

SILKE M. BESIER UND VOLKHARD A. J. KEMPF, FRANKFURT

Bartonellen-Infektionen

Häufig, aber häufig verkannt

Das durch Bartonellen verursachte Spektrum an Erkrankungen reicht von leichten, lokal beschränkten Infektionen bis hin zu schwersten systemischen Infektionsverläufen. Die Diagnostik ist nicht immer einfach, die Therapie stellt kein großes Problem dar. Die größte Hürde: Daran denken!

In Deutschland werden die meisten Bartonellosen beim Menschen durch *B. henselae* und *B. quintana* verursacht, die übrigen 13 gegenwärtig als humanpathogen geltenden Spezies dürften nur eine deutlich geringere klinische Rolle spielen.

Bartonella henselae ist weltweit verbreitet und wird typischerweise durch Biss- oder Kratzwunden von jungen (symptomlosen) Katzen auf den Menschen übertragen. Ca. 13% der Hauskatzen in Deutschland sind bakteriämisch, bei streunenden oder in Tierheimen untergebrachten Katzen liegt der Anteil zwischen bei 16-89%. Übertragungen von Mensch-zu-Mensch kommen nicht vor, familiäre Häufungen sind wahrscheinlich durch Kontakt mit demselben Tier bedingt. Die KKK wird in Deutschland selten diagnostiziert, obwohl die Seroprävalenz von anti-*B. henselae* IgG bei etwa 10% liegt und rund 14% aller Lymphadenopathien im Kopf-Hals-Bereich durch den Erreger verursacht werden. Die Inkubationszeit beträgt ca. 3-10 Tage bis zum Auftreten der Hautläsion und weitere 2-6 Wochen bis zur Entstehung einer Lymphadenitis.

Bartonella quintana ist ebenfalls weltweit endemisch, der Mensch galt bisher als das einzige Reservoir, möglicherweise können auch Hunde infiziert sein. Eine Übertragung erfolgt durch

Klinisches Krankheitsbild	Ursächliche Bartonellen-Spezies
Katzenkratzkrankheit	<i>B. henselae</i> , selten <i>B. clarridgeiae</i>
Endokarditis	<i>B. henselae</i> , <i>B. quintana</i> und andere
Bazilläre Angiomatose, Peliosis hepatis	<i>B. henselae</i> , <i>B. quintana</i>
Schützengraben-Fieber (Wolhynisches-Fieber, Fünftagesfieber, „trench fever“)	<i>B. quintana</i>
Carrión-Krankheit	<i>B. bacilliformis</i> , <i>B. ancashensis</i>
Unspezifische Symptome	Nagetierassoziierte Bartonellen

Tab. 1 Erkrankungensbilder und Erreger

den Kot von Kleiderläusen. Infektionen sind an schlechte sanitäre und unhygienische Lebensbedingungen geknüpft und waren während des 1. Weltkriegs unter Soldaten weit verbreitet. *B. quintana* gewinnt zunehmende Bedeutung als Erreger von Bakteriämien und Endokarditiden bei HIV-infizierten Patienten und Obdachlosen, die aufgrund des häufigen Befalls mit Körperläusen (Vektor) vom sog. „urban trench-fever“ bedroht sind. Endemische Foci bestehen noch in Russ-

land, Mexiko, Bolivien, Nordafrika, Burundi und Äthiopien. Die Inkubationszeit beträgt 3 Tage bis 5 Wochen. Aktuelle Kriegsaktivitäten lassen befürchten, dass das Schützengrabenfieber wieder häufiger vorkommen wird.

Bartonella bacilliformis und ***Bartonella ancashensis***: verursachen das sog. Oroyafieber. Das Verbreitungsgebiet des Erregers ist Südamerika, hier v.a. die Hochtäler der Anden (Peru, Kolumbien, Ecuador, Bolivien, Chile).

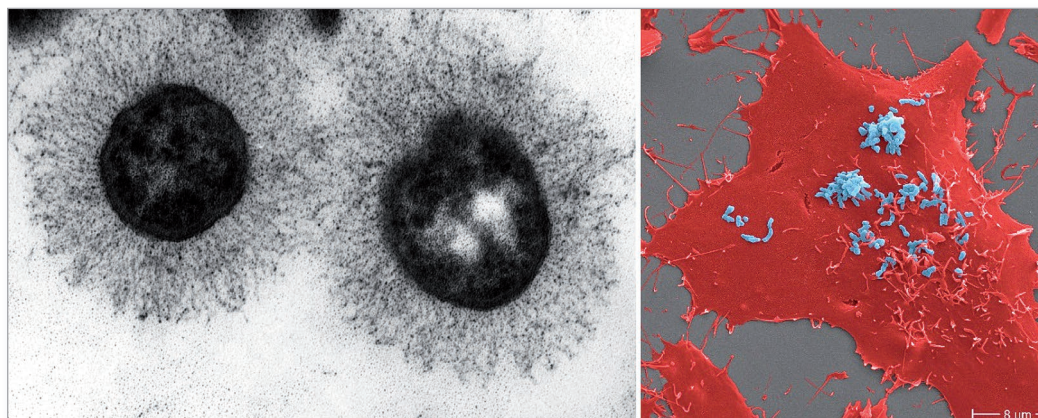


Abb. 1 Links: *Bartonella henselae* mit Expression des langen trimeren Autotransporteradhäsin BadA. Entnommen aus: Kaiser et al., 2011. Rechts: Mit *B. henselae* (blau) infizierte Endothelzellen (rot, Rasterelektronenmikroskopie). Entnommen aus: van Belkum et al., 2021

Asymptomatische bakteriämische Patienten stellen das Erregerreservoir dar. Ein Drittel der gesunden Bevölkerung aus den Endemiegebieten Perus besitzt Antikörper gegen *B. bacilliformis*. Sandmücken der Gattung *Lutzomyia*, die in den Andentälern in Höhen zwischen ca. 500 und 3.000 m vorkommen, übertragen *B. bacilliformis* durch Aufnahme infektiösen Blutes asymptomatischer Patienten. Die Inkubationszeit der biphasischen Erkrankung beträgt etwa 3 Wochen.

KATZENKRATZKRANKHEIT

B. henselae (selten *B. clarridgeiae*) ist der Erreger der Katzenkratzkrankheit (KKK) sowie einer „kulturnegativen“ Endokarditis. Der Erreger verursacht bei Immunsupprimierten (z.B. AIDS-Patienten) die vaskuloproliferativen Erkrankungen bazilläre Angiomatose und Peliosis hepatis.

Von der KKK sind vor allem Kinder und Jugendliche (überwiegend zwischen September und Februar) betroffen. Nach Infektion (Katzenkratzer, -bisse) entsteht nach wenigen Tagen eine nicht juckende Hauteffloreszenz, von der die Erreger in die regionalen Lymphknoten (v.a. axillär oder zervikal) drainiert werden. Dort tritt nach Tagen bis Wochen eine ausgeprägte Lymphadenitis auf, die durch ein „Parinaud'sches okuloglanduläres Syndrom“ (Symptomenkomplex von Lymphadenitis und nichteitriger Konjunktivitis) kompliziert werden kann. Kinder leiden zusätzlich häufig unter Übelkeit, auch Fieber, Kopf- und Gliederschmerzen, Arthralgien, Exantheme oder Thrombopenien kommen vor. Intermittierende Fieberschübe und rezidivierende, oft heftige Bauchschmerzen können auf einen Befall von Leber und Milz (mit oftmals sonografisch sichtbaren Mikroabszessen)

hinweisen. Bei immunsupprimierten Patienten können die Erreger disseminieren. Selten kommt es zu neurologischen Komplikationen wie Enzephalitis und Neuroretinitis. Der Erreger wird mit vielen anderen Erkrankungen in Verbindung gebracht, die wissenschaftliche Evidenz hierfür ist oftmals umstritten. Es gibt keinerlei Beleg, dass „Striae“ (Hautdehnungsstreifen) durch *B. henselae*-Infektionen hervorgerufen werden können.

Die KKK heilt zumeist unbehandelt innerhalb von 6–12 Wochen spontan ab, weswegen in der Regel weder eine chirurgische Intervention noch antibakterielle Therapie notwendig wird. Bei prolongierter oder disseminierter Infektion, Organbefall oder der bazillären Angiomatose/Peliosis wird eine Therapie mittels intrazellulär wirksamer Antibiotika wie Azithromycin (alternativ: Clarithromycin oder Doxycyclin) evtl. in Kombination mit Rifampicin für 5 Tage (bis Monate) empfohlen. Rückfälle bei immunsupprimierten Patienten sind häufig. Immunsupprimierte und HIV-infizierte Patienten sollten den Kontakt zu Katzen meiden. Eine Prophylaxe gegen nicht-tuberkulöse Mykobakterien bei HIV-infizierten Patienten schützt vor einer Erkrankung mit *Bartonella* spp..

VASKULOPROLIFERATIVE KRANKHEITSBILDER

Bartonellen besitzen die einzigartige Fähigkeit, beim Menschen pathologisches Blutgefäßwachstum auszu-



Das in Peru endemische Oroya-Fieber erreichte während des Baus der Eisenbahnstrecke von Lima in das 5.000 m hoch gelegene Minengebiet La Oroya Ende des 19. Jahrhunderts traurige Berühmtheit: Etwa 8.000 Menschen starben an „Oroya-Fieber“. Der Name eines Viadukts („Puente de Verrugas“) dieser Bahnstrecke erinnert noch heute an die Toten; man sagt, jede Schwelle dieser Eisenbahnstrecke habe ein Menschenleben gekostet. Hier ein Bild des Autors des Beitrags zusammen mit dem Projekt betrauten Mitarbeiter Dr. Alexander Dichter am Viadukt „Puente de Verrugas“ an der Bahnstrecke Lima – La Rocha im Rahmen einer Feld-Studie (Peru, November 2022)

lösen. An den vaskuloproliferativen Krankheitsbildern Bazilläre Angiomatose (kutan) oder Peliosis hepatis (hepatisch) leiden in erster Linie insbesondere HIV Patienten mit niedrigen CD4-Zellzahlen im AIDS Stadium der Erkrankung, die durch das Auftreten starker Blutungen aus diesen Gefäßkonvoluten gefährdet sind. Die Therapie besteht aus der Gabe von Erythromycin über mindestens 2 Monate, in der Regel kommt es darunter zu einer vollständigen Rückbildung der Läsionen. Rezidive sind häufig, so lange es nicht gelingt die Grunderkrankung erfolgreich zu behandeln.

SCHÜTZENGABENFIEBER

B. quintana verursacht das sog. Schützengrabenfieber (Wolhynisches Fieber, Fünftagefieber, *trench fever*). Nach einer Inkubationszeit von 1–3 Wochen beginnt die Krankheit plötzlich mit Fieberschüben von jeweils etwa 5 Tagen Dauer, die von Schüttelfrost, Arthralgien und Kopfschmerzen begleitet werden. Die Erkrankung kann über

Monate persistieren und heilt in der Regel spontan aus. Das Korrelat der charakteristischen prätibialen Schmerzen sind osteolytische Läsionen. Heute spielt *B. quintana* eine klinische Rolle als Auslöser von fieberhaften Bakteriämien und Endokarditiden v.a. bei Obdachlosen. Unkomplizierte Erkrankungen können mit Doxycyclin behandelt werden. Bei chronisch bakteriämischen Erkrankungen und bei Endokarditis ist eine Kombinationstherapie (Doxycyclin und Gentamicin) angezeigt.

Konsiliarlabor für Bartonellen



Das Leistungsangebot des Konsiliarlabors für Bartonellen umfasst den konventionellen und molekulargenetischen Erregernachweis mittels serologischer Untersuchungsmethoden (Antikörperrnachweis mittels Immunfluoreszenztest). Für die infektiions-serologische Untersuchung wird Serum als Probenmaterial verwendet und für den molekularbiologischen Nachweis vorzugsweise EDTA-Blut, Biopsate, Punktate, Liquor.

Hinweis:

Einsendung von Material nur nach vorheriger Absprache.

Konsiliarlaboratorium für Bartonellen
Paul-Ehrlich-Str. 40

D-60596 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 6301 - 5019

Fax: +49 69 6301 - 83431

E-Mail: volkhard.kempf@kgu.de

<https://www.unimedizin-ffm.de/einrichtungen/institute/zentrum-der-hygiene/medizinische-mikrobiologie-und-krankenhaushygiene>

„KULTURNEGATIVE“ ENDOKARDITIS

Bartonella spp. sind für bis zu 3% der Endokarditiden verantwortlich, fast immer sind *B. henselae* oder *B. quintana* ursächlich. *B. henselae*-Endokarditis Fälle werden primär bei Patienten mit vorbestehenden Herzklappenerkrankungen und Kontakt zu Katzen beobachtet, an *B. quintana*-Endokarditiden leiden v.a. sozial deprivierte, obdachlose Patienten. Die Therapie besteht in einer prolongierten Antibiose mit Gentamicin, Ceftriaxon und ggf. Doxycyclin.

CARRIÓN-KRANKHEIT

Die Carrión-Krankheit wird durch *B. bacilliformis* verursacht und verläuft in zwei Phasen. Das Oroya-Fieber stellt das akute Stadium der Erkrankung dar: Nach ca. 3 Wochen Inkubationszeit treten zunächst starkes Krankheitsgefühl, hohes Fieber, Schüttelfrost, Kopf- und Gelenkschmerzen auf. Die ausgeprägte hämolytische Anämie wird durch den massiven Befall der Erythrozyten mit *B. bacilliformis* verursacht, unbehandelt liegt die Letalität bei 40-90%. Antibiotika der Wahl sind Ciprofloxacin, Chloramphenicol, Tetracyclin oder Erythromycin. Bei rechtzeitigem Einsatz führt eine Therapie zu schnellem Fieberabfall, trotz Behandlung beträgt die Letalität noch ca. 8%. Ein bis mehrere Monate nach dem akuten Stadium treten kutan lokalisierte hämangiomähnliche Hautveränderungen (*Verruga peruana*) auf, die sich an Extremitäten und Schleimhäuten finden. Die Läsionen sind schmerzlos, bluten leicht, persistieren über 3-4 Monate und heilen meist spontan ab. Zur Behandlung der *Verruga peruana* werden Streptomycin, Rifampicin oder Tetracyclin eingesetzt. Schutz vor Mückenstichen (Schutzbekleidung, Repellents) sowie die

Bekämpfung der Sandmücken sind geeignete Präventionsmöglichkeiten.

NAGETIER-ASSOZIIERTE BARTONELLEN

Insgesamt 23 bestätigte Infektionen des Menschen mit Nagetier-assoziierten Bartonellen wurden berichtet (*Bartonella vinsonii* subsp. *arupensis*, *B. elizabethae*, *B. alsatica*, *B. tribocorum*, *B. vinsonii* subsp. *vinsonii*, *B. do-shiae*, *B. grahamii* und *B. rattimassiliensis*). Zwölf dieser Patienten litten an einer akuten fieberhaften Erkrankung, drei Patienten an Endokarditis, drei Patienten an Lymphadenopathie, zwei an unspezifischen Symptomen und jeweils ein Patient an bazillärer Angiomatose, hepatischen Läsionen oder Neuroretinitis (Übersicht in: Krügel et al., 2022). Zwei dieser Patienten waren immungeschwächt (HIV-Infektion, Leukämie). Das eingesetzte Antibiotikatherapieregime umfasste häufig die Verabreichung eines Makrolids in Kombination mit Doxycyclin über mehrere Wochen (Krügel et al., 2022). Infektionen mit Nagetier-assoziierten Bartonellen werden sehr selten diagnostiziert, vermutlich weil (i) Ärzte sich der Existenz von (Nagetier-assoziierten) *Bartonella*-Infektionen nicht bewusst sind, (ii) nur unspezifische Symptome bei den Patienten vorliegen, (iii) Labore die anspruchsvollen Erreger nicht nachweisen können, oder (iv) Infektionen mit Nagetier-assoziierten *Bartonella*-Arten tatsächlich selten sind.

LABORDIAGNOSTIK

Die am besten geeigneten Verfahren zur Diagnose von *B. henselae*- oder *B. quintana* Infektionen sind Immunfluoreszenztests (IFT) zum serologischen Nachweis spezifischer Antikörper. Ein direkter Erregernachweis

Stellungnahme: „2023 ESC-Guidelines for the management of endocarditis“

Das Konsiliarlabor erreichen wiederholt Anfragen zu folgender Thematik: In der Publikation „2023 ESC Guidelines for the management of endocarditis“ (Delgado *et al.*, 2023) ist zur Diagnostik einer *Bartonella*-Endokarditis in Tabelle 9 geschrieben: „Investigation of rare causes of blood culture negative endocarditis“: *Bartonella* spp. Serology (IgG phase I >1:800), blood cultures, tissue culture, immunohistology, and 16S rRNA sequencing of tissue“. Diese Angaben sind falsch: (i) Es existiert kein Phase I IgG in *Bartonella*-Infektionen, (ii) eine Serumverdünnung von 1:800 wird in keinem der dem Konsiliarlabor bekannten Testverfahren eingesetzt (die nächsten wären: 1:512/1.024 oder 1:640/1.280), (iii) kommerziell verfügbare Antikörper für Immunhistologie sind dem Konsiliarlabor nicht bekannt und (iv) neben der 16S-rDNA-Sequenzierung sind zahlreiche andere PCR-Verfahren etabliert. Eine Korrektur dieser Angaben durch die Autoren erscheint notwendig.

Infektionen mit *Bartonella schoenbuchensis* durch Hirschlausfliegen?

Immer wieder wird in der Laienpresse über vermeintliche Infektionen des Menschen mit *Bartonella schoenbuchensis* (angeblich durch Hirschlausfliegen übertragen) berichtet. Dabei wird vor der „fliegenden Zecke“ und der durch einer *B. schoenbuchensis*-Infektion mit „tödlicher Herzentzündung“ gewarnt. Für diese Behauptungen existiert keinerlei Evidenz. Eigene Untersuchungen ergaben eine Prävalenz von ca. 70% von *B. schoenbuchensis* – DNA in Hirschlausfliegen (Regier *et al.*, 2018), jedoch existiert in der internationalen Literatur kein einziger Fallbericht, der eine Übertragung dieses Erregers auf einen Patienten nahelegt. Lediglich ein vage beschriebener Fall einer Infektion mit *B. schoenbuchensis* (nach vorheriger, kausal unklarer Zeckenexposition) mit unspezifischen Symptomen (Fatigue, Muskelschmerzen, Fieber) wurde beschrieben (Vayssier-Taussat *et al.*, 2016). Weder ist eine spezifische serologische Diagnostik noch eine evidenzbasierte Therapieempfehlung verfügbar.

(in der Regel PCR-basiert) sollte immer dann angestrebt werden, wenn die Serologie nicht zu einer eindeutigen Diagnose führt oder wegen Immunsuppression unzuverlässig erscheint.

Nach derzeitigem Kenntnisstand sind folgende Untersuchungen mangels Evidenz abzulehnen: (i) Westernblots (kein definiertes Bandenmuster im Westernblot), (ii) Lymphozytentransformationstests (keine definierten Antigene), (iii) Infektionsnachweis über zirkulierende Serum-VEGF-Level (keinerlei Evaluationsdaten), (iv) mikroskopischer Nachweis einer veränderten Erythrozytenmorphologie mittels Dunkelfeldmikroskopie (keinerlei infektionsbiologische Grundlage).

SEROLOGIE

Die wichtigsten Nachweisverfahren für *B. henselae* oder *B. quintana* Infek-

tionen sind infektionsserologische Untersuchungen. Die Prävalenz von Antikörpern liegt (je nach *cut off*-Wert) bei gesunden Erwachsenen bei ≈7-30% und bei Kindern bei 3,5-13%. Der Nachweis von spezifischen IgG-Antikörpern ist gut etabliert und oftmals hilfreich, der Nachweis von IgM-Antikörpern wegen der langen Inkubationszeiten von *Bartonella*-Infektionen seltener wegweisend. IgG-Titer von ≥256 (oder ≥320) im Immunfluoreszenztest deuten auf eine vorliegende oder überstandene Infektion hin, als negativ gelten Titer von <64 (oder <80). Dazwischenliegende IgG-Titer sind oftmals schwierig zu interpretieren und können auch das Resultat verschiedener unspezifischer Kreuzreaktionen (z.B. mit *Mycoplasma pneumoniae*-Antikörpern) sein. „Kulturnegative“ Endokarditiden sind meistens durch sehr hohe Titer cha-

rakterisiert. Zur Zeit sind lediglich für *B. henselae* und *B. quintana* kommerzielle serologische Tests erhältlich.

MOLEKULARER NACHWEIS

Der direkte Erregernachweis aus Biopsaten gilt als Goldstandard und sollte dann zum Einsatz kommen, wenn z.B. serologische Untersuchungen nicht zu einer eindeutigen Diagnose führen. Die Notwendigkeit einer invasiven Materialgewinnung stellt einen deutlichen Nachteil dar und schränkt den Einsatz in der Praxis ein. Der Nachweis *Bartonella*-spezifischer DNA mittels PCR und die nachfolgende Sequenzierung der Amplifikate ist die zur Zeit die zuverlässigste Methode. Verschiedene PCR-Verfahren und Zielstrukturen sind im Einsatz. Der Nachweis erregerspezifischer DNA aus Herzkappen sollte der Standard sein.

MIKROSKOPIE

In der histologischen Diagnostik kommt (je nach Verfügbarkeit) die Warthin-Starry-Färbung (Versilberungstechnik) zum Einsatz (Haut- oder Gewebebiopsate). Diese Färbung ist nicht spezifisch für Bartonellen, darüber hinaus erfordert die Beurteilung größte Erfahrung seitens des Untersuchers. Antikörper zum spezifischen Nachweis der Bakterien (Immunhistologie, Immunfluoreszenz) sind kommerziell nicht verfügbar. *B. quintana*- und *B. bacilliformis*-Infektionen können mikroskopisch (z.B. durch Färbung nach Giemsa) anhand der in den Erythrozyten erkennbaren Erreger aus Blutaussstrichen diagnostiziert werden.

KULTUR

Bei KKK besteht nur eine sehr geringe, bei vaskuloproliferativen und bakteriämischen Krankheitsbildern hingegen eine realistische Erfolgsaussicht zur Anzucht von *Bartonella* spp. Die meisten *Bartonella* spp. benötigen bis zu vier Monaten, bis dass ein Erreger-Wachstum verzeichnet werden kann, allein deshalb wird die Erstanzucht in den meisten Routinelaboratorien nicht gelingen. Die Kultur von *B. quintana* in Blutkultur-Flaschen (z.B. bei Vorliegen einer Endokarditis) gelingt manchmal. Neu beschriebene Flüssigmedien lassen erwarten, dass die Anzucht der Erreger in Zukunft häufiger möglich sein wird. Die Testung der Antibiotika-Empfindlichkeit von Bartonellen hat keinen Einzug in die Routinediagnostik gefunden.

BEWERTUNG DER BEFUNDE

Der direkte Erregernachweis mittels Kultur oder molekulargenetischer Methoden beweist eine Infektion mit *Bartonella* spp. Hohe Antikörper-Titer bei

Vorliegen einer Lymphadenitis oder Endokarditis sind ebenfalls wegweisend. Die Interpretation leicht erhöhter Antikörper-Titer bei unklaren Lymphknotenschwellungen ist schwierig und muss unter Einschluss der klinisch und anamnestisch vorliegenden Daten interpretiert werden. In serologisch unklaren Fällen sind Folgeuntersuchungen (Titerverlauf) zu empfehlen.

Priv.-Doz. Dr. med. Silke M. Besier
Univ.-Prof. Dr. med. Volkhard A. J. Kempf
Nationales Konsiliarlaboratorium
für Bartonellen
Institut für Medizinische Mikrobiologie und
Krankenhaushygiene
Universitätsklinikum Frankfurt
Theodor-Stern-Kai 7 · 60596 Frankfurt am Main

Für die Autoren

E-Mail: volkhard.kempf@ukffm.de

Literatur

- Besier S, Kempf VAJ. Bartonellen. In: Suerbaum: Medizinische Mikrobiologie (Lehrbuch), Springer-Verlag 2020. ISBN : 978-3-662-61384-9.
- Delgado V, Ajmone Marsan N, de Waha S, Bonaros N, Brida M, Burri H, Caselli S, Doenst T, Ederhy S, Erba PA, Foldager D, Fosbol EL, Kovac J, Mestres CA, Miller OI, Miro JM, Pazdernik M, Pizzi MN, Quintana E, Rasmussen TB, RistićAD, Rodés-Cabau J, Sionis A, Zühlke LJ, Borger MA; ESC Scientific Document Group. 2023 ESC Guidelines for the management of endocarditis. Eur Heart J. 2023 Oct 14;44(39):3948-4042. doi: 10.1093/eurheartj/ehad193.
- Dichter AA, Schultze TG, Wenigmann A, Ballhorn W, Latz A, Ventosilla Lopez P, Guerra Allison H, Ugarte CA, Tsukayama P, Kempf VAJ. Identification of immunodominant *Bartonella bacilliformis* proteins: a combined *in silico* and serology approach. Lancet Microbe 2021; 2(12) 685 694.
- Fischer SF, Al Dahouk S, Brandt C, Donoso-Mantke O, Frangoulidis D, Hofmann J, Jansen A, Krüger DH, Kimmig P, Kurth A, Niedrig M, Nitsche A, Nöckler K, Roggendorf M, Roß RS, Schacht E, Mayer-Scholl A, Scholz HC, Splettstoesser WD, Stark K, Wagner-Wiening C, Zöller L, Kempf VAJ (editor). MiQ 33: Zoonosen. Urban & Fischer, 2013. ISBN: 9783437415944.
- Garcia-Quintanilla M, Dichter, AA, Guerra Allison H, Kempf VAJ. Carrion's disease: more than a neglected disease. Parasites & Vectors, 2019, 26;12(1):141.
- Kaiser PO, Riess T, O'Rourke F, Linke D, Kempf VA. *Bartonella* spp.: throwing light on uncommon human

infections. Int J Med Microbiol. 2011 Jan;301(1):7-15. doi: 10.1016/j.ijmm.2010.06.004.

Krügel M, Król N, Kempf VAJ, Pfeffer M, Obiegala A. Emerging rodent-associated *Bartonella*: a threat for human health? Parasit Vectors. 2022 Mar 31; 15(1):113. doi: 10.1186/s13071-022-05162-5.

Nadal D, Kempf VAJ. Lutz E, Oehme A. Bartonel-losen. Handbuch der Deutschen Gesellschaft für pädiatrische Infektiologie e.V., Thieme-Verlag, 2018. ISBN: 9783132407909.

Regier Y, Komma K, Weigel M, Pulliainen AT, Göttig S, Hain T, Kempf VAJ. Microbiome Analysis Reveals the Presence of *Bartonella* spp. and *Acinetobacter* spp. in Deer Keds (*Lipoptena cervi*). Front Microbiol. 2018 Dec 20;9:3100. doi: 10.3389/fmicb.2018.03100.

Vaca DJ van Belkum A, Orenga S, von Loewenich S, Fischer SF, Konrad M, Sapre SU, Keller C, Dobler G, Kempf VAJ. Contemporary diagnostics for medically relevant fastidious microorganisms belonging to the genera *Anaplasma*, *Bartonella*, *Coxiella*, *Orientia* and *Rickettsia*. FEMS Microbiol Rev., 2022 doi: 10.1093/femsre/fuac013.

van Belkum A, Almeida C, Bardiaux B, Barrass SV, Butcher SJ, Çaykara T, Chowdhury S, Datar R, Eastwood I, Goldman A, Goyal M, Happonen L, Izadi-Pruneyre N, Jacobsen T, Johnson PH, Kempf VAJ, Kiessling A, Bueno JL, Malik A, Malmström J, Meuskens I, Milner PA, Nilges M, Pamme N, Peyman SA, Rodrigues LR, Rodriguez-Mateos P, Sande MG, Silva CJ, Stasiak AC, Stehle T, Thibau A, Vaca DJ, Linke D. Host-Pathogen Adhesion as the Basis of Innovative Diagnostics for Emerging Pathogens. Diagnostics (Basel). 2021 Jul 14;11(7):1259. doi: 10.3390/diagnostics11071259.

Vayssier-Taussat M, Moutailler S, Féménia F, Raymond P, Croce O, La Scola B, Fournier PE, Raoult D. Identification of Novel Zoonotic Activity of *Bartonella* spp., France. Emerg Infect Dis. 2016 Mar;22(3):457-62. doi: 10.3201/eid2203.150269.