



© Gheorghe Mindru / Dreamstime

Ungewöhnlicher Cluster

Frühsommer-Meningoenzephalitis

Dr. med. Laura Benz^{a*}; Alexandra Töngj^{b*}, dipl. Ärztin; Prof. Dr. med. Traudel Saurenmann^a; Jan-Erik Ingenhoff, M. Sc.^c; Dr. med. Adrian Schmid^d; Franziska Berger-von Orelli^a, dipl. Ärztin; Prof. Dr. med. Urs Eriksson^b; Dr. med. Christian Rüegg^b

^a Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin, Kantonsspital Winterthur, Winterthur; ^b Klinik für Allgemeine Innere Medizin, Gesundheitszentrum im Zürcher Oberland (GZO) Spital Wetzikon, Wetzikon; ^c Agroscope, Bern; ^d Medizinische Poliklinik und Infektiologie, Kantonsspital Winterthur, Winterthur

* Geteilte Erstautorschaft

Hintergrund

Die Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) wird durch das FSME-Virus aus der Familie der Flaviviren verursacht und tritt vor allem in den Sommermonaten auf [1]. Sie gilt in weiten Teilen von Zentral-, Nord- und Osteuropa sowie Russland, in nördlichen Teilen Chinas und Japan als endemisch [2]. Es können fünf Virussubtypen unterschieden werden: der europäische, der sibirische, der fernöstliche [3] sowie der himalayische [4] und baikalische Subtyp [5]. In der Schweiz hat sich das Virus in den letzten Jahren stark ausgebreitet, mit einer maximalen Inzidenz von 5,4/100 000 Einwohnende im Jahre 2020 [6]. Im Vergleich dazu lag die Inzidenz im Jahr 2015 noch bei 1,5/100 000 Einwohnende [7]. Als mögliche Ursachen dieser Zunahme werden ein verändertes Freizeit- und Essverhalten, sich ändernde klimatische Bedingungen sowie eine dynamische und heterogene Landnutzung mit Durchmischung der

Lebensräume von Vektor, Reservoir und Virus gesehen [8].

Die Übertragung erfolgt meistens durch Zeckenstiche, in der Schweiz vor allem durch *Ixodes ricinus* (Gemeiner Holzbock). Diese sind hierzulande zu 0,5–5% mit FSME infiziert [9], das eigentliche Virusreservoir bilden jedoch Kleinsäuger (Abb. 1), aber auch Wild-, Haus- und Nutztiere können befallen sein [10]. Dass sich die genannten Wirte ebenfalls mit FSME-Symptomen präsentieren, ist selten. In der Literatur sind aber einzelne Fälle von Tieren mit neurologischen Symptomen wie Ataxie, Tremor oder Nystagmus beschrieben [11].

Gemäss Studien von Krech et al. liegt die Übertragungswahrscheinlichkeit von FSME auf den Menschen nach dem Stich einer infizierten Zecke bei ungefähr 30%. Wiederum circa 30% der Infizierten entwickeln nach einer Inkubationszeit von 4–28 Tagen [12] Symptome eines viralen Infektes mit Fieber, Kopf- und Gliederschmerzen. Nach einem beschwerdefreien Intervall von bis zu zehn Tagen kommt es bei circa 30% der sympto-

matischen Patientinnen und Patienten als Ausdruck der Beteiligung des zentralen Nervensystems (ZNS) zu neurologischen Beschwerden (Schwindel, Photophobie, Kopf- und Nackenschmerzen, Bewusstseinsstörungen). Die Mortalität bei Betroffenen mit ZNS-Beteiligung liegt bei ungefähr 1% [13].

Neben einem Zeckenstich existiert als eine weitere mögliche FSME-Infektionsroute die alimentäre Übertragung über Rohmilch und Rohmilchprodukte. Der erste grössere Ausbruch von alimentär übertragener FSME in Europa mit mehr als 600 infizierten Personen wurde bereits 1953 in Roznov, Tschechien, beschrieben. Zu dieser Zeit war die Infektionsroute über die Milch weitaus bekannter als die über die Zecken, weshalb FSME auch «biphasisches Milchfieber» genannt wurde [14]. Die Befallsrate bei alimentärem Übertragungsweg liegt bei 15% (gepoolte Daten), wobei sich die Zahlen je nach Outbreak sehr stark unterscheiden (Range 6–100%) [15]. Die Inkubationszeit ist bei der alimentären FSME mit median 3,5 Tagen (Interquartilsab-

stand 2–14 Tagen) deutlich kürzer [16]. Zu einer neuroinvasiven Erkrankung kommt es in 39% der Fälle [15].

Fallbericht

Fall 1: Mutter

Die 38-jährige Patientin stellte sich auf der Notfallstation des GZO-Spitals Wetzikon mit subfebrilen Temperaturen um 37,7 °C, seit zwei Tagen bestehenden Kopf- und Ohrenscherzen sowie Diplopie vor. Die klinische Untersuchung inklusive Hirnnervenstatus war allerdings unauffällig; es konnten keine fokalneurologischen Ausfälle oder ein Meningismus objektiviert werden. Bereits 14 Tage vor Beginn dieser Beschwerden habe sie an subfebrilen Temperaturen und «grippalen» Symptomen gelitten.

Im Labor imponierte eine Leukozytose von 12,9 G/l mit leicht erhöhtem C-reaktiven Protein (CRP) von 7,4 mg/l sowie eine leichte Hyponatriämie von 132 mmol/l. Im Computertomogramm des Schädels konnten keine pathologischen Veränderungen nachgewiesen werden. Im Liquor fand sich dagegen eine

deutlich erhöhte Zellzahl von 198 Zellen/µl (55% polynukleär); Laktat, Glukose und Proteine lagen im Normbereich.

Es wurde eine empirische intravenöse antibiotische Therapie mit Ceftriaxon und bei anamnestisch Verzehr roher Schafsmilch unter Berücksichtigung der möglichen Differentialdiagnose einer Listeriose auch mit Amoxicillin begonnen, zudem wurden Dexamethason und bei möglicher Herpes-Enzephalitis Aciclovir verabreicht. Sowohl kulturell wie molekularbiologisch konnten im Liquor keine Bakterien oder Viren (Borrelien, Listerien, Herpes-simplex-Virus, Varizella-Zoster-Virus) nachgewiesen werden. Serologisch fanden sich jedoch erhöhte Antikörper gegen FSME-Virus (Immunglobulin G [IgG] 474 U/ml [Norm: <100 U/ml], IgM 66 U/ml [Norm: <10 U/ml]), sodass wir von einer FSME ausgingen und die antibiotische Therapie, Dexamethason und Aciclovir sistierten. Bereits am dritten Hospitalisationstag zeigte sich eine Besserung der Symptome, am fünften Tag konnte die Patientin entlassen werden.

Fall 2: Tochter 1

Die 8-jährige Patientin wurde aufgrund von Fieber bis 40 °C, frontalen Kopf- und Nacken- sowie intermittierenden Bauchschmerzen seit zwei Tagen und bei pathologischem Liquor der Mutter an die Kinderklinik des Kantonsspitals Winterthur (KSW) verlegt. Klinisch war die Patientin in reduziertem Allgemeinzustand, febril mit 38,6 °C und wies einen Meningismus sowie ein positives Brudzinski-Zeichen auf, fokalneurologische Ausfälle konnten nicht objektiviert werden. Im Labor imponierte ein leicht erhöhtes CRP von 17 mg/l, im Liquor wurde eine erhöhte Zellzahl von 92 Zellen/µl (62% polynukleär) nachgewiesen. Laktat, Glukose und Protein waren nicht erhöht. Es wurde ebenfalls mit einer empirischen intravenösen antibiotischen Therapie mit Ceftriaxon begonnen. Zusätzlich wurden wegen des anamnestischen Verzehrs von roher Schafsmilch Amoxicillin und Tobramycin verabreicht. Bei fehlendem Wachstum in der Liquorkultur wurde die antibiotische Therapie nach 48 Stunden sistiert und eine virale Genese postuliert. Serologisch konnten Antikörper

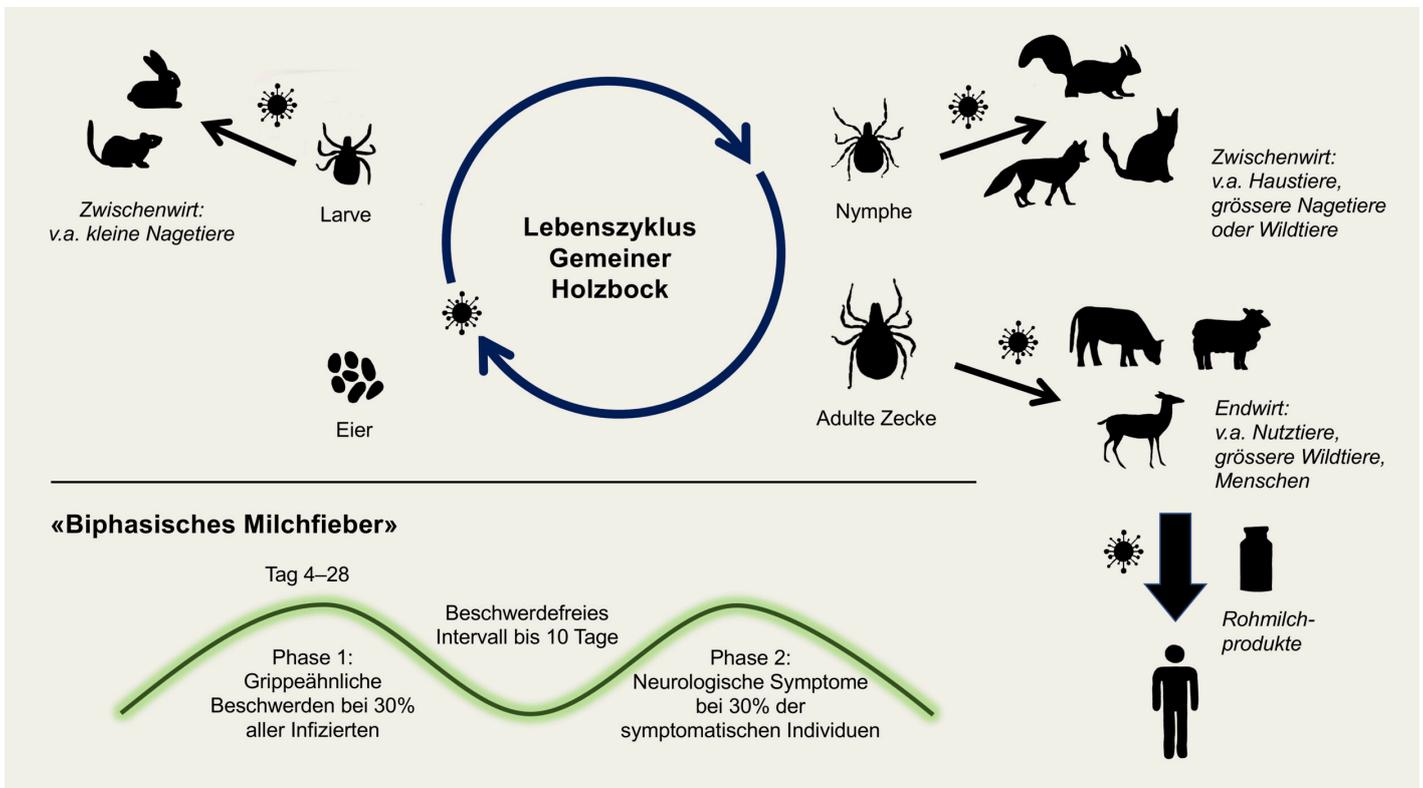


Abbildung 1: Entwicklungszyklus des Gemeinen Holzbocks *Ixodes ricinus*: Aus den Eiern eines befruchteten Zeckenweibchens schlüpfen Larven, die sich über die Nympe zur adulten Zecke entwickeln. Während eines Lebenszyklus ernähren sich die Zecken je nach Entwicklungsstadium vom Blut unterschiedlicher Wirte und können sich so mit FSME-Viren infizieren [27]. Die FSME-Viren können sowohl transstadial (von einem zum nächsten Entwicklungsstadium) als auch transovariell (von adulten Zecken auf die Nachkommen) übertragen werden, sodass eine lange Persistenz in einer Zeckenpopulation besteht [29]. Aufgrund des möglichen Übertragungsweges vom FSME-Virus auf den Menschen über Rohmilchprodukte und des biphasischen Verlaufs der Erkrankung wird die Infektion auch «biphasisches Milchfieber» genannt [14]. FSME: Frühsommer-Meningoenzephalitis.

gegen das FSME-Virus (IgG 719 U/ml, IgM nachweisbar) gefunden werden. Während der Hospitalisation kam es zu einer Zustandsverschlechterung mit passagerer Wesensveränderung und Gangunsicherheit, am zehnten Hospitalisationstag konnte die Patientin aber in deutlich gebessertem Zustand entlassen werden.

Fall 3: Tochter 2

Die 6-jährige Patientin wurde am gleichen Tag wie ihre ältere Schwester mit subfebriler Temperatur 37,8 °C, Kopf-, Nacken- sowie gelegentlichen Bauchschmerzen am KSW vorstellig. In der klinischen Untersuchung konnten auch bei ihr ein Meningismus sowie ein positives Brudzinski-Zeichen nachgewiesen werden. Die Entzündungsparameter waren unauffällig, es imponierte lediglich eine Thrombozytose von 448 G/l. Im Liquor wurden 81 Zellen/µl (60% polynukleär) nachgewiesen, Laktat, Glukose und Proteine waren im Normbereich. Auch bei ihr wurden Ceftriaxon, Amoxicillin und Tobramycin verabreicht und bei fehlendem Wachstum in der Liquorkultur nach 48 Stunden sistiert. Serologisch fanden sich erneut Antikörper gegen FSME-Virus (IgG 2755 U/ml, IgM nachweisbar). Am zehnten Hospitalisationstag konnte die Patientin beschwerdefrei entlassen werden.

Fall 4: Sohn

Der 4-jährige Patient wurde gemeinsam mit seinen Schwestern am KSW mit Fieber bis 40,0 °C und Kopfschmerzen vorstellig. Trotz fehlendem Meningismus und unauffälligem Status wurde aufgrund der Umgebungsanamnese eine Lumbalpunktion durchgeführt, wobei auch bei ihm eine erhöhte Zellzahl von 51 Zellen/µl (43% polynukleär) mit Laktat, Glukose und Protein im Normbereich nachgewiesen werden konnte. Es erfolgte eine empirische antibiotische Therapie mit Ceftriaxon, Amoxicillin und Tobramycin, bei fehlendem Wachstum in der Liquorkultur wurden diese nach 48 Stunden sistiert. Serologisch erfolgte ebenfalls Nachweis von Antikörpern gegen FSME-Virus (IgG 2647 U/ml, IgM nachweisbar). Am siebten Hospitalisationstag konnte der Patient beschwerdefrei entlassen werden.

Fall 5: Vater

Aufgrund der eindrücklichen Umgebungsanamnese wurde der 33-jährige, zu diesem Zeitpunkt asymptomatische Patient von der Pädiatrie des KSW am gleichen Tag wie seine Kinder und die Ehefrau auf die internistische Notfallstation des KSW zugewiesen. Zwei

Tage zuvor habe er an Kopfschmerzen gelitten. Es sei kein Zeckenstich erinnerlich, es lag keine Immunisierung gegen FSME vor und er berichtete von einem regelmässigen Konsum roher Schafsmilch. Die klinische Untersuchung war unauffällig, insbesondere weder Kopfschmerzen noch Meningismus bei Präsentation, weshalb auf eine Lumbalpunktion verzichtet wurde. Die Entzündungszeichen lagen im Normbereich, es imponierte lediglich eine leichtgradige Lymphozytopenie von 1,4 G/l. Serologisch konnten Antikörper gegen FSME-Virus nachgewiesen werden (IgG 582 U/ml, IgM nachweisbar), in den Folgetagen gab der Patient intermittierend leichte Kopfschmerzen an.

Diskussion

Wir beschreiben hier einen ungewöhnlichen FSME-Cluster innerhalb einer Familie, bei dem fast zeitgleich alle fünf Familienmitglieder betroffen waren (Tab. 1) und vier Familienangehörige stationär betreut werden mussten. Bei keinem der fünf Betroffenen war ein Zeckenstich erinnerlich, niemand war gegen das FSME-Virus immunisiert worden. Aufgrund des regelmässigen Konsums von roher Schafsmilch aus dem eigenen Landwirtschaftsbetrieb, des fast zeitgleichen Symptombeginns sowie der ausgeprägten Symptomatik von 4/5 Familienmitgliedern gehen wir am ehesten von einer Transmission via rohe Schafsmilch aus. Polynukleäre Zellen in der zytologischen Untersuchung des Liquors können durchaus auch in der Frühphase einer viralen Meningoenzephalitis detektiert werden, sodass dieser Befund auch zu einer FSME passt. In den Polymerase-Kettenreaktion-(PCR-)Untersuchungen von Milchproben und Blutproben der Schafe (Milch 3/4 respektive Blut 4/4 der infrage kommenden Milchschafe) gelang kein Nachweis von FSME-Ribonukleinsäure. Eine serologische Untersuchung auf FSME war aus technischen Gründen nicht möglich.

Dass das FSME-Virus über die Milch von Kleinwiederkäuern weitergegeben werden kann, ist schon seit Längerem bekannt [17, 18]. Seit 1980 wurden in Europa in der Slowakei, Tschechien, Polen, Ungarn, Estland, Deutschland, Kroatien, Österreich, Slowenien, Russland und Frankreich Fälle von alimentärer FSME dokumentiert. Die Fälle haben gemein, dass kurz vor der Manifestation einer FSME jeweils Rohmilchprodukte von Ziegen, Schafen und Kühen konsumiert wurde und die Betroffenen – mit einer Ausnahme mit letztem Booster vor >15 Jahren – nicht gegen FSME geimpft waren [15, 19, 20].

Der bisher grösste Fall in Zentraleuropa wurde 2020 in Frankreich beobachtet, bei dem rund 40 Personen nach Konsum von Rohmilchkäse aus Ziegenmilch positiv auf FSME getestet wurden [21].

Schätzungen zufolge werden rund 1% aller FSME-Infektionen beim Menschen durch den Verzehr von nicht pasteurisierter Milch und durch Milchprodukte infizierter Tiere verursacht [22]. Es wurden auch einige wenige FSME-Fälle dokumentiert, die auf den Konsum nicht pasteurisierter Kuhmilch zurückzuführen sind [12]. Auffällig ist hierbei, dass der Anteil an Infektionen durch Kuhmilch im Vergleich zu Milch von Kleinwiederkäuern sehr gering ausfällt. Zum einen ist bekannt, dass Kühe verglichen mit Ziegen und Schafen eine geringere Menge an FSME-Viren über die Milch ausscheiden [10], zum anderen wird Kuhmilch in der Regel als Sammelmilch etlicher Einzeltiere aus verschiedenen Betrieben verarbeitet, womit auch der Verdünnungseffekt einer Infektion mit FSME-Viren entgegenwirkt. Eine Laborstudie mit Rohmilchfrischkäse aus Kuhmilch hat gezeigt, dass die Virenkonzentration bereits bei einer Lagerung bei 5 °C über 14 Tage deutlich abnimmt [23]. Von handelsüblichen Produkten aus Kuhrohmilch in der Schweiz geht daher kein nennenswertes Risiko aus. Da auch Ziegen- und Schafmilch für den kommerziellen Vertrieb in der Regel vor der Verarbeitung oder dem Verzehr hitzebehandelt wird, ist eine Kontamination von FSME-infizierter Trinkmilch und entsprechenden Milcherzeugnissen unwahrscheinlich [24].

Das Wichtigste für die Praxis

- Neben der Übertragung einer Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) über einen Zeckenstich existiert als weitere mögliche Infektionsroute die alimentäre Übertragung über Rohmilch und Rohmilchprodukte.
- FSME-Viren bleiben in Milch und Butter bis zu zwei Monate infektiös, können aber durch thermische Behandlung inaktiviert werden [25, 26]. Es wird daher empfohlen, die Rohmilch vor der Weiterverarbeitung zu pasteurisieren.
- Die FSME-Impfung bietet einen effektiven Schutz gegen eine Infektion; auch gegenüber der alimentären Infektionsroute [27, 28]. Der von uns beschriebene Fall hätte durch eine FSME-Impfung verhindert werden können.

Korrespondenz

Dr. med. Christian Rüegg
 GZO Spital Wetzikon
 Spitalstrasse 66
 CH-8620 Wetzikon
 christian.rueegg[at]gzo.ch

Ethics Statement

Ein schriftlicher Informed Consent zur Publikation liegt vor.

Conflict of Interest Statement

CR gab an, Reisekostenunterstützung von Gilead zur Teilnahme am European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ECCMID) 2023 erhalten zu haben. Die übrigen Autorinnen und Autoren haben deklariert, keine potentiellen Interessenskonflikte zu haben.

Author Contributions

LB: Literaturrecherche, Einholen der Einverständniserklärung, Verfassen des ersten Entwurfs, Überarbeitung des Manuskripts, Design der Abbildung, Umsetzen der Revision, Einreichen der Arbeit, Korrespondenz mit Journal.
 AT: Literaturrecherche; Verfassen des ersten Entwurfs, Führen des Literaturverzeichnis, Einholen der veterinärmedizinischen Bewilligung zur Probenentnahme. TS, JEL, AS und UE: Literaturrecherche, Manuskript-Review, Supervision. FBvO: Konzeptualisierung, Literaturrecherche, Überarbeitung des Manuskripts. CR: Konzeptualisierung, Projektadministration, Literaturrecherche, Überarbeitung des Manuskripts, Überarbeitung der Revision.



Dr. med. Laura Benz
 Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin,
 Kantonsspital Winterthur, Winterthur



Alexandra Töngi, dipl. Ärztin
 Klinik für Allgemeine Innere Medizin, GZO
 Spital Wetzikon, Wetzikon

Tabelle 1: Symptome, Serologie, Liquorbefund und Hospitalisationsdauer des FSME-Clusters

Fall	Alter, Geschlecht	Symptome	FSME-Serologie*	Liquor-Zellzahl/µl	Hospitalisation (Tage)
1	38, w	Subfebril, Kopfschmerzen, Diplopie	IgM 66 U/ml IgG 474 U/ml	198 (55% polynukleär)	5
2	8, w	Fieber, Kopf-/Nacken-/Bauchschmerzen, Meningismus	IgM nachweisbar IgG 719 U/ml	92 (62% polynukleär)	10
3	6, w	Subfebril, Kopf-/Nacken-/Bauchschmerzen, Meningismus	IgM nachweisbar IgG 2755 U/ml	81 (60% polynukleär)	10
4	4, m	Fieber, Kopfschmerzen	IgM nachweisbar IgG 2647 U/ml	51 (43% polynukleär)	7
5	33, m	Kopfschmerzen	IgM nachweisbar IgG 582 U/ml	Keine LP	0

* Mittels Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA), Institut Virion\Serion GmbH, ermittelt (FSME-IgG [Sensitivität >99%, Spezifität 96,1%] und FSME-IgM [Sensitivität >99%, Spezifität >99%]).

FSME: Frühsommer-Meningoenzephalitis; IgG: Immunglobulin G; IgM: Immunglobulin M; LP: Lumbalpunktion; m: männlich; w: weiblich.

Literatur

- 1 Heinz FX, Tick-borne encephalitis virus: advances in molecular biology and vaccination strategy in the next century. *Zentralbl Bakteriol.* 1999;289(5–7):506–10.
- 2 European Centre for Disease Prevention and Control. Epidemiological situation of tick-borne encephalitis in the European Union and European Free Trade Association countries. Stockholm: ECDC; 2012.
- 3 Pierson T, Diamond M. Flaviviruses. In: Knipe DM, Howley PM, Cohen JI, Griffin DE, Lamb RA, Martin MA, et al. *Fields Virology*. Wolters Kluwer Health; 2013. 747–94.
- 4 Dai X, Shang G, Lu S, Yang J, Xu J. A new subtype of eastern tick-borne encephalitis virus discovered in Qinghai-Tibet Plateau, China. *Emerg Microbes Infect.* 2018;7(1):74.
- 5 Demina TV, Dzhiyev YP, Verkhozina MM, Kozlova IV, Tkachev SE, Plyusnin A, et al. Genotyping and characterization of the geographical distribution of tick-borne encephalitis virus variants with a set of molecular probes. *J Med Virol.* 2010;82(6):965–76.
- 6 Bundesamt für Gesundheit. Meldungen Infektionskrankheiten. *Bull BAG.* 2020;53:4–5.
- 7 Bundesamt für Gesundheit. Meldungen Infektionskrankheiten. *Bull BAG.* 2015;52:980–1.
- 8 Saegerman C, Humblet MF, Leandri M, Gonzalez G, Heyman P, Spring H, et al. First Expert Elicitation of Knowledge on Possible Drivers of Observed Increasing Human Cases of Tick-Borne Encephalitis in Europe. *Viruses.* 2023;15(3):791.
- 9 Bundesamt für Gesundheit. Publikationen zu übertragbaren Krankheiten – Zeckenzephalitis. [cited Okt. 2022]. Available from: <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/das-bag/publikationen/broschueren/publikationen-uebertragbare-krankheiten/zeckenzephalitis.html>
- 10 Topp AK, Springer A, Mischke R, Rieder J, Feige K, Ganter M, et al. Seroprevalence of tick-borne encephalitis virus in wild and domestic animals in northern Germany. *Ticks Tick Borne Dis.* 2023;14(6):102220.
- 11 Böhm B, Schade B, Bauer B, Hoffmann B, Hoffmann D, Ziegler U, et al. Tick-borne encephalitis in a naturally infected sheep. *BMC Vet Res.* 2017;13(1):267.
- 12 Kaiser R. The clinical and epidemiological profile of tick-borne encephalitis in southern Germany 1994–98: a prospective study of 656 patients. *Brain.* 1999;122(11):2067–78.
- 13 Krech T. Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) – Stetige Zunahme der Fälle trotz wirksamer Impfung. *Schweiz Med Forum.* 2006;06(11):268–74.
- 14 Dobler G, Stoma I. TBE in special situations. [Chapter 7] In: Dobler G, Erber W, Schmitt HJ, editors. *The TBE Book*. 4th ed. Singapore: Global Health Press; 2021.
- 15 Elbaz M, Gadoth A, Shepshelovich D, Shasha D, Rudoler N, Paran Y. Systematic Review and Meta-analysis of Foodborne Tick-Borne Encephalitis, Europe, 1980–2021. *Emerg Infect Dis.* 2022;28(10):1945–54.
- 16 Dorko E, Hockicko J, Rimárová K, Bušová A, Popadák P, Popadáková J, Schréter I. Milk outbreaks of tick-borne encephalitis in Slovakia, 2012–2016. *Cent Eur J Public Health.* 2018;26 Suppl:47–50.
- 17 Van Tongeren HA. Encephalitis in Austria. IV. Excretion of virus by milk of the experimentally infected goat. *Arch Gesamte Virusforsch.* 1955;6(2–3):158–62.
- 18 Grešíková M. The transmission of the virus of the Czechoslovak tick encephalitis by goat milk: In: Libikova H, editor. *Tick-borne encephalitis in Europe*. Berlin: Akademie-Verlag Berlin; 1960.
- 19 Holzmann H, Aberle SW, Stiasny K, Werner P, Mischak A, Zainer B, et al. Tick-borne encephalitis from eating goat cheese in a mountain region of Austria. *Emerg Infect Dis.* 2009;15(10):1671–3.
- 20 Brockmann SO, Oehme R, Buckenmaier T, Beer M, Jeffery-Smith A, Spannenkrebs M, et al. A cluster of two human cases of tick-borne encephalitis (TBE) transmitted by unpasteurised goat milk and cheese in Germany, May 2016. *Euro Surveill.* 2018;23(15): 17–00336.
- 21 Hennechart-Collette C, Gonzalez G, Fourniol L, Fraisse A, Beck C, Moutailler S, et al. Method for tick-borne encephalitis virus detection in raw milk products. *Food Microbiol.* 2022;104:104003.
- 22 Bogovic P, Strle F. Tick-borne encephalitis: A review of epidemiology, clinical characteristics, and management. *World J Clin Cases.* 2015;3(5):430–41.
- 23 Saier R, Kömpf D, Hinrichs J. Herstellung von Frischkäse aus mit FSME-Viren belasteter Rohmilch: Effekt des gesäuerten Produkts auf die Viruskonzentration. 2016. 16. Fachsymposium Lebensmittelmikrobiologie: Hohenheim. Poster 22.
- 24 Ingenhoff JE, Mühlemann M, Ackermann-Gäumann R, Moor D, Berger T. Risk assessment of the alimentary transmission of tick-borne encephalitis viruses from goats to humans by milk and milk products in Swiss alpine regions. *Archiv für Lebensmittelhygiene.* 2020;5(71):110–4.
- 25 Saier R, Maier G, Atamer Z, Hinrichs J. Thermal inactivation of tickborne encephalitis virus in milk. *International Journal of Dairy Technology.* 2015;68(3):366–73.
- 26 Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV. Frühsommer-Meningoenzephalitis – FSME beim Tier und beim Menschen. [cited Okt. 2022]. Available from: <https://www.blv.admin.ch/blv/de/home/tiere/tierseuchen/uebersicht-seuchen/alle-tierseuchen/fruehsommer-meningoenzephalitis-fsme.html>.
- 27 Chitimia-Dobler L, Lindau A, Oehme R, Bestehorn-Willmann M, Antwerpen M, Drehmann M, et al. Tick-Borne Encephalitis Vaccination Protects from Alimentary TBE Infection: Results from an Alimentary Outbreak. *Microorganisms.* 2021;9(5):889.
- 28 Michelitsch A, Wernike K, Klaus C, Dobler G, Beer M. Exploring the Reservoir Hosts of Tick-Borne Encephalitis Virus. *Viruses.* 2019;11(7):669.
- 29 Kupca AM. *Ixodes ricinus* (Ixodidae): Saisonale Aktivität und natürliche Infektionen mit dem FSME-Virus an ausgewählten Standorten in Bayern. München: Ludwig-Maximilians-Universität, Tierärztliche Fakultät; 2009.