

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2024-17-2-116-120>



Мукормикоз как осложнение коронавирусной инфекции COVID-19: глазная симптоматика

А.Э. Бабушкин ✉, Л.И. Гилемзянова, И.П. Пономарев

Уфимский НИИ глазных болезней БГМУ Минздрава России, ул. Пушкина, д. 90, Уфа, 450008, Россия

Коронавирусная инфекция (COVID-19) вызывает иммуносупрессивное состояние и увеличивает риск присоединения вторичных инфекций, в частности грибковых, таких как мукормикоз (ММ). Врачи должны быть осведомлены о возможности развития ММ у пациентов с COVID-19. Отсутствие специфических жалоб и клинических симптомов, а также редкость заболевания, особенно в развитых странах с нежарким климатом, часто не позволяют выявить ММ на стадии первичного осмотра, поэтому обнаружение возбудителя (мицелий зигомицет) играет ключевую роль в постановке диагноза. Поражение глаз при ММ наблюдается более чем в 70% случаев. Наиболее частыми глазными проявлениями являются блефароптоз, офтальмоплегия, экзофтальм, инъекция и хемоз конъюнктивы. Нередко отмечается боль в глазу, орбитальный целлюлит или флегмона орбиты, сопровождающаяся снижением зрения. Для эффективного лечения этого тяжелого инфекционного осложнения коронавирусной инфекции в виде глубокого и агрессивного микоза необходим междисциплинарный подход. Основой комплексного лечения (с использованием антимикотических средств и симптоматической терапии) является хирургическая санация очагов инфекции в виде удаления пораженных некротизированных тканей. Прогноз всегда очень серьезный.

Ключевые слова: коронавирусная инфекция; COVID-19; осложнение; иммуносупрессивное состояние; риск присоединения вторичных инфекций; мукормикоз; поражение глаз

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Бабушкин А.Э., Гилемзянова Л.И., Пономарев И.П. Мукормикоз как осложнение коронавирусной инфекции COVID-19: глазная симптоматика. Российский офтальмологический журнал. 2024; 17 (2): 116-20. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2024-17-2-116-120>

Mucormycosis as a complication of COVID-19 coronavirus infection: eye symptoms

Alexander E. Babushkin ✉, Leisan I. Gilemzianova, Ildar P. Ponomarev

Ufa Eye Research Institute, Bashkir Medical University, 90, Pushkin St., Ufa, 450008, Russia
virologicdep@mail.ru

COVID-19 causes an immunosuppressive condition and increases the risk of secondary infections, including fungal diseases such as mucormycosis (MM), so doctors should be aware of the possibility of MM development in COVID-19 patients. Since no specific complaints or clinical symptoms exist and the disease is rare, especially in developed countries with a moderate climate, it is often impossible to diagnose MM at the initial examination. Therefore, the detection of the pathogen (mycelium zygomycetes) plays a key role in the diagnosis. Over 70% of MM patients experience eye damages. According to the literature, the most common manifestations thereof are blepharoptosis, ophthalmoplegia, exophthalmos, injection and conjunctival chemosis. Quite often, the patients have eye pains, orbital cellulitis or phlegmon of the orbit, accompanied by a decrease in vision. For the effective treatment of this severe infectious COVID-19 complication, which takes the form of deep and aggressive mycosis, an interdisciplinary approach is necessary. The complex treatment should make use of antimycotic agents and symptomatic therapy, and, essentially, surgical rehabilitation of infection foci by removing the affected necrotic tissues. The prognosis is always very serious.

Keywords: coronavirus infection; COVID-19; complication; immunosuppressive state; risk of secondary infections; mucormycosis; eye damage

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Babushkin A.E., Gilemzianova L.I., Ponomarev I.P. Mucormycosis as a complication of COVID-19 coronavirus infection: eye symptoms. Russian ophthalmological journal. 2024; 17 (2): 116-20 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2024-17-2-116-120>

Мукормикоз (зигомикоз, или «черная плесень») представляет собой агрессивный и глубокий микоз, вызываемый зигомицетами, впервые описан в 1885 г. [1]. Заболевание распространено повсеместно и считается достаточно редким осложнением, возникающим в том числе на фоне коронавируса [2, 3]. Патогенные грибы обитают в почве, компосте, гниющих органических отходах, хлебе. Восприимчивость к нему всеобщая, но значительно чаще страдают люди со сниженной иммунной защитой, поэтому данная патология относится к оппортунистическим микозам. В древности на территории Руси было принято сжигать дома, если в жилище появлялась «черная плесень», которую справедливо считали настоящим ядом, способным убивать жителей. В настоящее время «черная плесень» наибольшее распространение получила в странах Юго-Восточной Азии, что связано с высокой влажностью и температурой [4].

Для мукормикоза (ММ) характерен быстрый инвазивный рост, а повреждение эндотелия кровеносных сосудов является основным звеном патогенеза заболевания. Происходит ангиоинвазия возбудителя, что способствует формированию сосудистого тромбоза с образованием некрозов тканей, а также гематогенной и лимфогенной диссеминации микоза [5].

Основной путь заражения ММ — ингаляционный. К развитию ММ могут привести также обширные повреждения и глубокие ожоги кожных покровов, заражение чрескожным способом может произойти при загрязнении почвой обширных ран, нанесении татуировок в антисанитарных условиях, использовании контаминированного спорами медицинского инструментария (при инъекциях у

наркоманов, применении медицинских зондов), через желудочно-кишечный тракт при потреблении инфицированных продуктов и лекарств [5, 6].

Клиническая картина зависит от вида поражения. В патологический процесс могут вовлекаться различные органы и ткани, чему способствует возможность лимфогенной и гематогенной диссеминации возбудителя. Заболевание может протекать с поражением кожного покрова (кожная форма), кишечника в виде некротического энтероколита (гастроинтестинальная), легких (легочная — формируется мукоромой с неспецифическими рентгенологическими признаками в виде очагов и фокусов) и диссеминированная с вовлечением различных органов при гематогенном распространении инфекции. Для риноцеребральной формы характерна симптоматика синусита, иногда с появлением отделяемого темного цвета из носа, носового кровотечения. Из других специфических признаков болезни следует отметить черный некроз периорбитальных тканей, носовых пазух и хрящей носа пациента, а также твердого и мягкого нёба. При прогрессировании инфекции процесс часто распространяется на глаза и ЦНС. Поражение органа зрения при ММ наблюдается более чем в 70% случаев. Наиболее частыми глазными проявлениями, по данным литературы [6–8], являются блефароптоз, офтальмоплегия, экзофтальм, инъекция и хемоз конъюнктивы (рис. 1).

Нередко отмечается боль в глазу, отек мягких тканей век, орбитальный целлюлит или флегмона орбиты, сопровождающаяся снижением зрения, причем в большинстве случаев до его потери, вплоть до развития

слепоты при поражении зрительного нерва. На глазном дне в ряде случаев отмечают ишемический отек сетчатки с последующей быстро развивающейся атрофией зрительного нерва. Нередко в процесс вовлекается тройничный и лицевой нерв с нарушением чувствительности кожи лица (глубокий некроз может вызвать паралич лицевого нерва) и, как уже указывалось выше, с развитием опущения века [9].

За счет агрессивного инвазивного роста возможно распространение инфекции в ЦНС (головные боли, обмороки, нарушения сознания, кома и пр.). В случае ее поражения при риноцеребральном ММ частым осложнением является тромбоз кавернозного или сагиттального синуса, внутренней сонной артерии с развитием инфаркта мозга, внутричерепные аневризмы и кровоизлияние, церебральный абсцесс, а со стороны глаз (как правило, одного



Рис. 1. Пациент с COVID-19, осложненным риноорбитальным мукормикозом. Флегмона орбиты, блефароптоз и офтальмоплегия (клиническое наблюдение А. Веиси и соавт. [6])

Fig. 1. A patient with COVID-19 complicated by rhino-orbital mucormycosis. Periorbital inflammation, blepharoptosis, and ophthalmoplegia are seen on the left eye (clinical observation of A. Veisi, et al. [6])

глаза) нередко, примерно в 30% случаев, эндофтальмит или паноптальмит [10].

При легочном варианте ММ пациентов беспокоят одышка, боль в грудной клетке, кашель, лихорадка, кровохарканье вплоть до развития массивного кровотечения. Кожный ММ характеризуется формированием отека, гиперемии, некротических изменений с черным струпом и поражением подкожно-жировой клетчатки (рис. 2), мышц и даже кости. ММ с поражением ЖКТ проявляется тошнотой, рвотой, болями в брюшной полости, вздутием живота, наличием крови в стуле [7, 8].

Летальность от заболевания высокая и в зависимости от формы заболевания составляет 30–40% при кожной и риноцеребральной и 75–95% — при всех остальных формах вследствие массивного легочного или кишечного кровотечения, острой дыхательной недостаточности, перфорации кишечника с развитием перитонита [11].

Заболевание развивается преимущественно у иммунокомпрометированных лиц, распространенность его среди них составляет 2–3%. К факторам риска относится наличие сахарного диабета, длительный прием больших доз кортикостероидов, трансплантация органов и тканей в анамнезе, гемобластозы, проведение химиотерапии при онкологических заболеваниях, СПИД и, как показали наблюдения, также COVID-19 [12, 13].

Актуальность проблемы грибковых поражений, ассоциированных с ковидом, на сегодняшний момент очевид-

на. Следы грибов находят на слизистых и здоровых людей обычно через 2 нед после выздоровления от коронавируса [14]. Известно, что присоединение грибковой инфекции значительно увеличивает вероятность летального исхода при COVID-19: с 16 до 25% [15]. В частности, это напрямую относится к ММ, который является заболеванием, ассоциированным с COVID-19, а конкретнее — с индийским штаммом. При этом ММ чаще всего фиксируется в ослабленном организме у тех, кто уже, казалось бы, вылечился от COVID-19, причем при наличии отрицательного ПЦР-теста [13].

Он активно распространяется в мире, нередко поражая ЦНС. Пневмония, вызванная ММ, преимущественно возникает на фоне приема назначаемых при тяжелой форме COVID-19 антибиотиков и кортикостероидов. Главные факторы, которые влияют на присоединение к COVID-19 грибковых инфекций, — это использование кортикостероидов, которые приводят к снижению иммунитета, а также активное применение искусственной вентиляции легких (ИВЛ) [6, 16]. Бесконтрольное назначение нескольких антибиотиков и в больших дозах при коронавирусной пневмонии способствовало распространению микоза. Широко используемый при COVID-19 дексаметазон подавляет иммунитет и уменьшает воспаление, чтобы не допустить цитокинового шторма (гиперреакции иммунной системы), но при этом большие его дозы и длительное применение могут привести к повышению уровня сахара в крови и развитию грибковой инфекции, причем, конечно же, не только ММ, но и, например, вторичного легочного аспергиллеза — это также заболевание грибковой этиологии (возбудитель — плесневые грибки) [17, 18].

Одной из отличительных черт ММ является поражение слизистых носа, полости рта (особенно твердое и мягкое небо) и органа зрения, что, как правило, сопровождается лихорадкой. В частности, оно проявляется в виде заложенности носа, к которому добавляется неприятный гнилостный запах из него и рта. ММ, первоначально поражая слизистые, может перейти на кости черепа. В отличие от других микозов, ММ довольно быстро распространяется, захватывая все новые области. Через них грибок может проникнуть в головной мозг, что приводит к коме (рис. 3) и летальному исходу [19].

Главная опасность грибковой инфекции заключалась в том, что ее сложно выявить, в частности при пневмонии необходим посев мокроты, а при неправильной диагностике она часто приводит к смерти больного. Наиболее подвержены грибковой инфекции пациенты, у которых есть диабет. Выяснилось также, что пациенты с тяжелым протеканием COVID-19 нередко заражаются грибом, который поражает внутренние органы, причем особенно опасно такое заражение в стационарах, а именно в отделениях интенсивной терапии и реанимации (при ИВЛ) [12, 13, 17, 20].

Впервые вспышка ММ у переболевших ковидом зафиксирована в мае 2021 г. в Индии, где уже заражены десятки тысяч человек, причем инфекция распространилась и на другие страны (Бразилию, Чили и др.), а первые упоминания о нем в РФ стали появляться в мае 2021 г. Для индийского штамма характерна двойная мутация шиповидного белка вируса («традиционного» — китайского с британским, южноафриканским или бразильским). Такой ковид переносится значительно чаще в тяжелой форме, и на его фоне в Индии стал впервые фиксироваться ММ [5, 21, 22].

На стадии первичного осмотра, если нет эпидемии, ММ из-за его редкости, в частности в развитых странах с нежарким климатом, часто не выявляется. Этому способствует отсутствие специфических жалоб и клинических симптомов на начальных стадиях заболевания. Поэтому ключевую роль в



Рис. 2. Пациентка с COVID-19, осложненным риноцеребральным мукормикозом (собственное наблюдение)

Fig. 2. A patient with COVID-19 complicated by rhinocerebral mucormycosis (own observation)

постановке диагноза играет обнаружение возбудителя (мицелий зигомикет). Производят посев и микроскопию патологического отделяемого из ран, мокроты, биопсийного материала, реже крови. Диагностика основана на определении возбудителя в биологическом материале (отделяемое ран, мокрота, биопсийный материал), инструментальных исследованиях — данных компьютерной или магнитно-резонансной томографии, рентгенографии. Но поскольку заболевание прогрессирует очень быстро, то, к сожалению, часто его причину обнаруживают на аутопсии. При выявлении заболевания необходима консультация инфекциониста, ЛОР-врача, невролога, пульмонолога, гастроэнтеролога, челюстного хирурга, иногда требуется помощь нейрохирургов и офтальмологов [8, 23].

Лечение проводится в стационаре, при необходимости — в отделении реанимации и интенсивной терапии. Во всех случаях или, лучше сказать, основой лечения является хирургическая санация очага/-ов инфекции в виде удаления пораженных (некротизированных) тканей (например, челюсти, глаза) в сочетании с приемом антимикотических препаратов (амфотерицин В, итраконазол и т. п.). Только так можно остановить распространение грибка, чтобы он не добрался до головного мозга. Безусловно, важна и симптоматическая терапия (обезболивающие препараты, остановка кровотечения, инфузионная терапия, в частности переливание эритроцитарной массы, отмена иммунодепрессантов, коррекция кетоацидоза при сахарном диабете, противоаллергическая терапия, поскольку ММ — мощный аллерген и пр.). Очень многие пациенты с индийским штаммом нуждаются в ИВЛ [8, 23, 24]. Прогноз заболевания очень серьезный.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Врачи должны быть осведомлены о возможности развития ММ у пациентов с COVID-19. Отсутствие специфических жалоб и клинических симптомов, а также редкость заболевания, особенно в развитых странах с нежарким климатом, часто не позволяют на стадии первичного осмотра выявить ММ, поэтому обнаружение возбудителя (мицелий зигомикет) играет ключевую роль в постановке диагноза. Для эффективного лечения этого тяжелого инфекционного осложнения коронавирусной инфекции в виде глубокого и агрессивного микоза необходим междисциплинарный подход. Основой комплексного лечения (с использованием антимикотических средств и симптоматической терапии) является хирургическая санация очагов инфекции — удаление пораженных некротизированных тканей.

Литература/References

- Багирова Н.С. Инвазивный зигомикоз: эпидемиология и клинические особенности (обзор литературы). *Клиническая онкогематология*. 2016; 9 (1): 84–9. [Bagirova N.S. Invasive zygomycosis: epidemiology and clinical features (review). *Clinical oncohematology*. 2016; 9 (1): 84–9 (In Russ.)]. doi: 10.21320/2500-2139-2016-9-1-84-89
- Элизбарян И.С., Лазарева Л.А., Семенов Ф.В. и др. Мукормикоз рино-орбитальной локализации у пациентов с постковидным синдромом. Клинико-морфологические особенности. *Российская ринология*. 2023; 31 (1): 66–75. [Elizbaryan I.S., Lazareva L.A., Semenov F.V., et al. Rhinoorbital mucormycosis in patients with the post-COVID syndrome. Clinical and



Рис. 3. Пациентка с COVID-19 в состоянии комы. На левой щеке некротические изменения подкожно-жировой клетчатки с черным струпом (собственное наблюдение)

Fig. 3. A patient with COVID-19 in a coma. On the left cheek, necrotic changes in subcutaneous fat with a black scab (own observation)

- morphological features. *Russian rhinology*. 2023; 31 (1): 66–75 (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/rosrino20233101166>
- Kamat M, Datar U, Byakodi S, Kamat S, Vimal Kumar V. COVID-19-associated mucormycosis of head-and-neck region: A systematic review. *J Clin Transl Res*. 2022 Jan 3; 8 (1): 31–42. doi: 10.33192/Smj.2021.56
- Андреев В.А., Зачиняева А.В., Москалев А.В., Сбойчакова В.Б., ред. Медицинская микология: руководство для врачей. 2008. [Andreev V.A., Zachinyaeva A.V., Moskaev A.V., Sboychakova V.B., eds. Medical mycology: a guide for doctors. 2008 (In Russ.)].
- Sundaram N, Bhende T, Yashwant R, Jadhav S, Jain A. Mucormycosis in COVID-19 patients. *Indian J Ophthalmol*. 2021 Dec; 69 (12): 3728–33. doi: 10.4103/ijo.IJO_1316_21
- Veisi A, Bagheri A, Eshaghi M, et al. Rhino-orbital mucormycosis during steroid therapy in COVID-19 patients: A case report. *Eur J Ophthalmol*. 2022 Jul; 32 (4): NP11–NP16. doi: 10.1177/11206721211009450
- Selarka L, Sharma S, Saini D, et al. Mucormycosis and COVID-19: An epidemic within a pandemic in India. *Mycoses*. 2021 Oct; 64 (10): 1253–60. doi: 10.1111/myc.13353
- Dilek A, Ozaras R, Ozkaya S, et al. COVID-19-associated mucormycosis: Case report and systematic review. *Travel Med Infect Dis*. 2021 Nov–Dec; 44: 102148. doi: 10.1016/j.tmaid.2021.102148
- Каримов М.Б., Махмудзода Ш.К., Хайдаров З.Б., Зиёзода М.Р. COVID-19-ассоциированный риноорбитальный мукормикоз. *Точка зрения. Восток — Запад*. 2022;3: 57–61. [Karimov M.B., Makhmadzoda Sh.K., Khajdarov Z.B., Ziyozoda M.R. COVID-19-associated rhino-orbital mucormycosis. *Point of view. East — West*. 2022;3: 57–61 (In Russ.)]. doi: 10.25276/2410-1257-2022-3-57-61
- El Korbi A, Bhar S, Bergaoui E, Harrathi K, Koubaa J. Post COVID-19 rhinocerebral mucormycosis: a case report and literature review. *Pan Afr Med J*. 2022 Jul 14; 42: 202. doi: 10.11604/pamj.2022.42.202.33690
- Reid G, Lynch JP, Fishbein MC, Clark NM. Mucormycosis. *Semin Respir Crit Care Med*. 2020; 41 (1): 99–114. doi: 10.1055/s-0039-3401992
- Mehta S, Pandey A. Rhino-orbital mucormycosis associated with COVID-19. *Cureus*. 2020; 12: 10726. doi: 10.7759/cureus.10726
- Thanthoni RR, Warriar M. COVID-19 coinfection with mucormycosis in a diabetic patient. *Cureus*. 2021;13: 15820. doi:10.7759/cureus.15820
- Mitra S, Janweja M, Sengupta A. Post-COVID-19 rhino-orbital-cerebral mucormycosis: a new addition to challenges in pandemic control. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2021; 1–6. doi: 10.1007/s00405-021-07010-1
- Ezeokoli OT, Gcilitshana O, Pohl CH. Risk factors for fungal co-infections in critically ill COVID-19 patients, with a focus on immunosuppressants. *J Fungi (Basel)*. 2021; 9 (7): 545. doi: 10.3390/jof7070545
- Garg R, Bharangar S, Gupta S, Bhardwaj S. Post Covid-19 infection presenting as rhino-orbital mycosis. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2022 Oct; 74 (Suppl 2): 3050–7. doi: 10.1007/s12070-021-02722-6
- Teny JM, Ceena JN, Kontoyiannis DP. When uncontrolled diabetes mellitus and severe COVID-19 converge: The perfect storm for mucormycosis. *Journal of Fungi*. 2021; 7 (4). doi: 10.3390/jof7040298

18. Bhatt K, Agolli A, Patel MH, et al. High mortality co-infections of COVID-19 patients: mucormycosis and other fungal infections. *Discoveries (Craiova)*. 2021 Mar 31; 9 (1): e126. doi: 10.15190/d.2021.5
19. Watanabe A, So M, Mitaka H, et al. Clinical features and mortality of COVID-19-associated mucormycosis: A systematic review and meta-analysis. *Mycopathologia*. 2022 Jun; 187 (2–3): 271–89. doi: 10.1007/s11046-022-00627-8
20. Al-Tawfiq JA, Alhumaid S, Alshukairi AN, et al. COVID-19 and mucormycosis superinfection: the perfect storm. *Infection*. 2021 Oct; 49 (5): 833–53. doi: 10.1007/s15010-021-01670-1
21. Wasiq M KR, Gn A. Coronavirus disease-associated mucormycosis (CAM): A case control study during the outbreak in India. *J Assoc Physicians India*. 2022 Apr; 70 (4): 11–2. PMID: 35443518
22. Khostelidi SN, Zaytsev VA, Pelikh EV, et al. Mucormycosis following COVID19: clinical case and literature review. *Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy*. 2021; 23 (3): 255–62. doi: 10.36488/смач.2021.3.255-262
23. Липницкий А.В., Половец Н.В., Суркова Р.С. и др. COVID-19 и мукормикоз. *Иммунопатология, аллергология, инфектология*. 2021; 4: 65–71. [Lipnickij A.V., Polovec N.V., Surkova R.S., et al. COVID-19 and mucormycosis. *Immunopathology, allergology, infectology*. 2021; 4: 65–71 (In Russ.)]. doi: 10.14427/jipai.2021.4.65
24. Chavan RP, Ingole SM, Nazir HA, Desai WV, Kanchewad GS. Mucormycosis in COVID-19 pandemic: study at tertiary hospital in India. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2022 Jun; 279 (6): 3201–10. doi: 10.1007/s00405-022-07282-1

Вклад авторов в работу: А.Э. Бабушкин — концепция и дизайн обзора, написание и редактирование статьи; Л.И. Гилемзянова — сбор и анализ литературы, написание и редактирование статьи; И.П. Пономарев — сбор данных литературы.

Authors' contribution: A.E. Babushkin — concept and design of the review, writing and editing of the article; L.I. Gilemzyanova — collection and analysis of the literature, writing and editing the of article; I.P. Ponomarev — collection of literature data.

Поступила: 30.03.2023. Переработана: 03.05.2023. Принята к печати: 04.05.2023
Originally received: 30.03.2023. Final revision: 03.05.2023. Accepted: 04.05.2023

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Уфимский НИИ глазных болезней БГМУ Минздрава России, ул. Пушкина, д. 90, Уфа, 450008, Россия

Александр Эдуардович Бабушкин — д-р мед. наук, заведующий отделом научных исследований, ORCID 0000-0001-6700-0812

Лейсан Ильшатовна Гилемзянова — научный сотрудник отделения офтальмологической и медицинской эпидемиологии, ORCID 0000-0002-0583-013X

Ильдар Петрович Пономарев — врач-офтальмолог 4-го микрохирургического отделения, ORCID 0000-0002-5153-9394

Для контактов: Александр Эдуардович Бабушкин,
 virologicdep@mail.ru

Ufa Eye Research Institute, Bashkir medical university, 90, Pushkin St., Ufa, 450008, Russia

Alexander E. Babushkin — Dr. of Med. Sci., head of the department of scientific researches, ORCID 0000-0001-6700-0812

Leisan I. Gilemzyanova — researcher, department of ophthalmological and medical epidemiology, ORCID 0000-0002-0583-013X

Ildar P. Ponomarev — ophthalmologist, 4th microsurgical department, ORCID 0000-0002-5153-9394

For contacts: Alexander E. Babushkin,
 virologicdep@mail.ru