la molécule du mois : le virus de l’encéphalite équine de l’est

publié le 24.06.25 |par janet iwasa

l’infection par le virus de l’encéphalite équine de l’est (eeev) peut provoquer une maladie neurologique grave.

le virus de l’encéphalite équine de l’est (eeev) et ses cousins phylogénétiquement proches, le virus de l’encéphalite équine de l’ouest (weev) et le virus de l’encéphalite équine du venezuela (veev), peuvent provoquer une inflammation du cerveau (encéphalite) ou des articulations, une paralysie, ainsi que d’autres affections neurologiques chez les mammifères. les différents virus de l’encéphalite équine sont tous zoonotiques, c’est-à-dire qu’ils peuvent être transmis entre les animaux et les humains. bien que le virus de l’encéphalite équine soit nommé ainsi en raison de ses effets néfastes sur la santé des chevaux et du bétail, il circule principalement chez les passereaux, qui comprennent des espèces communes comme les rouges-gorges et les moineaux. chez la plupart des oiseaux, le virus de l’encéphalite équine de l’est est capable de proliférer sans provoquer de symptômes. les moustiques qui se nourrissent d’oiseaux infectés peuvent transmettre le virus à des mammifères hôtes, dont les êtres humains. la plupart des infections humaines passent inaperçues, mais environ 5 % des cas présentent des symptômes.

1. les protéines structurelles

le virus de l’encéphalite équine de l’est est un membre de la famille des togavirus du genre alphavirus, un groupe de petits virus enveloppés dans une membrane et dont le génome est constitué d’un arn simple brin. à la surface du virus, 240 glycoprotéines transmembranaires appelées e1 (représentées en vert sur la figure 1, entrée 6mx4 de la banque de données sur les protéines (pdb)) et e2 (représentées en jaune sur la figure 1) s’agglutinent en un réseau régulier, formant des pointes trimériques [1]. à l’intérieur de la membrane, 240 autres protéines de la capside (représentées en bleu dans la vue en coupe de la figure 1) aident à emballer et à protéger le génome d’arn. en plus des protéines e1, e2 et de celles de la capside, le virus de l’encéphalite équine de l’est possède deux autres protéines structurelles – 6k et tf – qui jouent un rôle important dans l’infection, mais qui ne sont pas représentées sur la figure 1.

l’infection des cellules par des alphavirus comme celui de l’encéphalite équine de l’est repose sur des interactions entre leurs glycoprotéines de surface et les protéines membranaires à la surface des cellules. après s’être fixé à la cellule, le virus de l’encéphalite équine de l’est est internalisé par endocytose. l’environnement acide de l’endosome déclenche une série de changements de conformation dans les protéines de l’enveloppe qui aboutissent à la fusion de la membrane virale avec la membrane de l’endosome. cette fusion libère la capside avec son génome dans le cytosol. le désassemblage de la capside libère l’arn viral qui est à sens positif. il peut donc être lu directement par les ribosomes, ce qui entraîne la production de protéines virales.

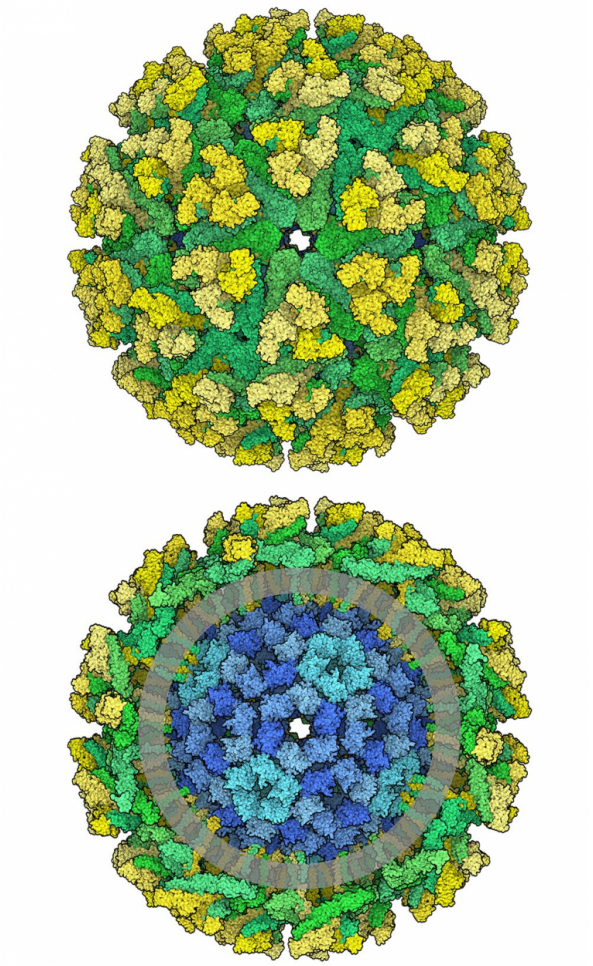


figure 1 - la surface du virus de l’encéphalite équine de l’est (entrée pdb 6mx4) est recouverte des protéines e1 (en vert) et e2 (en jaune) une coupe transversale du virus est présentée en dessous, avec la membrane de l’enveloppe virale représentée en gris semi-transparent et les protéines de la capside en bleu.

auteur(s)/autrice(s) : janet iwasa et rcsb pdb licence : cc-by source : rcsb pdb

2. des modes d’attachement multiples

l’une des caractéristiques du virus de l’encéphalite équine de l’est, qui le rend si dangereux, est sa capacité à infecter une grande variété de types cellulaires dans différents organismes, notamment les oiseaux, les insectes et les mammifères. cette capacité à infecter différents hôtes serait due en partie à la manière dont le virus de l’encéphalite équine de l’est se lie à des récepteurs à la surface des cellules. alors que certains virus, comme le vih, semblent se lier principalement à une protéine spécifique à la surface des cellules, il a été démontré que le virus de l’encéphalite équine de l’est pouvait se lier à plusieurs molécules différentes, notamment le récepteur des lipoprotéines de très faible densité (vldlr), le récepteur 2 de l’apolipoprotéine e (apoer2, également appelé lrp8) et le sulfate d’héparane (également appelé héparane sulfate), un sucre couramment associé aux protéines à la surface des cellules [2]. la figure 2 illustre les structures montrant la liaison des protéines de l’enveloppe du virus de l’encéphalite équine de l’est au sulfate d’héparane (représenté en rose, entrée pdb 6odf) et au récepteur des lipoprotéines de très faible densité (représenté en violet, entrée pdb 8ufc) [3]. les chercheurs ont découvert que le récepteur des lipoprotéines de très faible densité vldlr, qui possède un domaine extracellulaire long et flexible, peut se lier aux protéines d’enveloppe du virus de l’encéphalite équine de l’est de différentes manières [4]. au lieu d’être basée sur un seul contact fort, l’attachement et l’infection ultérieure par le virus de l’encéphalite équine de l’est semblent nécessiter de multiples interactions plus faibles entre le virus et les molécules de la surface cellulaire. cette

stratégie pourrait permettre au virus de l'encéphalite équine de l'est d'interagir facilement avec différents hôtes.

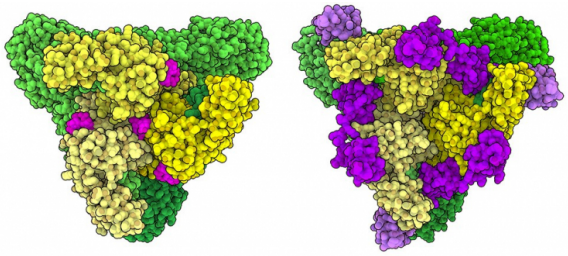


figure 2 - le sulfate d'héparane (représenté en rose, 6odf) et le récepteur des lipoprotéines de très faible densité vldlr (représenté en violet, 8ufc) peuvent tous deux agir en tant que récepteurs du virus de l'encéphalite équine de l'est (dont les protéines e1 et e2 sont représentées respectivement en vert et en jaune).

auteur(s)/autrice(s) : janet iwasa et rcsb pdb licence : cc-by source : rcsb pdb

3. comparer la façon dont les différentes molécules de surface cellulaire se lient au virus

vous pouvez utiliser par exemple le logiciel de visualisation de molécules disponible sur le site pdb-101 pour visualiser comment différentes molécules de la surface des cellules, notamment le sulfate d'héparane (entrée pdb 6odf) et le récepteur des vldl (entrée pdb 8ufc), se lient aux protéines d'enveloppe du virus de l'encéphalite équine de l'est.



figure 3 - les interactions entre les protéines e1 (représentées en vert) et e2 (représentées en jaune) du virus de l'encéphalite équine de l'est avec le sulfate d'héparane (représenté en rose) et le récepteur des vldl (représenté en violet)

auteur(s)/autrice(s) : janet iwasa et rcsb pdb licence : cc-by source : rcsb pdb

4. pour aller plus loin

le virus de l'encéphalite équine de l'est et d'autres alphavirus sont des virus icosaédriques qui présentent une symétrie t=4. vous pouvez en savoir plus sur les

structures symétriques des virus en lisant un ancien article de la molécule du mois molecule of the month : quasisymmetry in icosahedral viruses.

ce texte correspond à la traduction par cédric bordi de l'article molecule of the month : eastern equine encephalitis virus écrit par janet iwasa [1] et paru en juin 2025 sur le site pdb-101, le portail éducatif de la base de données sur les protéines (pdb).

CRÉDITS

AUTEUR(S)/AUTRICE(S)

janet iwasa

janet iwasa est professeure assistante au département de biochimie de l'université de l'utah (états-unis). elle est spécialiste de la création d'images et d'animations permettant de rendre compte des processus biologiques.

LICENCE DU TEXTE DE L'ARTICLE

© REPRODUIT AVEC AUTORISATION

PARTENAIRE(S)

RCSB PDB-101

cet article est publié en partenariat avec le site pdb-101, le portail éducatif de la base de données sur les protéines (pdb).

pdb-101

notes

1 hasan, s. ., sun, c. ., kim, a. s., watanabe, y. ., chen, c.-l. ., klose, t. ., … rossmann, m. g. (2018). cryo-em structures of eastern equine encephalitis virus reveal mechanisms of virus disassembly and antibody neutralization. *cell reports*, *25*, 3136–3147. http://doi.org/10.1016/j.celrep.2018.11.067 (original work published 2026)

2 clark, l. e., clark, s. a., lin, c. ., liu, j. ., coscia, a. ., nabel, k. g., … abraham, j. . (2022). vldlr and apoer2 are receptors for multiple alphaviruses. *nature*, *602*, 475–480. http://doi.org/10.1038/s41586-021-04326-0 (original work published 2026)

3 chen, c.-l. ., hasan, s. ., klose, t. ., sun, y. ., buda, g. ., sun, c. ., … rossmann, m. g. (2020). cryo-em structure of eastern equine encephalitis virus in complex with heparan sulfate analogues. *proceedings of the national academy of sciences of the united states of america*, *117*, 8890–8899. http://doi.org/10.1073/pnas.1910670117 (original work published 2026)

4 adams, l. j., raju, s. ., ma, h. ., gilliland, t. ., reed, d. s., klimstra, w. b., … diamond, m. s. (2024). structural and functional basis of vldlr usage by eastern equine encephalitis virus. *cell*, *187*, 360–374. http://doi.org/10.1016/j.cell.2023.11.031 (original work published 2026)

bibliographie

1 iwasa, j. . (2025). eastern equine encephalitis virus. *rcsb protein data bank*. http://doi.org/10.2210/rcsb_pdb/mom_2025_6 (original work published 2026)