



Universidad Nacional Autónoma de México
Escuela Nacional Preparatoria, Plantel 8 "Miguel
E. Schulz"

Integrantes:

416 Becerra Santiago Tania Azucena 321165910@alumno.enp.unam.mx

416 Roa Bohorquez Ilse Carmina 321035684@alumno.enp.unam.mx

416 Sevilla Sánchez Sara 3210066698@alumno.enp.unam.mx

Asesoras:

Ana Karen Luna Fierros, Historia Universal ana.luna@enp.unam.mx

Olivia Anaya de Anda, Química olivia.anaya@enp.unam.mx

Resumen (Abstract): La Yersinia Pestis, es responsable del desarrollo de dos pandemias: La Plaga de Justiniano y La Peste Negra. Ambas provocaron la muerte de miles de personas; generaron cambios económicos, políticos, sociales, entre otros; no obstante, la diferencia de años entre ellas conlleva a la cuestión ¿qué condiciones permitieron la prevalencia del virus? ¿Se debió a evoluciones genéticas o errores humanos? Refiriéndonos a los errores humanos, existieron bastantes, ya que, existió un mal manejo de cadáveres, escasez de alimentos, cambio climático que favorecía la reproducción de ratas, economía inmovilizada, entre otros aspectos que favorecieron la expansión de la enfermedad. En la cuestión genética, la bacteria sufrió diversas transformaciones, generó cepas, destacando un gen Pla, (desarrolla la infección pulmonar), y el ymt (contribuyó a su transmisión por medio de pulgas). No obstante, a pesar de estas transformaciones, concluimos que la mortalidad de la enfermedad pudo disminuir si se hubieran tomado las medidas adecuadas.

Palabras clave: Yersinia Pestis, Evolución, Plaga de Justiniano

La Plaga de Justiniano ¿causante de dos pandemias más?

En el 541 surgía en África y Asia Central la considerada primer pandemia pestífera en la historia de la humanidad: La Plaga de Justiniano, la cual, introdujo una nueva enfermedad sumamente mortal desarrollada por una gammaproteobacteria encontrada principalmente en los roedores salvajes y en las pulgas que lo parasitan (destacando las ratas), denominada como *Yersinia Pestis*. “Según Procopio, de Cesarea, un historiador que realizó una descripción analítica de la situación, la peste mataba entre cinco y diez mil personas al día, una cifra quizás exagerada, pero que da una idea del pánico creado cuando la situación se descontroló” (Pirazzini Giorgio, 2020, p. 1). La *Yersinia Pestis*, con posterioridad, se manifestaría en dos brotes más, considerados dentro de los eventos más desafortunados de la historia, y categorizados como la primera (Peste bubónica) y cuarta pandemia más mortíferas jamás desarrolladas (Plaga de Justiniano), que, a pesar de tener alrededor de mil años de diferencia y desarrollarse en distintas condiciones, cada una provocó un daño inimaginable debido a las millones de personas que perdieron la vida, pues era sumamente mortal, sin mencionar que su transmisión aerobia la hacía sumamente contagiosa: “la transmisión aerobia se refiere a la mezcla del virus con gotitas en el aire... que pueden flotar por largas distancias y causar infección después de su inhalación.” (Gaceta Médica, 2020, p. 1).

Al término de la Plaga de Justiniano comenzó un nuevo rebrote en el suroeste de Asia, el Norte de África y Europa, redujo la población Europea y oriental al 60% de lo que era inicialmente “se calcula que, existía de un 40% a un 90% de mortalidad entre quienes lo padecían, debido principalmente a su facilidad de contagio” (Haindl Ana, S/f, p. 2). Ésta enfermedad denominada como Peste Bubónica o Peste Negra, no era más que la representación de la preservación de la bacteria, es decir, significaba un segundo rebrote después de bastantes años de lo sucedido con la Plaga de Justiniano. Y así, posteriormente surgiría un tercer rebrote en el siglo XIX. A partir de allí, comenzaron las investigaciones científicas. Tiempo después se descubrió el origen del virus, cómo se transmitía, y sobretodo, se determinaron algunas condiciones humanas que favorecieron su contagio; a través del conocimiento de un tratamiento, se detuvo su expansión y se ejerció un gran control en la enfermedad, y a pesar de que el control no fue completo (pues siguen existiendo casos) se logró evitar una cantidad de muertes similar a la de las dos brotes previos.

No obstante, aún surgen ciertas cuestiones acerca de la conservación de la bacteria: ¿qué condiciones permitieron la conservación de la bacteria, y por qué no pudo eliminarse, ni erradicarse en los anteriores? ¿Se debe a una evolución de la bacteria y modificaciones en su estructura, o fue debido a condiciones humanas e inexperiencia para controlar una epidemia?

Esa será la temática que abordaremos en este proyecto de investigación, basándonos en las condiciones en las que se vivió la Peste de Justiniano y los resultados obtenidos de las investigaciones realizadas por Wyndham Lathem, profesor asistente de Microbiología-Inmunología en la escuela de Medicina Feinberg de la Universidad de Northwestern, en Estados Unidos, en las que determinó las transformaciones genéticas que sufrió el patógeno, determinaremos qué elementos favorecieron la conservación y posterior evolución del virus, concluyendo si la causa principal de su conservación fue debido a errores humanos, o a elementos fuera de nuestro alcance, tal como lo son los cambios generados en los elementos y estructura de la bacteria.

Desarrollo

LA PLAGA DE JUSTINIANO

Surgió en el año 541 en el Imperio Bizantino, específicamente hablando, en cual, durante una conquista, la enfermedad se hizo presente, y terminaría con la vida del 25% de la población mundial (aproximadamente), además de provocar cambios en la economía, política, comercio, así como el resto de los aspectos de la vida cotidiana. Tuvo bastantes brotes tanto locales como mundiales hasta el año 750, con distintos periodos que se repetían cada 8-10 años, siendo su primera manifestación la más mortal y desastrosa de todas; cada uno de los periodos tuvo bastantes desaciertos y se presentaron bastantes problemas que permitieron un nulo control sobre la enfermedad. (Saloma M. S/f. p. 1).

Uno de los problemas principales que se vivieron durante la epidemia fue el entierro de las víctimas de la enfermedad, ya que, los cadáveres eran excesivos (se calcula que, al finalizar el primer brote, la población total, compuesta por 600 mil habitantes, se redujo a 300 mil), y no existía lugar alguno donde se pudieran colocar de manera apropiada. Una de las medidas que tomó Justiniano, fue adquirir tumbas privadas, que llenó por completo de cuerpos abandonados en fosas; no obstante, no fue suficiente, ya que, éstas se llenaron, y las personas

comenzaron a colocarlos a la orilla del mar, esperando que pronto una marea los arrastrara; además, eran lanzados a acantilados, colocados en las torres de las murallas, entre otras soluciones. La mayoría de los cuerpos se encontraban al aire libre, por lo que, además de la presencia de olor insoportable, las bacterias se encontraban en el viento, y, debido a su transmisión aerobia, el contagio era favorecido y se transmitía con gran facilidad y rapidez. (Pirazzini Giorgio, 2020, p. 2).

En el aspecto económico, los trabajadores disminuyeron significativamente, afectando al medio rural y urbano. Se destruyeron numerosos puertos, por lo que el comercio y los intercambios quedaron paralizados por completo, y surgió un cambio climático, en el que el hemisferio norte sufrió un periodo frío y sombrío, el cual, fue sumamente perjudicial para la agricultura y redujo la producción de distintos alimentos, destacando aquellos con vitamina D, por lo que la población se encontraba debilitada por el hambre y la escasez de los nutrientes necesarios, haciéndolos más vulnerables a la bacteria y la epidemia. El cambio climático, según el investigador David Keys, se debió a una gran erupción volcánica u otro fenómeno que produjo millones de toneladas de polvo en la atmósfera; sin embargo, sin importar la causa, las consecuencias de dicho fenómeno se traducirían en una crisis mundial que afectaría a África, Europa, Asia y América, provocando excesivas lluvias, seguidas de sequías, que favorecerían la expansión de la enfermedad por medio de los roedores y sus pulgas correspondientes.

En general, la respuesta de la población ante la enfermedad y los contagios excesivos fue prácticamente nula, la medicina se basaba en remedios sumamente caseros basados en el uso de plantas comunes, por lo que, no se les brindaba tratamiento alguno, o cuando se realizaba, no era funcional en ningún caso. La solución de algunas personas fue migrar hacia otra ciudad, en la que no hubiera riesgo de contagio, o simplemente las familias se quedaban en sus casas, evitando de esta manera todo tipo de contacto con la enfermedad, no obstante, un contacto nulo con la bacteria era prácticamente imposible, se encontraba en el aire que rodeaba la ciudad bizantina, en los cuerpos que sobresalían entre la tierra, y en las ratas características de las calles. (Firafarma, 2020, p. 1)

EVOLUCIÓN GENÉTICA

Whyndam Lathem

Gracias a distintos estudios paleo-genómicos de ADN antiguo recuperado de dientes de individuos prehistóricos fallecidos por la bacteria *Yersinia Pestis*, se han logrado establecer las evoluciones que ha sufrido la misma; determinando que surgió como una evolución de la *Y. pseudotuberculosis*, hace 5700-6000 años, aproximadamente, convirtiéndose en una nueva enfermedad debido a la adquisición de dos plásmidos asociados a la virulencia pFra / pMT1 y pPla / pPCP1 y por la inactivación del gen *pde3* asociado a la misma. En la Edad de Bronce, surgió un linaje que persiste en la actualidad 0.PE4 (microtus), e incorporó las formas inactivas derivadas inactivas de *ureD*, *rcaA*, *flhD* y *pde2*, las cuales, contribuyeron críticamente a la transmisibilidad de *Y. Pestis* por pulgas. (Demeure Christian..., 2019, p.3)

No obstante, el cambio más mortal e importante que sufrió la *Yersinia Pestis*, fue el plasminógeno Pla, el cual, es el factor responsable de la infección pulmonar, es decir, de la peste neumónica (las bacterias alcanzan los pulmones y provocan neumonía) considerada la más grave y contagiosa (S/A, 2015, p. 1) , lo cual, sugiere que si la bacteria no hubiera adquirido esta cepa, la enfermedad habría tenido una transmisibilidad limitada, así como una capacidad de invasión reducida dentro de la persona contagiada, disminuyendo de esta manera tanto su mortalidad, como su facilidad de contagio. Los estudios realizados también proporcionaron pruebas inequívocas que confirman la presencia de *Yersinia Pestis* en dos pandemias de peste que cuentan con registros históricos: La Peste de Justiniano (siglos VI-VIII), y la Peste Negra (siglos XIV-XVIII). La reconstrucción de un genoma del virus durante la Peste de Justiniano demostró un nuevo linaje (0.ANT4 y 0.ANT5). No obstante, en contraste con los genomas de la primera pandemia, todas las cepas recuperadas de la peste negra se agrupan en la raíz de la rama 1, cerca de una politomía que dio lugar a la mayor parte de la diversidad de cepas existente, incluidos los linajes responsables de la moderna pandemia de peste. (Demeure Christian..., 2019, p.3)

Lo anterior, nos brinda dos escenarios que explicarían la transmisión y persistencia de la Peste en Europa: el primero consiste en que existía una diversidad limitada de *Y. Pestis* durante la Segunda Pandemia, en la que la Plaga se estableció en focos naturales (roedores) que

evolucionaron y persistieron hasta el siglo XVIII, extendiéndose por Asia y convirtiéndose de esta manera en una fuente de epidemias contemporánea; y la segunda que consiste en que diferentes clones bacterianos desarrollaron la Peste Negra, la cual se introdujo en Europa Occidental, y se expandió a través de rutas comerciales y migraciones de la población. Ambos escenarios indican que, el desastre causado se debe a la persistencia a largo plazo y la introducción múltiple de la bacteria, que también pudo haber sido transmitida por ectoparásitos humanos. (Chain P..., 2006, p. 4)

CONCLUSIÓN

En conclusión, ambos factores influyeron en la conservación de la enfermedad, en una preservación y posterior evolución de la *Yersinia Pestis*, que favoreció la aparición de dos nuevos rebrotes, el segundo de ellos considerado el más peligroso de toda la historia; ya que, por una parte se pudo haber evitado un contagio tan grande si se hubieran tomado las medidas adecuadas, estos errores humanos le arrebataron la vida a miles de personas, siendo los más importantes la exposición de cuerpos infectados, la incapacidad de producir suficiente alimento, nulo tratamiento médico debido a la inexistencia de medicamentos, y el hecho de que nunca se desarrollaron investigaciones que, por lo menos determinaran de dónde provenía la enfermedad. Si se hubiera investigado con anterioridad, tal vez la bacteria no habría tenido una evolución tan significativa, o al menos los contagios no habrían sido tan grandes. No obstante, la evolución de la bacteria, la introducción de nuevas cepas y la aparición de nuevos linajes, es algo que los seres humanos no pueden controlar, y aunque pudieran evitarlo o disminuirlo, si la *Yersinia Pestis* adquiriera una nueva cepa que permitiera su evolución, los hombres no tendrían más que hacer que adoptar medidas que disminuyan las consecuencias.

Es posible comparar esta situación con la que se está viviendo actualmente, con el virus SARS-CoV-2, ya que, nuevamente existieron errores humanos. Muchos países a pesar de todas las pandemias que han existido a lo largo de la historia y todos los errores cometidos, no supieron afrontar la situación, y por ciertos errores en la toma de decisiones tomaron la vida de miles de personas en todo el mundo. Podemos de igual manera apreciar la importancia de la investigación científica, pues distintos investigadores pusieron sus ojos en la enfermedad, y en poco tiempo encontraron un tratamiento: los antibióticos. En poco tiempo se determinó a

las ratas como el agente infeccioso y se redujeron los casos con la prevención y atención médica; al tomar las decisiones correctas se erradicó casi por completo una enfermedad, y sin importar las variaciones genéticas, se generó una dominación por parte de las personas, por lo que, en general, el destino de una enfermedad se define por las acciones humanas y las medidas que tomen ante las distintas modificaciones genéticas.

Fuentes de consulta:

-Andersen G., Chu M., Chain P., Hu P., Larimer F., Malfatti S., Radnedge L., Vergez L., Worsham P. (2006, Junio) *Complete Genome Sequence of Yersinia pestis strains Antigua and Nepal516: evidence of gene reduction in an emerging pathogen*. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16740952/>

-Demeure C., Dussurget O., Fiol G., Guern A., Pizarro J., Savin C. (2019, 3 de abril). *Yersinia Pestis and plague: an updated view of evolution, virulence, determinants, immune subversion, vaccination, and diagnostics*. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6760536/>

-Fayanas, E.(2020, marzo). *Plaga de justiniano*. Recuperado de: <https://nuevatribuna.publico.es/articulo/cultura---ocio/plagas-plagadejustinia-no-historia-cultura-pandemia-imperioromano/20200324161047172561.html>

- Fifarma (2020, 28 de julio). *¿Cómo se han combatido las pandemias en la historia?* Recuperado de: <https://fifarma.org/es/pandemias-en-la-historia/>

-Gaceta Médica (2020, 19 de febrero). *Transmisión por aerosol en el aire*. Recuperado de: <https://gacetamedica.com/investigacion/el-nuevo-coronavirus-se-puede-transmitir-por-aerosol-en-el-aire/>

- Haindl A. (S/F). *La Peste Negra*. Recuperado de:

<http://edadmedia.cl/wordpress/wp-content/uploads/2011/04/LaPesteNegra.pdf>

-Lensky, N. (2019, marzo). *The Justinianic Plague: An inconsequential pandemic?*

Board Member. Recuperado de:

<https://www.pnas.org/content/pnas/116/51/25546.full.pdf>

- Pirazzini, G. (2020, 25 marzo). *Historia National Geographic*.

<https://historia.nationalgeographic.com.es/a/peste-que-asolo-imperio-justiniano-13631>

- Prieto, R. (2020, 12 junio). *La Plaga de Justiniano (541-542)*.

<https://revistamedicina.net/ojsanm/index.php/Medicina/article/view/1513/1912>

- Saloma M. (S/F). *Las epidemias en la Edad Media: la Peste de 1348*.

Recuperado de: <https://www.noticonquista.unam.mx/amoxtli/1949/1947>