

ФГБУ «НИИ вирусологии им. Д.И. Ивановского»
Минздрава России

Научный совет по вирусологии

РУКОВОДСТВО ПО ВИРУСОЛОГИИ

ВИРУСЫ И ВИРУСНЫЕ ИНФЕКЦИИ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Под редакцией академика РАН
Д.К. Львова

Медицинское информационное агентство
Москва
2013

5. *Chu C.C., Zhang L., Dhayalan A. et al.* Torque teno virus 10 isolated by genome amplification techniques from a patient with concomitant chronic lymphocytic leukemia and polycythemia vera // *Mol. Med.* — 2011. — V. 17. — № 11–12. — P. 1338–1348.
6. *Huang Y.W., Harrall K.K., Dryman B.A. et al.* Serological Profile of Torque Teno Sus Virus Species 1 (TTSuV1) in Pigs and Antigenic Relationships between Two TTSuV1 Genotypes (1a and 1b), between Two Species (TTSuV1 and -2), and between Porcine and Human Anelloviruses // *J. Virol.* — 2012. — V. 86. — № 19. — P. 10628–10639.
7. *Itoh Y., Takahashi M., Fukuda M. et al.* Visualization of TT virus particles recovered from the sera and feces of infected humans // *Biochem Biophys Res Commun.* — 2000. — V. 279. — № 2. — P. 718–724.
8. *Viazov S., Ross R.S., Niel C. et al.* Sequence variability in the putative coding region of TT virus: evidence for two rather than several major types // *J. Gen. Virol.* — 1998. — V. 79. — P. 3085–3089.
9. *Xiao C.T., Gimenez-Lirola L., Huang Y.W. et al.* The prevalence of Torque teno sus virus (TTSuV) is common and increases with the age of growing pigs in the United States // *J. Virol. Methods.* — 2012. — V. 183. — № 1. — P. 40–44.
10. *Zhang Z., Wang Y., Fan H. et al.* Natural infection with torque teno sus virus 1 (TTSuV1) suppresses the immune response to porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) vaccination // *Arch. Virol.* — 2012. — V. 157. — № 5. — P. 927–933.
11. *Zhu C., Rong A., Yuan C. et al.* Molecular detection of Torque teno mini virus (TTMV) in China // *Virus Genes.* — 2012. — V. 44. — № 3. — P. 403–407.

1.2.1.3.3. Асфарвирусы (*Asfarviridae*)

(*Львов Д.К., Альховский С.В., Щелканов М.Ю.*)

В настоящее время известен единственный представитель этого семейства — вирус африканской чумы свиней (АЧС, или ASFV, — от англ. *African swine fever virus*), формирующий род *Asfivirus*. Отсюда происходит и название семейства: *African swine fever and related viruses* (АЧС и родственные вирусы).

Вирус АЧС является одним из наиболее опасных возбудителей болезней свиней [6].

Вирус АЧС — единственный ДНК-содержащий вирус, для которого надёжно установлена его арбовирусная природа. Аргасовые клещи (*Parasitiformes, Argasidae*) являются хозяевами и переносчиками этого вируса: *Orni-*

thodoros moubata — в субсахарильной Африке; *O. erraticus* — на юге Пиренейского п-ва и на островах западной части Средиземного моря. Вирус способен к трансстадийной, трансвариальной и половой передаче в популяциях аргасовых клещей.

Позвоночными хозяевами вируса АЧС являются дикие представители семейства свиней (*Suidae* — *Sus scrofa*, *Phacochoerus africanus*, *Potamochoerus porcus*) и домашняя свинья (*S. scrofa domestica*). Дикие свиньи переносят инфекцию вируса АЧС бессимптомно. У домашних свиней через 2–5 сут инкубационного периода развиваются клинические признаки заболевания, которое может протекать с чрезвычайно высокой смертностью (до 100%) [2–4].

Массовые эпизоотии АЧС известны с начала XX в. — с первых же попыток интродукции свиней культурных пород в колониальные страны субэкваториальной и Южной Африки [1, 5]. У домашних свиней развивается широкий круг клинических проявлений, включая геморрагический синдром с высокой летальностью [6, 11]. С 2007 г. АЧС проникла в Кавказский регион, распространение получил генотип II, циркулирующий в Мозамбике, Мадагаскаре и Замбии [11], обладающий высокой вирулентностью [5].

У вириона асфарвирусов (175–215 нм) сложное строение: помимо внешней липидной оболочки у него ещё две внутренние оболочки (рис. 1.2.9), что определяет чрезвычайно высокую устойчивость вируса АЧС во внешней среде — до года при 4–20 °С и широком диапазоне рН 4–13. Капсид (170–190 нм) икосаэдрической симметрии с триангуляционным числом T = 189–217 состоит из 1892–2172 капсомеров; $\rho_{CsCl} = 1,095$ г/см³; $s_{20,w} = 3500$ S. Вирион содержит более 50 структурных белков, включая ряд ферментов, необходимых для ранней транскрипции (РНК-полимеразу, poly(A)-полимеразу, гуанилтрансферазу, протеинкиназу), — это связано с тем, что вирус АЧС функционирует в цитоплазме инфицированной клетки и не может использовать соответствующие ядерные системы транскрипции. По крайней мере, два трансмембранных белка — р12 и р54, — расположенных на внешней поверхности капсида,

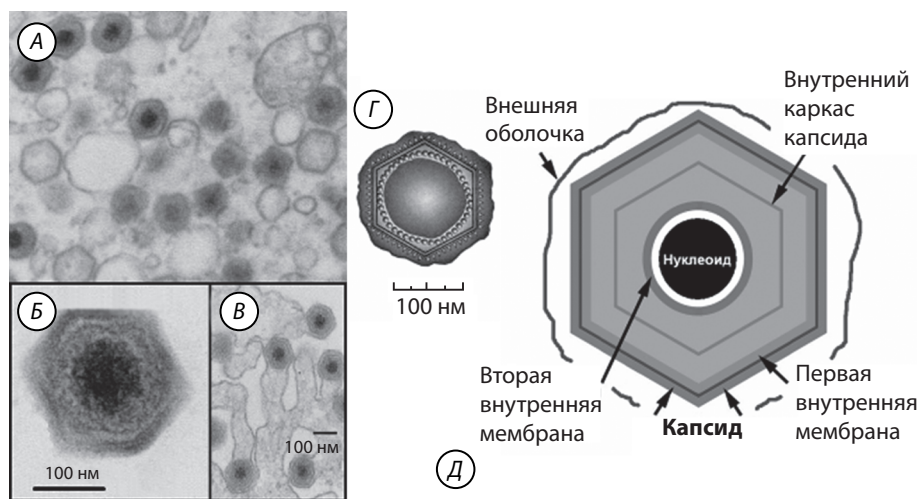


Рис. 1.2.9. Морфология вириона представителей *Asfarviridae* [3, 5]:

А — капсиды (без внешней мембраны) вируса АЧС в цитоплазме клетки линии Vero Е6; Б — ЭМ-фотография капсида (без внешней мембраны); В — почкование вируса АЧС (и приобретение внешней мембраны) в клетке линии Vero Е6; Г — схематическое изображение вириона; Д — расположение структурных элементов вириона (подробно см. в тексте)

являются антигенами, АТ против которых обладают нейтрализующей активностью [3, 4].

Организация генома вируса АЧС и схема репликации ДНК (170–190 тыс. п.н.о.) с самозатравочным механизмом инициации подобны таковым у поксвирусов (см. пар. 1.2.1.3.10).

Вирус АЧС специфически взаимодействует с рецепторами свинных моноцитов — основными клетками-мишенями для этого вируса. После проникновения вируса в клетку путём эндоцитоза сразу же начинается синтез ранних вирусных белков ферментами, входящими в состав вириона. Морфогенез вируса АЧС осуществляется в т.н. «вирусных фабриках», расположенных исключительно в цитоплазме инфицированной клетки. Геномная ДНК вируса АЧС кодирует около 150 открытых рамок считывания, расположенных на обеих цепях. Вирусные мРНК 5'-кэпированы и 3'-полиаденилированы. При сборке дочерних вирионов обе внутренние мембраны (см. рис. 1.2.9) формируются из материала эндоплазматического ретикулума (ЭР), содержащего белки капсида и его внутреннего каркаса. Внешнюю мембрану вирион приобретает, захватывая фрагмент цитоплазматической мембраны в процессе почкования (см. рис. 1.2.9, В).

Литература

1. Колонцов А.А. Вирус африканской чумы свиней: достижения последнего десятилетия XX века // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. — 2001. — № 2. — С. 3–7.
2. Стурин В.Н., Самуйленко А.Я., Соловьёв Б.В. и др. Вирусные болезни животных. — М.: ВНИИТИБП, 1998. — 928 с.
3. Dixon L.K., Alonso C., Escribano J.M. et al. Family Asfarviridae // In: Virus Taxonomy: Ninth report of the International Committee on taxonomy of viruses / Eds. A.M.Q. King, M.J. Adams, E.B. Carstens, E.J. Lefkowitz. — Elsevier Science, 2011. — P. 153–162.
4. Chapman D.A., Tcherepanov V., Upton C. et al. Comparison of the genome sequences of non-pathogenic and pathogenic African swine fever virus isolates // J. Gen. Virol. — 2008. — V. 89. — № 2. — P. 397–408.
5. Gabriel C., Blome S., Malogolovkin A. et al. Characterization of African swine fever virus Caucasus isolate in European wild boars // Emerg. Infect. Dis. — 2011. — V. 17. — P. 2342–2345.
6. Penrith M.L., Vosloo W. Review of African swine fever: transmission, spread and control // J. S. Afr. Vet. Assoc. — 2009. — V. 80. — P. 58–62.
7. *Recognizing African swine fever. A field manual.* — New York: UNAIDS, 2004. — 27 p.
8. Rowlands R.J., Michaud V., Heath L. et al. African swine fever virus isolate, Georgia, 2007 // Emerg. Infect. Dis. — 2008. — V. 14. — P. 1870–1874.

9. *Salas M.L.* African swine fever virus // In: Encyclopedia of Virology. — London: Academic Press. — 1994. — V. 1. — P. 1–29.
10. *Suarez C., Salas M.L., Rodriguez J.M.* African swine fever virus polyprotein pp62 is essential for viral core development // J. Virol. — 2010. — V. 84. — P. 176–187.
11. *Tulman E.R., Delhon G.A., Ku B.K. et al.* African swine fever virus // In: Lesser known large dsDNA viruses. Current Topics in Microbiology and Immunology / Ed. J.L. Van Etten. — 2009. — P. 43–87.
12. World Organisation for animal health. WAH interface, Disease information // web.oie.int/wahis/public.phppage=disease&disease_type=terrestrial&disease_id=12.

1.2.1.3.4. Бакуловирусы (*Baculoviridae*)

(Львов Д.К., Альховский С.В., Щелканов М.Ю.)

Название семейства происходит от др.-греч. βάκυλα — прутья, что отражает форму нуклеокапсида (рис. 1.2.10). *Baculoviridae* включает вирусы насекомых (*Insecta*) и подразделяется на 4 рода, названия которых образованы от названия семейства с использованием букв древнегреческого алфавита {α...δ}: *Alphabaculovirus*, *Betabaculovirus*, *Gammabaculovirus*, *Deltabaculovirus* [5].

Alphabaculovirus: вирус множественного ядерного полиэдра калифорнийской совки (AcMNPV — *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus) (прототипный); вирус ядерного полиэдра калифорнийской совки (AcNPV — *Autographa californica* nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра кручёной листовёртки (AdhoNPV — *Adoxophyes honmai* nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра сетчатой листовёртки (AdorNPV — *Adoxophyes orana* nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра совки-ипсилон (AgipNPV — *Agrotis ipsilon* nucleopolyhedrovirus); вирус множественного ядерного полиэдра *Anticarsia gemmatalis* (AgMNPV — *Anticarsia gemmatalis* multiple nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра озимой совки (AgseNPV — *Agrotis segetum* nucleopolyhedrovirus A); вирус множественного ядерного полиэдра сельдерейной анаграфы (AnfaNPV — *Anagrapha falcifera* multiple nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра китайского дубово-

го шелкопряда (AnpeNPV — *Antheraea pernyi* nucleopolyhedrovirus); вирус множественного ядерного полиэдра пчелиной огнёвки (GmMNPV — *Galleria mellonella* multiple nucleopolyhedrovirus); вирус множественного ядерного полиэдра африканской мигрирующей гусеницы (SpexNPV — *Spodoptera exempta* multiple nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра тутового шелкопряда (BmNPV — *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра *Buzura suppressaria* (BuzuNPV — *Buzura suppressaria* nucleopolyhedrovirus); вирус множественного ядерного полиэдра восточной хвойной листовёртки-почкоёда (CfMNPV — *Choristoneura fumiferana* multiple nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра паслёновой металлоидки (ChchNPV — *Chrysodeixis chalcites* nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра розоцветной листовёртки (ChroNPV — *Choristoneura rosaceana* nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра полосатого кланиса (ClbiNPV — *Clanis bilineata* nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра сетчатого экотрописа (EcobNPV — *Ecotropis obliqua* nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра новозеландской листовёртки (EppoNPV — *Epiphyas postvittana* nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра японской златогузки (EupsNPV — *Euproctis pseudoconspersa* nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра хлопковой совки (HearNPV — *Heliocoverpa armigera* nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра американской белой бабочки (HuscNPV — *Hyphantria cunea* nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра чёрной хлопковой совки (HzSNPV — *Helicoverpa zea* single nucleopolyhedrovirus); вирус множественного ядерного полиэдра непарного шелкопряда (LdMNPV — *Lymantria dispar* multiple nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра восточной луговой совки (LeseNPV — *Leucania separata* nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного полиэдра пёстрой маруки (MaviNPV — *Maruca vitrata* nucleopolyhedrovirus); вирус множественного ядерного полиэдра капустной совки (MbMNPV — *Mamestra brassicae* multiple nucleopolyhedrovirus); вирус ядерного поли-