

BIOESPELEOLOGÍA: ETOLOGÍA DE QUIRÓPTEROS Y RIESGOS BIOLÓGICOS ASOCIADOS

Olvido Tejedor Huerta⁽¹⁾

Comenzaremos haciendo una revisión de esta enfermedad, para con posterioridad matizar los aspectos más relevantes de la rabia en los murciélagos. Se trata de una enfermedad infecciosa y transmisible producida por un virus del género *Lyssavirus*, caracterizada por una encefalomielitis aguda y fatal que afecta, además del hombre, a gran número de animales, tanto domésticos como salvajes. La mortalidad es del 100% una vez que aparecen los síntomas. Todos los animales de sangre caliente son hospedadores válidos, aunque su susceptibilidad varía en función de la especie animal.

Se trata de una de las primeras **zoonosis** conocidas en la historia de la humanidad. Su importancia sanitaria viene definida por la ausencia de un tratamiento curativo una vez que aparecen los primeros síntomas, lo que motiva la muerte de varios cientos de miles de personas cada año en el mundo (cada 15 minutos muere una persona de rabia en el mundo), y para evitarlo sólo se disponen de medidas preventivas.

La Rabia es una enfermedad conocida desde hace muchos siglos, estableciéndose ya desde la antigüedad la relación entre la rabia humana y la rabia debida a mordeduras de los animales, especialmente perros.

Durante el siglo XIX la rabia canina o rabia de la calle es un verdadero azote, especialmente en Europa.

El primer tratamiento post-exposición y la primera vacuna fueron realizados por Luis Pasteur en 1.885, pasando a la historia como uno de los más grandes cientí-

⁽¹⁾ Académica Numeraria de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental

ficos; tratándose además de la primera vacuna de la historia de la humanidad para prevenir una enfermedad infecciosa.

1. ETIOLOGÍA

Esta enfermedad está producida por un virus ARN del género *Lyssavirus*. Se trata de un virus muy lábil en el medio ambiente, por lo que su viabilidad fuera del hospedador es prácticamente nula, siendo su transmisión básicamente por mordedura (Rodríguez Ferri, 1987).

Hasta hace muy poco se habían distinguido 4 serotipos diferentes (estudiados mediante pruebas de seroneutralización y estudios de anticuerpos monoclonales), siendo el serotipo 1 el responsable de la rabia clásica de los animales terrestres. Los demás serotipos presentan diferencias respecto a las especies animales que afectan:

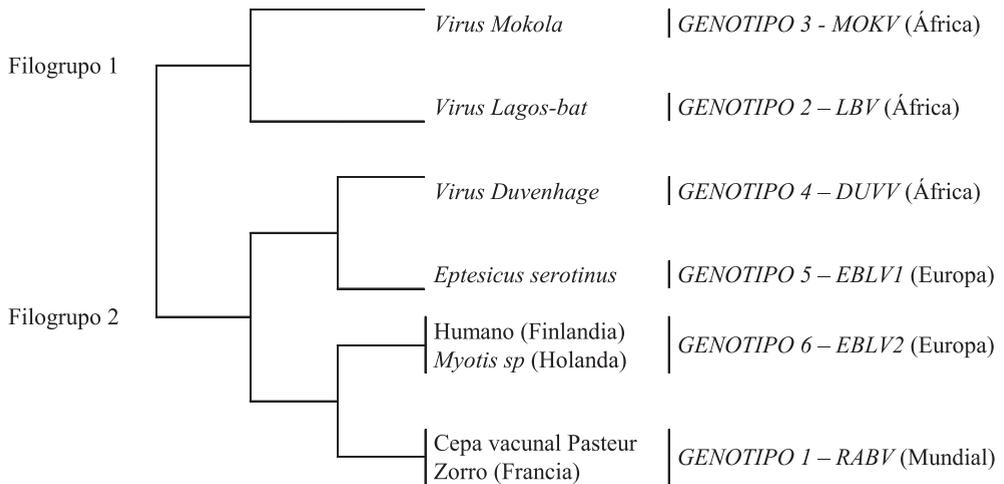
- *Serotipo 1*: constituido por cepas víricas de la rabia clásica. Es el más extendido por todo el mundo
- *Serotipo 2*: *virus Lagos-bat*, aislado en murciélagos frugívoros en África
- *Serotipo 3*: *virus Mokola* de carnívoros de África
- *Serotipo 4*: *virus Duvenhage* de murciélagos insectívoros de África

Los lisavirus de los murciélagos europeos (*VEM* = "*Virus Europeo de Murciélagos*", encontrado en la bibliografía generalmente como *EBLV*, nomenclatura en inglés de "*European Bat Lyssavirus*") fueron clasificados inicialmente dentro del *serotipo 4* (*Duvenhage*) y posteriormente en un nuevo *serotipo 5* (Montaño-Hirose et al, 1990). Sin embargo, gracias a la utilización de técnicas moleculares, actualmente se dividen en 2 nuevos genotipos distintos europeos, además del *genotipo 7* aislado en murciélagos frugívoros australianos, quedando la clasificación general como sigue:

- *Genotipo 1 – RABV* : *virus de la rabia clásica*
- *Genotipo 2- LBV*: *virus Lagos-bat*
- *Genotipo 3 – MOKV* : *virus Mokola*
- *Genotipo 4 – DUUV* : *virus Duvenhage*
- *Genotipo 5 – EBLV1* : encontrado en el Murciélago hortelano *Eptesicus serotinus*

- Genotipo 6 – EBLV2: aislado en *Myotis dascyneme* y *Myotis blythi*
- Genotipo 7 - ABLV: aislado en murciélago frugívoro australiano

Los EBLV1 están filogenéticamente más próximos al genotipo 4 (*Duvenhage*), mientras que los EBLV2 están más cerca del genotipo 1 que respecto a los EBLV1. Los conocimientos filogenéticos conocidos actualmente sobre los lisavirus se resumen en forma de árbol como sigue (Bourthy et al, 1993; Echevarría, 2004):



Estos virus relacionados tratados normalmente como serotipos reciben ya en la actualidad el rango de especie. Recientemente se han descrito cuatro nuevos virus en murciélagos de Asia Central que se proponen como especies nuevas: *virus Aravan*, *virus Khujand*, *virus Irkut* y *virus caucásico del oeste de murciélago (WCBV)*. Todas ellas producen infección neurológica en sus huéspedes naturales y en ratones de laboratorio, aunque sólo se conocen casos humanos por RABV, MOKV, DUVV, EBLV1, EBLV2 y ABLV. La casuística de los 5 últimos es infinitamente menor a la producida por RABV.

Los virus MOKV y LBV forman un filogrupo independiente de los demás, al que se podría incluir el WCBV, los cuales no son sensibles a las vacunas e inmunoglobulinas comerciales obtenidas para RABV y que sí son útiles para el resto de los lisavirus (Echevarría, 2004).

Estos distintos tipos de virus se clasifican en diferentes grupos por distintos criterios y están adaptados cada uno de ellos a distintas especies animales, llegando

en algunos adaptarse de tal forma que el virus convive en el animal sin producirle sintomatología alguna, como ocurre en los murciélagos, de tal forma que el virus puede convivir y mantenerse indefinidamente. Pero a pesar de esto, si un virus penetra en otra especie diferente tiene la capacidad de producir la enfermedad, sea cual sea el origen. Por tanto, el virus adaptado a los murciélagos, que no suele producir sintomatología en éstos, al entrar en contacto con otra especie animal sí que produce la enfermedad.

Los *genotipos 5 y 6* son los que presentan los murciélagos europeos, pero su transmisión a otras especies es escasa, aunque potencialmente el virus es infectante para otras especies. Tan solo se conocen 2 casos de transmisión de *EVBBV* a animales terrestres: 3 ovejas danesas aparecieron con *EBLV1* en 1998 y una marta en Alemania en 2001 (Echevarría, 2004).

2. EPIDEMIOLOGÍA

Depende claramente de la ecología de las especies implicadas en la propagación del virus (Kaplan, 1985). Existen variaciones en la probabilidad de contacto de una población dada con un animal rabioso, en función de la densidad de población del vector, de su organización social y por consiguiente del número de contactos que existan entre los individuos de una población dada (MacDonald y Voigt, 1985).

La rabia terrestre es producida por *RABV* en casi todo el mundo, circulando en ciclos urbanos asociados al perro que son los que suelen afectar al hombre, y ciclos salvajes dependientes de reservorios propios de cada área geográfica.

En el caso del *genotipo 1*, *RABV* o *virus clásico*, en Europa está adaptado al zorro: éste es su principal reservorio y es capaz de mantenerlo epidemiológicamente, afectándole mucho menos que a otras especies animales, en las que sí produce síntomas. Este genotipo es el más ampliamente distribuido, ya que está presente en la mayor parte del mundo:

- en España sólo se encuentra en Ceuta y Melilla como Rabia Urbana (perros y gatos)
- en Centroeuropa su principal reservorio es el zorro, ocasionando la llamada Rabia Salvaje
- en Europa del Este lo mantiene el perro como Rabia Urbana

- en América ocasiona Rabia Urbana en el perro, pero además lo presentan los murciélagos hematófagos, con una importante transmisión a los humanos
- en África y en Asia se presenta como Rabia Urbana

SUSCEPTIBILIDAD DE LAS DISTINTAS ESPECIES ANIMALES

Como comentamos anteriormente, todos los animales de sangre caliente son hospedadores válidos. Aparte de que los virus, sus distintas variedades, están adaptados a distintas especies animales, hay que matizar que además hay unas especies animales más susceptibles que otras (tanto los animales salvajes como los domésticos). La OMS (WHO, 1983) clasifica las especies animales teniendo en cuenta el grado de susceptibilidad al virus, evaluado como la dosis (inoculada intramuscularmente) necesaria para infectar como mínimo al 50% de los animales.

Muy baja	Baja	Moderada	Alta	Muy alta
Aves	Zarigüeya	Hombre Perro Oveja Cabra Caballo Primates	Criceto Mofeta Mapache Gato Murciélago Murciélago hematófago Lince Mangosta Otros vivérridos Cobaya Otros roedores Lagomorfos Bovinos	Zorro Coyote Chacal Lobo Rata canguro Rata de algodón Ratón de campo

TRANSMISIÓN DE LA ENFERMEDAD

El virus se transmite a través de la saliva de un animal enfermo, mediante mordedura o por contacto de la misma con heridas frescas y abiertas. El virus se multiplica y se va desplazando a través de los nervios periféricos hasta la médula espinal y asciende al cerebro donde produce la encefalitis aguda. Una vez aquí el virus viaja hacia las glándulas salivares a través de los nervios que las inervan, momento en que ya puede ser transmitido el virus a otro animal sano o al hombre.

Clásicamente, la sintomatología comprende 3 fases: prodrómica, excitante y paralítica. En el curso de la enfermedad puede predominar la segunda fase o excitante.

te (es la llamada “Rabia furiosa”, típica del perro); o bien la tercera fase (la conocida como “Rabia paralítica”), en cuyo caso la segunda fase es corta o está ausente. Esto último es lo que le ocurre al ganado y a los murciélagos.

TIPOS DE RABIA

A) Según los **síntomas** que produce:

- Rabia furiosa: típica del perro
- Rabia paralítica: típica en el ganado y en los murciélagos

B) Según la **forma de transmisión**:

- Rabia urbana: es la rabia típica, en la que la especie mayormente implicada ha sido el perro, siendo la que entraña mayor peligro para el hombre debido al estrecho contacto con estos animales. Producida por el *RABV*
- Rabia salvaje: en Europa el zorro juega un importante papel en este tipo de rabia mantenida por animales salvajes. Es de destacar el papel del gato como posible conexión con el ciclo urbano, ya que por sus hábitos de caza nocturnos llega a competir con el zorro en numerosas ocasiones. En otros continentes hay distintas especies salvajes que lo mantienen, siendo el virus implicado el *RABV*
- Rabia en quirópteros: mantenida por los murciélagos, en los que no suelen producir síntomas o pasan desapercibidos, siendo el resto de los genotipos los responsables de la enfermedad

3. SITUACIÓN DE LA RABIA EN EL MUNDO

Como se ha observado, la situación de la rabia en el mundo evoluciona constantemente. En las diferentes regiones del planeta la enfermedad se presenta de acuerdo a la situación ecológica y socioeconómica de las mismas.

En **América**, aparte de la rabia canina, los murciélagos hematófagos (“vampiros”) son un reservorio importante de rabia, transmitiéndola a humanos y al ganado, sobre todo el bovino. Al alimentarse de su sangre segrega una sustancia anestésica de forma que la mordedura no duele e inocular el virus que transporta en su saliva.

En **África**, existe *Rabia urbana* mantenida fundamentalmente por los perros, incluidas Ceuta y Melilla, al igual que en **Asia**, que es el continente con mayor cantidad de casos en humanos (el 95% de todos los casos en el mundo). **Oceanía** es el único continente libre de rabia terrestre.

En **Europa** la historia de la rabia ha evolucionado mucho en el curso del último siglo. Durante el siglo XIX la *R. Urbana* fue un azote, y estaba mantenida sobre todo por los perros y los lobos. En Centroeuropa, consiguió erradicarse la rabia canina gracias a la vacunación de los perros domésticos, la eliminación de perros callejeros y el esquilmo de los lobos (principales depredadores de los zorros). Al final de la última Guerra Mundial, la adaptación del virus rábico a los zorros (cuya población había aumentado notablemente) ha hecho que pase a predominar en esta especie como *Rabia salvaie*. Esto comenzó en Polonia y ha ido avanzando hasta Francia (barrera de los Pirineos), donde en la actualidad está algo más controlada por el empleo de vacunas en forma de cebos para los zorros.

Sin embargo en Europa del Este aún existe *Rabia urbana* mantenida por los perros, que es donde sí suelen darse casos de rabia humana en el Viejo Continente.

Varios países del Oeste de Europa han permanecido libres durante períodos más o menos largos, y sin embargo tienen rabia en murciélagos. Esta rabia de los murciélagos europeos difiere de la de los murciélagos americanos, ya que los primeros no son hematófagos, sino insectívoros; con lo cual raramente agreden e inoculan el virus con su saliva, a no ser que se sientan amenazados. Holanda es el país en que mayor número de murciélagos ha dado positivo, seguido de Dinamarca, Polonia, Alemania y por último España, en la que se han dado 5 casos de animales agresores positivos al virus.

Tabla: "Distribución geográfica y ciclo epidemiológico asociado a las diferentes especies de lisavirus productores de rabia" (Echevarría, 2004):

	CARVÍVOROS	QUIRÓPTEROS
África	<i>RABV*</i> , <i>MOKV*</i>	<i>LBV</i> , <i>DUVV*</i>
América	<i>RABV*</i>	<i>RABV*</i>
Asia	<i>RABV*</i>	<i>ARAVAN</i> , <i>KHJAND</i> , <i>IRKUT</i> , <i>WCBV</i> , ¿ <i>ABLV?</i>
Europa	<i>RABV*</i>	<i>EBLV1*</i> , <i>EBLV2*</i>
Oceanía	(Libre)	<i>ABLV*</i>

(*) Los virus con asterisco haan producido casos de rabia humana

SITUACIÓN DE LA RABIA EN ESPAÑA

En **España** se erradicó la rabia en 1966, hasta que en 1975 se presentó un foco localizado en Málaga, cuyo probable origen fue el Norte de África, que fue yugulado 2 años después con el saldo de 1 persona muerta y más de un centenar de animales infectados.

Una vez controlado y erradicado este brote, se ha contabilizado anualmente algún caso de rabia animal, ninguno de ellos en mamíferos terrestres del territorio peninsular, ocurridos en murciélagos de la península y en animales de compañía en Ceuta y Melilla (incluido un caballo en 1997).

En cuanto a la Rabia en Murciélagos en nuestro país, en agosto de 1.987 se realizó el primer diagnóstico en España, en la localidad valenciana de Sales, donde un niño fue mordido por un murciélago en la espalda mientras dormía. Analizado el murciélago agresor se diagnosticó positivo a rabia. Presumiblemente, el murciélago correspondía a la especie antropófila *Pipistrellus pipistrellus*, ya que no se conservó el animal para una identificación zoológica posterior.

En septiembre de ese mismo año en Granada, dos niños estaban jugando con un murciélago caído en el suelo, siendo uno de ellos mordido en un dedo, resultando las pruebas positivas como en el caso anterior. En ambos casos, los niños fueron sometidos a tratamiento antirrábico, según la pauta recomendada por la O.M.S., sin la existencia de reacciones anómalas de ningún tipo.

Un interés creciente por la rabia de los quirópteros motivó un incremento en el muestreo de los murciélagos. En 1.989 se detectaron 5 muestras positivas en una colonia de Palma del Condado (Huelva).

En septiembre de 1994 en Granada un hombre de 71 años sufre una mordedura por parte de un murciélago positivo; y posteriormente en junio de 1999 una guía turística fue mordida por un murciélago que estaba caído en el suelo en la Catedral de Sevilla. En julio de ese mismo año un niño es agredido en Murcia. En estos casos se consiguió capturar a los murciélagos agresores, que resultaron positivos al virus de la rabia.

En todos estos casos descritos en España las personas fueron vacunadas, sin presentarse ningún tipo de reacción adversa. Además, en todos la especie implicada era el murciélago hortelano (*Eptesicus serotinus*), a excepción del caso de Valencia; y el virus aislado correspondió a uno de los genotipos propios de los murciélagos europeos (*EBLV1*).

Por último, cabría comentar que a pesar de que la *rabia urbana* en la actualidad está erradicada de nuestra península, éste es un frágil equilibrio debido a la situación geográfica que tenemos, ya que en Francia hay *rabia salvaje* y en Marruecos (al igual que en Ceuta y Melilla) hay *rabia urbana*, quedando nosotros a modo de sandwich entre estos dos focos.

En lo que respecta a la *Rabia en quirópteros*, no hay datos acerca de la situación de la enfermedad en los murciélagos de toda nuestra geografía, ya que los estudios consultados se han realizado fundamentalmente en la zona de Cataluña y Levante fundamentalmente, y algún muestreo se ha llevado a cabo en Sevilla y Huelva. Los casos positivos en nuestra península han tenido una localización eminentemente costera: Aragón, Baleares, Levante y Andalucía.

RABIA EN QUIRÓPTEROS

ORDEN CHIRÓPTERA:

Los murciélagos constituyen una original línea evolutiva dentro de los mamíferos: nocturnos, muy longevos, con peculiares sistemas de ahorro energético, de adaptación al vuelo y en su sistema reproductivo. Son especies protegidas beneficiosas ya que contribuyen al control natural de las poblaciones de insectos reduciendo el uso de pesticidas.

- Amplia distribución planetaria (exceptuando zonas polares)
- Constituido por unas 980 especies, los Quirópteros, son el segundo orden en número de especies dentro de los mamíferos, después de los Roedores. En Europa unas 30 especies. En la Península Ibérica: 25 especies. En la provincia de Málaga: 19 especies, de ellas 11 pueden encontrarse en cuevas.

Dos son los subórdenes en que se dividen los quirópteros:

- A) *Megaquirópteros*: Murciélagos de la Fruta o Zorros Voladores. No hay especies de este grupo ni en Europa ni América. Se alimentan de frutas, néctar y flores; nunca de carne, sangre, ni insectos.
- B) *Microquirópteros*: Presentes en todo el globo (excepto regiones polares y algunas islas oceánicas). Morfología y alimentación más variados que el grupo anterior: insectos, peces, frutas, néctar, polen y sangre. De esto último, exclusivamente tres especies sudamericanas. La más conocida de ellas es el vampiro (*Desmodus rotundus*).

Este orden de mamíferos ha tenido un éxito evolutivo muy importante, gracias sin duda a su característica más importante que es su capacidad, única entre los mamíferos, para el vuelo: esta capacidad ha sido posible mediante la transformación del brazo y mano en un ala. La membrana alar recibe el nombre de patagio y cubre toda la superficie entre los dedos.

No son ciegos, tienen ojos de pequeño tamaño, pero funcionales. Permiten ver formas y distinguir tonalidades de grises, incluso con muy baja luminosidad. Nocturnos, tienen un sofisticado sistema para situarse en la oscuridad denominado ecolocación: su funcionamiento se basa en la capacidad de interpretar ciertos cambios que se producen en el sonido reflejado por un objeto.

En **España** hay tres Familias de Microquirópteros: rinoléfidos o murciélagos de herradura (que presentan un extraño “hocico” con pliegues cutáneos), vespertiliónidos y molósidos, estos dos últimos con «cara de ratón». Los primeros presentan un nariz de forma peculiar, ya que emiten los sonidos de ecolocación con la nariz, mientras que los otros dos grupos lo hacen con la boca.

En general, en muchos vertebrados, los períodos de condiciones adversas se superan mediante la migración o la hibernación. Los murciélagos emplean los dos métodos, pero, dada la menor eficacia de vuelo, si los comparamos con las aves, la forma más empleada es la hibernación: cuando la comida escasea y, por tanto, los aportes energéticos disminuyen, reduciéndose el consumo energético al no tener que mantener una temperatura por encima del ambiente.

Ciclo biológico: en otoño, cuando ya las crías se han independizado y las colonias de cría se han dispersado, pero no ha comenzado la hibernación, se produce el período de apareamiento. Fuera de este período, no existe relación estable conocida entre parejas. Tras la cópula la hembra almacena el esperma en su tracto reproductor hasta la primavera. Tras salir la hembra de la hibernación, se produce la maduración del óvulo en el ovario, la ovulación, la fertilización y el desarrollo del embrión. Este es un caso único entre los mamíferos. Las hembras gestantes se congregan en colonias de hasta varios cientos de individuos. Requieren refugios con temperatura elevada para mantenerse activas y permitir el desarrollo del feto. Si hay condiciones desfavorables (temperaturas bajas, escasez de comida,..) pasan a estado de torpor y se produce un retraso en los nacimientos.

La duración del período de gestación oscila entre 45 y 90 días. Los partos ocurren a final de primavera o principio de verano, según la latitud. Así en Málaga, en el caso del rinolofo grande, se dan a primeros de junio; mientras en Gran Bretaña sobre el 15 de julio.

Suelen parir una sola cría, en algunas especies, cada hembra tiene dos o tres crías. En cualquier caso es un índice muy bajo comparado con mamíferos de similar tamaño. Las colonias de cría se forman a principios de primavera y están constituidas solo por hembras.

Refugios y hábitats:

Los tipos de refugios donde podemos encontrar murciélagos son muy variados:

- Naturales: cuevas, árboles, grietas
- Artificiales: desvanes, túneles, minas, grietas de puentes, casas

La necesidad de tener siempre un lugar de refugio los hace muy vulnerables.

Es conocida la migración de los murciélagos por las distintas regiones del planeta, tanto de forma natural en sus migraciones, como de forma accidental en medios de transporte como barcos y aviones (bodegas, contenedores), e incluso de forma comercial para mantenerlos en cautividad en zoológicos, laboratorios de experimentación e incluso en algunas regiones se han introducido para el control de plagas de insectos. Ello conlleva un problema potencial de transmisión de otras enfermedades aparte de la rabia, como la histoplasmosis o la tripanosomiasis; e incluso se han detectado animales portadores de el Virus de la Fiebre de Nilo Occidental y el Sida (Constantine, 2003).

RABIA EN MURCIÉLAGOS

La presencia de esta enfermedad en murciélagos hematófagos (“vampiros”) de América se conoce desde las primeras colonizaciones españolas, donde afecta sobre todo al ganado y al hombre, presentándose además el *gerotipo 1 o clásico (RABV)*. Sin embargo en Europa, donde todos los murciélagos son insectívoros (aunque ahora se ha detectado que existe una especie carnívora, que vive en el Parque de M^a Luisa de Sevilla y va a comer pequeñas aves a Doñana), no aparece el primer caso hasta 1954 en Hamburgo (Alemania), y desde entonces se han venido diagnosticando nuevos casos de rabia en murciélagos hasta la actualidad (que no se hubiera detectado antes no quiere decir que no existiera).

Holanda es el país en que mayor número de murciélagos ha dado positivo, seguido de Dinamarca, Polonia, Alemania y por último España, en la que se han dado 5 casos de animales agresores positivos y unos 100 ejemplares que en diversos estu-

dios han resultado positivos al EBLV1 por diversas técnicas (Echevarría et al, 2001; Serra-Cobo et al, 2002).

La especie de murciélago predominante en que se ha aislado es *Eptesicus serotinus* (Murciélago hortelano), pero también es conocido en otras especies, cabiendo esperar que el virus se presente en todas las especies de murciélagos. Los estudios realizados muestran que el virus de la rabia hallado en los murciélagos europeos difiere de la rabia clásica (*Genotipo 1*), siendo los *genotipos 5 y 6* (*EBLV1 y EBLV2*) los implicados.

En Europa, en los países que comentábamos estaban libres de rabia en animales terrestres (como el caso de Dinamarca y zona Norte de Alemania) hay un gran número de murciélagos portadores de estos genotipos. De todo ello se deduce que esta virosis en murciélagos evoluciona independientemente de la rabia propiamente dicha de los animales terrestres europeos, considerándose la posibilidad de transmisión entre ambos prácticamente nula. Esto es debido a que la transmisión natural de rabia de los murciélagos a los animales terrestres no es factible, aunque como comentamos antes, tenemos la excepción de los casos de Dinamarca y Alemania.

Por el contrario, la posibilidad de transmisión de esta virosis de los murciélagos al hombre, a través de agresiones por mordedura, ha sido constatada, habiéndose descrito 4 casos mortales. En todos los casos de mordeduras por murciélagos en que se han vacunado a las personas afectadas, no ha habido manifestación clínica de la enfermedad alguna. Sin embargo, están descritos 4 casos de mordeduras en que no se aplicó la vacunación y que se saldó con la muerte de estas personas: 2 niñas (una en 1977 en Ucrania y otra en 1985 en Rusia), y un caso en Helsinki (en 1985, un zoólogo de 30 años que había sido mordido en repetidas ocasiones por murciélagos en Malasia 4 años antes, en Suiza 1 año antes y en Finlandia hacía 51 días). El último caso ha sido un zoólogo en Escocia en 2002. En todos ellos se aisló de tejido nervioso el virus rábico: *EBLV1* en ambos casos de Ucrania y Rusia, y *EBLV2* en el zoólogo finlandés (Montaño-Hirose et al, 1990); así como en el zoólogo escocés que fue mordido por un *Myotis daubentonii* y que no estaba vacunado (Nathwani et al, 2003). Previamente, en 1996 ya se había aislado *EBLV2* en esta misma especie de murciélago en Inglaterra (Jonson et al, 2003).

1. ETIOLOGÍA DE LA RABIA EN QUIRÓPTEROS

Virus ARN del Orden *Rhabdoviridae*, Género *Lyssavirus*.

- Murciélagos hematófagos de Centro y Sudamérica (*Desmodus rotundus*): *genotipo 1*, *virus clásico* o *RABV*

- Murciélagos insectívoros de Europa:
 - Murciélago hortelano (*Eptesicus serotinus*): genotipo 5 o EBLV1
 - *Myotis spp*: genotipo 6 o EBLV2
- Murciélagos frugívoros de Australia: genotipo 7 o ABLV

En el caso de los murciélagos hematófagos *Desmodus rotundus* (los llamados vampiros), por sus hábitos suelen transmitirlo al ganado y personas; sin embargo en el caso de los murciélagos europeos insectívoros no suele afectar a otras especies animales, a excepción del hombre, que sí puede incidir más en la biología del murciélago al entrar más en contacto con él. Particularmente se establecen algunos grupos de riesgo: por un lado los niños, que al ver el animal en el suelo por la curiosidad van a tocarlo; y por otro lado gente relacionada con sus hábitats, como los manipuladores de los murciélagos que los estudian y en menor medida, los espeleólogos. El reservorio de EBLV1 es *Eptesicus serotinus*, mientras que el de EBLV2 son *Myotis spp* (*Myotis dasycneme* y *Myotis daubentonii* (Amengual et al, 1997). En España solo se ha encontrado hasta el momento EBLV1 (Echevarría et al, 2001), y en Francia se han hecho análisis filogenéticos que dividen incluso al EBLV1 en dos grupos con distinta distribución geográfica: EBLV1a en el noreste de Francia y EBLV1b en el noroeste (Picard-Meyer et al, 2004).

Un reciente estudio en Siberia ha puesto de manifiesto la presencia del genotipo 1 en el cerebro de algunos murciélagos cavernícolas, entre ellos dos especies de *Myotis*: *M. daubentonii* y *M. brandtii* (Ternovoi et al, 2005).

Recientemente se han descrito 4 nuevos virus de murciélagos en Asia Central que se proponen como especies nuevas:

- *Virus Aravan*
- *Virus Khujand*
- *Virus Irkut*
- *Virus caucásico del oeste de murciélago* (WCBV)

Todas ellas producen infección neurológica en sus huéspedes naturales y en ratones de laboratorio, aunque sólo se conocen casos humanos por RABV, MOKV, DUVV, EBLV1, EBLV2 y ABLV, siendo la casuística del primero mucho mayor que la de los demás: RABV es responsable de unas 50.000 muertes anuales en todo el mundo (Echevarría, 2004).

En Europa, predomina *Eptesicus serotinus* como portador del *EBLV1* y *Myotis daubentonii* y *Myotis dascineme* como portadores de *EBLV2*, con las excepciones:

- en Siberia *Myotis daubentonii* portadores de *RABV* (Ternovoi et al, 2005)
- en Aragón y Baleares *Myotis myotis*, *Miniopterus schreibersii*, *Tadarida teniotis* y *Rhinolophus ferrumequinum* portadores de *EBLV1* (Serra-Cobo et al, 2002).

Posiblemente, a medida que avancen los estudios nos irán reportando nuevos sorprendentes datos, ya que estos estudios no han hecho más que comenzar.

2. EPIDEMIOLOGÍA DE LA RABIA EN QUIRÓPTEROS

Como señalamos antes, los murciélagos están considerados como animales de sensibilidad alta a padecer la infección provocada por lisavirus (OMS, 1973). Pero existen también otras variables que afectan al desarrollo de la enfermedad, como son la cepa del virus, la dosis, la vía de transmisión (mordedura, inhalación), el lugar donde se provoca la infección (cabeza, extremidades, mucosas), la edad, el sexo y el estado fisiológico del animal (Carey, 1985; Rodríguez Ferri, 1987). Sin embargo, el hecho de que una especie animal dada sea susceptible al virus no implica que ésta sea capaz de asegurar la supervivencia del virus en la naturaleza. Según Rodríguez Ferri (1987) son necesarias tres condiciones para que esto se cumpla:

1º) que la especie pueda infectarse: los quirópteros presentan una alta susceptibilidad al virus rábico

2ª) que la especie asegure la conservación del agente patógeno: cada especie emplea mecanismos diferentes. En el caso de los murciélagos insectívoros, el virus se podría mantener dentro de poblaciones locales mediante la concurrencia de uno o varios de los siguientes mecanismos:

- la reducción del metabolismo durante la hibernación disminuiría la multiplicación viral, alargando las fases asintomáticas de la enfermedad
- la presencia del virus en la grasa interescapular o grasa parda, que funciona como órgano de mantenimiento del virus durante la hibernación
- las diversas vías de transmisión que se conocen
- el estilo sedentario de vida y el comportamiento social agresivo de las especies coloniales

3°) que la especie permita el regreso del virus a otras especies sensibles: la forma más común de transmisión del virus rábico es la mordedura; y por tanto las especies animales que presentan la dentición y el comportamiento adecuado (agresivo), como es el caso de los Órdenes *Carnívora* y *Chiróptera*, podrían actuar como vectores de la enfermedad.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que hay animales que aunque presentan el virus en el cerebro no lo excretan por las glándulas salivares, y por lo tanto no son capaces de transmitirla. Además la concentración y la virulencia del virus dependen de la especie portadora y de la cepa del virus (Pérez et al, 1990). Por ejemplo, las mofetas excretan una mayor concentración de virus que otros carnívoros. Otro ejemplo: si se infectan zorros con cepa vulpina, el 85-100% presenta virus en las glándulas salivares; mientras que si es inoculada a hurones, el virus no aparece en saliva (Carey, 1985; Rodríguez Ferri, 1987).

Aunque son 30 las especies de murciélagos que habitan en Europa, *Eptesicus serotinus* infectado por *EBLV1* es responsable del 95% de los casos de exposición humana, siguiendo en importancia *Myotis daubentonii* y *Myotis dascyneme* como portadores de *EBLV2*, actuando el resto de las especies como hospedadores ocasionales y posiblemente como vías muertas de transmisión. Un estudio reciente llevado a cabo por la Universidad de Barcelona (Serra-Cobo et al, 2002) ha demostrado la presencia de *EBLV1* en otras especies de murciélagos de la zona de Aragón y Baleares, por lo que se piensa que la alta frecuencia de mordeduras por *Eptesicus serotinus* se deba más a que sea una especie antropófila con mayor presencia en medios urbanos, y no a que sea el único reservorio del virus.

Un estudio realizado en España sobre una colonia de *Eptesicus serotinus* que había estado implicada en un caso de mordedura humana reveló, un año después, la presencia asintomática del virus en la cavidad orofaríngea de un elevado porcentaje de los individuos, que no presentaban síntomas de afectación neurológica (Echevarría et al, 2001). Un estudio posterior de seroprevalencia en estas colonias permitió concluir que *E. serotinus* se recupera con frecuencia de la infección por *EBLV1*, observándose seroprevalencias de hasta un 20% en colonias sanas, siendo frecuente que la infección se produzca en las primeras semanas de vida (Pérez Jordá et al, 1995). Este estudio, que se llevó a cabo en 4 colonias de *Eptesicus* de Huelva y Sevilla, en otoño de 1.991 y primavera, verano y otoño de 1.992, obteniendo las muestras de sangre por punción cardiaca (fueron estudiados también los encéfalos de algunos individuos). Hubo individuos que fueron capturados en varias ocasiones (marcados con anillas), que tenían altos niveles de anticuerpos en primavera, pero que en verano y

otoño tenían títulos bajos o eran negativos. En una de las colonias se encontraron 4 individuos menores del año infectados, lo que corrobora a otros estudios que la infección del virus puede darse justo después del nacimiento, como se vio en colonias de *Tadarida brasiliensis* en América (Constantine, 1986).

Esta infección por lisavirus en los quirópteros es limitada. En este estudio, dos especímenes con títulos relativamente altos al estudiar la presencia del virus en encéfalo fue negativo a *EBLV1* (Pérez-Jordá et al, 1995), similar a lo encontrado en *Tadarida brasiliensis mexicana* en la cueva Lava Cave de Nuevo México, capaz de recuperarse de la infección por el *serotipo 1* o *RABV* (Steece y Altenbach, 1989). Sin embargo, sí se considera que la enfermedad puede producir brotes epizooticos que aumenten la mortalidad en un momento dado, como ocurrió en una de estas colonias de Huelva en el año 1.989, donde se detectó un aumento de la mortalidad en la colonia y resultaron además 5 individuos positivos a *EBLV1* (Pérez-Jordá et al, 1995).

El virus aislado en murciélagos australianos (*ABLV*) ha producido 2 casos de muerte en humanos tras la mordedura de murciélagos: en un caso un megaquiróptero frugívoro, pero también en un microquiróptero insectívoro (Warrilow, 2005). Un estudio serológico reciente sugiere la presencia de *ABLV* en murciélagos de cueva filipinos (*Miniopterus schreibersii*), y los otros virus de murciélago asiáticos, excepto *Irkut*, se han observado en especies de murciélagos de Asia que también están presentes en la Península Ibérica. Como vemos, la biodiversidad de los lisavirus es mucho mayor entre los quirópteros que en cualquier otro grupo zoológico (Echevarría, 2004).

TRANSMISIÓN DE LA RABIA EN MURCIÉLAGOS

Existen diferentes vías de transmisión de la enfermedad. La vía más común e importante es la mordedura provocada por un ejemplar enfermo que excreta la suficiente cantidad de virus por sus glándulas salivares. En el caso de los murciélagos europeos (insectívoros), ésta es una forma de transmisión **intraespecífica**, propiamente entre los murciélagos, por el comportamiento agresivo dentro de las colonias entre los propios individuos, pero no hacia otras especies animales diferentes. A no ser que por producir síntomas de rabia parálitica esté en el suelo y una persona vaya a tocarlo. En el caso de los murciélagos hematófagos es la forma propia de transmisión, y además generalmente a otras especies de cuya sangre se alimenta (**interespecífica**).

El virus también puede ser excretado por la orina, lo cual no tendría la menor trascendencia si no fuera por la existencia de refugios que contienen millones de

murciélagos, y de los que una considerable proporción se encuentran infectados. Todo esto hace que en la atmósfera del refugio exista una concentración tal de virus en suspensión que es capaz de infectar a otros animales, incluso de distinta especie, siendo en este caso la vía de entrada las mucosas respiratorias (Pérez et al, 1990). Así, en las cuevas de Frío Cave (Téxas) y Lava Cave (Nuevo México) murieron 2 personas y varios zorros al respirar el aire que se hallaba en su interior (Constantine, 1988b). Este mecanismo podría asegurar el mantenimiento del virus en estos refugios.

Ya como último mecanismo, pero sólo entre ellos (intraespecífica), la infección puede adquirirse en el mismo momento del nacimiento, a causa de los cuidados de la madre, como por ejemplo al intentar romper el cordón umbilical mediante mordiscos, o mediante los múltiples lametazos que le prodiga a la cría (Constantine, 1986). La vía transplacentaria es objeto de discusión, ya que se sugiere que en condiciones naturales no se produce (Pérez et al, 1990).

En cuanto al riesgo de transmisión a otros mamíferos incluido el hombre (transmisión **interespecífica**), parece ser insignificante, como lo corrobora el hecho de que en los países libres de rabia en sus mamíferos terrestres (como es el caso de España, o Dinamarca) se hayan detectado murciélagos rabiosos. Este escaso riesgo de transmisión podría explicarse por tres factores:

- la baja probabilidad de contacto con murciélagos enfermos
- por la normal ausencia de la fase agresiva de la enfermedad
- por la reducida infectividad de algunas de las cepas víricas aisladas en quirópteros

Esta menor capacidad de infectar se produce porque el virus se especializa en un determinado hospedador, y con el tiempo incrementa su eficiencia sobre éste y la reduce sobre otras especies. Para conseguirla se necesitan una serie de transmisiones entre individuos de la misma especie animal, junto a una falta de transmisiones entre individuos de distintas especies. Esta situación es la que se da normalmente en la naturaleza, y sobre todo entre las poblaciones de quirópteros y el resto de mamíferos terrestres. Este fenómeno es lo que se conoce como **compartimentalización** (Constantine, 1988a).

Existe una marcada estacionalidad en la presentación de los casos, siendo mucho más frecuentes en el tercer trimestre del año, coincidiendo con la máxima actividad de las colonias de murciélagos.

ORIGEN DE LA RABIA DE LOS QUIRÓPTEROS EN EUROPA

Parece bastante claro que el origen podría estar en África, aunque sin embargo el cómo y el cuándo llegó a Europa presenta bastantes controversias.

En todo caso se relaciona con el hecho de que el murciélago hortelano (que es una especie sedentaria) convive con otras especies migradoras que pueden haber sido las portadoras desde el Continente Africano (Juedes, 1987, Amengual et al, 1997). Esto apoyaría la tesis de que el virus rábico de los quirópteros está establecido en Europa desde hace mucho tiempo por un lado, y por otro el hecho de que la rabia en quirópteros en España aparezca fundamentalmente en zonas costeras de la península (Muñoz, 1987).

El hecho de haber detectado *EBLV1* en *Miniopterus schreibersii* conlleva la mayor posibilidad de dispersión del virus, ya que se trata de una especie migradora que comparte refugios con otras especies de murciélagos, entre ellas *Eptesicus serotinus*, *Rhinolophus ferrumequinum* y *Myotis myotis*, teniendo en este último caso colonias mixtas, por lo que el contacto físico es muy estrecho (Serra-Cobo et al, 2002).

3. MÉTODOS DIAGNÓSTICOS DE RABIA EN QUIRÓPTEROS

El primer método empleado en los animales sospechosos fue la detección del virus en el cerebro, para lo cual el animal era sacrificado. Diferentes estudios han demostrado que este método no es más sensible que la detección de anticuerpos en la sangre, para lo cual se realiza una pequeña incisión en una vena alar para obtener la muestra o bien mediante punción cardíaca.

En la actualidad se está estudiando la presencia del virus directamente en la saliva, mediante la "Técnica de reacción en cadena de la polimerasa" (P.C.R.). Estudia el ARN de Lyssavirus detectados en la saliva, tomando la muestra con un simple hisopo de algodón que después es introducido en un búffer de lisis para su mantenimiento. Puede congelarse, y después debe ser enviado al laboratorio (Instituto de Salud Carlos III de Madrid) para su análisis. Este método es el menos agresivo con el animal, permitiendo tomar la muestra más rápidamente y con menor daño.

La presencia de anticuerpos refleja que en el pasado ha habido una exposición al virus, pero no es válido como marcador activo de infección en los murciélagos, y la detección en cerebro es sólo válida para animales que padecen infección neurológica (y en individuos sanos no se puede usar porque están protegidos). Sin embargo la

detección en saliva no supone ningún daño para el animal y es un buen marcador epidemiológico de detección en individuos sanos (Echevarría et al, 2001), teniendo en cuenta que ejemplares positivos identificados con anillas fueron capturados de nuevo años después, lo que indica que esta infección no sigue el patrón típico de infección neurológica (Pérez-Jordá et al, 1995).

Los estudios que se han llevado a cabo en nuestra península han sido:

1) Una colonia de Huelva en 1989 de *Eptesicus serotinus*, donde se detectaron 5 casos positivos

2) Cuatro colonias de *Eptesicus serotinus* en Huelva y Sevilla, entre 1991-1992, en el que se hizo un estudio de seroprevalencia, que disminuyó de un 74% al inicio del estudio hasta un 10% un año después (Pérez-Jordá et al, 1995)

3) Un estudio en Cataluña, Aragón, Valencia y Baleares entre 1995-2000. Se estudiaron 14 especies de murciélagos (entre ellas *Eptesicus serotinus*) en estas regiones y se encontraron en Aragón y Baleares 4 especies que dieron resultado positivo a *EBLV1*: *Myotis myotis*, *Miniopterus schreibersii*, *Tadarida taeniotis* y *Rhinolophus ferrumequinum*, todas potencialmente cavernícolas. Se estudió seroprevalencia y detección de antígeno y ARN en diferentes tejidos, entre ellos cerebro (pero no de todos los ejemplares), y se detectaron animales seropositivos que sobrevivieron después de 3 años (Serra-Cobo et al, 2002).

4) El Instituto de Salud Carlos III está llevando a cabo un estudio multicéntrico en España desde el año 2001, en el que colaboran miembros de la Estación Biológica de Doñana y de SECEMU, en el que se empezó por tomar muestras de "Murciélago hortelano" (*Eptesicus serotinus*), murciélago no cavernícola, antropófilo, que vive en fisuras y puede hibernar en cuevas. Posteriormente se están estudiando también otras especies de murciélagos, entre ellas varias cavernícolas. Las muestras se toman siempre en los períodos en que menos se les moleste, fuera de la época de cría y de la hibernación. Básicamente se está haciendo un estudio de la presencia de ARN del virus en saliva mediante PCR, así como estudios de seroprevalencia en algunas colonias.

4. MÉTODOS DE CONTROL

La rabia es una enfermedad de distribución mundial, mortal de necesidad y que además presenta distintos ciclos epidemiológicos según la zona geográfica, tan-

to en lo que respecta al lisavirus como al reservorio implicado, por lo que los métodos de lucha varían de una zona a otra.

Citaremos algunos ejemplos:

- A) Empleo de vacunas orales en murciélagos hematófagos en Brasil. Se ha empleado vacuna inactivada de una cepa de *RABV* aislada de infección natural de otros murciélagos *Desmodus rotundus*, empleando como vehículo vaselina líquida y aplicada en la espalda de dos ejemplares de murciélagos que habían sido criados en cautividad y que posteriormente se introdujeron en la colonia. Esta misma vía de aplicación se ha empleado con anterioridad usando sustancias vampiricidas para controlar la población de algunas colonias (Almeida et al, 2005).
- B) El empleo de vacunas inactivadas de *RABV* aplicadas de forma parenteral en murciélagos frugívoros, ha demostrado producir unos buenos niveles de respuesta humoral, sobre todo en el caso de aplicar dos inoculaciones (Peters et al, 2004).
- C) Vacunación sistemática según pauta establecida por la OMS de toda persona que haya podido ser agredida por un murciélago, así como de personas de riesgo, como los manipuladores de murciélagos

ACTITUD DE ESPELEÓLOGOS Y MANIPULADORES DE MURCIÉLAGOS ANTE ESTOS

Ya por último debemos comentar algo acerca de la actitud que ciertos colectivos que puedan incidir en el hábitat de los murciélagos, como son los espeleólogos al explorar las cuevas donde reposan algunas especies de murciélagos y los manipuladores de murciélagos que los estudian, deben tener ante estos animales y la posible enfermedad que pueden transmitir.

1º) Respeto ante una especie animal inofensiva, necesaria para el equilibrio ecológico y además protegida. Por tanto, procurar no molestarlos en la época de cría o de hibernación ni incidir en su hábitat más de lo necesario. Los intrusos somos nosotros.

2º) Son animales insectívoros y no atacan a no ser que se sientan amenazados. Más bien lo que hacen es defenderse. Y además, cuando padecen la rabia suele presentarse de forma paralítica, sin fase agresiva de la enfermedad.

3º) La principal especie portadora del virus no es cavernícola. El virus se ha aislado en pocas especies cavernícolas, aunque esto es algo que aún debe estudiarse más a fondo.

4º) El virus está muy especializado en los murciélagos, por lo que es mucho menos infectante para otras especies.

En caso de **mordedura**:

- lavar inmediatamente la herida con agua y jabón o un antiséptico, procurando que no se cierre la piel de primeras y que sangre para que arrastre el virus hacia afuera
- a ser posible, capturar al animal agresor para su posterior análisis
- acudir inmediatamente al médico, que será quien decida si es necesaria la vacunación o no
- si se va a trabajar con murciélagos es conveniente estar previamente vacunado. Hay publicaciones que recomiendan incluso a los espeleólogos en general que estén vacunados, aunque yo creo que eso puede resultar algo exagerado.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMEIDA MF, MARTORELLI LF, AIRES CC, SALLUM PC, MASSAD E (2005) Indirect oral immunization of captive vampires, *Desmodus rotundus*. *Virus Research*, 111(1): 77-82.
- AMENGUAL B, WHITBY JE, KING J, SERRA-COBO A, BOURHY H (1997) Evolution of European bat lyssaviruses. *Journal of General Virology*, 78: 2319-2328.
- ARGUIN PM, MURRAY-LILLIBRIGE K, MIRANDA MEG, SMITH JS, CALAOR AB, RUPPRECH CE. (2002) Serologic evidence of lyssavirus infections among bats, The Philippines. *Emerging Infectious Diseases* 8 (3): 258-262.
- ASTORGA RJ (2002) La rabia: revisión sobre aspectos zoonóticos y Policía Sanitaria. *Información Veterinaria, Revista del Consejo General de Colegios Veterinarios de España*, 237: 37-45.
- BOURHY H, KISSI B, TORDO N (1993) Molecular diversity of the lyssavirus genus. *Virology* 194: 70-81.
- CAREY AB (1985) Multispecies rabies in the eastern United States. *Population dynamics of rabies in wild life*, Academic Press London: 23-29.

- CONSTANTINE DG (1967) Bat rabies in the southwestern United States. *Pub Health Rep*, 82: 867-888.
- CONSTANTINE DG (1986) Absence of prenatal infection of bats with rabies virus. *Journal Wildlife Diseases*, 22: 249-250.
- CONSTANTINE DG (1988a) Transmission of pathogenic microorganisms by vampire bats. *Natural History of Vampire Bats*: 167-189.
- CONSTANTINE DG (1988b) Health precautions for bats researchers. *Ecological and behavioral methods for the study of bats*: 491-528.
- CONSTANTINE DG (2003) Geographic translocation of bats: known and potential problems. *Emerging Infectious Diseases*, 9(1): 17-21.
- ECHEVARRÍA JE, AVELLÓN A, JUSTE J, VERA M, IBÁÑEZ C (2001) Screening of active lyssavirus infection in wild bat populations by viral RNA on oropharyngeal swabs. *Journal of Clinical Microbiology* 39 (10): 3678-3683.
- ECHEVARRÍA JE (2004) Rabia en España: razones para no bajar la guardia. *Profesión Veterinaria, Revista del Colegio Oficial de Veterinarios de Madrid*, 60: 10-13.
- ERASO A (1981) Introducción al estudio del karst. *Secc. Reg. Castellana Centro de Espeleología. Madrid*: 94-111.
- ESTRADA-PEÑA A, BALCELLS E, SERRA-COBO J (1991) Los artrópodos ectoparásitos de murciélagos en España. *Los Murciélagos de España y Portugal*. Ed. J. Benzal y O. de Paz. ICONA. Min Agric, Pesca y Alimentac. Madrid: 253-280.
- Informe (2002) Los murciélagos son improbables transmisores de la rabia a los seres humanos. *Información Veterinaria, Revista del Consejo General de Colegios Veterinarios de España*, 232: 21-24.
- JOHNSON N, SELDEN D, PARSONS G, HEALY D, BROOKES SM, MCELHINNEY LM, HUTSON AM, FOOKS AR (2003) Isolation of European bat lyssavirus type 2 from a Daubenton's bat in the United Kingdom. *The Veterinary Record*, 152(13): 383-387.
- JUEDES U (1987) On the problem of rabies in bats. *Myotis*, 25: 41-62.
- KAPLAN C (1985) Rabies: a worldwide disease. *Population dynamics of rabies in wildlife*: 1-20.
- KING AA (1993) Monoclonal antibody studies on rabies-related viruses. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 60: 283-287.
- MACDONALD DW Y VOIGT DR (1985) The biological basis of rabies models. *Population dynamics of rabies in wildlife*: 71-103.

- MONTAÑO-HIROSE JA, BOURHY H, LAFON M (1990) A reduced panel of anti-nucleocapsid monoclonal antibodies for bat rabies virus identification in Europe. *Research on virology* 141: 571-581.
- MUÑOZ-CERVERA M Y MUÑOZ-NAVARRO M (1991) La rabia en quirópteros (Duvenhage) Análisis de los casos detectados en la Comunidad Autónoma Andaluza. *Ciencias Veterinarias, Consejo General de Colegios Veterinarios de España*: 184-189.
- NATHWANI D, McINTYRE PG, WHITE K, SHEARER AJ, REYNOLDS N, WALKER D, ORANGE GV, FOOKS AR (2003) Fatal human rabies caused by European bat lyssavirus tipe 2a infection in Scotland. *Clinical Infectious Diseases* 37: 598-601.
- PÉREZ JORDÁ JL, BOYERO JR, IBÁÑEZ C (1991) Epidemiología de la rabia en quirópteros. *Los Murciélagos de España y Portugal*. Ed. J. Censal y O. de Paz. ICONA. Min. Agric., Pesca y Alimentac. Madrid: 235-252.
- PÉREZ JORDÁ JL, IBÁÑEZ C, MUÑOZ-CERVERA M, TÉLLEZ A (1995) Lyssavirus in *Eptesicus serotinus* (Chiropter: Vespertilionidae). *Journal of Wildlife Diseases* 3(3): 372-377.
- PETERS C, ISAZA R, HEARD DJ, DAVIS RD, MOORE SM, BRIGGS DJ (2004) Vaccination of Egyptian fruit bats (*Rousettus aegyptiacus*) with monovalent inactivated rabies vaccine. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 35(1): 55-59.
- PICARD-MEYER E, BARRAT J, TISSOT E, BARRAT MJ, BRUYERE V, CLIQUET F (2004) Genetic analysis of European bat lyssavirus tipe 1 isolates from France. *The Veterinary Record*, 154(19): 589-595.
- RODRÍGUEZ FERRI EF (1987) Estado actual de la rabia animal con especial referencia a España. *Colección Veterinaria de Salud Pública*, vol 4, 2ª ed. Ministerio de Sanidad y Consumo, Madrid.
- (;) SÁNCHEZ SERRANO L (2002) ¿Qué sucede con la rabia en nuestro entorno? *Informativo Veterinario Argos*.
- SERRA COBO J (1993) Impacto del virus rábico en quirópteros en España e interacción con la población humana. Memoria final 1990-1993. Convenio firmado por el Ministerio de Sanidad y Consumo y la Universidad de Barcelona.
- SERRA COBO J (1994) Impacto del virus rábico en quirópteros en España e interacción con la población humana. Memoria 1994. Convenio firmado por el Ministerio de Sanidad y Consumo y la Universidad de Barcelona.
- SERRA COBO J, AMENGUAL B, AVELÁN C, BOURHY H (2002) European bat lyssavirus infections in Spanish bat population. *Emerging infectious diseases* 8 (4): 413-420.

- STEECE R Y ALTENBACH JS (1989) Prevalence of rabies specific antibodies in the Mexican free tailed-bat (*Tadarida brasiliensis mexicana*) at Lava Cave New Mexico. *Journal Wildlife Diseases*, 25: 490-496.
- STEECE R Y CALISHER CH (1989) Evidence for prenatal transfer of rabies virus in the Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis mexicana*). *Journal Wildlife Diseases*, 25: 329-333.
- TERNOVOI VA, ZAIKOVSKAIA AV, TOMILENKO AA, RASSADKIN IUN, AKSENOV VI, CHAUSOV EV, SCHARF B, SHESTOPALOV AM (2005) Lissavirus in bats residing in the South of West Siberia. *Voprosy Virusologii* 50(1): 31-35.
- TUTTLE MD Y STEVENSON DE (1977) Variation in the cave environment and its biological implications. *Nat. Cave Management Symp. Proceed*: 108-121.
- WARRILOW D (2005) Australian bat lyssavirus: a recently discovered new rhabdovirus. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 292: 25-44.
- WHO Expert Committe on Rabies (1973) *Tech Rep Ser*, 153: 12.