

تب برفکی در حیوانات

دام و حیات وحش در معرض خطر ویروس‌ها: اپیدمیولوژی و پیشگیری



تنظیم کننده:

واحد تحقیق، توسعه و نوآوری

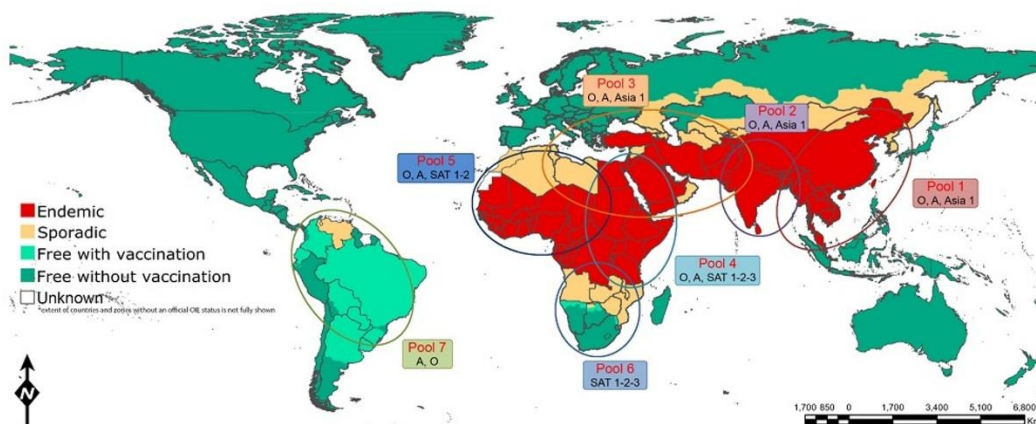
شرکت کشت و دامداری فکا

گردآورنده: سعیده صالحی

آبان ۱۴۰۴

مقدمه:

تب برفکی (FMD) یک بیماری ویروسی بسیار مسری و از مهم‌ترین تهدیدهای اقتصادی برای صنعت دام است. عامل بیماری یک Pithovirus از خانواده Picornaviridae با هفت سروتیپ A، O، C، Asia 1 و SAT 1-3 است که هر یک دارای تنوع ژنتیکی درون سروتیپی نیز هستند. ویروس عمدتاً دام‌های سم‌دوگانه از جمله گاو، خوک، گوسفند و بز را آلوده می‌کند و بیش از ۷۰ گونه حیات وحش نیز به آن حساس‌اند. بیماری با تب و ایجاد وزیکول‌های دردناک در دهان، پوزه، پستان و اندام‌ها بروز می‌یابد و از طریق تماس مستقیم، ترشحات، آئروسول تنفسی، شیر، مایع منی و خوراک آلوده منتقل می‌شود. در گله‌های حساس، میزان ابتلا می‌تواند به ۱۰۰٪ برسد، اما مرگ و میر معمولاً پایین است مگر در حیوانات جوان. تشخیص قطعی با RT-PCR زمان واقعی و تعیین سروتیپ با الایزای آنتی ژنی انجام می‌گیرد و واکسن‌های غیرفعال برای پیشگیری وجود دارد. اگرچه FMD در برخی مناطق مانند اروپا و آمریکای شمالی ریشه‌کن شده است، اما در بسیاری از مناطق آفریقا، خاورمیانه و جنوب آسیا همچنان آندمیک است و محدودیت‌های جدی بر تجارت بین‌المللی دام تحمیل می‌کند. شیوع بیماری می‌تواند خسارات گسترده‌ای به تولید وارد کند و منابع زیادی برای کنترل نیاز دارد؛ نمونه بارز آن شیوع سال ۲۰۰۱ بریتانیا است که حدود ۸ ماه طول کشید و بیش از ۱۰ میلیارد دلار هزینه برجا گذاشت. هزینه‌ها در مناطق غیر آندمیک عمدتاً ناشی از از دست رفتن تجارت و معدوم‌سازی گسترده دام‌ها به منظور جلوگیری از گسترش بیماری است.



اپیدمیولوژی و انتقال ویروس تب برفکی:

ویروس تب برفکی (FMD) دارای چند سروتیپ است که توزیع آنها در مناطق آندمیک یکنواخت نیست؛ سروتیپ O مسئول حدود ۷۰٪ شیوع‌های جهانی است. برخی مناطق مانند آمریکا، اروپا و استرالیا اکنون عاری از بیماری هستند، در حالی که آفریقا، آسیا و آمریکای جنوبی همچنان آندمیک‌اند.

FMD از طریق تماس مستقیم یا غیرمستقیم با حیوانات آلوده، ترشحات، مدفوع، شیر، مایع منی، خوراک آلوده، بردارهای مکانیکی و انتقال هوایی منتشر می‌شود. ویروس می‌تواند از راه تنفسی، بلع یا غشاهای مخاطی و زخم‌ها وارد میزبان شود و تولیدمثل نیز در انتقال سروتیپ‌های SAT نقش دارد. خوک‌ها می‌توانند ویروس را با شدت بیشتری نسبت به گاو منتشر کنند و موجب انتقال سریع در گله‌ها شوند.

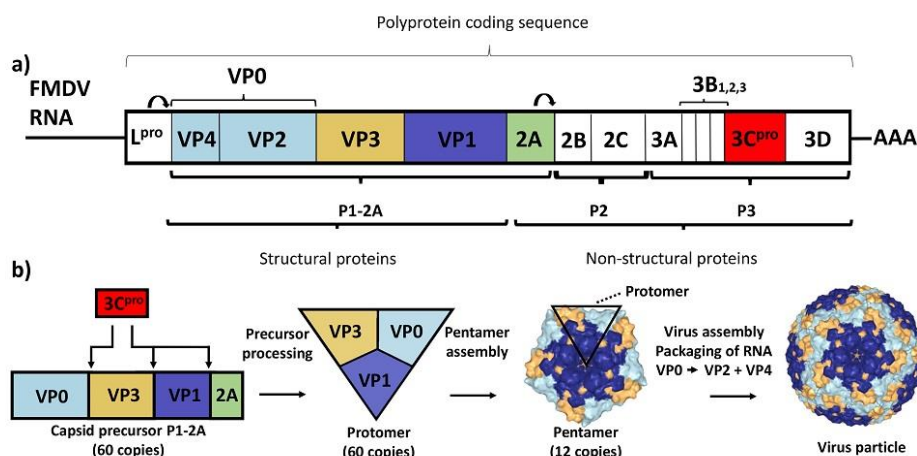
ویروس مقاومت بالایی در محیط دارد و می‌تواند هفته‌ها تا ماه‌ها روی بستر، خوراک، مدفوع و خاک زنده بماند، اما با دماهای بالاتر از ۵۶°C، pH خارج از ۶-۹، خشکی یا برخی ضدعفونی‌کننده‌ها به آسانی غیرفعال می‌شود. انسان‌ها می‌توانند بردار مکانیکی باشند، اما بیماری مشکل بهداشت عمومی ایجاد نمی‌کند.

FMD قابلیت انتقال از شیر خام قبل از بروز علائم و ایجاد خسارات اقتصادی شدید دارد و در مناطق غیرآندمیک، هزینه‌های اصلی ناشی از معدوم‌سازی دام‌ها و از دست رفتن تجارت است. بیماری به دلیل سرایت‌پذیری بالا و قابلیت انتشار توسط باد و سطوح آلوده، پتانسیل بالایی برای بحران‌های اقتصادی و تهدیدات کشاورزی دارد.

ویژگی‌های ویروس تب برفکی (FMDV) در حیوانات:

ویروس تب برفکی، مانند سایر پیکورناویروس‌ها، دارای ژنوم RNA مثبت به طول تقریباً ۸۵۰۰ نوکلئوتید است که شامل یک فریم باز بزرگ (ORF) بوده و یک پلی‌پروتئین ~۲۳۳۰ آمینواسیدی را رمزگذاری می‌کند. این پلی‌پروتئین طی و پس از سنتز، عمدتاً توسط پروتئازهای ویروسی پردازش می‌شود و ۱۵ پروتئین بالغ ایجاد می‌کند. پروتئین‌های ساختاری ویروس VP1، VP2، VP3 و VP4 از پیش‌ساز کپسید P1-2A تولید می‌شوند. ذره ویروس تقریباً ۲۵-۳۰ نانومتر قطر دارد و شامل ۶۰ نسخه از هر پروتئین ساختاری به همراه یک نسخه ژنوم است. پروتئین‌های VP1، VP2 و VP3 در سطح خارجی کپسید قرار دارند و VP4 کاملاً داخلی است.

کپسید ویروس نقش حفاظت از ژنوم RNA خارج از سلول میزبان و ورود به سلول‌ها از طریق اتصال به گیرنده‌های سطح سلول را دارد. پس از ورود ویروس، ژنوم RNA به سیتوپلاسم سلول آزاد شده و ترجمه می‌شود تا پروتئین‌های ویروسی، از جمله پروتئین‌های غیرساختاری، تولید شود. سپس ژنوم RNA از طریق نسخه RNA منفی تکثیر می‌شود و با بسته‌بندی RNA مثبت توسط پروتئین‌های کپسید، ذرات جدید ویروس تشکیل می‌شوند. یک سلول آلوده می‌تواند هزاران ذره ویروس جدید را طی چند ساعت تولید کند.



پاتوژنز تب برفکی (FMD) در حیوانات:

ویروس FMD عمدتاً در مخاط حلق حیوان میزبان عفونت و تکثیر می‌یابد، اما می‌تواند از طریق زخم‌های پوستی یا دستگاه گوارش نیز وارد شود. پس از توزیع در سیستم لنفاوی، ویروس در اپیتلیوم دهان، پوزه، پستان، اندام‌ها و پوست آسیب‌دیده تکثیر می‌کند و وزیکول‌ها طی ۴۸ ساعت تشکیل و پاره می‌شوند. بیش از ۵۰٪ نشخوارکنندگان که از بیماری بهبود می‌یابند و حیوانات واکسینه شده که در معرض ویروس قرار گرفته‌اند، می‌توانند به حامل ویروس تبدیل شوند؛ یعنی میزان کمی از ویروس در منطقه حلقی آنها باقی می‌ماند. این وضعیت می‌تواند تا ۳.۵ سال در گاو، ۹ ماه در گوسفند و بیش از ۵ سال در بوفالوی آفریقایی ادامه یابد، اما در خوک‌ها رخ نمی‌دهد. خطر انتقال از حیوانات حامل پایین است، ولی در شرایط خاص، انتقال از بوفالوی حامل به گاو یا از طریق مایع حلقی گاو حامل به گاو حساس امکان‌پذیر است.

دوره کمون تب برفکی متغیر است و به گونه میزبان، محیط، مسیر مواجهه و سویه ویروس بستگی دارد. میانگین دوره کمون:

- گوسفند و بز: ۳-۸ روز

- خوک: ≥ 2 : روز

- گاو: ۲-۱۴ روز

در سویه‌های سازگار با میزبان خوک و تماس مستقیم شدید، دوره کمون می‌تواند به ۱۸ ساعت کاهش یابد. حیوانات قبل از بروز علائم بالینی قادر به انتقال ویروس هستند، زیرا ویروس در حلق و خون پیش از ظهور بیماری وجود دارد



یافته‌های بالینی تب برفکی (FMD) در حیوانات

گاو:

- تب حدود 40°C ، سپس تشکیل و زیکول‌ها در زبان، سقف سخت دهان، لثه‌ها، لب‌ها، پوزه، اندام‌ها و پستان در گاوهای شیرده.
- حیوانات شدیداً مبتلا افزایش بزاق، ضربه زدن پاها و تمایل به دراز کشیدن نشان می‌دهند.
- زیکول‌های دهانی ممکن است به تخریب موضعی (erosion) منجر شوند و طی حدود ۱۱ روز بهبود می‌یابند.
- زیکول‌های پا دیرتر بهبود یافته و ممکن است دچار عفونت باکتریایی و لنگش مزمن شوند.

- ماستیت ثانویه باکتریایی شایع است که باعث مقاومت در دوشیدن شیر می شود.
- کاهش سریع شرایط بدنی و تولید شیر پس از بیماری رخ می دهد و ممکن است مزمن شود.
- گوساله های جوان ممکن است بدون علائم بالینی به دلیل آسیب ویروسی به میوکارد در حال رشد فوت کنند.



خوک:

- لنگش خفیف و رنگ پریدگی اطراف نوار کرونری، تب تا 41.5°C ، بی حالی و کاهش علاقه به خوراک.
- وزیکول ها در نوار کرونری، پاشنه، انگشتان اضافی، پوزه، فک و زبان ظاهر می شوند و در سطح های خشن ممکن است در زانوی خوک ها هم ایجاد شوند.
- بسته به شدت، ممکن است شاخ پای خوک کاملاً بریزد و باعث لنگش مزمن شود.
- خوک های جوان < ۱۴ هفته ممکن است بدون علائم فوت کنند به دلیل میوکاردیت ویروسی، که در خوک ها شایع تر از گوساله ها است.



گوسفند و بز:

- اغلب علائم بالینی نامحسوس هستند؛ لنگش معمولاً اولین علامت است.
- پس از آن تب و وزیکول در شکاف بین انگشتان، پاشنه، نوار کرونری و دهان ظاهر می شود.
- وزیکول ها ممکن است روی پستان و به ندرت روی ولوا و پیش آبراه شکل گیرند.
- عفونت های ثانویه باعث کاهش تولید شیر، لنگش مزمن و حساسیت به سایر عفونت های ویروسی می شوند.
- در گوسفند و بزهای جوان نیز ممکن است بدون علائم فوت ناشی از نارسایی قلبی رخ دهد.



شترسانان و گاوهای آبی:

- شترسانان معمولاً علائم خفیف دارند اما می‌توانند دچار بزاق‌آوری، ضایعات دهانی و از دست رفتن بافت پا شوند.
- گاوهای آبی وزیکول‌های دهان و پا دارند که سریع‌تر بهبود می‌یابند و کمتر شدید هستند.



حیات وحش:

- علائم شبیه دام اهلی است، اما ضایعات شدیدتری مانند ریزش شاخ یا شاخک انگشتان گزارش شده است.



تشخیص تب برفکی

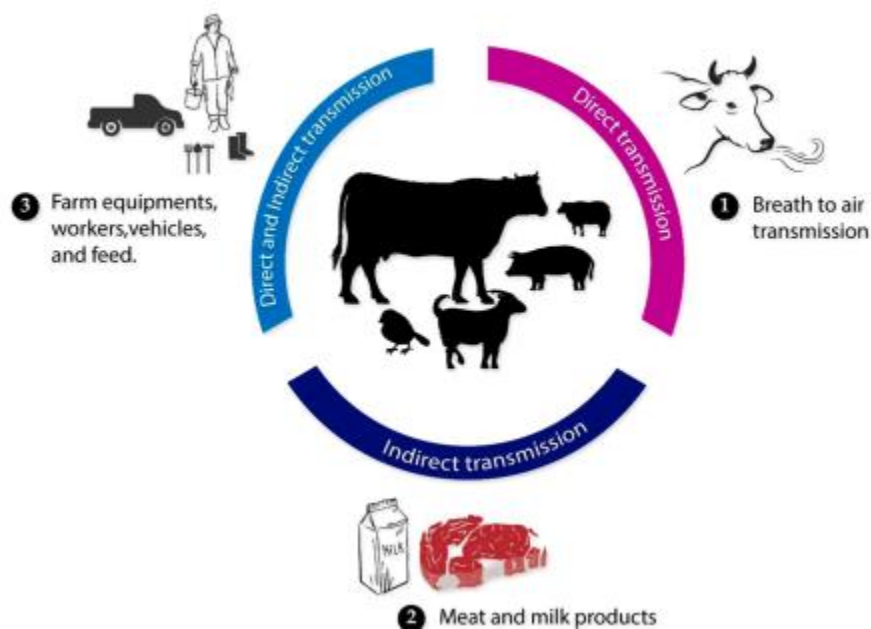
- تشخیص قطعی آزمایشگاهی ضروری است زیرا علائم بالینی FMD در گاو و خوک مشابه سایر بیماری‌های وزیکولی هستند (مثلاً وزیکولار استوماتیت، بیماری وزیکولی خوک).

- آزمایش‌ها شامل:

- RT-PCR زمان واقعی: برای تشخیص ژنوم ویروس حتی در نمونه‌های نامطلوب
- الایزای آنتی‌ژنی: برای تعیین سروتیپ
- ایزولاسیون ویروس در سلول‌های مناسب

- نمونه‌برداری

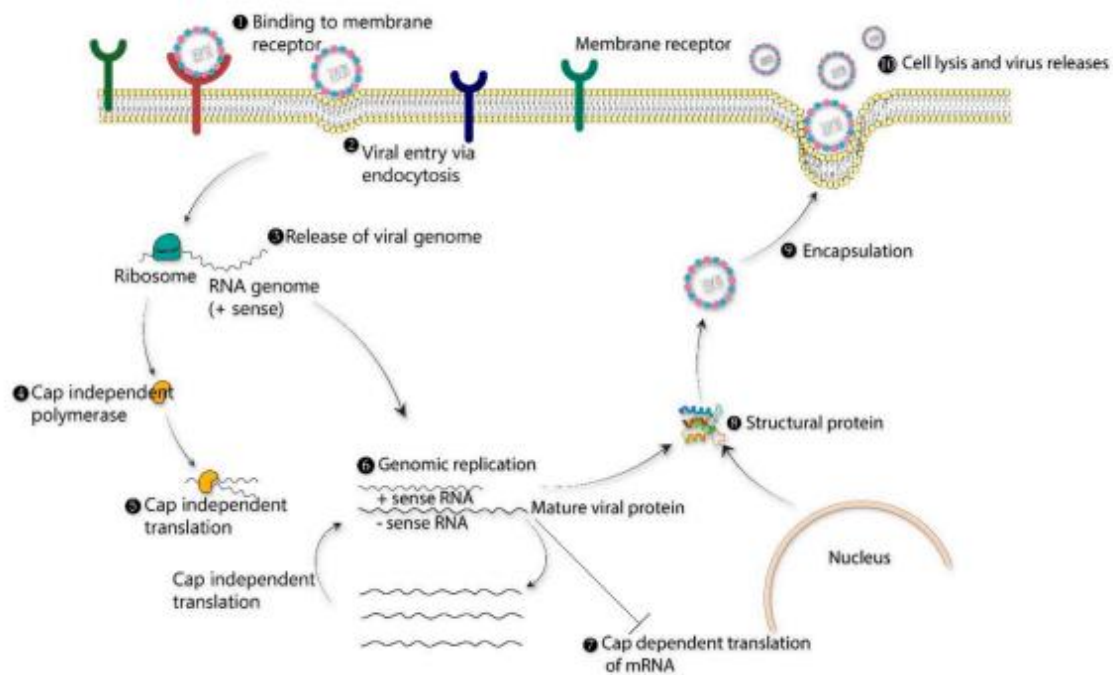
- بافت وزیکول یا مایع وزیکولی (~۱ گرم)
- در صورت نبود وزیکول: مایع حلقی probang یا سواب حلقی
- نمونه‌های سرمی برای بررسی آنتی‌بادی‌ها viremia کوتاه است، بنابراین وقتی ضایعات در حال بهبودند، ویروس خون را ترک کرده و آنتی‌بادی قابل شناسایی است.



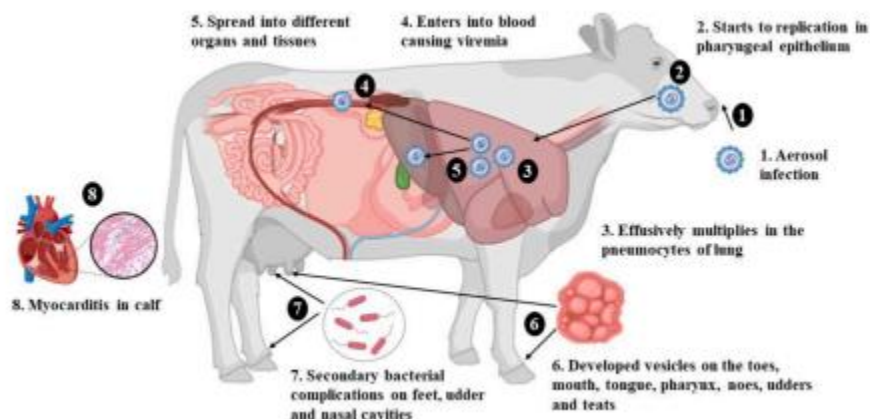
- شیوه‌های انتقال ویروس تب برفکی (FMDV):

- انتقال مستقیم از طریق تنفس

- انتقال غیرمستقیم از طریق محصولات حیوانی
- هر دو نوع انتقال مستقیم و غیرمستقیم ممکن است از طریق انسان‌ها، پرندگان، وسایل نقلیه، خوراک دام، تجهیزات و اسپرم رخ دهد.



ویروس تب برفکی (FMDV) به گیرنده‌های غشایی سلول میزبان متصل می‌شود، از طریق اندوسیتوز وارد سلول می‌شود و ژنوم RNA ویروسی را به سیتوپلاسم سلول میزبان آزاد می‌کند. از طریق رونوشت و ترجمه، RNAهای ژنومی مثبت به RNAهای منفی تبدیل می‌شوند و پروتئین‌های ویروسی بالغ ساخته می‌شوند. سپس کپسوله شدن رخ می‌دهد، سلول میزبان لیز می‌شود و ویروس آزاد شده سلول‌های مجاور را عفونی می‌کند.



پس از عفونت، تکثیر ویروس تب برفکی (FMDV) ابتدا در اپیتلیوم حلقی آغاز می‌شود و به‌طور گسترده در پنوموسیت‌های ریه ادامه می‌یابد. ویروس سپس وارد خون شده و باعث ویروسمی می‌شود و به اندام‌ها و بافت‌های مختلف می‌رود، جایی که وزیکول‌ها در زبان، پاها، حفره‌های بینی و پستان ایجاد می‌شوند و ممکن است با عوارض باکتریایی ثانویه همراه شوند؛ همچنین میوکاردیت نیز ممکن است رخ دهد.

کنترل و پیشگیری:

- در مناطق فاقد FMD:

- کشتار تمام دام‌های آلوده و کنترل حرکت حیوانات و محصولات برای محدود کردن انتشار.
- واکسیناسیون محدود به اطراف شیوع جهت مهار گسترش.

- در مناطق آندمیک:

- واکسیناسیون حیوانات به ویژه گاوهای شیرده برای جلوگیری از بیماری بالینی، زیرا کشتار همه دام‌های در معرض ممکن است اقتصادی نباشد.
- واکسن‌های غیرفعال محافظت ۴-۶ ماهه ارائه می‌دهند و از بیماری بالینی جلوگیری می‌کنند، اما مانع وضعیت حامل ویروس در حلق نمی‌شوند.

- اقدامات بهداشتی و قرنطینه‌ای:

- اطلاع سریع از بیماری و پیگیری اپیدمیولوژیک منبع ورود ویروس.
- دفن یا سوزاندن لاشه‌ها و ضدعفونی محیط با مواد قلیایی یا اسیدی.
- جلوگیری از دسترسی جوندگان و لاشخورها به لاشه‌ها.
- پاکسازی و ضدعفونی لباس‌ها و تجهیزات افراد در تماس با ویروس.

درمان:

- درمان اختصاصی وجود ندارد؛ در مناطق آندمیک مراقبت حمایتی مجاز است، اما هدف اصلی کنترل، پیشگیری و محدودسازی شیوع است.
- کنترل تب برفکی عمدتاً بر واکسیناسیون، قرنطینه، محدودیت جابجایی دام‌ها و نظارت مستمر متمرکز است. واکسیناسیون به صورت سالانه در مناطق با ریسک بالا و همچنین به عنوان واکسیناسیون اضطراری پس از شیوع بیماری انجام می‌شود و می‌تواند شدت بالینی بیماری و انتشار ویروس را کاهش دهد، اما نمی‌تواند وضعیت حامل ویروس در حیوانات را کاملاً از بین ببرد. پوشش واکسیناسیون در برخی مناطق ناکافی است و گاهی واکسن‌ها با سویه‌های گردش‌کننده ویروس تطابق کامل ندارند.
- قرنطینه دام‌های آلوده یا مشکوک و اعمال محدودیت‌های جابجایی دام و محصولات دامی از اقدامات حیاتی برای جلوگیری از گسترش بیماری هستند. ایستگاه‌های بازرسی دام و نظارت بر بازارها نقش مهمی در کنترل شیوع دارند. علاوه بر این، جمع‌آوری و ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه‌های مرجع برای شناسایی سویه‌ها و ردیابی شیوع ضروری است. توسعه سیستم‌های استاندارد گزارش‌دهی ملی، شامل روش‌های الکترونیکی و مشارکت فعال جامعه، برای رصد مؤثر تب برفکی و اجرای موفق اقدامات پیشگیرانه بسیار مهم است.
- چالش‌های اصلی در کنترل FMD شامل محدودیت منابع و ظرفیت‌های دامپزشکی، پوشش ناکافی واکسیناسیون، و کمبود هماهنگی بین داده‌های محلی و آزمایشگاهی است. آموزش دامداران و مشارکت فعال جامعه برای دستیابی به کنترل مؤثر بیماری حیاتی تلقی می‌شود.

منابع:

- 1.Humphreys, J. M., et al. (2025). *Epidemiology and economics of foot-and-mouth disease*. Veterinary Research.
<https://veterinaryresearch.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13567-025-01561-5>
- 2.Byamukama, B., et al. (2025). *Epidemiology and control strategies for foot-and-mouth disease*. Springer. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11259-025-10791-z>
- 3.Gunasekera, U., et al. (2025). Foot-and-mouth disease reproduction number: a scoping review. *Frontiers in Veterinary Science*. <https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2025.1576974/full>
- 4.Chumsang, P., et al. (2025). Qualitative Risk Assessment of FMDV Introduction via Raw Milk Transportation. *Veterinary Sciences*. <https://www.mdpi.com/2306-7381/12/7/623>
- 5.Rawdon, T., et al. (2021). Biosecurity in endemic foot-and-mouth disease settings. *WOAH*. <https://www.woah.org/app/uploads/2021/03/21112019-00157-en-rawdon-ang.pdf>
- 6.Mashinagu, M. M., et al. (2024). Challenges of Controlling Foot-and-Mouth Disease in Africa. *Journal of Veterinary Epidemiology*.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2024/2700985>
- 7.Mirzaie, K., et al. (2025). Livestock Mobility and Risk of FMD Spread in Iran. *Ruminants*. <https://www.mdpi.com/2673-933X/3/4/27>