sao Carlos, Brazil). Авторы не брали пробы из поражений ротовой полости для проверки наличия вируса. Однако поражения полости рта развивались и исчезали одновременно с COVID-19, что привело к предположению, что поражения полости рта действительно были связаны с COVID-19. Однако до сих пор неизвестно, вызваны ли эти проявления непосредственно вирусом или вызваны иммуносупрессией, связанной с COVID-19.

Камель А., Басуони А., Салем З. и др. выявили прямую корреляцию между гигиеной полости рта и тяжестью течения COVID-19 путем исследования значений С-реактивного белка. Полученные результаты указывали на то, что неудовлетворительное состояние полости рта было связано с повышенными значениями С-реактивного белка в крови и отсроченным периодом восстановления. [21]

Все вышеперечисленные авторы заявляют о недостаточности клинической и диагностической информации, отсутствии доказательства того, что является первопричинным фактором развития осложнений в полости рта при коронавирусной инфекции - сам ли вирус или те препараты, которые пациенты получали во время фармакотерапии, или они могли быть вызваны другими системными заболеваниями организма. Полученные результаты обследования пациентов с COVID-19 обосновывают необходимость и целесообразность дальнейших тщательных фундаментальных научных исследований с соответствующим контролем, для лучшего понимания связи между SARS-CoV-2 и поражениями полости рта, а также для включения стоматологического осмотра у данной категории больных после их клинического выздоровления.

Список литературы:

1. Adhikari S., Meng S., Wu Y., Mao Y., Ye R., Wang Q., Sun C., Sylvia S., Rozelle S., Raat H., et al. Epidemiology, causes, clinical manifestations and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID19) during the early outbreak period: A scoping review. *Infect. Dis. Poverty.* 2020;9:1–12.
2. Amorim dos Santos, J. et al. Oral manifestations in patients with COVID-19: a living systematic review. *J. Dent. Res.* 382, 141–154 (2020).
3. Ayub, K., Alani, A. Acute endodontic and dental trauma provision during the COVID-19 crisis. *Br Dent J* 229, 169–175 (2020).
4. Brandini D A, Takamiya A S, Thakkar P, Schaller S, Rahat R, Naqvi A R. Covid-19 and oral diseases: Crosstalk, synergy or association?
5. Cascella M, Rajnik M, Cuomo A, Dulebohn S C, Di Napoli R. Features, evaluation and treatment coronavirus (COVID-19). In *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (Florida): StatPearls Publishing, 2020.
6. Centers for Disease Control and Prevention. CDC updates, expands list of people at risk of severe COVID-19 illness. 2020.
7. Guan W.J., Ni Z.Y., Hu Y., Liang W.H., Ou C.Q., He J.X., Liu L., Shan H., Lei C.L., Hui D.S.C., et al. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *N. Engl. J. Med.* 2020;382:1708–1720.
8. Guo YR, Cao QD, Hong ZS, Chen SD, Jin HG, Tan KS, Wand DY, Yan Y. Происхождение, передача и клинические методы лечения вспышки коронавирусного заболевания 2019 (COVID-19) - обновленная информация о статусе. *Mil. Med. Res.* 2020; 7 : 1–10.
9. Jin, Jian-Min et al. "Gender Differences in Patients With COVID-19: Focus on Severity and Mortality." *Frontiers in public health* vol. 8 152. 29 Apr. 2020
10. Peng X, Xu X, Li Y, Cheng L, Zhou X, Ren B. Пути передачи 2019-nCoV и меры контроля в стоматологической практике. *Int J Oral Sci* 2020; 12: 1-6.
11. Sinha P, Matthay M A, Calfee C S. Is a "Cytokine Storm" Relevant to COVID-19? *JAMA Intern Med* 2020; 180: 1152-1154.
12. Tay M, Poh C, Rénia L, MacAry P, Ng L. The trinity of COVID-19: immunity, inflammation and intervention. *Nat Rev Immunol* 2020; 20: 363-374.
13. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris D H et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 2020; 382: 1564-1567.
14. Villa M. La Letalità in Italia: Tra Apparenza e Realtà [(accessed on 1 May 2020)];
15. Xu, H., Zhong, L., Deng, J. et al. Высокая экспрессия рецептора ACE2 2019-nCoV на эпителиальных клетках слизистой оболочки полости рта. *Int J Oral Sci* 12, 8 (2020).
16. Zhou P., Yang X.L., Wang X.G., Hu B., Zhang L., Zhang W., Si H.R., Zhu Y., Li B., Huang C.L., et al. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature.* 2020;579:270–273.
17. Zhu N, Zhang D, Wang W et al. Новый коронавирус от пациентов с пневмонией в Китае 2019. *N Engl J Med* 2020; 382: 727-733.
18. Zou, X. et al. The single-cell RNA-seq data analysis on the receptor ACE2 expression reveals the potential risk of different human organs vulnerable to Wuhan 2019-nCoV infection. *Front. Med.*
19. Ван Д., Ху Б., Ху С. и др. Клинические характеристики 138 госпитализированных пациентов с пневмонией, инфицированной новым коронавирусом 2019 г., в Ухане, Китай. *JAMA* 2020; 323: 1061-1069.
20. Всемирная организация здравоохранения. Отчет о ситуации с новым коронавирусом (2019-nCoV). Доступно на сайте <https://www.who.int/> (по состоянию на август 2021 г.).

21. Камель А., Басуони А., Салем З. и др. Влияние состояния здоровья полости рта на тяжесть COVID-19, период выздоровления и значения С-реактивного белка. *Br Dent J* (2021).
22. Лу Р, Чжао Х, Ли Дж и др. Геномная характеристика и эпидемиология нового коронавируса 2019 г.: влияние на происхождение вируса и связывание с рецептором. *Ланцет* 2020; 395: 565-574.
23. Македонова Юлия Александровна, Пойройский С.В., Гаврикова Л.М., Афанасьева О.Ю. Проявление заболеваний слизистой полости рта у больных, перенесших COVID-19 // *Вестник ВолГМУ*. 2021. №1 (77).
24. Мартин Каррерас-Пресас С., Амаро Санчес Дж., Лопес-Санчес А.Ф., Яне-Салас Э., Сомакаррера Перес М. Л. Пузырно-пузырчатые поражения полости рта, связанные с инфекцией SARS-CoV-2. *Oral Dis* 2020;
25. Софи-Махмуди, А. Пациенты с COVID-19 могут иметь некоторые оральные проявления. *Evid Based Dent* 22, 80–81 (2021).
26. Гран К, Кимон К, Северн М и др. Процедуры образования аэрозолей и риск передачи острых респираторных инфекций медицинским работникам: систематический обзор. *PLoS One* 2012; DOI: 10.1371 / journal.pone.0035797.
27. Эстебанес А., Перес-Сантьяго Л., Сильва Э., Гильен-Климент С., Гарсиа-Васкес А., Рамон М. Д. Кожные проявления при COVID19: новый вклад. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2020; DOI: 10.1111 / jdv.16474.

Для цитирования: Хабилов Д.Н. Состояние полости рта пациентов с вирусной инфекцией COVID-19 // *Вестник фундаментальной и клинической медицины*. – 2026. – № 2(22). – С. 514–518. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18720562>