



Etapa clave 4

Prevención y control de la infección (PCI): las vacunas

Unidad didáctica 7: Vacunas

Esta unidad didáctica incluye una presentación detallada y animaciones que muestran cómo el cuerpo humano lucha contra los microbios perjudiciales a diario. Los estudiantes tomarán parte en una larga charla sobre vacunas, durante la que surgirán algunos conceptos erróneos comunes sobre ellas.

Resultados de aprendizaje

Todos los estudiantes:

- Aprenderán que las vacunas ayudan a las personas a desarrollar inmunidad frente a las infecciones, y a luchar contra ellas.
- Aprenderán por qué las vacunas son importantes para los estudiantes, tanto ahora como a lo largo de su vida.
- Aprenderán la importancia de prevenir enfermedades a través de las vacunas, y por qué es algo tan importante para los jóvenes, incluyendo los estudiantes.

La mayoría de los estudiantes:

- Aprenderán en qué medida las epidemias y los medios de comunicación influyen sobre la administración de las vacunas, tanto de forma positiva como negativa.

Referencias al currículum

PHSE/RHSE

- Salud y prevención
- Relaciones sexuales e íntimas
- Salud sexual

Ciencias

- Pensamiento científico
- Aptitudes y estrategias de experimentación
- Análisis y evaluación

Biología

- Células
- Salud y enfermedad

Inglés

- Comprensión lectora
- Expresión escrita

Arte y diseño

- Comunicación gráfica



Unidad didáctica 7: Vacunas

Recursos necesarios

Actividad principal: Ficha de actividades - inmunidad y vacunas

Por clase

- Animación e-bug.eu/eng/KS4/lesson/vaccinations
- Copia de TS1 and TS2

Por estudiante

- Copia de SW1

Actividad de ampliación 1: Kit de debate del estudiante

Por clase

- Kit de debate sobre vacunaciones
- Recursos – Kit para el debate “soy científico”, disponible de forma gratuita en: debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations

Actividad de ampliación 2: Errores comunes sobre las vacunas

Por clase

- Copia de PP1
- Copia de HPV – Ficha de actividades que puede descargarse de forma gratuita en | www.gov.uk/government/publications/hpv-vaccine-vaccination-guideleaflet
Copia de TS3

Por estudiante

- Copia de SW2

Materiales de apoyo

- TS1: Ficha de respuestas del profesor - vídeos de animación
- TS2: El sistema inmune - ficha de respuestas del profesor
- TS3 Ficha de actividades - errores comunes sobre las vacunas
- SW1: Ficha de actividades - el sistema inmune
- SW2: Conceptos erróneos comunes sobre las vacunas
- SH1: Kit de debate “Soy científico” (disponible en debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations)

Preparativos

1. Copia de SW1 y SW2 para cada estudiante.
2. Descargue las diapositivas interactivas sobre conceptos erróneos comunes relacionados con las vacunas y prepare las animaciones accediendo al sitio web de e-Bug e-bug.eu/eng/KS4/lesson/vaccinations.
3. Antes del estudio de la unidad didáctica, pida a los estudiantes que completen su propia línea del tiempo de vacunaciones personalizada, disponible en el sitio web de e-Bug. Esta línea del tiempo detallará las vacunas que deberían haberse administrado a todos los estudiantes; pueden comentarla en casa con sus progenitores. Las inmunizaciones que los estudiantes tengan (o que no) son personales y no deben comentarse en clase. Los estudiantes se sorprenderán al ver el número de inmunizaciones de que disponen en su línea de tiempo.



Unidad didáctica 7: Vacunas

Palabras clave

Anticuerpo

Antígeno

COVID-19

HPV

Sistema inmune

Inmunidad

Vacunas

Salud y seguridad

Para unas prácticas de microbiología seguras en el aula, consulte CLEAPPS

www.cleapps.org.uk

Enlaces web

<https://www.e-bug.eu/es-ES/vacunaciones-ks4>

Introducción

1. Realice una presentación del tema a los estudiantes explicando que van a estudiar las vacunas y su importancia. Los estudiantes aprenderán datos, comentarán algunos conceptos erróneos comunes, y hablarán sobre la influencia que tienen los demás a la hora de tomar decisiones relacionadas con la vacunación. Los estudiantes aprenderán la forma y la medida en que los medios de comunicación influyen en la administración de las vacunas, y, consiguientemente, en las tasas de enfermedad y en la inmunidad de rebaño.

2. Pregunte a los estudiantes por lo que ya saben acerca de las vacunas. Entre las preguntas a formular puede incluir:
- a. ¿Sabes lo que es una vacuna?
 - b. ¿Cómo funciona una vacuna?
 - c. ¿Qué vacunas se administran habitualmente a los menores, y a qué edades?
 - d. ¿Qué vacunas te has puesto?
 - e. ¿Por qué crees que necesitamos vacunas frente a enfermedades como la gripe, el sarampión, las paperas y la rubeola (triple vírica o MMR, por sus siglas en inglés) o la COVID-19?
 - f. ¿Saben los estudiantes lo que es la inmunidad de rebaño? Pida a los estudiantes que lo expliquen con sus propias palabras (en el caso de que los estudiantes sigan mostrándose confusos en lo que respecta a la inmunidad de rebaño, puede utilizar la animación sobre este tipo de inmunidad que encontrará en el website [e-bug.eu/eng/ KS4/lesson/Vaccinations](http://e-bug.eu/eng/KS4/lesson/Vaccinations)).
3. Prepárese para que algunos estudiantes planteen cuestiones relacionadas con la seguridad de las vacunas. El apartado sobre actualización para profesores del inicio del paquete puede resultarle de ayuda a la hora de contestar a las preguntas que surjan.

Actividad

Actividad principal: Inmunidad y vacunas – Ficha de actividades

1. Pida a los estudiantes que vean las animaciones sobre inmunización disponibles en el sitio web de e-Bug. Las animaciones están divididas en tres vídeos, y tratan tanto sobre la inmunidad como sobre las vacunas. Puede encontrar una guía como complemento de las animaciones en TS1.
2. Facilite a cada estudiante una copia de SW1. Los estudiantes deberán responder a las preguntas basándose en la información contenida en la animación. Puede encontrar las respuestas en TS2.

Coloquio

Comente con la clase estas preguntas habituales sobre las vacunas.

¿Qué son las vacunas?

Respuesta: las vacunas son otro medio de ayudar a nuestro sistema inmune a protegernos frente a enfermedades dañinas. Utilizan las defensas naturales de nuestro cuerpo para generar resistencia a enfermedades específicas, y nos ayudan a hacer que nuestro sistema inmunitario sea más fuerte.

¿Por qué debemos vacunarnos?

Respuesta: las vacunas han salvado millones de vidas. Sin vacunas, estamos en serio riesgo de enfermar o de sufrir algún tipo de discapacidad derivada de enfermedades como el sarampión o la meningitis. Las vacunas nos protegen frente a la enfermedad, y también protegen a los demás de contraerla, ya que no todas las personas pueden vacunarse contra una enfermedad. A veces, los menores de muy corta edad, las personas de edad avanzada o aquellas con enfermedades graves (es decir, con el sistema inmune debilitado, ya sea por enfermedad o a causa de un tratamiento) dependen de que los otros se vacunen para prevenir la propagación de la infección y, así, protegerse de la infección.

¿Por qué es la vacunación tan importante?

Respuesta: las vacunas son un mecanismo seguro y efectivo de protegernos frente a la enfermedad. Actualmente, las vacunas nos protegen frente al menos 20 enfermedades, incluyendo tétanos, influenza (gripe), sarampión, paperas, polio y meningitis. Al vacunarnos no solo nos estamos protegiendo a nosotros mismos, sino también a las personas de nuestro entorno. Las vacunas nos ayudan a evitar la propagación de la infección.

¿Cómo funcionan las vacunas?

Respuesta: cuando se inyecta la vacuna en el cuerpo, el sistema inmune la ataca como si un microbio perjudicial estuviera intentando atacar al cuerpo. Los glóbulos blancos de la sangre, como parte de nuestro sistema inmune, fabrican grandes cantidades de anticuerpos destinados a atacar los marcadores específicos que existen en la superficie de los organismos de la vacuna. Estos marcadores se conocen con el nombre de antígenos. Nuestro sistema inmune tarda aproximadamente dos semanas en aprender sobre los organismos de las vacunas y en entender lo que está ocurriendo, por eso es posible que no sintamos algo cansados o que nos moleste el brazo. La razón es que el sistema inmune está trabajando duro para eliminar o acabar con todos los organismos de la vacuna. Dado que la vacuna ya estaba muerta (o que se trata de una versión extraordinariamente débil del microbio) nuestro sistema inmune puede procesarla sin que nos haga enfermar. Al eliminar con éxito toda la vacuna, el sistema inmune genera un recuerdo sobre cómo combatir esos microbios, de manera que la siguiente vez que un microbio con ese mismo marcador -antígeno- entre en el cuerpo, el sistema inmune estará preparado para luchar contra él antes de que tenga la ocasión de hacernos enfermar. Esto significará que habremos desarrollado inmunidad frente a la enfermedad.

Actividades de ampliación

Actividad de ampliación: kit de debate sobre la vacunación

- 1. Desarrollado en colaboración con “Soy científico” (I’m a Scientist), el kit de debate sobre la vacunación proporciona una estructura práctica para abordar un debate sobre un tema controvertido. Puede descargarse el kit de debate sobre la vacunación de forma gratuita en debate.imascientist.org.uk/the-kits/#vaccinations.**
- 2. Hay cartas con ocho personajes. Divida la clase en un máximo de ocho grupos, o en tantos como personajes quiera cubrir. Asigne a un personaje a cada grupo.**
- 3. Trabaje durante cada ronda de debates en la forma indicada y anime a los estudiantes a valorar sus opiniones. La estructura muestra a los estudiantes cómo pueden construir un debate y cómo pueden sustentar sus opiniones en hechos. El kit incluye notas para el profesor para ayudar a desarrollar la unidad didáctica de forma efectiva.**

Consolidación de los conocimientos adquiridos

Pida a los estudiantes que refuercen lo aprendido sobre las vacunas elaborando una infografía de información pública. Puede utilizarse para ayudar a los estudiantes en la difusión práctica de información útil, así como a que se involucren en su comunidad local.



La presente ficha, diseñada para su uso junto con la animación sobre vacunas de e-Bug, contiene información adicional para el profesor. La animación está dividida en 3 partes.

Parte 1

Introducción:

Para poder entender cómo actúan las vacunas es necesario conocer primero la forma en la que trabaja el sistema inmune, y cómo las vacunas lo estimulan para proporcionar protección frente a las enfermedades infecciosas. En esta breve animación se describe cómo el sistema inmune lucha contra la infección y se explica la manera en que responde a una vacuna. La función del sistema inmune es detectar sustancias extrañas y distinguir de aquellas que son parte de nuestro cuerpo. La parte o partes de las sustancias extrañas que el sistema inmune detecta se conocen con el nombre de antígenos. Antígenos tienen tanto las bacterias y los virus como las células procedentes de transfusiones u órganos trasplantados. Y también pueden ser químicos, como las toxinas o los componentes de las vacunas.

Inmunidad natural (o innata):

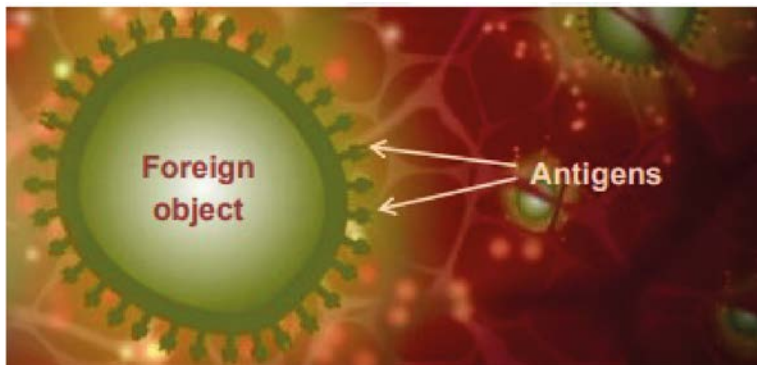
El cuerpo es la primera línea de defensa frente a las sustancias extrañas, disponiendo de una variedad de barreras físicas que tienen como fin evitar su entrada. Entre ellas, las lágrimas, el ácido gástrico, la piel y pequeños pelillos llamados cilios. A continuación se explican las especificidades de cada una de estas barreras:

- La piel: la piel constituye una barrera física para nuestro cuerpo. Los patógenos (microorganismos que causan enfermedades) pueden entrar a través de esta barrera cuando la piel está dañada, irritada o rota a causa de heridas y cortes.
- Las lágrimas: el ojo cuenta con un mecanismo de autolimpieza, moviendo las sustancias al parpadear. La película de hidratación de la superficie ocular puede atrapar sustancias como polvo, que, al parpadear, se mueven hacia los extremos de los ojos, desde donde pueden eliminarse. Además, nuestras lágrimas contienen enzimas como la lisozima y la amilasa, capaces de acabar con algunas bacterias y de ofrecer así otro nivel de protección.
- El ácido gástrico del estómago: el ácido de nuestro estómago no solo nos ayuda en la digestión, sino que también puede acabar con algunos patógenos. Aquellos que no mueren a causa de este ácido pueden causarnos enfermedades. Tal es el caso de la *Salmonella*, que produce intoxicaciones alimentarias.
- Los cilios: los cilios son pequeños pelos que se encuentran en las vías aéreas de nariz y pulmones. Se ubican junto a las células mucosas que segregan los mocos. Los mocos pueden atrapar partículas cuando las inhalamos, incluyendo bacterias y virus. El movimiento de los pelos de la nariz estimula los estornudos, y los pulmones pueden empujar los mocos a la garganta, para, desde allí, expulsarlos al toser o tragarlos.

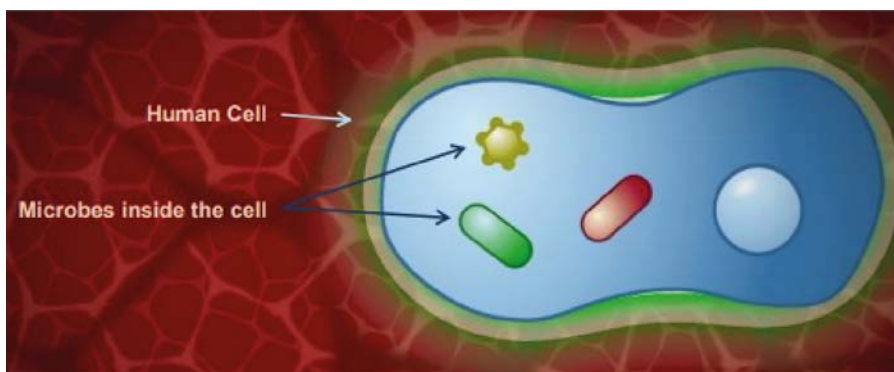
TS1 - Ficha del profesor



Cuando estas barreras se rompen (por ejemplo, si una bacteria entra en nuestro cuerpo a través de la piel), el antígeno se encontrará con células grandes, llamadas macrófagos, residentes en la piel. El término macrófago significa “gran comedor”. Si un macrófago reconoce un antígeno como cuerpo extraño y no propio, lo “engulle” a través de un proceso denominado fagocitosis, y lo destruye. La inflamación de la zona también produce la liberación de pequeñas proteínas, llamadas citoquinas, que ayudan a regular la respuesta inmune y atraen macrófagos adicionales del torrente sanguíneo a la zona. Esta respuesta inmune primera y más inmediata se denomina inmunidad natural o innata. Aunque es rápida, también es inespecífica, es decir, es la misma para todos los antígenos, y no genera un recuerdo en el sistema inmune.



Las diferentes formas de defensa del sistema inmune corren a cargo de una variedad de células inmunitarias. El sistema inmune natural está compuesto por leucocitos y otras células, como las células citolíticas naturales o “asesinas” (células NK). Entre los leucocitos hay macrófagos y neutrófilos, siendo su principal característica que pueden realizar la fagocitosis. El resultado de la fagocitosis es la destrucción de las sustancias extrañas mediante la fusión del material digerido con el lisosoma. El lisosoma genera unas condiciones desfavorables, “endureciendo” las existentes mediante el uso de enzimas lisosomales especializadas y generando grandes concentraciones de ácido, y acabando así con los patógenos. Las células NK eliminan otras células “estresadas”, como las células infectadas por virus o bacterias. Esta parte es esencial para el sistema inmune natural, pues algunas bacterias y virus son capaces de acceder al interior de las células y “escondersse” del sistema inmune innato; tal es el caso de los meningococos y de las micobacterias.





Inmunidad adquirida:

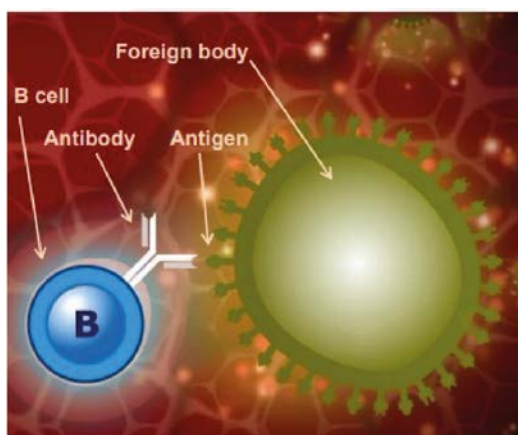
En ocasiones, la respuesta innata necesita ayuda para eliminar el antígeno. Además de realizar la fagocitosis, los macrófagos pueden llevar al antígeno a lugares en los que pueda activarse la respuesta inmune adquirida. Cuando un macrófago que porta un antígeno entra en el sistema linfático, se dirige hacia los órganos linfoides (que incluyen el bazo, las amígdalas, los adenoideos y las placas de Peyer). Estos órganos son ricos en dos tipos de glóbulos blancos especializados, conocidos como linfocitos. Llamados también células B y T, estos linfocitos están distribuidos en lugares estratégicos del cuerpo, preparados para responder a los antígenos. También hay muchas células B y T en el torrente sanguíneo.

El sistema inmune natural estimula el sistema inmune adquirido mostrando a las células de inmunidad adquirida el antígeno que contiene el cuerpo extraño. Por tal motivo, estas células son conocidas como células presentadoras de antígenos (APC, por sus siglas en inglés). De esta tarea pueden encargarse tanto los macrófagos como las células dendríticas, las cuales, por tanto, pueden calificarse como APC. Esto sucede una vez que las APC han viajado a través del sistema linfático hasta el lugar donde residen las células de inmunidad adquirida especializada.

La estimulación de los linfocitos en los nódulos linfáticos, sin embargo, produce una fuerte cascada de activación linfocítica, pues una única célula APC puede estimular múltiples células B y T. Las células T son células específicas que participan en la respuesta inmune mediada por células, mientras que las células B son las que participan en la respuesta inmune humoral.

Parte 2:

Células B y células T: las células B y las células T tienen diferentes funciones. Las células B son la respuesta a los antígenos libres, es decir, a aquellos presentes en la superficie de los organismos que circulan por el exterior de las células y entre ellas, incluyendo la mayor parte de tipos de bacterias. Sin embargo, no son capaces de reconocer antígenos radicados en el interior de las células, como las proteínas de los virus o algunos tipos de bacterias como el meningococo o la micobacteria, adaptadas a vivir dentro de las células y dificultando así su detección por parte del sistema inmune. Las células B producen anticuerpos específicos al interactuar con el antígeno presentado por una APC. Los anticuerpos son complementarios para el antígeno y estimulan la eliminación/supresión de la sustancia extraña.



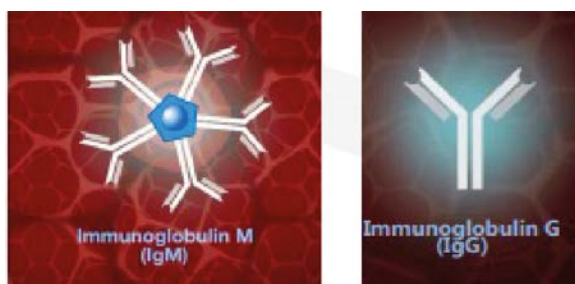


Las células B fabrican anticuerpos; sin embargo, sin la ayuda de las células T la mayoría de antígenos no serían capaces de estimular tal fabricación de anticuerpos. La respuesta a estos antígenos se conoce por ello como células T dependiente. Al contrario de lo que ocurre con las células B, las células T pueden reconocer antígenos intracelulares siempre que se manifiesten en la superficie de la célula. Las células T no fabrican anticuerpos, sino que segregan citoquinas, que influyen en otras células inmunitarias.

Respuesta humoral:

Las células B circulan con una molécula de una proteína tridimensional (anticuerpo) en su superficie. Estos anticuerpos, también conocidos como inmunoglobulinas, tienen lugares de unión a los antígenos en los que las moléculas de proteínas se disponen de modo tal que forman una especie de cerradura tridimensional en la que solo encajan los antígenos con la forma correspondiente. También hay un sitio de unión para macrófagos y neutrófilos. La parte del antígeno que se une a los anticuerpos se conoce con el nombre de epítipo.

Cuando una de las moléculas de anticuerpos tiene un receptor en su superficie con la forma exacta para reconocer al antígeno, se une -sintetiza- a éste como si fueran una llave y una cerradura. En ese momento, las células B se agrandan considerablemente y se convierten en células plasmáticas, es decir, en fabricantes de anticuerpos capaces de producir hasta 100 000 moléculas de anticuerpos por minuto. Las moléculas de anticuerpos que producen tienen receptores con la misma forma, para reconocer al antígeno: es lo que se conoce como respuesta humoral. El anticuerpo que se produce cuando se sintetiza por primera vez el antígeno de una infección (o de una vacuna) recibe el nombre de inmunoglobulina M (IgM). La IgM circula como si fueran cinco moléculas unidas, con un total de 10 lugares de unión para sintetizarse con el antígeno de forma rápida y efectiva. Los anticuerpos que se generen las sucesivas veces que se detecte el mismo antígeno recibirán el nombre de inmunoglobulina G (IgG). Es lo que se denomina "conmutación de clase", que implica que la estructura general de los anticuerpos se modifica sin alterar la zona de unión al antígeno, que permanece inalterada para sintetizarse con el antígeno.



Cuando un antígeno se une a un anticuerpo, pueden darse tres resultados:

1. La sintetización anticuerpo-antígeno inmoviliza el cuerpo extraño y lo neutraliza. Es el caso de las toxinas y otras sustancias dañinas.
2. Los anticuerpos rodean la sustancia extraña, pudiendo inmovilizarla y dejándola dispuesta para el proceso de fagocitosis, a cargo de células como los macrófagos. Es la Inmunoglobulina G (IgG)
3. Se activa el sistema complementario, una de las partes principales de la respuesta humoral. Una vez que los anticuerpos se han unido al cuerpo extraño, el sistema complementario puede unirse también. El sistema complementario está compuesto por moléculas complementarias (proteínas) con actividad proteásica (es decir, que pueden descomponer otras proteínas)..

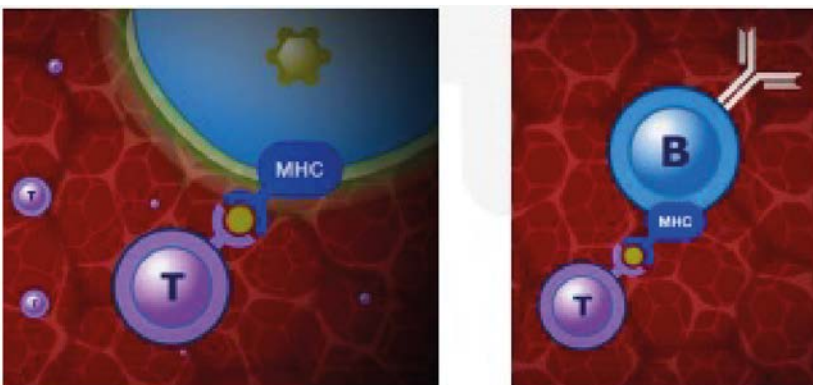


La unión de moléculas complementarias produce una cascada de proteasas que hace que cada molécula complementaria descomponga la siguiente, activando su actividad proteásica de manera que pueda descomponer la siguiente molécula complementaria, y así sucesivamente. El resultado de esta cascada es la producción de moléculas que pueden atraer a otras células inmunitarias a la zona, incrementando igualmente la permeabilidad vascular para que las células inmunitarias puedan llegar a la zona más fácilmente a través del sistema vascular. Algunas moléculas complementarias pueden reconocer moléculas de carbohidratos sobre la superficie de la bacteria sin necesidad de un anticuerpo, y algunas uniones complementarias pueden inducir la eliminación atacando la membrana plasmática de la bacteria.

Inmunidad celular (mediada por células):

Cuando las células contienen antígenos intracelulares, un trozo de ese antígeno aparece en la superficie de la célula, utilizando moléculas que forman parte de un complejo mayor de histocompatibilidad (CMH). Las células T pueden reconocer la combinación del antígeno y la molécula CMH. Cuando la célula T se une al complejo CMH-antígeno, las células activadas crecen, se multiplican y segregan citoquinas, que pueden influenciar a otras células inmunitarias próximas, así como a otras moléculas tóxicas como la granulosisina. La granulosisina induce la apoptosis de la célula infectada agujereando la membrana; esos agujeros hacen que iones, agua y moléculas penetren en la célula, provocando una citólisis (lisis osmótica de la célula)

Existen varios tipos de células T, entre otros, aquellos capaces de destruir la célula infectada (células T citotóxicas). Otro tipo son las células T colaboradoras, que ayudan y estimulan las células B para que produzcan anticuerpos. Cuando un antígeno se une al receptor del anticuerpo de la célula B, un pedazo del antígeno es transportado por la célula y presentado ante la superficie de la célula B, algo de lo que se encarga una molécula CMH. La célula T (en general, una célula T colaboradora) reconoce este complejo CMH-antígeno, segregando citoquinas, que, en este caso, ayudarán a que la célula B se multiplique dando lugar a células idénticas productoras del mismo anticuerpo.



Las plataformas CMH también muestran antígenos indicadores de una célula tumoral. En cierta medida, el sistema inmune es capaz de reconocer células anormales y eliminarlas induciendo la apoptosis.



Parte 3:

Respuesta de memoria:

Las células T estimulan un reducido número de células B para que permanezcan como células de memoria y guarden el recuerdo del encuentro antígeno-anticuerpo. Cuando las células de memoria se encuentran con el antígeno de nuevo, sea como consecuencia de una infección natural o de la dosis de recuerdo de una vacuna, se generan de forma mucho más rápida y específica los anticuerpos adecuados, y en un número superior al de la primera respuesta. Al contrario de lo sucedido durante la primera respuesta, en la que se fabricaron IgM de corta duración, los anticuerpos que se producen ahora son principalmente IgG, cuya duración temporal es superior. Cada vez que las células de memoria se encuentren con el mismo antígeno, se desencadenará la respuesta inmune. Dado que un patógeno (o una vacuna) pueden contener distintos antígenos, son muchas las células B diferentes que se estimulan a la vez, y muchos los anticuerpos diferentes que se producen. La capacidad de nuestro sistema inmune es enorme, y puede eliminar miles de millones de anticuerpos diferentes. Cuando se administran vacunas diferentes un mismo día, se producen también distintos tipos de anticuerpos a la vez. De forma similar a como lo hacen las células B, también hay células T de memoria, consecuencia de un primer encuentro con el antígeno y que, cuando se encuentran con éste de nuevo, pueden responder de forma más rápida y eficaz. Las respuestas específicas humoral, mediada por células y de memoria reciben el nombre de inmunidad adquirida adaptativa.

Vacunas:

Las vacunas estimulan la respuesta inmune que se ha descrito, pero, lo que es importante, lo hacen sin el riesgo que entraña la enfermedad en sí misma. Trabajan estimulando la creación de un grupo de células de memoria B y T, el cual, cuando se encuentre de nuevo con el antígeno, generará la respuesta específica al antígeno de forma lo suficientemente rápida como para evitar el desarrollo de la enfermedad. También estimulan la producción de anticuerpos para antígenos concretos, incluyendo IgG, que permanecerán tras la vacunación y proporcionarán una defensa temprana contra la infección. Saber cómo funcionan las vacunas de forma conjunta con el sistema inmune nos permite entender con mayor claridad el calendario de vacunación.

Cuando un individuo se vacuna, el proceso del sistema inmune que se estimula para imitar la inmunidad natural es el reconocimiento de antígenos, la producción de anticuerpos y la formación de una respuesta de memoria. Todo ello se produce sin que la enfermedad avance. La vacuna contendrá el antígeno de la enfermedad -o el toxoide, una versión inactiva de la toxina, cuando la enfermedad de que se trate tenga su causa en una toxina, como es el caso de la difteria o el tétanos-. En algunas ocasiones, la vacuna podrá administrarse a través de un aerosol nasal, como las vacunas infantiles contra la gripe, lo que implica que la vacuna se absorberá a través del epitelio nasal.

El sistema inmune reconoce los antígenos de la vacuna en la forma descrita anteriormente, y son transportados por las APC hasta los nódulos linfáticos. Se presenta entonces el antígeno ante las células B, lo que desencadena la producción de anticuerpos y genera células de memoria B y T. Si los individuos vacunados entran en contacto con un patógeno real portador de ese mismo antígeno, se estimulará una respuesta de memoria, lo que hará que se elimine el patógeno sin que se desarrolle la enfermedad.

TS1 - Ficha del profesor

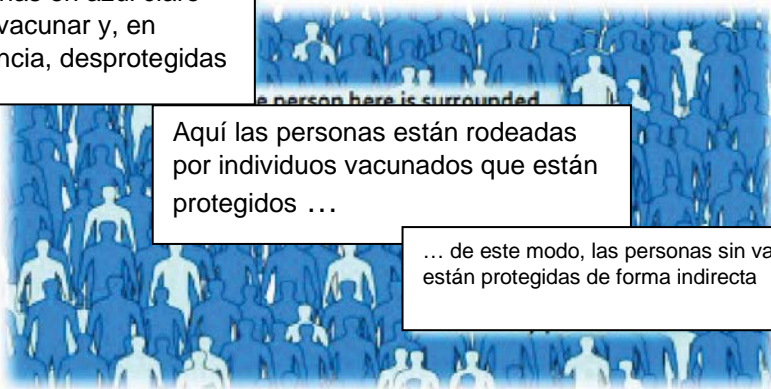


Los recuerdos de las vacunas se administran para mantener un elevado número de anticuerpos en circulación que, si se perdieran, debilitaría la respuesta de memoria, de manera que el individuo podría contraer la enfermedad.

En el caso de la gripe, se administran vacunas anuales/estacionales porque el virus influenza puede alterar los antígenos de su superficie, lo que hace surgir la necesidad de una vacuna diferente, para atacar a un antígeno diferente.

Esta alteración de los antígenos puede producirse por dos vías: la mutación antigénica se produce cuando dos o más cepas del virus diferentes se combinan para formar un virus nuevo; esto sucede cuando un individuo se infecta con diferentes virus al mismo tiempo. La deriva antigénica se produce cuando el antígeno del virus va variando gradualmente a lo largo del tiempo a causa de un cambio en el material genético de su interior; esto puede suceder cuando el material genético experimenta una mutación.

Las personas en azul claro están sin vacunar y, en consecuencia, desprotegidas



Aquí las personas están rodeadas por individuos vacunados que están protegidos ...

... de este modo, las personas sin vacunar están protegidas de forma indirecta

¿Qué es la inmunidad de rebaño y por qué es importante?

Una pequeña parte de toda población no responde a las vacunas y sigue estando sin protección a pesar de la vacunación. Además, hay personas gravemente inmunodeprimidas que no pueden recibir vacunas vivas. Así, todas estas personas dependen de no verse expuestas a la infección. Cuando existe un número suficiente de personas vacunadas en la población, la vacunación previene las infecciones, incapaces de transmitirse con éxito ante la inmunidad de la mayoría. De este modo, las personas susceptibles reciben una protección indirecta gracias a la presencia de estos individuos inmunes. A este fenómeno se le conoce con el nombre de inmunidad de rebaño. Para lograr y preservar la inmunidad de rebaño, y proteger así a quienes no pueden vacunarse, es necesario que la población mantenga un alto grado de vacunación.

Referencias:

Gessner, B.D., Feikin, D.R. (2014) Vaccine preventable disease incidence as a complement to vaccine efficacy for setting vaccine policy. *Vaccine* 30;32(26):3133-8

Malech, H.L., Deleo, F.R., Quinn, M.T. (2014) The role of neutrophils in the immune system: an overview. *Methods Mol Biol.* 1124:3-10

McIntyre, W.J., Tami, J.A. (1992) Introduction to immunology. *Pharmacotherapy* 12(2 Pt 2):2S-10S Web link Pasupuleti, M., Schmidtchen, A., Malmsten, M. (2012) Antimicrobial peptides: key components of the innate immune system. *Crit Rev Biotechnol.* 32(2):143-71

Storey, M., Jordan, S. (2008) An overview of the immune system. *Nurs Stand.* 23(15-17):47-56



Ficha de actividades sobre el sistema inmune - Respuestas

1. Tenemos varios tipos de barreras físicas para prevenir una invasión de microorganismos. Enumere estas tres barreras y explique de qué forma están especializadas en prevenir infecciones.

Cualquiera de las tres (piel, cilios/vello de nariz/garganta/pulmones, lágrimas y ácido gástrico/estómago) constituyen una barrera física para nuestro cuerpo. Que los patógenos (los microorganismos que causan la enfermedad) atraviesen esta barrera puede ocurrir cuando la piel está rota/irritada/dañada. Lágrimas: el ojo dispone de un mecanismo de autolimpieza, moviendo las sustancias cuando parpadea. La película de hidratación que recubre el ojo puede atrapar sustancias de manera que puedan ser eliminadas. Nuestras lágrimas también contienen enzimas, llamadas lisozimas y amilasas, que pueden acabar con algunas bacterias, ofreciendo así otro nivel de protección. El ácido gástrico del estómago no solo ayuda en la digestión, sino que también puede eliminar algunos patógenos. Los patógenos que sobreviven a este ácido pueden causar enfermedades: tal es el caso de la *Salmonella*, que causa intoxicaciones alimentarias. Cilios: los cilios son pequeños pelillos que se encuentran en las vías aéreas de nariz y pulmones. Estos pelos están junto a las células mucosas que segregan mocos, capaces de atrapar las partículas que inhalamos, incluyendo bacterias y virus. El movimiento de los pelillos de la nariz estimula el estornudo, y los pulmones pueden mover los mocos hacia la garganta para poder expulsarlos o tragarlos.

2. ¿Qué pasa cuando la respuesta innata no consigue eliminar un microorganismo del cuerpo (respuesta fagocítica)?

La respuesta inmune innata no siempre consigue eliminar una infección. Cuando esto sucede, se activa la inmunidad adquirida/adaptativa. Los macrófagos que han recogido el antígeno también pueden transportarlo a lugares donde pueda activarse una respuesta inmune adquirida. Cuando un macrófago que porta un antígeno entra en el sistema linfático, circula hacia los órganos linfoides (que incluyen el bazo, las amígdalas, los adenoides y las placas de Peyer). Estos órganos son ricos en dos tipos de glóbulos blancos especializados: los linfocitos. Llamados también células B y T, estos linfocitos están distribuidos en lugares estratégicos del cuerpo, preparados para responder a los antígenos. También hay muchas células B y T en el torrente sanguíneo.



Ficha de actividades sobre el sistema inmune - Respuestas

3. La *Legionella pneumophila* es una bacteria que causa la enfermedad del legionario. En humanos, un macrófago las engulle, pero, si es capaz de obviar los mecanismos que los macrófagos utilizan habitualmente para eliminarlas, podrá vivir en el interior del macrófago y usar sus nutrientes para mantenerse con vida.

- a. ¿Por qué las células B no pueden reconocer los antígenos de la *L. pneumophila*?

Las células B no pueden reconocer antígenos que radican en el interior de la célula, sino que son la respuesta a antígenos libres. Los antígenos libres están fuera de nuestras células, o en la superficie de los organismos que circulan por nuestro cuerpo. La *L. pneumophila* es un patógeno/microorganismo intracelular que, por tanto, no muestra un antígeno al sistema inmune.

- b. ¿Cómo puede el sistema inmune identificar la *L. pneumophila* y eliminarla del cuerpo?

El antígeno de la *L. pneumophila* puede aparecer en una molécula CMH sobre la superficie de la célula infectada, lo que permite su identificación por el sistema inmune. Las citotoxinas de las células T reconocen las moléculas CMH de nuestras propias células. Una vez identificadas, las células T pueden liberar citoquinas para influir en otras células del sistema inmune.

- c. ¿Por qué una persona con deficiencia de células T puede ser más propenso a una infección por microorganismos intracelulares?

Las células T son básicas a la hora de identificar una infección intracelular. Sin ellas, el sistema inmune podría errar a la hora de identificar y destruir esos patógenos intracelulares, que podrían replicarse y propagarse a otras células. Algunos ejemplos incluyen virus, microbacterias y la bacteria del meningococo.

4. Una vez iniciada la respuesta inmune adquirida, las células plasmáticas (linfocitos) pueden producir anticuerpos. Explique por qué los anticuerpos sólo son eficaces contra un antígeno.

Cuando los receptores de la superficie de la célula B reconocen antígenos libres, se estimulan y convierten en células plasmáticas (linfocitos) que fabrican anticuerpos. Las moléculas de proteínas de los anticuerpos tienen una forma tal que se asemejan a una hendidura tridimensional en la que solo encajan los antígenos con la forma correspondiente.



Ficha de actividades sobre el sistema inmune - Respuestas

5. Las citoquinas desempeñan diferentes roles en la respuesta inmune. A partir de la animación, ¿podrías describir dos formas en las que las citoquinas ayudan en la lucha del cuerpo contra la infección?

Dos de las siguientes:

Las citoquinas:

- Ayudan a regular la respuesta inmune innata y atraen a más macrófagos del torrente sanguíneo al lugar de la infección.
- Las células T no fabrican anticuerpos, pero segregan citoquinas, que influyen en otras células inmunitarias. Cuando las células T se unen a un complejo antigénico CMH, las células T desactivadas crecen, multiplicándose y segregando citoquinas que pueden incidir en otras células inmunitarias cercanas.
- Cuando un antígeno se une al receptor del anticuerpo de una célula B, una pequeña parte del antígeno es transportada hacia el interior de la célula y presentada ante la superficie de la célula B por una molécula CMH. La célula T reconoce este complejo antígeno CMH, generalmente una célula T colaboradora, que segrega citoquinas. En este caso, las citoquinas ayudan a las células B a proliferar para formar células idénticas que produzcan el mismo anticuerpo.

6. La *Clostridium botulinum* es una bacteria que produce la neurotoxina botulínica, a la que se conoce en el sector de la medicina como bótox. La toxina botulínica es letal, pues causa parálisis flácida tanto en humanos como en animales. La *Clostridium botulinum* que la produce, sin embargo, no se considera peligrosa en sí misma. El sistema inmune puede reconocer tanto las toxinas como los microorganismos.

a) ¿Cómo reconoce y elimina el sistema inmune las toxinas?

El sistema inmune utiliza la respuesta humoral de la inmunidad adaptativa para eliminar las toxinas, lo que implica sintetizar un anticuerpo a la toxina/antígeno para inmovilizarla y neutralizarla.

b) ¿Por qué una vacuna para la bacteria *Clostridium botulinum* podría no ser tan efectiva como una vacuna contra la toxina botulínica?

La toxina es el componente letal. Sin la toxina, la bacteria no se considera peligrosa. Una vacuna contra la toxina es efectiva porque puede estimular el sistema inmune para que produzca anticuerpos contra ella, previniendo así los efectos de la enfermedad.



Ficha de actividades sobre el sistema inmune - Respuestas

7.Cuál es la función de las siguientes células:

a. ¿Células T citotóxicas?

Las células T citotóxicas pueden reconocer antígenos intracelulares y eliminar las células infectadas

b. ¿Células T colaboradoras?

Las células T colaboradoras toman parte en la respuesta dependiente de células T. Ayudan a que las células B proliferen, y también pueden ayudarlas a convertirse en células plasmáticas.

c. ¿Células plasmáticas?

Las células plasmáticas son una derivación de las células B. Una vez las células B reconocen un antígeno libre, pueden convertirse en células plasmáticas. Estas células plasmáticas son productoras de anticuerpos, por lo que son de gran tamaño.

8. Explique por qué las vacunas constituyen una protección preventiva frente a la infección.

Las vacunas muestran el antígeno de una infección concreta al sistema inmune de manera que pueda producir anticuerpos específicos sin desarrollar la enfermedad en el individuo. Si una persona contrae la enfermedad de forma natural, la vacuna no ayudará, pues ya se habrán fabricado los anticuerpos concretos. Las vacunas proporcionan inmunidad artificial, mientras que la enfermedad genera una inmunidad natural. Contraer la enfermedad puede ser peligroso, la vacunación es más segura.

9. Explique cómo una vacuna conduce a una respuesta de memoria del sistema inmune.

Una vacuna contiene material antigénico/antígenos de un microorganismo/enfermedad. Ello resulta en la producción de anticuerpos por parte de las células plasmáticas/células B que son complementarias o coinciden con el antígeno de la vacuna. Los anticuerpos producidos en la respuesta de memoria son IgG (inmunoglobulina G), por lo que permanecen en el cuerpo durante largo tiempo. Algunas de las células B y T intervinientes en la identificación del antígeno de la vacuna mutan en células de memoria que organizarán una respuesta inmune más rápida la siguiente vez que se enfrenten al antígeno.



Ficha de actividades sobre el sistema inmune - Respuestas

10. La inmunidad de rebaño se produce cuando una proporción significativa de la población está vacunada frente a una enfermedad. ¿Qué puede ocurrir si las tasas de vacunación para las siguientes vacunas descienden? (Pista: piensa en los mecanismos de transmisión. El sarampión se transmite por el tacto y por el aire, a través de gotículas contagiosas de personas infectadas, y el cólera se transmite a través del agua).

a) Sarampión

Si las tasas de vacunación contra el sarampión descendieran, podrían producirse brotes esporádicos, pues el sarampión podría transmitirse entre personas no vacunadas e individuos susceptibles a través del aire o del contacto con una persona infectada.

b) Cólera

Al igual que ocurre con el sarampión, el descenso en las tasas de vacunación contra el cólera en países donde constituye una importante preocupación sanitaria puede provocar brotes. La inmunidad de rebaño sigue siendo importante; sin embargo, dado que el cólera es una enfermedad transmitida por el agua, sigue pudiendo afectar a personas no vacunadas aun cuando las personas de su entorno sí lo estén.



Conceptos erróneos sobre las vacunas - Respuestas

1. La inmunidad innata es mejor que la inmunidad adquirida.
Falso. La inmunidad se produce con la exposición efectiva a la enfermedad. Aunque puede evitar que un individuo contraiga la enfermedad de nuevo, la persona puede enfermar gravemente, sufrir secuelas a largo plazo o, en algunos casos, puede correr riesgo de muerte. La inmunidad adquirida a través de la vacunación no conlleva los mismos riesgos.
2. Las agujas hacen daño.
Verdadero. Es posible que se sienta un pinchazo agudo, pero se pasa muy deprisa. A veces se sentirá picor en el brazo tras la vacunación, pero es porque el cuerpo está trabajando duro para matar o eliminar todos los organismos de la vacuna. Este es el proceso que genera la inmunidad individual frente a la enfermedad futura.
3. Las vacunas provocan efectos secundarios.
A veces. Los efectos secundarios son muy raros y dependen de la vacuna que se inyecte. El picor en el brazo o la sensación de cansancio son síntomas comunes, pues el cuerpo está trabajando para producir los anticuerpos necesarios para luchar contra la vacuna. Los efectos secundarios son objeto de monitorización muy detallada, y una vacuna no será aprobada si el riesgo de sufrir efectos negativos supera los beneficios.
4. Las enfermedades para las que nos vacunamos son muy raras, no voy a contraer nunca la enfermedad.
Falso. Las enfermedades para las que nos vacunamos son raras gracias a las vacunas. Las vacunas han reducido con éxito la prevalencia de enfermedades letales, incluyendo la polio, el sarampión y, actualmente, la COVID-19, entre muchas otras. Sin embargo, si la gente deja de vacunarse para estas enfermedades, perderemos nuestra inmunidad de rebaño y el número de personas infectadas aumentará. Tal es la razón por la que es muy importante vacunarse según las recomendaciones del médico, para garantizar la protección propia y la de los otros.
5. Las vacunas no son seguras.
Falso. Las vacunas siguen un riguroso proceso de ensayos en los laboratorios, en animales y en humanos para comprobar su eficacia y para controlar sus efectos secundarios. Todas las vacunas que se administran en Reino Unido han sido aprobadas por la Agencia del Medicamento y Productos Sanitarios de Reino Unido (MHRA), que garantiza que todos los medicamentos y vacunas cumplan con unos estándares muy rigurosos. Una vez obtenida la aprobación, el personal sanitario al servicio del gobierno continúa controlando los efectos secundarios de las vacunas, pudiendo responder rápidamente ante cualquier evidencia que sugiera que una vacuna ha dejado de ser segura.



Ficha de actividades sobre el sistema inmune

1. Tenemos varios tipos de barreras físicas para prevenir una invasión de microorganismos. Enumere estas tres barreras y explique de qué forma están especializadas en prevenir infecciones.
2. Si la respuesta inmune innata (cuando los fagocitos del cuerpo reaccionan para eliminar al patógeno) no es capaz de eliminar un microorganismo del cuerpo, ¿qué pasa después?
3. La *Legionella pneumophila* es una bacteria que causa la enfermedad llamada enfermedad del legionario. En humanos, los macrófagos se encargan de ella, pero es capaz de sortear los mecanismos normales que éstos utilizan para eliminarla, pudiendo vivir en el interior del macrófago y usar sus nutrientes para seguir viva.
 - a) ¿Por qué las células B no pueden reconocer los antígenos de la *L. pneumophila*?
 - b) ¿Cómo identifica el sistema inmune a la *L. pneumophila* y cómo la elimina del cuerpo?
 - c) ¿Por qué una persona con deficiencia de células T es más propensa a sufrir una infección por microorganismos intracelulares?
4. Una vez iniciada la respuesta inmune adquirida, las células plasmáticas (linfocitos) pueden producir anticuerpos. Explica por qué los anticuerpos pueden ser efectivos solo contra un patógeno.
5. Las citoquinas desempeñan diferentes roles en la respuesta inmune. A partir de la animación, ¿podrías describir dos formas en las que las citoquinas ayudan en la lucha del cuerpo contra la infección?



Ficha de actividades sobre el sistema inmune

6. La *Clostridium botulinum* es una bacteria que genera la neurotoxina botulínica, conocida en la industria médica como Bótox. La toxina botulínica es letal, pues causa parálisis flácida, tanto en humanos como en animales. La *Clostridium botulinum* que produce no es, sin embargo, peligrosa por sí misma: el sistema inmune puede reconocer toxinas del mismo modo que microorganismos.

a) ¿Cómo reconoce y elimina el sistema inmune las toxinas?

b) ¿Por qué una vacuna contra la bacteria *Clostridium botulinum* no sería considerada tan efectiva como una contra la toxina botulínica?

7.Cuál es la función de las siguientes células:

a) Células T - citotoxinas

b) Células T colaboradoras

c) Células plasmáticas (linfocitos)

8. Explica por qué las vacunas son una protección preventiva frente a la infección

9. Explica cómo una vacuna conduce a una respuesta de memoria del sistema inmune.

10. La inmunidad de rebaño se produce cuando una proporción significativa de la población está vacunada frente a una enfermedad. ¿Qué puede ocurrir si las tasas de vacunación para las siguientes vacunas descienden? (Pista: piensa en los mecanismos de transmisión. El sarampión se transmite por el tacto y por el aire, a través de gotículas contagiosas de personas infectadas, y el cólera se transmite a través del agua).

a) MMR

b) Cólera

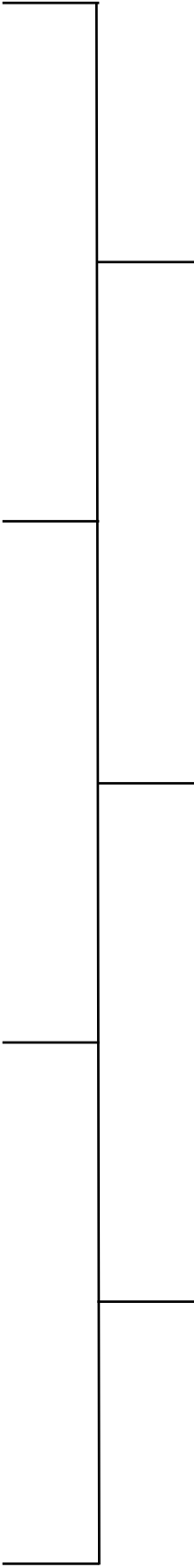


Conceptos erróneos sobre las vacunas – Ficha de actividades

Tras el coloquio el clase, comenta estos conceptos erróneos habituales sobre las vacunas, y anota la información correcta sobre cada uno de ellos.

1. La inmunidad innata es mejor que la inmunidad adquirida.
2. La aguja duele.
3. Sufrirás los efectos secundarios de la vacuna.
4. Las enfermedades contra las que nos vacunamos son raras, no me voy a enfermar.
5. Las vacunas no son seguras.

SW3 – Modelo de línea del tiempo de vacunación



Línea de tiempo de la vacunación