

Las enfermedades transmitidas por vector: importancia y aspectos epidemiológicos

Marco Antonio Torres-Castro*, Henry René Noh-Pech, César Israel Lugo-Caballero, Karla Rossanet Dzul-Rosado, Fernando I. Puerto

Introducción

Los seres humanos, y varios animales domésticos y silvestres, son susceptibles de infectarse con patógenos transmitidos por vector y desarrollar lo que se conoce como Enfermedad Transmitida por Vector (ETV). A nivel mundial este grupo de padecimientos es importante, sobre todo en los países en vías de desarrollo como México, debido al incremento anual en el número de casos registrados en personas y también por los millones de habitantes que están en riesgo constante de contagiarse. Las ETV son ocasionadas por diversos microorganismos (agentes infecciosos), como virus, parásitos y bacterias, que son transmitidos específicamente por artrópodos como mosquitos, garrapatas, chinches, pulgas y piojos. Estos últimos son vectores identificados de manera habitual en los ambientes urbanizados. Algunas de las ETV más comunes y con mayor distribución en México son conocidas usualmente como dengue, chikungunya, zika y Chagas. No obstante, existen otras ETV menos frecuentes y distribuidas como son el paludismo, la leishmaniasis y las rickettsiosis (Kuri-Morales *et al.* 2015, SSA 2017).

El objetivo de este trabajo es describir un panorama general sobre la situación actual de la epidemiología de las ETV en México, y describir las medidas y acciones implementadas para su control y las características de las pruebas de laboratorio para su diagnóstico. Este panorama ofrece información básica para estudiantes y profesionales de la salud humana o veterinaria interesados en el tema abordado.

Epidemiología de las enfermedades transmitidas por vector

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la epidemiología como “el estudio de la distribución y los determinantes de estados (comúnmente nombrados factores) o eventos relacionados con la salud, en particular las enfermedades, y la aplicación de éstos al control de las entidades clínicas (infecciosas y no infecciosas) y otros problemas de salud” (<http://www.who.int/topics/epidemiology/es/>). Este concepto también se aplica en el abordaje de los padecimientos que aquejan a las poblaciones animales, especialmente aquellas que están en contacto estrecho con los seres humanos como las especies de corral y de compañía (mascotas).

En términos biológicos un “vector” es todo organismo vivo con la capacidad de transportar (movilizar) y transmitir de forma activa y constante cualquier microorganismo desde un hospedero vertebrado e infectado hacia otro susceptible. Este proceso, que se define como “transmisión biológica” (Tercero-Gutiérrez y Olalla-Herbosa 2008), puede ocurrir desde personas hacia animales o desde animales hacia personas (OMS 2017a). Los distintos agentes patógenos (parásitos, virus o bacterias), transmitidos por vectores, necesitan multiplicarse o generar sus formas infectivas fuera o dentro de las células de los hospederos para completar su ciclo de vida. De esta manera, los patógenos son transmitidos hacia otro hospedero susceptible por alguno de los mecanismos mencionados posteriormente (Tercero-Gutiérrez y Olalla-Herbosa 2008).

La OMS señala que las ETV, que se encuentran en el grupo de las zoonosis o enfermedades zoonóticas, son aquellas que “se originan por la infección con agentes patógenos cuyo mecanismo principal de transmisión es la mordedura (o picadura) de artrópodos como mosquitos, flebótomos, triatomíneos, simúlidos (conocidos como moscas negras), garrapatas (Figura 1), pulgas, ácaros y piojos”. Aunque también se transmiten por el contacto, mala manipulación o consumo de caracoles (caso particular de la esquistosomiasis), o por la autoinoculación de heces expulsadas por pulgas (como en el caso de la bacteria *Rickettsia felis*) (OMS 2017a, OPS/OMS 2017). Estos vectores (a excepción de los caracoles) requieren de la sangre de los hospederos para alimentarse (como sucede con garrapatas, piojos, pulgas y triatomíneos) o para la producción de huevos (como sucede con mosquitos hembra y flebótomos) (Zumaya-Estrada *et al.* 2017).



Figura 1. Garrapata macho del género *Amblyomma*, observado bajo un microscopio estereoscópico Labomed Luxeo 4D®. La fotografía fue tomada con el software PixelPro®. (Créditos: Biol. Abigail Arroyo Ramírez, IBQ. Henry René Noh Pech).

Según la misma OMS, las ETV representan aproximadamente el 17% de los padecimientos infecciosos conocidos que afectan al ser humano, por lo que a nivel mundial se registran cerca de un millón de defunciones por año provocadas por alguno de estos padecimientos. Además, se estima que más de la mitad de la población mundial humana está en riesgo de contraer una enfermedad de este tipo y que en las últimas tres décadas las áreas endémicas, y el número y la frecuencia de los casos se han elevado significativamente (OPS/OMS 2017). Según estas características, en las diferentes regiones geográficas donde se presentan las ETV han sido clasificadas como emergentes o reemergentes (Kilpatrick y Randolph 2012).

Entre las ETV que han aumentado en las últimas décadas están el paludismo o malaria, la fiebre hemorrágica por dengue, la esquistosomiasis, la tripanosomiasis americana o enfermedad de Chagas, la tripanosomiasis africana o enfermedad del sueño, la leishmaniasis, la fiebre amarilla, la encefalitis japonesa, la fiebre por zika y la fiebre por chikungunya (Tercero-Gutiérrez y Olalla-Herbosa 2008, OMS 2017a, OPS/OMS 2017). Estas ETV tienen en común

que sus tasas particulares de morbilidad y mortalidad son más elevadas en países subdesarrollados o en vías de desarrollo, principalmente en los pobladores de áreas tropicales y subtropicales que viven en condiciones de vulnerabilidad y alejadas de los servicios de salud pública (López-Vélez y Molina-Moreno 2005, Costa *et al.* 2017, OPS/OMS 2020).

En 2017, el paludismo ocasionó el mayor número de muertes en seres humanos a nivel mundial con casi medio millón, principalmente niños menores de cinco años en África donde se registró 90% de los casos clínicos y 92% de los fallecimientos. Esta enfermedad es ocasionada por protozoos del género *Plasmodium* que se transmiten al ser humano por la picadura de mosquitos del género *Anopheles* (OMS 2017b). Asimismo, el dengue hemorrágico se consideró la ETV con la expansión mayor, reportándose casos en más de 100 países de África, América, el Mediterráneo Oriental, Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental, siendo más afectadas las regiones tropicales y subtropicales de América, Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental (OMS 2017c, OPS/OMS 2017).

La distribución de las ETV se asocia a un conjunto de factores demográficos, ecológicos medioambientales y sociales muy complejos, como son: 1) la densidad poblacional de los artrópodos vectores, así como las especies presentes; 2) el calentamiento global que produce el cambio climático que permite la adaptación de vectores a nuevas altitudes y con ello la circulación de patógenos en regiones no habituales; 3) la invasión del ser humano en ambientes silvestres y los ciclos de transmisión (conocidos como enzoóticos) que únicamente afectan a los animales salvajes o silvestres; 4) la sobrepoblación y el hacinamiento que propician un aumento de vectores y de hospederos susceptibles en un área específica, incluyendo principalmente a perros y gatos; 5) la carencia de medidas de higiene en los niveles personal, de vivienda y de comunidad; 6) los viajes internacionales cada vez más frecuentes y distantes; y 7) la marginación, pobreza y urbanización descontrolada (López-Vélez y Molina-Moreno 2005, Costa *et al.* 2017).

Panorama general de las enfermedades transmitidas por vector en México

Las ETV son consideradas un problema importante de salud pública en México. Se estima que alrededor del 60% del territorio nacional, en donde residen aproximadamente 50 millones de personas y se localizan la mayor parte de los centros agrícolas, ganaderos, industriales, pesqueros, petroleros y turísticos con importancia económica, presenta las condiciones

medioambientales, sociales y demográficas idóneas para la transmisión y diseminación de alguna ETV (CENAPRECE 2017).

En México, las ETV más relevantes en años recientes, debido al incremento en el número de casos, su severidad y la generación de brotes o epidemias en varias ciudades, son: 1) la fiebre por dengue; 2) la fiebre por zika; y 3) la fiebre por chikungunya, ocasionadas por los virus dengue (DENV), zika (ZIKV) y chikungunya (CHIKV), respectivamente (Tabla 1). El vector en todos los casos es el mosquito del género *Aedes* (Costa *et al.* 2017, SSA 2017). No obstante, también existe un riesgo alto de infección con otros patógenos como el protozoo *Trypanosoma cruzi*, que ocasiona la enfermedad de Chagas, principalmente en áreas rurales de escasos recursos económicos de los estados del sureste donde el vector *Triatoma dimidiata*, conocida como chinche besucona, es común. Asimismo, la presencia de moscas del género *Lutzomyia*, portadoras del protozoo *Leishmania* (agente causal de la leishmaniosis), representa un riesgo de transmisión para pobladores, turistas y visitantes en regiones del sureste de México (Hotez *et al.* 2015, CENAPRECE 2017, SSA 2017). Otras ETV con importancia en salud pública por su mortalidad cercana al 20%, son las fiebres rickettsiales o rickettsiosis, ocasionadas por distintas especies patógenas del género *Rickettsia* y transmitidas por pulgas, piojos, ácaros o garrapatas (Lugo-Caballero *et al.* 2017). Además, el paludismo se presenta ocasionalmente en Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Chihuahua, Durango, Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Sonora (SSA 2017) (Tabla 1).

Otras ETV menos frecuentes y con distribución limitada son la borreliosis o enfermedad de Lyme, ocasionada por diversos genotipos del complejo *Borrelia burgdorferi* sensu lato, transmitidos principalmente por garrapatas, cuyo caso más reciente fue reportado en Culiacán, Sinaloa (Tinoco-Gracia *et al.* 2020) y la enfermedad por el virus del oeste del Nilo (VON) que tiene un ciclo de transmisión que involucra mosquitos del género *Culex* y aves silvestres, que según datos del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE), se reportaron a finales de 2012, al menos 11 casos en México sin defunciones (CONAVE 2012).

Tabla 1. Principales Enfermedades Transmitidas por Vector (ETV) y su estado actual en México.

| ETV | ESTADO ACTUAL |
|---|---------------|
| Malaria | Endémica |
| Fiebre por dengue | Endémica |
| Enfermedad por virus del oeste del Nilo | Reemergente |
| Enfermedad de Chagas | Endémica |
| Leishmaniasis cutánea y visceral | Endémica |
| Fiebres rickettsiales | Endémica |
| Fiebre por zika | Emergente |
| Fiebre por chikungunya | Emergente |
| Paludismo | Endémica |

Modificada de Hotez *et al.* (2015), Kuri-Morales *et al.* (2015), CENAPRECE (2017), SSA (2017).

La mayoría de las ETV (representada por las arbovirosis) se previenen mediante el control (disminución) o erradicación de las poblaciones de vectores. En México se han adoptado medidas para lograr el control de las ETV, como son: 1) el uso controlado de insecticidas específicos para la fase larvaria (larvicidas) y para la fase adulta del ciclo de los mosquitos (adulticidas) (González-Acosta *et al.* 2020) y 2) el fortalecimiento y mejoramiento de los programas de vigilancia epidemiológica activa y de la infraestructura para el diagnóstico de las ETV endémicas (Kuri-Morales *et al.* 2015). Además, existe un programa nacional de control de vectores encargado de producir datos científicos para la toma de decisiones (investigación operativa), identificando aquellos factores que ayudan en la contención de brotes a partir de la reducción del contacto entre las personas y los vectores (González-Acosta *et al.* 2020).

Otras medidas adoptadas en México para el control de las ETV, sobre todo aquellas transmitidas por mosquitos, son: 1) la vigilancia entomológica por medio de un sistema de 250,000 ovitrampas repartidas en los 32 estados; 2) la vigilancia entomoviológica (vigilancia activa) para detectar arbovirus en los mosquitos antes de su transmisión hacia los pobladores y de esta manera focalizar anticipadamente las acciones de control vectorial; 3) el control químico de larvas del mosquito *Aedes aegypti* en depósitos de agua (criaderos), elemento importante en las estrategias integrales de prevención y control; y 4) el control químico con adulticidas para la

eliminación de *Ae. aegypti* en comunidades que presentan un incremento exponencial en el número de casos en un periodo breve de tiempo (González-Acosta *et al.* 2020).

Es importante mencionar que México cuenta con una Norma Oficial Mexicana para la vigilancia epidemiológica, promoción, prevención y control de las ETV (NOM-032-SSA2-2014), la cual establece las especificaciones, criterios y procedimientos para disminuir el riesgo de infección (transmisión), enfermedad, complicaciones o muerte por ETV, y describe los aspectos generales y específicos sobre la vigilancia, prevención y control de las ETV más destacadas, entre las que se incluyen fiebre por dengue, paludismo, enfermedad de Chagas, oncocercosis, leishmaniosis, enfermedad por VON y las fiebres rickettsiales (https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5389045&fecha=16/04/2015).

Diagnóstico

Las manifestaciones clínicas de las ETV en pacientes incluyen desde síntomas leves (resfriado común) hasta severos (fiebres hemorrágicas e inflamación de los órganos del encéfalo), por lo que no se consideran marcadores específicos, dificultando el diagnóstico clínico (López-Vélez y Molina-Moreno 2005, Kilpatrick y Randolph 2012, Cortes *et al.* 2016). Además, varias ETV comparten síntomas (e.g. fiebre, erupciones cutáneas, malestar general, dolor muscular y de articulaciones, etc.), por lo que los médicos únicamente sospechan en su diagnóstico cuando la entidad clínica está avanzada, se presenta en brotes o epidemias, o cuando es mortal (Tercero-Gutiérrez y Olalla-Herbosa 2008, Lugo-Caballero *et al.* 2017).

Para el diagnóstico de las ETV se requiere, además de la inspección física, el reporte de los síntomas y el análisis de los factores de riesgo y epidemiológicos realizados por el médico. También, es necesario el uso de técnicas de laboratorio para demostrar la presencia (de modo directo o indirecto) del patógeno en los órganos, tejidos, líquidos, secreciones o excreciones del individuo infectado (Figuroa y Rasheed 1999). Comúnmente, la detección de los microorganismos depende de su visualización microscópica o de su cultivo (aislamiento) en medios de laboratorio. Dichas técnicas pueden ser ampliamente fiables, pero necesitan de equipo y personal especializado que pocas veces está disponible en los laboratorios (Figuroa y Rasheed 1999). En este contexto, las herramientas moleculares (métodos con sensibilidad y especificidad altas) como la clonación, secuenciación o amplificación de genes o fragmentos de ellos por medio de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR por sus siglas en inglés), permiten identificar

una variedad amplia de microorganismos infecciosos. Esta identificación facilita su uso en el diagnóstico y la investigación básica y clínica, por lo que estas herramientas son las de mayor elección en los laboratorios de investigación o de microbiología clínica, sustituyendo gradualmente a los métodos convencionales (Hernández-Hernández y Rodríguez 2009). Sin embargo, es necesario señalar que ninguna prueba de laboratorio puede detectar todos los microorganismos que ocasionan alguna ETV. Las pruebas que son útiles para un patógeno en particular a menudo son ineficientes para otro. Esto conlleva a la necesidad de realizar varias pruebas para revelar o descartar la causa de una infección (García-Ruíz *et al.* 2016). En este sentido, actualmente se han desarrollado técnicas basadas en PCR múltiples o múltiplex (mPCR) que amplifican simultáneamente y en una misma muestra biológica, diferentes secuencias de genes o fragmentos; procedimiento que permite la identificación paralela de distintos patógenos de interés (Méndez-Álvarez y Pérez-Roth 2004). Sin embargo, esta variante de PCR presenta algunas desventajas como la inversión de tiempo para la optimización y estandarización de los procedimientos que requiere una combinación óptima entre temperaturas y componentes de reacción para evitar falsos negativos, validación de resultados y obtención de controles positivos. Además, se requiere que la ejecute personal técnico especializado, de tal modo que generalmente una sola reacción eficiente necesita de múltiples estrategias de planificación e inversión económica (Bolívar *et al.* 2014).

Otro aspecto en el diagnóstico de las ETV es la duración (curso) de la infección (agudo o crónico), ya que de ésta dependerá el tipo de muestra biológica a utilizar en el laboratorio (Figuroa y Rasheed 1999). Si la infección transcurre durante los primeros días, es probable que el agente etiológico se encuentre en el sistema circulatorio de los hospederos afectados (sean seres humanos o animales), por lo que es posible su detección en sangre completa, o alguno de sus componentes (glóbulos blancos, glóbulos rojos o plasma) por pruebas directas. Conforme transcurre el tiempo, el microorganismo alcanzará los órganos o tejidos blancos y se necesitará una muestra de tejido (biopsia) para las pruebas directas. Aunque para la identificación de anticuerpos que indiquen infecciones antiguas se puede disponer de pruebas indirectas (*e.g.* ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas [ELISA por sus siglas en inglés], inmunofluorescencia indirecta [IFI]).

Conclusiones

Las ETV son entidades clínicas con importancia a nivel mundial y nacional por el número y la severidad de los casos ocasionados anualmente. En México varias de ellas son endémicas y problemáticas por las condiciones sociales, ecológicas y demográficas presentes en el territorio nacional. Es necesario el desarrollo de alternativas para el control epidemiológico de las ETV como son: 1) la capacitación de los médicos de primer contacto para mejorar sus destrezas diagnósticas y 2) el desarrollo de herramientas nuevas para ofrecer un diagnóstico oportuno a las poblaciones vulnerables que ayuden a interrumpir el ciclo de transmisión de estas enfermedades.

Laboratorio de Enfermedades Emergentes y Reemergentes, Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México.

*antonio.torres@correo.uady.mx

Torres-Castro MA, Noh-Pech HR, Lugo-Caballero CI, Dzul-Rosado KR, Puerto FI. 2020. Las enfermedades transmitidas por vector: importancia y aspectos epidemiológicos. *Bioagrociencias* 13(1): 31-41.

Referencias

Bolívar AM, Rojas A, y García-Lugo P. 2014. PCR y PCR-Múltiple: parámetros críticos y protocolo de estandarización. *Avances en Biomedicina* 3:25-33.

Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE 2017).

Programa de Enfermedades Transmitidas por Vector. Fecha de consulta 26/11/2018 en http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/portada_vectores.html

Comité Nacional para la Vigilancia Epidemiológica (CONAVE 2012). Aviso epidemiológico

Virus del Oeste del Nilo: Incremento de casos de infección por Virus del Oeste del Nilo en los Estados Unidos de América. Fecha de consulta 12/08/2020 en http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/vectores/descargas/pdf/aviso_virus_nilo210812.pdf

Cortés JA, Romero-Moreno LF, Aguirre-León CA, Pinzón-Lozano L, y Cuervo SI. 2016.

Enfoque clínico del síndrome febril agudo en Colombia. *Infectio* 21:39-50.

- Costa F, Carvalho-Pereira T, Begon M, Riley L, y Childs J. 2017. Zoonotic and vector-borne diseases in urban slums: opportunities for intervention. *Trends in Parasitology* 33:660-662.
- Figueroa M y Rasheed S. 1999. Patología molecular y diagnóstico de enfermedades infecciosas. *Revista Médica Hondureña* 59:135-150.
- García-Ruíz D, Martínez-Guzmán MA, Cárdenas-Vargas A, Marino-Marmolejo E, Gutiérrez-Ortega A, González-Díaz E, Morfin-Otero R, Rodríguez-Noriega E, Pérez-Gómez H, y Elizondo-Quiroga D. 2016. Detection of dengue, west Nile virus, rickettsiosis and leptospirosis by a new real-time PCR strategy. *Springerplus* 5:671.
- González Acosta C, Cime-Castillo J, y Correa-Morales F. 2020. Control integrado de vectores en México. *Ciencia* 71:52-63.
- Hernández-Hernández FC, y Rodríguez MH. 2009. Avances biotecnológicos en el diagnóstico de enfermedades infecciosas. *Salud Pública de México* 51:S424-S438.
- Hotez PJ, Bottazzi ME, Dumonteil E, y Buekens P. 2015. The Gulf of Mexico: a “hot zone” for neglected tropical diseases? *PLoS Neglected Tropical Diseases* 26(9):e00034481.
- Kilpatrick AM y Randolph SE. 2012. Drivers, dynamics, and control of emerging vector-borne zoonotic diseases. *Lancet* 380:1946-1955.
- Kuri-Morales PA, Guzmán-Morales E, De la Paz-Nicolau E, y Salas-Fernández A. 2015. Enfermedades emergentes y reemergentes. *Gaceta Médica de México* 151:674-680.
- López-Vélez R y Molina-Moreno R. 2005. Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Revista Española de Salud Pública* 79:177-190.
- Lugo-Caballero CI, Dzul-Rosado KR, Dzul-Tut I, Balam-May Á y Zavala-Castro J. 2017. Conocimiento de enfermedades transmitidas por vectores (dengue, rickettsiosis y enfermedad de Chagas) en médicos. *Gaceta Médica de México* 153:321-328.
- Méndez-Álvarez S, y Pérez-Roth E. 2004. La PCR múltiple en microbiología clínica. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica* 22:183-192.
- Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS 2017). Diez enfermedades transmitidas por vectores que ponen en riesgo a la población de las Américas. Fecha de consulta 15/11/2018 en http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9438%3A2014

[-10-vector-borne-diseases-that-put-population-americas-at-risk&catid=1443%3Aweb-bulletins&Itemid=135&lang=es](#)

- Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS 2020). Ministros de la Salud de las Américas acuerdan fortalecer acciones para prevenir las enfermedades transmitidas por vectores. Fecha de consulta 12/08/2020 en https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=14681:ministers-of-health-of-the-americas-agree-to-strengthen-actions-to-prevent-vector-borne-diseases&Itemid=1926&lang=es
- Organización mundial de la Salud (OMS 2017a). Enfermedades transmitidas por vectores. Fecha de consulta 30/10/2019 en <http://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/vector-borne-diseases>
- Organización Mundial de la Salud (OMS 2017b). Paludismo. Fecha de consulta 20/11/2018 en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs094/es/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS 2017c). Dengue y dengue grave. Fecha de consulta 20/11/2019 en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/>
- Secretaría de Salud (SSA 2017). Enfermedades transmitidas por vector: Dengue, Chikungunya y Zika. Fecha de consulta 29/11/2019 en <http://www.gob.mx/salud/documentos/enfermedades-transmitidas-por-vector-dengue-chikungunya-y-zika-18649>
- Tercero-Gutiérrez MJ y Olalla-Herbosa R. 2008. Enfermedades tropicales transmitidas por vectores. Medidas preventivas y profilaxis. OFFARM. *Ámbito Farmacéutico* 27:78-87.
- Tinoco-Gracia L, Rodríguez-Peñuelas P, Hori-Oshima S, Medina-Basulto GE, López-Valencia G, Tamayo-Sosa AR, Barreras-Serrano A, Rentería-Evangelista TB, Melgarejo T, y Field-Cortazares J. 2020. Primera evidencia molecular de borreliosis y leptospirosis en un humano de Sinaloa, México. *Revista de Enfermedades Infecciosas en Pediatría* 33:1727-1731.
- Zumaya-Estrada FA, Rodríguez MC, y Rodríguez MH. 2017. Pathogen-insect interaction candidate molecules for transmission-blocking control strategies of vector borne diseases. *Salud Pública de México* 60:1-9.