



FACULTAD DE FARMACIA



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

LA ERRADICACIÓN DE LA POLIOMIELITIS EN EL MUNDO



MANUEL ELENA ROMERO

UNIVERSIDAD DE SEVILLA
FACULTAD DE FARMACIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA FÍSICA
GRADO EN FARMACIA



LA ERRADICACIÓN DE LA POLIOMIELITIS EN EL MUNDO

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR: MANUEL ELENA ROMERO

TUTOR: JAIME OVIEDO LÓPEZ

TIPOLOGÍA: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Sevilla, Julio 2021

Resumen

La poliomielitis es una enfermedad causada por un enterovirus de la familia *Picornaviridae* que afecta mayoritariamente a niños menores de 5 años. Es por ello, por lo que se le conoció durante mucho tiempo como la parálisis infantil.

El virus de la poliomielitis (poliovirus) presenta 3 antígenos distintos que afectan a los humanos los cuales son el VP1, VP2 Y VP3.

Es una enfermedad que en la mayoría de los casos, 95%, cursa de manera asintomática, siendo llamada en este modo poliomielitis abortiva, pero que en el 1% de los casos causa parálisis flácida aguda, en este caso nos encontraríamos frente a una poliomielitis paralítica. El resto de pacientes, 4%, cursaría con una poliomielitis no paralítica cuyos síntomas más notorios son la fiebre los mareos y las náuseas. Una vez que se supera la enfermedad, muchos de los pacientes desarrollan muchos años después el llamado síndrome post-polio, una forma de la enfermedad no tan conocida y que actualmente están sufriendo muchos pacientes.

Se tienen datos de la poliomielitis desde hace más de 2 mil años y es una enfermedad que como veremos a lo largo de la revisión, se ha extendido por todo el mundo. De este modo, había rebotes de la enfermedad en todos los lugares del mundo y sobre todo en verano provocando así que miles de niños se infectaran por el virus y por tanto muchos de ellos padecieran la poliomielitis en su forma paralítica.

Es una enfermedad para lo que no existe un tratamiento específico y por ello, no fue hasta 1955 con el desarrollo de una nueva vacuna por el doctor Jonas Salk y posteriormente con la vacuna del doctor Sabin, cuando se empezó el camino hacia la erradicación de la poliomielitis.

Gracias al desarrollo de estas vacunas, en 1988 se comenzó con un plan de erradicación de la poliomielitis a nivel mundial logrando que la circulación del virus salvaje de la poliomielitis haya quedado reducido a tan solo dos países que son Afganistán y Pakistán. Se ha pasado de 350 mil casos repartidos por todo el mundo en 1988 a tan solo 102 casos localizados en esas dos regiones.

No obstante, debido a la circulación del virus de la poliomielitis derivado de la vacuna oral de Sabin, la erradicación de la poliomielitis ha sufrido un duro revés ya que aún queda camino para lograr erradicar la enfermedad totalmente y países que ya están libres de la circulación del poliovirus salvaje, ahora se encuentran inmersos en la lucha para lograr terminar con la transmisión de los virus derivados de las vacunas.

Palabras clave: “Poliomielitis”, “vacunas”, “erradicación”, “parálisis”

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. VIRUS DE LA POLIOMIELITIS	4
1.2. CÓMO AFECTA A LAS PERSONAS	6
1.2.1. POLIOMIELITIS ABORTIVA	6
1.2.2. POLIOMIELITIS NO PARALÍTICA	7
1.2.3. POLIOMIELITIS PARALÍTICA	7
1.2.4. DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO	8
1.3. SÍNDROME POST-POLIO	10
1.4. TRATAMIENTO DEL SÍNDROME POST-POLIO	11
1.5. HISTORIA DE LA POLIOMIELITIS	12
1.5.1. HISTORIA DE LA POLIOMIELITIS EN ESPAÑA	13
2. OBJETIVOS	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1. VACUNAS	17
4.1.1. VACUNA INACTIVADA DE JONAS SALK (IPV)	17
4.1.2. VACUNA ORAL DE SABIN (OPV)	18
4.1.3. CALENDARIO DE VACUNACIÓN EN ANDALUCÍA	21
4.2. ERRADICACIÓN DE LA POLIO	22
4.2.1. CÓMO TERMINAR CON LA TRANSMISIÓN DEL VIRUS SALVAJE	27
4.3. RIESGOS DE BROTES DE POLIOMIELITIS DERIVADOS DE LAS VACUNAS	28
4.4. ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA VACUNACIÓN	30
4.4.1. DESARROLLO DE NUEVAS VACUNAS CONTRA EL VDPV2	30
4.5. ¿CÓMO ESTÁ AFECTANDO EL COVID A LA ERRADICACIÓN DE LA POLIO?	32
5. CONCLUSIÓN	33
6. BIBLIOGRAFÍA	33

1. INTRODUCCIÓN

1.1. VIRUS DE LA POLIOMIELITIS

El virus de la polio es un virus de ARN que pertenece al género de los Enterovirus. Mide unos 27 nanómetros de diámetro. Está formado una estructura icosaédrica la cual presenta 60 copias de cada una de las proteínas de la cápside, VP1, VP2, VP3, VP4 (figura 1) y que contiene una sola hebra de ARN. (Minor, 1996)

Es un enterovirus de la familia Picornavirus y las proteínas que constituyen los antígenos más importantes para la generación de anticuerpos son VP1, VP2 y VP3. El poliovirus entra en el cuerpo por vía oral uniéndose al receptor del poliovirus en la célula (PVR, molécula CD155)) y aunque en la mayoría de los casos como veremos posteriormente se van a replicar en el tracto gastrointestinal u oro faríngeo, existen receptores en todo el organismo como son en el íleon, cerebro, corazón, hígado, pulmón o músculo esquelético. (Fernández-Cruz Pérez et al., 2013)

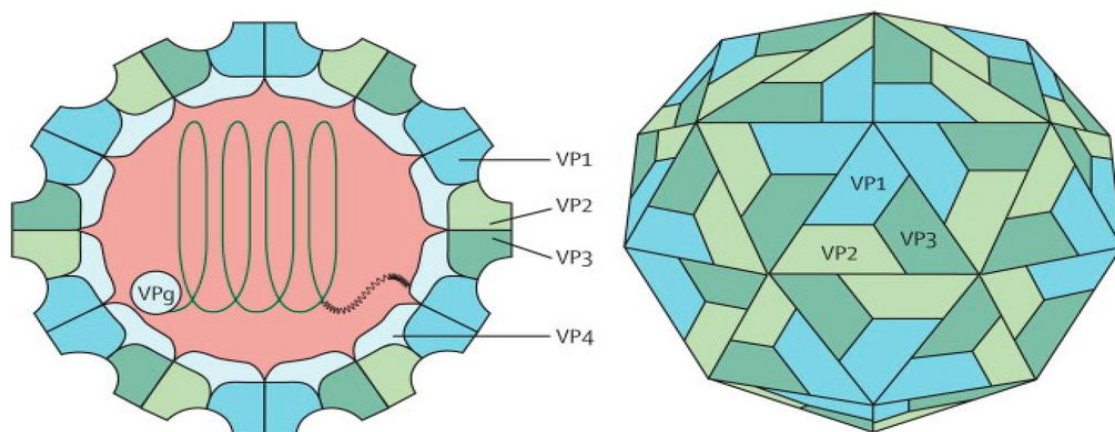


Figura 1. Estructura del virus de la poliomielitis. (Post polio asociación LITAFF A.C.APPLAC, 2017)

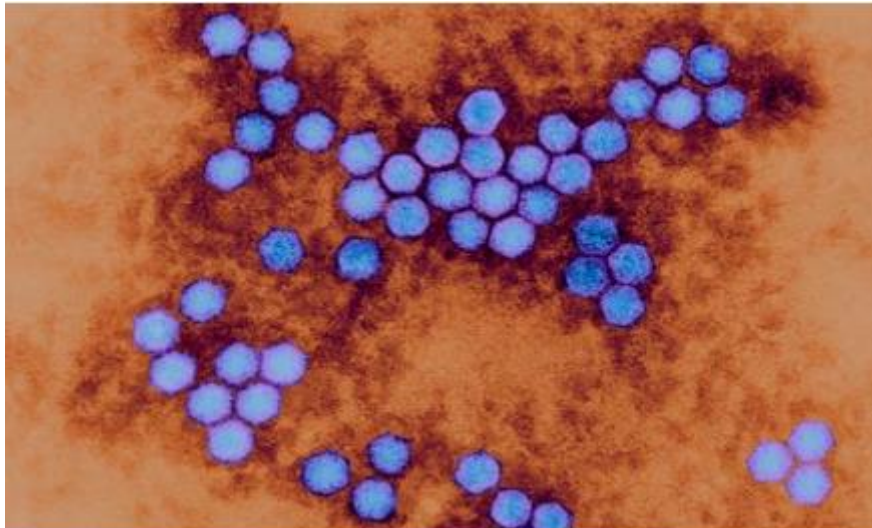


Figura 2. Vista del poliovirus con microscopio electrónico de transmisión (Galiana, 2018)

En la naturaleza podemos encontrar tres tipos distintos llamados poliovirus salvajes, PVS1, PVS2, PVS3 siendo el ser humano el único reservorio.

Antes de la introducción de la vacuna, el 85% de los casos de poliomielitis paralítica era causado por el poliovirus salvaje tipo 1. La vía de transmisión puede ser oral-oral, a través de secreciones faríngeas, o fecal – oral.

Además, se ha observado que existe una transmisión de una forma indirecta debido a la contaminación de alimentos por residuos fecales.

El virus accede al organismo a través de la boca replicándose en la faringe y en el tracto gastrointestinal durante un periodo de 1 a 3 semanas. Con la entrada del virus al organismo se produce una respuesta inmune local que intenta contener la diseminación del virus aunque si no se consigue, el virus pasa a una fase virémica.

El virus puede excretarse en la saliva dos o tres días después de la infección y de dos a tres semanas a través de la heces teniendo de este modo una tasa de infección muy alta ya que durante esas 3 semanas de incubación se está excretando en heces, transmitiéndose de este modo, siendo los meses de verano, donde se producen los mayores rebrotes lo que puede ser debido a que los niños se bañan juntos (Howard, 2005).

Sin embargo, un paciente inmunodeprimido podría llegar a comportarse como un transmisor crónico del virus a través de las heces. La tasa de infección alcanza casi un 100% en niños convivientes y aumenta durante los meses de verano que es dónde se producen los mayores rebrotes de la enfermedad (Ministerio de Sanidad. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias., 2019)

Una vez producida la fase virémica, el virus puede llegar al sistema nervioso central destruyendo las neuronas motoras inferiores lo que va a provocar una parálisis flácida, con un periodo de incubación de 7 a 14 días, sin que haya una pérdida sensorial permanente provocando de este modo los casos más graves de poliomielitis. (Nathanson and Kew, 2010)

1.2. CÓMO AFECTA A LAS PERSONAS

La palabra poliomielitis proviene del griego, polios (gris), myelos (médula) e itis (inflamación). Es una enfermedad infecciosa que en la mayor parte de los casos pasa de forma asintomática pero puede causar parálisis flácida y en ocasiones causar la muerte al destruir las motoneuronas bulbares y medulares. (García-Sánchez et al., 2015)

En el 95% de los casos, la enfermedad es asintomática o cursa con los síntomas de una gripe leve. En el 4% de los casos se presentan más complicaciones aunque no muy graves tales como fatiga, mareos y vómitos.

En tan solo 1 de cada 200 casos de infección se llega a desarrollar una parálisis flácida aguda. (Bandyopadhyay et al., 2015)

Esta parálisis puede provocar una insuficiencia cardiaca una vez que alcanza los músculos respiratorios y por tanto la muerte. Los niños son los principales afectados por esta enfermedad aunque a mayor edad hay un mayor riesgo de padecer parálisis flácida de la que más de un 5% de los pacientes (tanto niños como adultos) muere y los que la superan pueden desarrollar secuelas que tendrán a lo largo de su vida.

1.2.1. POLIOMIELITIS ABORTIVA

Los pacientes que padecen esta enfermedad presentan los síntomas unas dos semanas después de infectarse. Estos síntomas cursan con fiebre, malestar, vómitos y dolor de cabeza. Los pacientes se recuperan completamente en un plazo máximo de 5 días.

(MedlinePlus enciclopedia médica, 2021)

1.2.2. POLIOMIELITIS NO PARALÍTICA

Cómo hemos comentado anteriormente, en un 95% de los casos la poliomielitis cursa sin síntomas, pero hay un 4% de casos en los que los pacientes presentan unos síntomas de fiebre, mareos y náuseas, y rigidez en el cuello. Todos estos síntomas tienen una duración de al menos dos semanas y es a lo que llamaríamos poliomielitis no paralítica. Podríamos resumirlo como una poliomielitis abortiva con síntomas mayores.

1.2.3. POLIOMIELITIS PARALÍTICA

Cuando se produce la fase virémica, el virus puede llegar al sistema nervioso central atrofiando las neuronas motoras y provocando la parálisis flácida.

Hay pacientes que pueden superar la enfermedad con los síntomas anteriormente descritos en la poliomielitis no paralítica o empeorar y cursar con la parálisis.

El virus llega al sistema nervioso central y ataca a cualquier nervio craneal, por lo que todos pueden verse afectados aunque sean los que se encuentra en la médula los más afectados normalmente provocando disfagia e insuficiencia respiratoria, estreñimiento, infecciones de orina además de problemas vasomotores que producen un aumento de la presión arterial. 1 de cada 200 infecciones produce una parálisis irreversible que afecta en la mayoría de los casos a las piernas. (Organización Mundial de la Salud, 2018).

Todo esto, conlleva a una elevada mortalidad de esta forma de la enfermedad (entre un 5 y un 10% por parálisis de los músculos respiratorios) (Ministerio de Sanidad. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias., 2019)

La mayor parte de los pacientes van a desarrollar un tipo de poliomielitis llamado espinal, que cursa con un fuerte dolor muscular a lo que le seguirán fuertes espasmos musculares, debilidad y fasciculación.

La debilidad muscular se hace más pronunciada en los miembros superiores, como los brazos, que en los miembros inferiores. Debido a esta debilidad se produce una atrofia muscular y por tanto las complicaciones ortopédicas son muy frecuentes (Figura 3). Estas complicaciones se manifiestan en forma de osteoporosis, fracturas, falta de estabilidad en las articulaciones, atrofia de cadera y rodilla además de escoliosis No obstante, también puede darse una fase

bulbar, sobre todo en niños en la que no se produce una debilidad de las extremidades. (Howard, 2005)



Figura 3. Niño/a con las secuelas de poliomielitis paralítica.

También existe una forma de la enfermedad que se daría en dos fases, una vez que se ha asentado la fiebre se produce una fase de estabilidad pero seguidamente se empieza con una debilidad muscular más grave que la anterior con espasmos musculares enérgicos y normalmente acompañados de parestesia aunque no hay una pérdida sensorial total. Los adultos suelen presentar ambas formas, bulbar y espinal. (Kidd et al., 1996)

1.2.4. DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO

Para el diagnóstico de la polio el médico realiza exámenes físicos para confirmar síntomas como rigidez de la espalda o inconvenientes para levantar las piernas o la cabeza. También se realizan exámenes químicos para la confirmación de la enfermedad. Se hace una punción raquídea para la obtención y posterior análisis del líquido cefalorraquídeo mediante una PCR (reacción en cadena de la polimerasa). Y por último un examen de anticuerpos además de análisis de heces y de saliva.

Como sabemos no existe un tratamiento específico para curar esta enfermedad. Solo se puede prevenir con el uso de las vacunas.

Para controlar los síntomas de la enfermedad se pueden usar antibióticos para las comunes infecciones de orina, analgésicos para los dolores musculares y de cabeza sin utilizar opioides

porque pueden afectar a la capacidad respiratoria que muchas veces se ve afectada y tratamiento fisioterapéutico.

Cómo hemos comentado anteriormente, en los casos graves de poliomielitis pueden verse afectados los músculos respiratorios provocando una insuficiencia respiratoria o incluso la muerte. Esta parálisis de los músculos respiratorios suele ser total o parcialmente reversible y esto se logró con el uso del llamado pulmón de acero.



Figura 4. Pacientes con insuficiencia respiratoria en un pulmón de acero. (Polanco, 2020)

Como observamos en la figura 4, el paciente se introduce en el dispositivo dejando sólo la cabeza fuera. Gracias a una bomba eléctrica, se genera una presión positiva y negativa asumiéndose de este modo la respiración. Se logró salvar muchísimas vidas gracias al uso del pulmón de acero. Pero el uso de este dispositivo también tenía muchos inconvenientes como la higiene, la nutrición del paciente y el simple hecho de estar encerrados durante años.

Hay muchos discursos de pacientes que han vivido la mayor parte de su vida dentro del pulmón de acero, como es el caso de June Middleton, quien es la paciente que más años ha vivido en el pulmón de acero, 60 años.

Actualmente, ya no se usa ya que se ha sustituido por dispositivos de ventilación más novedosos y menos molestos. (Kropp, 2013)

1.3. SINDROME POST-POLIO

Después de padecer la polio en la infancia, hay muchos pacientes que padecen el denominado síndrome post-polio que podría definirse con una enfermedad diferente pero adjunta a la polio.

Como comentamos anteriormente, al llegar el virus al sistema nervioso central, afectaba a los nervios craneales y mayormente a los de la médula. Las neuronas que fueron afectadas van a sufrir un envejecimiento precoz y por tanto van a comenzar a fallar provocando síntomas como fatiga o atrofia muscular.

Este síndrome presenta un desconocimiento en medicina ya que la OMS lo ha reconocido como enfermedad en el año 2010. Entre el 20 y el 50% de los pacientes que lograron superar la enfermedad en la infancia, presentan este síndrome post-polio. (Farbu, 2016)

Este síndrome se presenta después de un periodo de estabilidad durante muchos años después de padecer la enfermedad. Los pacientes que quedaron con secuelas van a desarrollar nuevas discapacidades como dolor, debilidad, cansancio... Estos síntomas son los que definen a la enfermedad teóricamente pero los pacientes reconocen otros síntomas también como son un detrimento pronunciado de actividades diarias que antes sí podían realizar o una mayor dificultad respiratoria.

En un estudio realizado en España en 400 pacientes que habían sobrevivido a la poliomielitis, el síntoma más frecuente era el dolor muscular. Además, hubo pacientes con alteraciones cognitivas como déficit de atención o pérdidas de memoria.

Este síndrome post-polio afecta más a las mujeres que a los hombres desarrollando las mujeres una mayor frecuencia de cansancio y de fatiga.

Se tienen pocos datos del síndrome post-polio en España debido a que es algo reciente ya que en España las campañas de vacunación comenzaron cuando en otros países ya llevaban más de 10 años y por ello los pacientes del estudio nacieron en los años anteriores al 1963. (J. M. Cisneros Herreros and G. Peñalva Moreno, 2010).

Existe una incoherencia en cuanto a la definición de enfermedad post-poliomielítica ya que en teoría no debe de estar relacionada con alguna afección motor o respiratoria que ya posea el paciente pero la realidad de los estudios realizados es que existe una mayor degradación de las partes motoras debido al desgaste que tenían después de haber pasado la enfermedad. Por ejemplo, puede ocurrir una hipertrofia de la extremidad opuesta a la afectada debido a una mayor carga de trabajo. Además, el uso continuado de aparatos ortopédicos como las muletas

puede provocar el pinzamiento de nervios periféricos. En los casos más graves estos pacientes pueden presentar disfagia. (Howard, 2005)

Por tanto, los pacientes que padecieron una poliomielitis grave y quedaron con muchas secuelas van a desarrollar un síndrome post-polio más grave.

Además de estos síntomas que son los más conocidos, existe otro que afecta a muchos pacientes que han padecido poliomielitis parálítica y han logrado superar la enfermedad. Es el caso, de los síntomas en la vejiga.

Estos síntomas pueden ser debidos a las deficiencias físicas que provoca esta enfermedad a largo plazo así como las posteriores rehabilitaciones físicas que cambian los hábitos habituales del paciente.

En un estudio realizado en 272 pacientes sobrevivientes de la poliomielitis parálítica, el 87,5% de estos pacientes había tenido algún síntoma vesical ya sea incontinencia o retención urinaria.

Los síntomas de dolor en la micción y un flujo de orina bajo ayudando de este modo a una retención urinaria, afecta más a los hombres mientras que la incontinencia urinaria es más típica de las mujeres.

Los supervivientes de la poliomielitis parálítica presentan el doble de problemas vesicales que la población normal por tanto, es un problema muy frecuente entre estos pacientes. (Kay and Bertelsen, 2013)

1.4. TRATAMIENTO DEL SÍNDROME POST-POLIO

Para poder tratar los síntomas de este síndrome post-polio es recomendable seguir un plan de ejercicio supervisado por un médico ya que hay que encontrar un ejercicio adaptado a las capacidades funcionales de cada paciente y no realizar un ejercicio muy duro para intentar recuperar esa movilidad en la musculatura debido a la atrofia porque lo que podemos causar es un aumento en la debilidad y terminar con un empeoramiento de los síntomas ya presentes.

De este modo, realizar ejercicio ayuda a reducir la fatiga y la debilidad muscular ayudando a los pacientes a mejorar en calidad de vida.

También es muy importante controlar la dieta ya que el sobrepeso y la obesidad son factores de riesgo para desarrollar osteoporosis. Además, los pacientes con insuficiencia respiratoria deben de ser controlados muy de cerca por los médicos porque pueden desarrollar más fácilmente

infecciones pulmonares. Para ello usan antibióticos como profilácticos, además deben de evitar fumar. Los masajes, aplicar calor y frío en las zonas con dolor y los estiramientos, pueden llegar a controlar el dolor.

Cómo hemos visto, no hay un tratamiento farmacológico específico para esta enfermedad pero se está trabajando en el uso de determinadas terapias para mejorar los síntomas como la acupuntura y la estimulación nerviosa transcutánea (Howard, 2005). Además, hay diversos estudios que indican que se puede disminuir el dolor y mejorar así en calidad de vida con la realización de una terapia basada en inmunoglobulinas intravenosas. (Farbu, 2016)

1.5. HISTORIA DE LA POLIOMIELITIS

La enfermedad de la poliomielitis no es una enfermedad reciente ya que se tienen datos de su existencia desde hace miles de años al encontrar una estela egipcia (Figura 5) en la que aparece una persona con una pierna dañada y flácida además de una muleta.



Figura 5. Estela egipcia de una persona con poliomielitis.

El primero en describir esta enfermedad fue Michael Underwood en 1789 y más tarde, en 1840 Jacob von Heine describió la enfermedad como parálisis infantil.

No fue hasta 1880 cuando se obtiene una información documentada de brotes de parálisis infantil en países como Estados Unidos y países europeos. Se dieron brotes simultáneos entre

Norteamérica y en países escandinavos, en cambio, Sudamérica estaba limpia de polio en esa época. Este hecho podría ser debido a que en Sudamérica al haber unas condiciones higiénicas menores que en Europa se producían más infecciones de manera fecal-oral y había más madres que habían pasado la enfermedad y por tanto pasaban los anticuerpos a los niños. (Nathanson and Kew, 2010)

No fue hasta 1949 cuando Jhon F Ender, Thomas H Weller y Frederick C Robins, hicieron posible el cultivo del virus de la polio en células embrionarias lo que fue fundamental para el desarrollo de las vacunas y posteriormente lograron separar los 3 tipos de virus, PV1, PV2, PV3.

Estos hechos fueron fundamentales para que en 1955 Jonas Salk desarrollara la primera vacuna contra la polio y en 1963 Sabin desarrollara la vacuna oral. (García-Sánchez et al., 2015).

1.5.1. HISTORIA DE LA POLIOMIELITIS EN ESPAÑA

En España se tienen datos de brotes de poliomielitis como el de Valls en 1896 o en Castilla y León en 1910 pero hasta la época comprendida entre 1929 y 1960 no se obtiene una documentación específica de brotes como en Andalucía, Mallorca o Cantabria. (Ferran and Navarro, 2013)

Los años de mayor incidencia en España fueron en 1959 y 1960 a pesar de ya estar disponible la vacunación. (Sánchez and Santos, 2015). La tasa de incidencia en estos años fue de 6,09 y 1,07 fue la de mortalidad por cada 100 mil habitantes. Hubo unas 200 muertes y más de 2 mil casos aunque no se tienen todos los datos reales de aquella época ya que los registros eran mayormente de los pacientes ingresados en hospitales, es decir los que desarrollaban la forma más grave de la enfermedad.

La vacuna inactivada de Salk, que estaba disponible desde 1955, llegó a España en 1957 pero no hubo campañas de vacunación por lo que tuvo un uso residual en medicina privada. Hubo bastante controversia sobre qué vacuna utilizar ya que también estaba disponible la vacuna oral de Sabin. No obstante, el Seguro Obligatorio de Enfermedad (SOE) apostaba por inocular la vacuna de Salk mientras que la Escuela Nacional de Sanidad apostaba por la vacuna oral de Sabin. (Tuells, 2019)



Figura 6. Campaña de vacunación en España. (Comité Asesor de Vacunas de la Asociación Española de Pediatría, 2020)

Hubo vacunaciones con la vacuna de Salk por parte del SOE pero no fue hasta 1963 cuando se produjo un programa de vacunación piloto en la provincia de León y Lugo de la mano de la Escuela Nacional de Sanidad. Este programa se extendería más tarde al resto de provincias españolas logrando una cobertura de vacunación del 90% obteniéndose muy buenos resultados que podemos observar en la tabla 1, pasándose de 208 defunciones en 1960 a ninguna y de 1632 casos a 224.

Poliomielitis en España 1960-1975.		
Año	Casos	Defunciones
1960	1.632	208
1961	1.778	218
1962	1.853	192
1963	1.959	210
1964	193	43
1965	70	34
1966	306	37
1967	362	34
1968	191	33
1969	396	43
1970	188	21
1971	258	41
1972	158	25
1973	156	-
1974	187	-
1975	224	-

Tabla 1. Datos de los casos y defunciones entre 1960 y 1975 en España (Almudéver Campo and Camaño Puig, 2020)

Cómo podemos observar en la tabla 1, después del éxito de la primera campaña de vacunación, hubo rebrotes, siendo el más importante el de 1969. El gobierno de la época culpó a los padres de manera pública, promulgando que habían realizado una negligencia con los hijos al no llevarlos a las campañas de vacunaciones. Nada más lejos de la realidad, ya que más tarde se comprobó que estos rebrotes fueron debidos a lagunas que se crearon en las campañas de vacunación provocando un descontrol que dejó a muchos niños sin vacunar además de un desabastecimiento de vacunas por falta de presupuesto. (Ángel et al., 2020)

Debido a que la vacuna IPV podría haberse inoculado en España al menos un año después de su comercialización en Estados Unidos y no 10 años después como ocurrió, han surgido diversas asociaciones de pacientes que se infectaron de poliomielitis en aquellos años y que piden ser reconocidos como víctimas del régimen.

Es el caso de la Asociación Afectados de Polio y Síndrome Post-Polio cuyo principal objetivo es que las autoridades sanitarias realicen investigaciones para tratar el síndrome post-polio así como defender los derechos de las personas discapacitadas por esta enfermedad. (Asociación Afectados de Polio y Síndrome Post-Polio de España, 2021).

Cómo hemos comentado anteriormente, desde antes de la guerra civil ya se tienen datos de poliomielitis en España y aunque durante la guerra no se obtuvieron datos de morbilidad, las muertes que hubo por parálisis infantil sugieren que el ritmo de contagios siguió en aumento.

En España, la erradicación de la poliomielitis, desde que se empezaron las vacunaciones hasta el último caso, duró desde 1963 a 1988.

Este fue un proceso demasiado largo ya que se demoró en torno a 10 años en comparación con el resto de países europeos y Estados Unidos. (Nájera Morrondo, 2013)

Es por ello por lo que reclaman las distintas asociaciones en España ya que se consideran “niños de la polio” a aquellos nacidos entre 1950 y 1964, se calcula que alrededor de unos 300 mil niños, una época en la que ya existía la vacuna (en 1955) y en la que no fueron vacunados. (Radio Televisión Española, 2017)

2. OBJETIVOS

La polio ha representado un problema mundial de salud debido a la gran parte de la población que ha padecido y padece actualmente esta enfermedad, aunque ahora en mucha menor medida, y las graves secuelas que causa.

Gracias a la vacunación se ha logrado erradicar en la mayor parte del mundo pero aún hay que seguir ejecutando los planes de erradicación para lograr que desaparezca totalmente.

En este trabajo se va a realizar una revisión bibliográfica de cómo se ha logrado erradicar casi totalmente esta enfermedad, las herramientas que se han usado para ello y si estamos cerca de acabar totalmente con el virus de la polio en todo el mundo.

Para ello, en esta revisión hemos comenzado analizando las características del virus y después cómo afecta a las personas y como se desarrolla la enfermedad además de conocer su diagnóstico. Por último, pasaremos a los resultados dónde comprobaremos cómo gracias a las vacunas se ha conseguido terminar de erradicar casi totalmente esta enfermedad así como los planes a desarrollar en el futuro para lograr erradicarla completamente.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo realizado consiste en una revisión bibliográfica realizada entre Enero y Julio de 2021 que se ha centrado en cómo se ha conseguido llevar a cabo la erradicación de la poliomielitis salvaje en casi todo el mundo.

Antes de empezar a redactar la revisión bibliográfica se ha realizado una búsqueda general de información en diversos documentos para obtener de este modo una visión global de la realización del trabajo.

Para obtener información acerca del virus, de la enfermedad y su historia, se accedido a artículos científicos de la base de datos Pubmed en su mayoría en lengua inglesa, así como a libros de medicina en la base de datos Elsevier además de portales web como la Asociación Española de Pediatría. Se ha intentado realizar una búsqueda con la información más actualizada aunque para algún aspecto de la morfología del virus se ha accedido a artículos más antiguos.

En cuanto a los resultados de la revisión, se ha accedido mayoritariamente a la página web de la Organización Mundial de la Salud, utilizando en la búsqueda palabras claves como “plan de erradicación”, “poliomielitis en el mundo”, “casos de polio actualmente”, donde se recogen los datos más actuales sobre la erradicación mundial de la poliomielitis.

Las palabras clave han sido: “poliomyelitis”, “poliomyelitis eradication”, “certificate of eradication”, “poliomyelitis vaccine”, “Jonas Salk”, “Sabin vaccine”, “post-polio syndrome”, “oral vaccine”, “VDPV”.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VACUNAS

Como hemos comprobado a lo largo de la revisión, la primera vacuna se desarrolló en el año 1955 y aunque a España llegase más tarde cómo hemos visto, desde ese año ya se empezó a vencer a la poliomielitis.

Actualmente existen dos vacunas distintas de la polio. Están desarrolladas de forma diferente.

Por un lado, tenemos la vacuna inactivada de Jonás Salk desarrollada en 1955 que se inyecta en el deltoides o el muslo del paciente. Por otro lado, está la vacuna atenuada de Sabin desarrollada posteriormente, en 1963. Esta vacuna se inyecta de forma oral por lo que supone una gran ventaja además de ser más barata. Además, induce una inmunidad intestinal mayor que la vacuna de Salk.

Aunque la mayoría de los países se decantaron por usar esta vacuna oral, con el paso del tiempo la mayoría ha cambiado a la vacuna inactivada de Salk ya que la vacuna oral produce casos de parálisis debido a las mutaciones de los virus derivados de las vacunas. (Bandyopadhyay et al., 2015)

4.1.1. VACUNA INACTIVADA DE JONAS SALK (IPV)

En 1954 Salk y su equipo consiguieron inactivar al virus de la polio usando formaldehído y para comprobar la seguridad de la vacuna la inyectó a miembros de su laboratorio y a su familia. Un año más tarde, se demostró que era una vacuna segura y eficaz. Jonas Salk no se lucró con este descubrimiento ya que solo quería conseguir que llegara a la mayor parte de niños en todo el mundo y por ello no patentó la vacuna.

Rápidamente se produjo una vacunación masiva en Estados Unidos y en el año 1959 ya había llegado a más de 90 países. (Sian Jong Tan and Nate Ponstein, 2019)

La inoculación de esta vacuna IPV tiene una eficacia cercana al 100% y se usa en 3 dosis diferentes inyectando la última a niños mayores de 6 meses con una diferencia de al menos un mes entre cada administración. Además, se inyecta una dosis de refuerzo entre 6 y 12 meses después de la última administración. (Pachón Del Amo, 2004)

Existe una probabilidad de aumentar la eficacia de la vacuna y es que está demostrado que inocular la IPV en niños de mayor edad aumenta la cantidad de anticuerpos ya que en ese momento se ha reducido la cantidad de anticuerpos obtenidos pasivamente de la madre.

No obstante, no genera una inmunidad intestinal tan alta como la OPV, aunque sí genera una igual inmunidad faríngea. Es por ello por lo que no podemos afirmar si por ejemplo en países nórdicos donde se ha logrado erradicar la polio con tan solo IPV ha sido porque la transmisión era mayormente oral ya que debido a que genera una menor inmunidad intestinal se cree que en los países donde la transmisión era mayormente fecal-oral tendría una menor eficacia.

Esta vacuna es la más segura actualmente. En el calendario de vacunación se puede inocular sola o combinada con otras vacunas como la de la difteria o el tétanos. (Bandyopadhyay et al., 2015).

Años después de que se empezaran las campañas masivas de vacunación con la vacuna IPV, se produjeron casos de polio en unos 250 niños de Estados Unidos y en algunos la muerte, debido a un lote de vacunas preparado por Cutter Laboratories en el cual no se había inactivado correctamente el virus.

4.1.2. VACUNA ORAL DE SABIN (OPV)

En 1954 el Dr. Albert Sabin y la Dra. Hilary Kropowski empezaron a desarrollar e inocular la vacuna oral en la Unión Soviética y en México ya que en Estados Unidos era la vacuna de Salk la que se estaba usando. Más tarde, en 1956 Sabin consiguió, definitivamente, desarrollar una vacuna oral trivalente inoculándola a más de 10 millones de niños en Rusia (Sian Jong Tan and Nate Ponstein, 2019).

Fue en 1962 cuando la vacuna oral trivalente de Sabin sustituyó a la vacuna de Salk ya que después de los casos que se dieron de muertes en los niños vacunados la gente perdió confianza en la vacuna. Además, esta vacuna era más barata y más fácil de administrar y de almacenar. Una dosis de OPV cuesta actualmente 14 céntimos de dólar (Organización Mundial de la Salud, 2018).

Está compuesta por las 3 cepas de poliovirus de forma inactivada y se cultivaron en cultivo celular.

A parte de las ventajas comentadas anteriormente, esta produce una mayor inmunidad intestinal que la IPV. Se produce una estimulación de IgA y se generan anticuerpos.

Al igual que la IPV, la vacuna oral provoca una inmunidad humoral que hace que tengamos anticuerpos en la sangre evitando así que cuando entremos en contacto con el virus éste alcance el sistema nervioso. (Organización Mundial de la Salud and Organización Panamericana de la Salud., 2018)

A diferencia de la IPV, la OPV fue utilizada por la mayoría de los pacientes debido a que genera una inmunidad intestinal muy alta interrumpiendo de este modo que el virus se excrete al medio ambiente y evitando así la propagación.

En cambio, como la IPV genera una inmunidad intestinal baja, no impide la propagación del poliovirus de manera fecal-oral aunque si proteja a la persona vacunada. (Organización Mundial de la Salud and Organización Panamericana de la Salud, 2014)

Hay 3 tipos de vacunas OPV en el mundo las cuales son la trivalente que es la que contiene los tres serotipos de poliovirus (PV1, PV2, PV3), la bivalente para los tipos 1 y 3 y actualmente está la monovalente para el tipo 2 debido a los rebrotes causados por los virus derivados de la vacuna que comentaremos posteriormente. Esta vacuna monovalente tipo 2 se usa para controlar estos rebrotes.

La más utilizada mundialmente ha sido la trivalente aunque en 2016 se sustituyó por la bivalente (efectiva contra los poliovirus salvajes tipo 1 y 3) debido a los casos de poliomielitis derivados de las vacunas que son en la mayoría de tipo 2 además de que se logró la erradicación del poliovirus salvaje tipo 2 en 2015.

A diferencia de la IPV, esta vacuna se inyecta en 4 dosis concretamente a los 2, 4 y 6 meses de edad, siempre tiene que haber al menos un mes entre cada una de las administraciones, además de dos dosis de refuerzo. La primera dosis de refuerzo es inyectada en una edad comprendida entre los 15 y los 18 meses. La segunda, entre los 6 y los 14 años.

Se administran 3 gotas de la vacuna por vía oral y se puede administrar mezclada con alimentos o bebidas como jarabe simple o un terrón de azúcar como podemos ver en la campaña de vacunación en España (figura 6). Esto es usado para mejorar la aceptación en niños ya que al estar estabilizada con cloruro de magnesio, presenta un sabor amargo. Cuando la vacunación se realiza en un lactante, debemos de administrar la dosis 2 horas antes o después de la última

lactancia para evitar que los anticuerpos de la madre puedan disminuir la efectividad de la vacuna. (Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, 2012)

Con el desarrollo de estas vacunas se comenzó con la erradicación de la polio como hemos ido viendo a lo largo de la revisión, los casos comenzaron a descender drásticamente entre 1950 y 1960.

A pesar de todas las ventajas de esta vacuna respecto a la IPV, actualmente la mayoría de los países solo inoculan la IPV ya que en muchos países se han diagnosticado durante años poliomielitis parálitica asociada a la vacuna (VAPP) y al estar erradicados los poliovirus salvajes tipo 2 en 2015 y tipo 3 en 2019, se ha decidido este cambio. (Howard, 2005)

Vacuna	Ventajas	Desventajas
tOPV	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inmunidad humoral ■ Mejor inmunidad intestinal ■ Fácil de administrar mediante gotas ■ Poco costosa 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Raramente, casos de VAPP: en las Américas, 1 caso por cada 7,68 millones de dosis administradas* (10). ■ Raramente, los virus de la vacuna pueden readquirir la neurovirulencia y la transmisibilidad características de los virus salvajes y provocar la aparición de cVDPV.
IPV	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inmunidad humoral ■ Tan efectiva como la tOPV en inducir inmunidad en la cavidad oral, por lo que detiene la transmisión oral del virus 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Insuficiente para prevenir la replicación del virus salvaje de la poliomielitis en los intestinos de las personas vacunadas si se infectan, por lo que aún se puede transmitir por las heces ■ Para su inyección, se requieren profesionales habilitados ■ Más costosa que la tOPV

Tabla 2. Diferencias entre la vacuna oral de Sabin y la vacuna inactivada de Jonas Salk. (Organización Mundial de la Salud and Organización Panamericana de la Salud, 2018)

Debido a la facilidad de administración, la mayor inmunidad intestinal generada y el precio menor que la IPV (tabla 2), todos los países en el mundo usaron la vacuna oral como estrategia para la erradicación de la polio.

De este modo y antes de que los virus derivados de la vacuna oral se convirtieran en un problema grave para terminar el proceso de erradicación de la poliomielitis, además del desastre que se produjo con la IPV y los laboratorios Cutter, la gran mayoría de países en el mundo (excepto Suecia e Islandia que usaron la IPV) usaron la vacuna oral, siendo de este modo la principal herramienta con la que se ha logrado erradicar casi totalmente la poliomielitis.

4.1.3. CALENDARIO DE VACUNACIÓN EN ANDALUCÍA

Calendario de Vacunaciones para Todas las Edades Andalucía 2020																
Vacuna	Pre natal	0 meses	2 meses	4 meses	11 meses	12 meses	15 meses	3 años	6 años	12 años	14 años	18 años	50 años	65 años	>65 años	
Tétanos, Difteria y Tosferina	Tdpa		DTPa	DTPa	DTPa				Tdpa (DTPa)		Td	Td		Td	Td	
Poliomielitis			VPI	VPI	VPI				VPI							
Hepatitis B		HB	HB	HB	HB	HB										
Haemophilus influenzae b			Hib	Hib	Hib											
Neumococo conjugada			VNC	VNC	VNC										VNC	
Meningococo C - ACWY				Men C		Men ACWY				Men ACWY	Men ACWY					
Triple Vírica						TV		TV	TV							
Varicela							VVZ	VVZ	VVZ							
Papilomavirus										VPH	VPH					
Gripe	Gripe														Gripe anual	

Figura 7. Calendario de vacunación en Andalucía. (Junta de Andalucía, 2020)

Cómo podemos observar en la figura 7, en España sólo se usa la IPV la cual se inyecta en 4 dosis distintas: la primovacunación se realiza a los 2 y a los 4 meses y posteriormente a los 11 meses, por último, a los 6 años de edad junto a DTPa (bivalente) se inyecta la dosis de refuerzo.

Las personas que no estén vacunadas y viajen a una zona de riesgo, también deben de ser vacunadas.

Esta vacuna IPV, se inyecta en el deltoides o en el muslo y sólo estaría contraindicada en pacientes que han sufrido una reacción alérgica con dosis anteriores.

Aunque esta vacuna no suele tener efectos adversos, los más frecuentes serían febrícula o enrojecimiento de la zona del pinchazo.

La conservación de la vacuna utilizada en la mayoría de los países actualmente, IPV (tabla 1), es muy importante ya que cualquier error en el transporte o en la conservación puede alterar la eficacia de la misma:

VACUNA	TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO				OBSERVACIONES
	2-8°	22-25°	35-37°	≥ 37°	
IPV	Estable	Descenso	Se	No se	Es una vacuna fotosensible y no debe de ser congelada.
	de 1 a 4 años	del antígeno del tipo 1 después de 20 días	produce la pérdida total del antígeno 1	tienen datos	

Tabla 3. Características de la IPV. Tabla modificada de (Comité Asesor de Vacunas de la Asociación Española de Pediatría, 2020)

4.2. ERRADICACIÓN DE LA POLIO

En 1988 tuvo lugar la iniciativa de Erradicación Mundial de la Polio (GPEI) para intentar eliminar completamente los 3 tipos de poliovirus salvajes, se creó la iniciativa para la erradicación mundial de la poliomiелitis (IEMP).

Desde entonces, se ha logrado bajar la incidencia de esta enfermedad en más de un 99%, ha pasado de haber 350 mil casos al año en 125 países a tan solo 102 casos en 2 países que son Pakistán y Afganistán. (Fomban Leke et al., 2020)

En España el último caso registrado de poliovirus salvaje fue en 1988 y desde entonces hasta la actualidad se han registrado solo 3 casos pero todos ellos de virus derivados de las vacunas. Estos casos fueron en 1999, 2001 y 2005. El último caso fue en 2019 de un varón inmunodeprimido que había desarrollado la enfermedad debido a los poliovirus tipo 1 y 3 derivados de la vacuna ya que su mujer fue vacunada en Pakistán con la vacuna oral bivalente. (Ministerio de Sanidad. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias., 2019)

La certificación oficial de erradicación del virus salvaje de la polio tipo 2 tuvo lugar en 2015 y la del tipo 3 en 2019 (Chard et al., 2020). Estas certificaciones oficiales se lograron en esos años pero el último caso del que se tiene conocimiento de poliovirus salvaje tipo 2 fue en 1999 y el de tipo 3 fue en 2012.

El 25 de agosto de 2020, el continente africano fue declarado como libre de polio por parte de la Comisión Regional de África para la Certificación de la Erradicación de la Poliomiелitis. El último caso de persona infectada con el virus salvaje tipo 1 fue de un varón en Nigeria con parálisis

flácida pero que data de 2016. A su vez, la última vez que se detectó el virus tipo 1 en África fue en una muestra de heces de un niño en 2016. Por tanto, la OMS ha declarado 5 de sus 6 regiones como libres de polio y en las que solo queda poliovirus salvaje circulante en regiones de Pakistán y Afganistán.

Esta erradicación en África no ha sido para nada sencilla ya que cuando se creía erradicada, en 2016 se notificaron 4 casos del virus de la polio tipo 1 pero se creó una gran respuesta sanitaria en esta zona afectada con más de 190 mil trabajadores y voluntarios se consiguió vacunar en un tiempo record de una semana a más de 116 millones de niños.

Para lograr la certificación de erradicación en una zona se debe tener registros de heces libres de poliovirus de niños sanos durante un periodo mínimo de 3 años además de realizar muestras en las aguas residuales. (Fomban Leke et al., 2020)

La vigilancia de la polio por parte de la GPEI consta de 4 pasos claves:

- El primero es el de encontrar y notificar rápidamente a los niños con parálisis flácida.
- El segundo es la de transportar las muestras de heces a los laboratorios de la OMS la cual tiene una red de 145 laboratorios desarrollados contra la polio.
- El tercer paso sería aislar y conseguir secuenciar los poliovirus para determinar el tipo concreto ante el cual nos encontramos.
- El cuarto y último paso sería llevar a cabo una vigilancia de las aguas residuales. Además es necesario la inmunidad de rutina e intentar añadir al calendario de vacunación de todos los países la vacuna contra la polio.

No fueron pocos los países encargados de realizar donaciones millonarias para lograr este hito como las realizadas por Canadá, la Unión Europea, Estados Unidos o las de la fundación de Bill y Melinda Gates entre otros. En total, se lograron recaudar casi 8 mil millones de dólares en ayudas entre la cumbre celebrada en 2013 y la de 2016 para la erradicación de la poliomielitis.(Craig et al., 2017).

Además de los países mencionados anteriormente, gracias a la colaboración de UNICEF, la fundación de Bill y Melinda Gates, mencionada anteriormente, Asociación Rotaria Internacional, la OMS y Centros para el Control y la Prevención de enfermedades de Estados Unidos, se han logrado inmunizar a más de 3 mil millones de niños desde que comenzó el plan de erradicación. (Organización Mundial de la Salud, 2018).

En España, para descartar los casos de poliovirus, todos los casos de parálisis flácida aguda deben de investigarse microbiológicamente por el Sistema Nacional de Vigilancia que se encuentra dentro de la iniciativa de la erradicación mundial de la polio. (J. M. Cisneros Herreros and G. Peñalva Moreno, 2010)

El éxito del IEMP es irrefutable pero está claro que en los países donde aún sigue circulando el poliovirus salvaje no sólo nos enfrentamos al virus en sí, sino a todo lo que rodea la situación del país.

A menudo, los encargados de la vacunación no pueden acceder a zonas remotas dónde siguen viviendo niños, la migración, guerras, prohibición de los gobiernos de realizar la campaña de vacunación masiva “puerta por puerta” y las creencias populares que hacen que mucha gente a la que si llegue la vacunación la rechacen, poniendo en riesgo la erradicación.

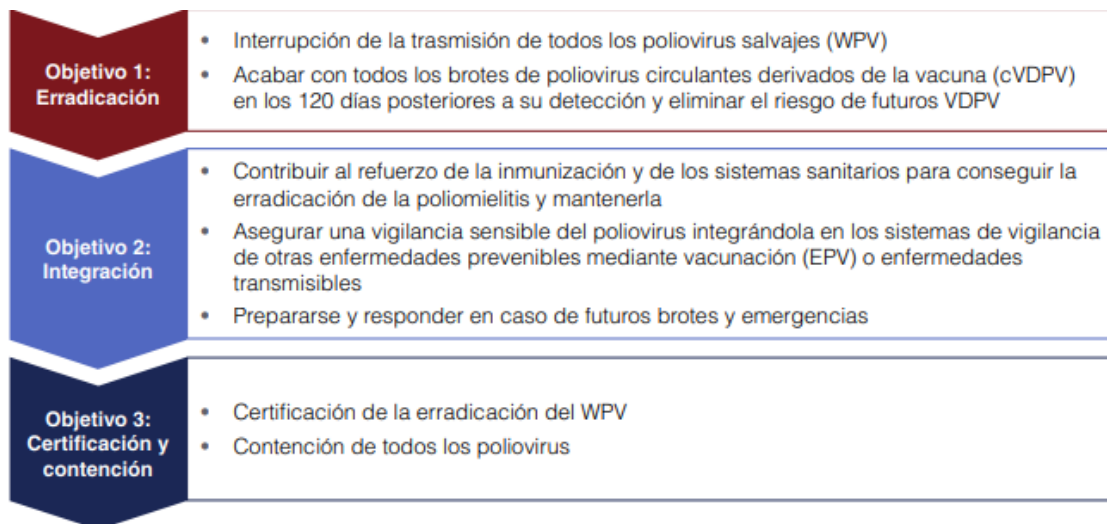
El plan para la erradicación de la polio 2019-2023, trata de resolver los problemas que ponen en peligro la erradicación total de la enfermedad y para ello se ha realizado un plan que consta de tres pasos:

En primer lugar, realizar un mayor esfuerzo en las regiones que se encuentran en conflicto ya que se ve motivada la migración como hemos comentado anteriormente. Los niños que tienen que permanecer en estas regiones hacen muy difícil que puedan ser vacunados ya que en algunos casos resulta muy peligroso acceder a estas zonas.

En segundo lugar, abordar la debilidad de los sistemas sanitarios de los países endémicos y no endémicos ya que los niños no pueden acceder a estos servicios poniéndose así en riesgo la vacunación. Esto facilita los brotes de poliomieltis además de los brotes de los poliovirus derivados de las vacunas que en una población en la que la tasa de vacunados sea pequeña, es más fácil la propagación de este virus.

En tercer lugar, conseguir llevar a cabo todos los propósitos ya que la IEMP puede encontrarse con gobiernos en contra así como la falta de financiación lo que conllevaría a una menor reserva de vacunas poniendo en riesgo el plan de erradicación.

Los objetivos para la erradicación total de la poliomieltis 2019-2023 serían los siguientes:



Fuente: OMS.

Figura 8. Objetivos para la erradicación de la poliomielitis. (Organización Mundial de la Salud, 2019)

El plan posterior a la erradicación se basa en conseguir una respuesta rápida para prevenir la transmisión y para ello se necesita una detección rápida por parte de los laboratorios de la OMS.

Además, se debe de cambiar totalmente la vacuna oral de Sabin a favor de la vacuna inactivada de Jonas Salk evitándose así la propagación de los virus derivados de las vacunas.

Y por último, consolidar que se eliminan las principales fuentes de poliovirus.

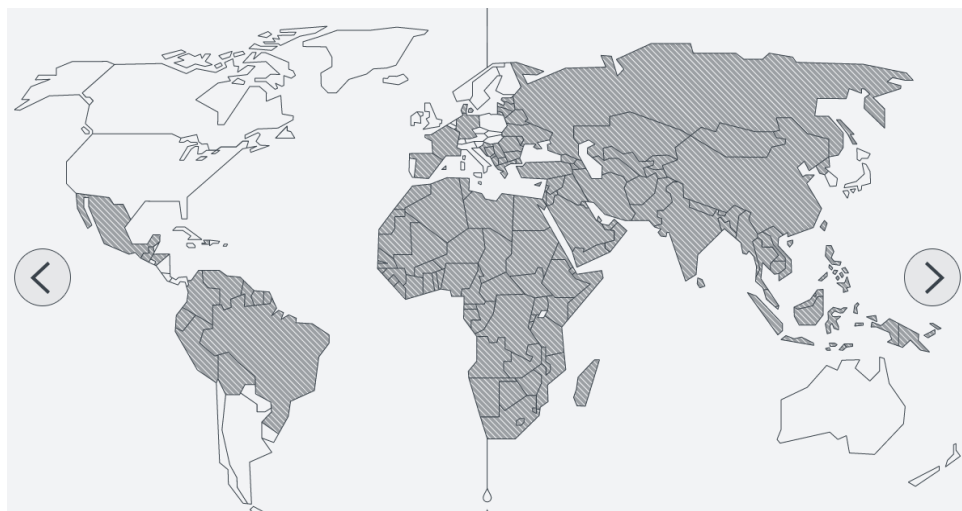


Figura 9. En gris oscuro los países afectados por el poliovirus salvaje en 1988.



Figura 10. En gris oscuro los países afectados por el poliovirus salvaje en 2021.

(Rotary, 2019)

La estrategia del cambio de usar la IPV en todos los países para evitar los virus derivados de las vacunas orales, puede provocar un desabastecimiento de vacunas ya que al haber solo una clase de vacuna, caería todo el peso de fabricación en ella.

Es por ello, que se han llevado a cabo estudios para “ahorrar” en vacunas IPV comparando la inmunogenicidad y eficacia que daría una vacuna fraccionada de la IPV, es decir, administrar una quinta parte de una dosis normal de IPV. (Resik et al., 2013)

De este modo, todos los países pueden encontrar una opción al utilizar una dosis fraccionada que se administra por vía intradérmica. En cambio, la dosis normal de IPV se administra por vía intramuscular.

Pero esta dosis fraccionada de la vacuna tiene una pauta diferente. Se administra en dos dosis diferentes y está demostrado que produce una mayor inmunogenicidad que una dosis completa de IPV.

Estas dos dosis de la vacuna fraccionada se administran a las 6 y 14 semanas teniendo que estar separadas en un periodo mínimo de 4 semanas. Una sola dosis de esta vacuna fraccionada genera menos anticuerpos en los pacientes que una dosis completa de IPV pero, como hemos comentado anteriormente, al inocular las dos dosis fraccionadas, se produce una mayor seroconversión.

En la India, se han realizado vacunaciones masivas con la vacuna fraccionada (fIVP) llegando a inocular las dosis en más de 300 mil niños. Esta campaña realizada en 2016 tuvo una cobertura del 94% demostrando de este modo que también se le puede dar un uso de emergencia.

Hay más países que han empezado a usar esta vacuna fraccionada como Sri Lanka que ha cambiado su programa de vacunación para aumentar las dosis de reserva en el país.

Desde 2017, el grupo Asesor Técnico Regional (RTAG) para la región de las Américas ya recomendó que los países que administren más de 100 mil dosis anualmente, deben de pasar una vacunación con fIPV. (Organización Mundial de la Salud, 2021)

4.2.1. CÓMO TERMINAR CON LA TRANSMISIÓN DEL VIRUS SALVAJE

Aunque la erradicación mundial del virus de la poliomielitis salvaje esté muy cerca, la enfermedad no está tan cerca de desaparecer debido a la cantidad de rebrotes originados por los virus derivados de la vacuna oral, por lo que nos podemos encontrar en un periodo de reemergencia.

El virus vivo usado en la vacuna oral, tiene una gran capacidad de mutación y por tanto de adquirir la misma neurovirulencia y transmisibilidad que los poliovirus salvajes por lo que pueden causar parálisis en niños vacunados además de contagiarse a las personas no vacunadas y personas inmunodeprimidas convirtiéndose en virus circulantes derivados de las vacunas (cVDPV)

La capacidad de mutación es alta y se da en las zonas donde la cobertura de vacunación es muy baja. Es indistinguible una infección con poliovirus salvaje y con poliovirus derivado de la vacuna (VDPV) respecto a los síntomas. Es por ello, por lo que se llevan a cabo los mismos estudios de vigilancia que con los poliovirus salvajes.

Para diferenciarlos, se requiere un aislamiento de heces de enfermos y como dijimos anteriormente se necesita realizar una secuenciación para poder diferenciarlos ya que varían entre un 1 y un 15% en la secuencia nucleotídica.

Esta vacuna oral causa poliomielitis parálitica derivada de la vacunación (VAPP) en 1 de cada 4,7 millones de niños. Es mayor el riesgo de padecer VAPP en países subdesarrollados con la inoculación de la tercera o cuarta dosis y en cambio en los países desarrollados el riesgo es mayor con la primera dosis. Como explicamos anteriormente esto puede ser debido a la

presencia de anticuerpos maternos en los lactantes de los países subdesarrollados que posean anticuerpos obtenidos pasivamente.

El riesgo de padecer el virus derivado de la vacuna es mucho mayor en personas inmunodeprimidas.

Cabe destacar que no tienen el mismo riesgo de padecer parálisis con un virus derivado de la vacuna las personas que son en sí mismas las receptoras de la vacunación y las personas que tienen el virus por contacto con otra persona vacunada ya que los receptores de la vacuna presentan una incidencia de 1/12,2 millones y los contactos de 1/4,1 millones por lo que es mucho más peligroso.

4.3. RIESGOS DE BROTES DE POLIOMIELITIS DERIVADOS DE LAS VACUNAS

Debido a los casos de parálisis producidos por los virus circulantes derivados de las vacunas, sobre todo el de tipo 2, tuvo lugar un cambio en el cual se dejó de usar la vacuna oral trivalente para dar paso a la vacuna bivalente efectiva contra los serotipos tipo 1 y 3. Además, actualmente se está utilizando una vacuna monovalente tipo 2 para controlar los rebrotes causados por los virus circulantes de la vacuna. Desde 2017 los brotes por cVDPV2 se han triplicado lo que explica la necesidad de la vacuna monovalente tipo 2 además de eliminar toda vacunación con la vacuna oral una vez que se consiga erradicar totalmente.

Se ha detectado que el virus derivado de la vacuna tipo 1 está circulando en países como Indonesia, Myanmar y Papúa Nueva Guinea causando parálisis flácida con un caso en cada país. En 2020 ocurrieron 34 casos de Cvdpv1 en Yemen, Malasia y Madagascar. Además, se ha notificado más de 25 brotes derivados del virus circulante de la vacuna tipo 2 en 13 países distintos en el año 2019 además de 503 casos en 2020 en 31 países distintos además de 64 casos en lo que va de 2021 (Organización Mundial de la Salud, 2021). El 77% de los casos de poliomiélitis derivados de los virus de las vacunas es causado por el cVDPV2 como podemos observar en la siguiente imagen: (Chard et al., 2020)

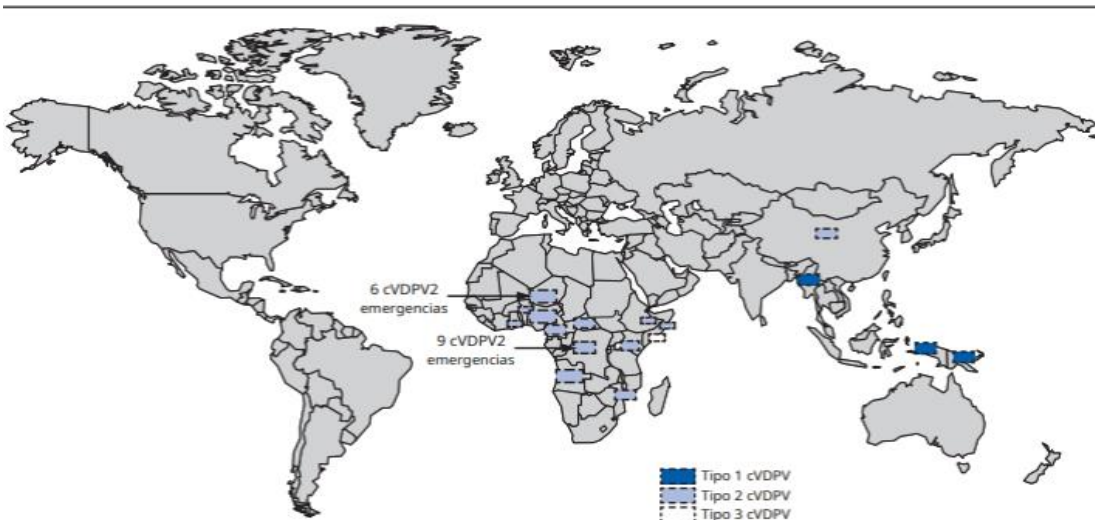


Figura 11. En azul oscuro los países con casos de poliovirus tipo 1 derivados de las vacunas, en celeste los países con poliovirus tipo 2 derivados de las vacunas y en blanco los países con poliovirus tipo 3 derivados de las vacunas.

En el año 2018 se aisló cVDPV3 en 7 pacientes y cursaron con parálisis flácida. El último dato es de septiembre de 2018.

En Angola se han detectado 7 casos de cVDPV2 y es un país que no usa la vacuna monovalente contra el virus circulante de la vacuna tipo 2. Esto refleja una mala cobertura con esta vacuna en países colindantes o una respuesta que llegó demasiado tarde y no pudo evitar la transmisión del virus.

Está demostrado que en los países donde hay una menor cobertura de vacunación y por tanto tienen una menor población vacunada es donde más casos de virus circulantes de las vacunas hay ya que hay más personas que al no estar vacunadas pueden contagiarse por contacto directo o por vía fecal-oral con los receptores de las vacunas. Estos brotes de cVDPV1 y cVDPV3 son controlados mediante la vacunación con la vacuna oral bivalente compuesta por ambos serotipos.

Más de 300 millones de dosis de la vacuna monovalente han sido administradas en el mundo desde 2016 para responder a los rebrotes causados por cVDPV2. Como hemos comentado anteriormente, hay países en los que no se está usando esta vacuna y aun así se están dando rebrotes debido a los países colindantes que sí las usan por lo que seguimos teniendo un riesgo asociado al uso de esta vacuna debido a su capacidad mutagénica. Es por ello que están investigando para una nueva vacuna, que sea más estable para impedir de este modo las

mutaciones, monovalente tipo 2 que podría estar disponible este mismo año. (Chard et al., 2020)

Por todo ello, a principios del siglo XXI se recomendó dejar de usar la vacuna oral y cambiarla por la IPV. En el año 2018, la mayoría de países africanos adoptaron este cambio (39 de 47 países). Como dijimos anteriormente, debido a los rebrotes causados por cVDPV2 se pasó a usar la vacuna bivalente de poliovirus 1 y 3 como estrategia de erradicación poliomiélica. Al final, la vacuna oral trivalente solo se usa en Filipinas e Indonesia aunque en Indonesia ya se ha introducido la IPV en el calendario de vacunación a partir de 2016. (Ming et al., 2020)

4.4. ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA VACUNACIÓN

CARACTERÍSTICA	OPV	IPV	VACUNA IDEAL
Inmunidad humoral	Buena	Buena	Buena
Inmunidad intestinal	Buena	Muy baja	Buena
Coste	0,14€	1€	0,07€
Seguridad	No es del todo segura por VDPV	Segura	Segura
Vacunación	Varias dosis	Varias dosis	Una sola dosis
Vía de administración	Oral	Inyección	Oral

Tabla 4. Tabla de elaboración propia. Características de una vacuna ideal contra la poliomiélica.

Esas serían las características ideales (tabla 4) en comparación con las dos existentes actualmente que tendrían que tener las nuevas vacunas que están actualmente en desarrollo.

4.4.1. DESARROLLO DE NUEVAS VACUNAS CONTRA EL VDPV2

Se están desarrollando varias vacunas para intentar lograr la erradicación total de la polio y para ello la actual emergencia a parte de terminar totalmente con la transmisión de poliovirus salvaje en Afganistán y Pakistán, es crear una nueva vacuna contra el virus circulante de la vacuna de

tipo 2 ya que la actualmente utilizada para combatir los rebrotes producidos por la mutación del cPVDP2 presenta riesgo de que el virus mute de nuevo y se siga transmitiendo sin poner nunca fin a esta enfermedad.

Es por ello por lo que se ha desarrollado una nueva vacuna, nOPV2, que es mucho más estable genéticamente que la vacuna monovalente de Sabin logrando evitar así las mutaciones del virus atenuado y reducir virulencia.

Esta vacuna ha sido desarrollada a partir de la ya creada por Sabin debido a la gran eficacia que ésta ha demostrado manteniéndose de este modo las características inmunogénicas de la vacuna original.

El genoma de la nueva vacuna lleva 5 cambios con respecto al original siendo los más importantes los de la región 5'UTR no traducida que hace que se mejore la estabilidad del virus atenuado y los 2 cambios en la polimerasa 3D logrando de este modo atenuar la capacidad adaptativa del virus. De este modo se previenen las mutaciones del virus así como su neurovirulencia.

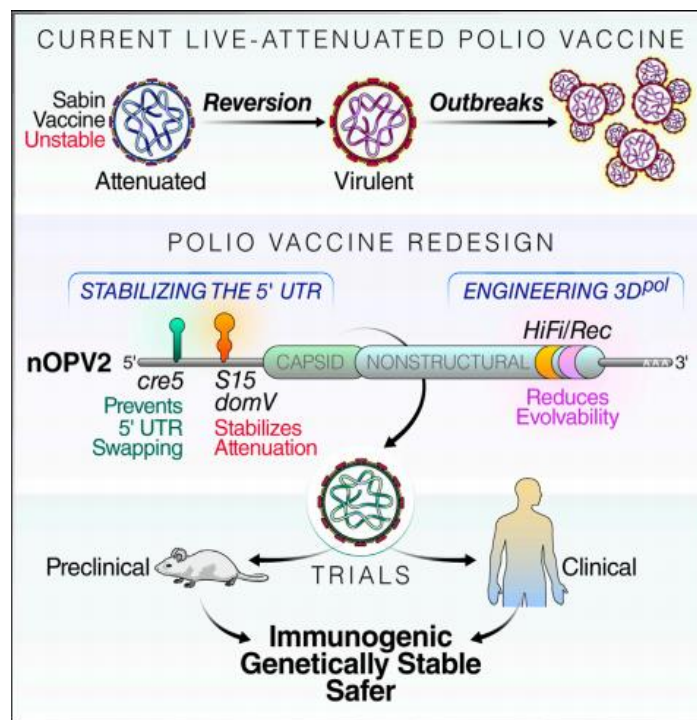


Figura 12. Desarrollo de una nueva vacuna contra el poliovirus tipo 2 derivado de la vacuna.

Gracias a estos cambios se ha conseguido una vacuna que produce la misma inmunidad que la vacuna monovalente original y además se reduce circunstancialmente el riesgo de mutaciones

y de que se produzcan casos de parálisis flácida asociados a las vacunas. Esta vacuna ya ha superado la fase preclínica y se encuentra en fase clínica. Ha demostrado seguridad y eficacia por lo que podemos estar ante la verdadera erradicación total de la poliomielitis en el mundo. (Yeh et al., 2020)

Asimismo, se está desarrollando otra vacuna que se encuentra en fase clínica ensayándose en humanos y que ha usado otro mecanismo a la anterior. Para su síntesis también se ha utilizado como “molde” la vacuna monovalente de Sabin tipo 2 pero en este caso se ha realizado la desoptimización de codones consiguiendo así una mayor atenuación del virus.

También se llevó a cabo modificaciones en la región 5' no traducida mejorándose la estabilidad de la vacuna.

Se ha demostrado que esta nueva vacuna, (nOPV2-CD), mantiene al virus altamente atenuado además de lograr que los pacientes inoculados sinteticen los mismos anticuerpos que con la vacuna monovalente original. Por tanto, tanto esta vacuna como la anterior pueden ser pasos claves para lograr la erradicación de la polio. (Konopka-Anstadt et al., 2020)

4.5. ¿CÓMO ESTÁ AFECTANDO EL COVID A LA ERRADICACIÓN DE LA POLIO?

Debido a la gravedad de la pandemia que hemos vivido y que aún sigue presente, las campañas de vacunación masiva se detuvieron en todo el mundo poniendo en riesgo todo el plan de erradicación.

Actualmente se han reanudado las vacunaciones siendo Burkina Faso el primer país en empezar, pero estas vacunaciones no están siendo masivas y solo se corresponden con la necesidad de frenar los rebrotes causados por el virus circulante derivado de la vacuna tipo 2. La vacunación de la polio se paró porque se creía que si seguían realizando estas campañas el coronavirus se podría haber propagado y haber causado mucho más daño aún si cabe también en África y en los países asiáticos endémicos donde las condiciones sanitarias no son las más adecuadas por lo que se decidió parar las vacunaciones masivas.

Por todo esto, la GPEI ha puesto en aviso a todos los países donde aún se desarrollan los casos de poliomielitis para que estén predisuestos a un repunte importante en los casos de polio sobre todo en temporada alta, verano hasta el punto de que puedan haber brotes descontrolados. (Association for the Advancement of Science, 2020)

5. CONCLUSIÓN

El hito de haber logrado tener 5 de las 6 regiones de la OMS libres de poliomielitis se ha conseguido gracias a las vacunas de Sabin y Jonas Salk administrándose más de 10 mil millones de vacunas orales en los últimos 10 años. Está claro que sin la creación de estas dos vacunas aún seguiríamos inmersos en la lucha contra esta cruel enfermedad.

No obstante, a pesar de todos los éxitos logrados con la vacunación, aún queda tiempo para lograr erradicar totalmente la polio debido a los rebrotes surgidos con los virus derivados de las vacunas orales. Además, todavía hay que lograr erradicar totalmente la circulación del poliovirus salvaje tipo 1 en las regiones de Pakistán y Afganistán.

Para ello, es de vital importancia la síntesis de nuevas vacunas, que como hemos comentado anteriormente se están llevando a cabo, además de conseguir la vacunación con IPV en todo el mundo para evitar las mutaciones de los virus de las vacunas orales.

El paso a la vacunación mundial con IPV es clave para lograr el objetivo ya que se acabaría con la circulación de los virus derivados de las vacunas y habría un menor riesgo de reemergencia.

Gracias al plan de erradicación de la poliomielitis de la OMS, la mayoría de los países han cambiado la vacuna oral de Sabin por la vacuna inactivada de Salk. De este modo se produce un nuevo avance para lograr terminar con la circulación de los virus derivados de las vacuna.

El hecho de la sustitución de la OPV por IPV, unido al desarrollo de nuevas vacunas para acabar totalmente con los virus derivados de las vacunas, además de conseguir campañas de vacunación para lograr llegar a todos los niños incluso de las regiones más remotas y que estén en conflicto armado, comprenden actualmente el plan de actuación para poder terminar totalmente con la poliomielitis y sólo cumpliendo estos objetivos se podrá acabar con esta enfermedad.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Almudéver Campo L, Camaño Puig RE. La poliomielitis en la prensa española (1960-1975). Rev Esp Salud Publica. 2020;94.
2. Ángel M, Anta Z, Carlos J, Clemente H, Va- OG. Breve historia de la poliomielitis en España, 1945- 1965. Su impacto en la prensa de la época y similitudes con la actual pandemia de Covid-19. 2020;45:56-66.

3. Asociación Afectados de Polio y Síndrome Post-Polio de España. 2021 [en línea]. [Consultado el 8 de Junio de 2021]. Disponible en <http://www.postpolioinfor.org/inicio/>
4. Asociación Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. FICHA TÉCNICA POLIO SABIN (ORAL) VIAL 10 DOSIS. 2012 [en línea]. [Consultado el 27 de Junio de 2021]. Disponible en https://cima.aemps.es/cima/dochtml/ft/60436/FT_60436.html
5. ASOCIACIÓN POST POLIO LITAFF A.C APPLAC: Resucitando a los virus del pasado. 2017. [Consultado el 2 de Junio de 2021]. Disponible en <https://postpoliosinmex.blogspot.com/2017/07/resucitando-los-virus-del-pasado.html>
6. Association for the Advancement of Science A. Polio vaccinators are back after pandemic pause. 2020;369.
7. Bandyopadhyay AS, Garon J, Seib K, Orenstein WA. Polio vaccination: Past, present and future. *Future Microbiol.* 2015;10(5):791–808.
8. Chard AN, Datta SD, Tallis G, Burns CC, Wassilak SGF, Vertefeuille JF, et al. Progress Toward Polio Eradication — Worldwide, January 2018–March 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 2020;69(25):784–789.
9. Comité Asesor de Vacunas de la Asociación Española de Pediatría. Polio (parte 3): vigilancia epidemiológica en España. 2020 [en línea]. [Consultado el 12 de Mayo de 2021]. Disponible en <https://vacunasaep.org/profesionales/noticias/polio-parte3-vigilancia-epidemiologica-en-Espana>
10. Comité Asesor de Vacunas de la Asociación Española de Pediatría. Transporte y conservación de las vacunas. Comité Asesor de Vacunas de la AEP. 2020 [en línea]. [Consultado el 5 de Junio de 2021]. Disponible en <https://vacunasaep.org/documentos/manual/cap-6#4>
11. Craig AS, Haydarov R, O'Malley H, Galway M, Dao H, Ngongo N, et al. The Public Health Legacy of Polio Eradication in Africa. *J Infect Dis.* 2017;216(1):343–350.
12. Farbu E. Post-polio syndrome. *Curated Ref Collect Neurosci Biobehav Psychol.* 2016:803–807.
13. Fernández-Cruz Pérez E, Rodríguez-Sainz C, Eduardo Fernández-Cruz C. INMUNOLOGÍA DE LA POLIOMIELITIS: VACUNAS, PROBLEMAS PARA LA PREVENCIÓN/ERRADICACIÓN E INTERVENCIÓN DE FUTURO. 2013;87:443-454.
14. Ferran J, Navarro M. Epidemiological Studies on the Poliomyelitis in Spain before the

Vaccination. 2013;87:429-441

15. Fomban Leke RG, King A, Pallansch MA, Tangermann RH, Mkanda P, Chunsuttiwat S, et al. Certifying the interruption of wild poliovirus transmission in the WHO African region on the turbulent journey to a polio-free world. *Lancet Glob Heal*. 2020;8(10):1345–1351.

16. Galiana C. Stop Poliomyelitis: “28 de Octubre, Día Mundial de la Poliomyelitis.” 2018 [en línea]. [Consultado el 3 de Junio de 2021]. Disponible en <https://blog.uchceu.es/enfermeria/stop-poliomyelitis/>

17. García-Sánchez JE, García-Sánchez E, García-Merino E, Fresnadillo-Martínez MJ. La polio, el largo camino hacia el final de la partida. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2015;33(10):69–78.

18. Howard RS. Clinical review Poliomyelitis and the postpolio syndrome. 2005;330:1314-1318.

19. J. M. Cisneros Herreros, G. Peñalva Moreno. Article in Press Article in Press. *GEF Bull Biosci*. 2010;1(1):1–6.

20. Junta de Andalucía - Calendario de vacunación. 2020 [en línea]. [Consultado el 2 de Junio de 2021]. Disponible en <https://www.juntadeandalucia.es/temas/salud/infantil/vacunacion.html>

21. Kay L, Bertelsen M. Bladder symptoms among polio survivors. *J Rehabil Med*. 2013;45(6):560–564.

22. Kidd D, Williams AJ, Howard RS. Poliomyelitis. 1996;647:641–647.

23. Konopka-Anstadt JL, Campagnoli R, Vincent A, Shaw J, Wei L, Wynn NT, et al. Development of a new oral poliovirus vaccine for the eradication end game using codon deoptimization. *Npj Vaccines*. 2020;5(1):1–9.

24. Kropp R. Die Eiserne Lunge. *Pneumologie*. 2013;67(9):522–524.

25. MedlinePlus enciclopedia médica. 2021 [en línea]. [Consultado el 15 de Mayo de 2021]. Disponible en <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001402.htm>

26. Ming LC, Hussain Z, Yeoh SF, Koh D, Lee KS. Circulating vaccine-derived poliovirus: A menace to the end game of polio eradication. *Global Health*. 2020;16(1):1–3.

27. Ministerio de Sanidad. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias. EVALUACIÓN RÁPIDA DE RIESGO Riesgo asociado a la importación de virus de la poliomyelitis en España Resumen de la situación y conclusiones Justificación de la evaluación de riesgo. 2019:1–11.

28. Minor PD. Poliovirus biology. *Structure* 1996;4:775–8. Nájera Morrondo R. La ultima fase. la eliminacion. *Rev Esp Salud Publica*. 2013;87(7):461–469.
29. Nathanson N, Kew OM. From emergence to eradication: The epidemiology of poliomyelitis deconstructed. *Am J Epidemiol*. 2010;172(11):1213–1229.
30. Organización Mundial de la Salud. 10 datos sobre la erradicación de la poliomiélitis. 2018 [en línea]. [Consultado el 6 de Junio de 2021]. Disponible en <http://www.who.int/features/factfiles/polio/es/>
31. Organización Mundial de la Salud. Estrategia para la Fase Final de la Erradicación de la Poliomiélitis 2019 – 2023. 2019:68.
32. Organización Mundial de la Salud. Immunization, Vaccines and Biologicals. 2021 [en línea]. [Consultado el 5 de Junio de 2021]. Disponible en [https://www.who.int/teams/immunization-vaccines-and-biologicals/diseases/poliomyelitis-\(polio\)](https://www.who.int/teams/immunization-vaccines-and-biologicals/diseases/poliomyelitis-(polio))
33. Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud. Introducción de la vacuna inactivada contra la poliomiélitis (IPV). 2014:44.
34. Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud. Introducción de la vacuna inactivada contra la poliomiélitis. 2018.
35. Organización Mundial de la Salud. This Week GPEI. 2021. [en línea] [Consultado el 13 de Mayo de 2021]. Disponible en <https://polioeradication.org/polio-today/polio-now/this-week/>
36. Pachón Del Amo I. La vacuna inactivada de la polio. *Aten Primaria*. 2004;34(8):392–394.
37. Polanco A. Viviendo en un pulmón de acero – Tecnología Obsoleta. 2020 [en línea]. [Consultado el 2 de Junio de 2021]. Disponible en <https://alpoma.net/tecob/?p=7701>
38. Radio Televisión Española. Los “niños de la polio” vuelven a sufrir su enfermedad. 2017 [en línea]. [Consultado el 8 de Junio de 2021]. Disponible en <https://www.rtve.es/noticias/20171024/ninos-polio-vuelven-sufrir-su-enfermedad-50-anos-despues/1630159.shtml>
39. Resik S, Tejeda A, Sutter RW, Diaz M, Sarmiento L, Alemañi N, et al. Priming after a Fractional Dose of Inactivated Poliovirus Vaccine. *N Engl J Med*. 2013;368(5):416–424.
40. Rotary. ¿Qué es la polio?. 2019 [en línea]. [Consultado el 20 de Mayo de 2021]. Disponible en <https://www.endpolio.org/es/que-es-la-polio>

41. Sánchez JAR, Santos IG. Una enfermedad lejana: La información sobre poliomielitis y síndrome post-polio en la prensa hispanolusa, 1995-2009. *Hist Ciencias, Saude - Manguinhos*. 2015;22(3):985–1005.
42. Sian Jong Tan and Nate Ponstein. . *Singapore Med J*. 2019;60(1):9-10
43. Tuells J. La batalla de Madrid por las vacunas antipoliomielitis (1963): ciencia, ideología y poder en la primera campaña de inmunización masiva en España. *Gac Sanit*. 2019;33(5):480–484.
44. Yeh M Te, Bujaki E, Dolan PT, Smith M, Wahid R, Konz J, et al. Engineering the Live-Attenuated Polio Vaccine to Prevent Reversion to Virulence. *Cell Host Microbe*. 2020;27(5):736-751