

Diferentes tipos de vacunas



Una etapa en la preparación de la vacuna contra la rabia: un cerebro de conejo sobre un trozo de muselina.
Instituto Pasteur, India, hacia 1910.

Wellcome Library, London



Las primeras vacunas humanas contra virus se basaron en virus débiles o atenuados que generaban la inmunidad; para la vacuna contra la viruela se usaba la viruela vacuna, un virus de viruela similar al de la viruela humana, que tenía la capacidad de brindar protección contra dicha enfermedad sin provocar consecuencias graves. La rabia fue el primer virus atenuado en un laboratorio para crear una vacuna de uso humano.

Las vacunas se producen por medio de diversos procesos; pueden contener virus vivos ya atenuados (debilitados o alterados de tal manera que no provoquen enfermedades); organismos o virus inactivos o muertos; toxinas inactivas (para enfermedades bacterianas donde las toxinas generadas por las bacterias, y no las bacterias mismas, provoquen la enfermedad), o simplemente segmentos del patógeno (esto incluye vacunas subunitarias y conjugadas).

Tipo de vacuna	Vacunas de este tipo recomendadas en el programa de inmunización infantil (0 a 6 años) de EE.UU.
Viva, atenuada	Sarampión, paperas, rubéola (vacuna MMR combinada) Varicela Influenza (rocío nasal) Rotavirus
Inactiva/muerta	Poliomielitis (IPV) Hepatitis A
Toxoide (toxina inactiva)	Difteria, tétanos (parte de la inmunización combinada DTaP)
Subunitaria/conjugada	Hepatitis B Influenza (inyección)

	<p><i>Haemophilus influenza</i> tipo B (Hib)</p> <p>Tos ferina (parte de la inmunización combinada DTaP)</p> <p>Neumocócica</p> <p>Meningocócica</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tipo de vacuna	Otras vacunas disponibles
Viva, atenuada	<p>Herpes (zoster)</p> <p>Fiebre amarilla</p>
Inactiva/muerta	Rabia
Subunitaria/conjugada	Virus del papiloma humano (HPV)

Las vacunas vivas atenuadas que se recomiendan actualmente como parte del programa de inmunización infantil de EE.UU. incluyen: sarampión, paperas y rubéola (por medio de la vacuna MMR combinada), varicela e influenza (en la versión de rocío nasal de la vacuna contra la gripe estacional). Además de las vacunas vivas atenuadas, el programa de inmunización incluye vacunas de cada uno de los otros tipos principales (vea en la tabla anterior un desglose de los tipos de vacuna del programa infantil recomendado).

Cada tipo de vacuna requiere técnicas de desarrollo diferentes. Las secciones a continuación se enfocan a cada uno de los tipos de vacunas.

Vacunas vivas atenuadas

Las vacunas atenuadas se pueden producir de varias maneras. Algunos de los métodos más usuales involucran pasar el virus que provoca la enfermedad a través de una serie de cultivos celulares o embriones animales (por lo general, embriones de pollo). Al usar embriones de pollo como ejemplo, el virus crece en diferentes embriones en serie. Con cada pasada, el virus mejora su replicación en las células del pollo, pero pierde la capacidad de replicarse en células humanas. Un virus que se vaya a usar en una vacuna puede crecer (o “pasar”) hasta en 200 embriones o cultivos celulares diferentes. Con el tiempo, el virus atenuado irá perdiendo la capacidad de replicarse correctamente (o en lo absoluto) en células humanas, hasta que finalmente se pueda usar en una vacuna. Todos los métodos que involucran pasar un virus por un huésped no humano produce una versión del virus que todavía puede reconocer el sistema inmunológico humano, pero no puede replicarse correctamente en un huésped humano.

Cuando el virus de la vacuna resultante se aplica a un humano, no podrá replicarse lo suficiente como para provocar la enfermedad, pero todavía provocará una respuesta inmunológica que pueda proteger contra infecciones futuras.

Una inquietud que debe tomarse en cuenta es el potencial del virus proveniente de la vacuna para revertirse a una forma capaz de provocar la enfermedad. Las mutaciones que puedan surgir cuando se replica el virus de la vacuna en el cuerpo pueden tener como resultado una cepa más virulenta. Esto es muy poco probable, pues la capacidad que tiene el virus de la vacuna para replicarse es muy limitada; sin embargo, se toma en consideración cuando se desarrolla una vacuna atenuada. Vale la pena señalar que las mutaciones *son* un tanto usuales en la vacuna oral contra la polio (OPV), una vacuna viva que se ingiere en lugar de inyectarse. El virus de la vacuna puede mutar en una forma virulenta y dar como resultado casos raros de poliomielitis paralítica. Por esta razón, ya no se usa la OPV en Estados Unidos, y ha sido reemplazada por recomendación del programa de inmunización infantil de EE.UU. por la vacuna contra la polio inactiva (IPV).

Por lo general, la protección de una vacuna viva atenuada supera la que brinda una vacuna muerta o inactiva.

Vacunas muertas o inactivas

Una alternativa para las vacunas atenuadas es una vacuna muerta o inactiva. Las vacunas de este tipo se producen inactivando un patógeno, normalmente mediante calor o productos químicos, como formaldehído o formalina, que destruyen la capacidad del patógeno para replicarse, pero lo mantienen “intacto” para que el sistema inmune todavía lo pueda reconocer (por lo general se usa el término “inactiva” en vez de “muerta” para referirse a las vacunas virales de este tipo, pues por lo general no se considera que los virus estén vivos).

Como los patógenos muertos o inactivos no se pueden replicar en lo absoluto, no pueden revertirse a una forma más virulenta, capaz de provocar enfermedades (como se vio anteriormente para el caso de las vacunas vivas atenuadas). Sin embargo, tienden a brindar protección por un tiempo más breve que las vacunas vivas, y hay más probabilidades de requerir refuerzos para crear inmunidad a largo plazo. Las vacunas muertas o inactivas recomendadas por el programa de inmunización infantil de EE.UU. incluyen a la vacuna inactivada contra la polio y la vacuna contra la influenza estacional (en forma de inyección).

Toxoides

Algunas enfermedades bacterianas no son provocadas directamente por una bacteria, sino por una toxina producida por la bacteria; un ejemplo es el tétanos, sus síntomas no son provocados por la bacteria *Clostridium tetani*, sino por una neurotoxina que produce (tetanospasmina). Las inmunizaciones para este tipo de patógeno se pueden obtener inactivando la toxina que provoca los síntomas de la enfermedad. Tal como los organismos o virus utilizados en vacunas muertas o inactivas, esto se puede hacer mediante un tratamiento con una sustancia química como la formalina, o empleando calor u otros métodos.

Las inmunizaciones creadas empleando toxinas inactivadas se llaman *toxoides*. En realidad, los toxoides pueden considerarse como vacunas muertas o inactivas, pero a veces reciben su propia categoría para resaltar el hecho de que contienen una toxina inactiva, y no una forma inactiva de la bacteria.

Las inmunizaciones con toxoides han sido recomendadas por el programa de inmunización infantil de EE.UU. incluyen al tétanos y a la difteria, disponibles en una forma combinada.

Vacunas subunitarias y conjugadas

Las vacunas subunitarias y conjugadas contienen solamente piezas de los patógenos contra los cuales brindan protección.

Las vacunas subunitarias usan solamente parte del patógeno objetivo para provocar una respuesta del sistema inmunológico. Esto se puede lograr aislando una proteína específica de un patógeno y presentándola como antígeno por su cuenta. Las vacunas contra la tos ferina acelular y la influenza (en forma de inyección) son ejemplos de vacunas subunitarias.

Se puede crear otro tipo de vacuna subunitaria por medio de ingeniería genética. El código genético de una proteína para una vacuna se inserta en otro virus, o en las células productoras en cultivo; cuando se reproduce el virus portador, o cuando se metaboliza la célula productora, se crea también la proteína de la vacuna. El resultado final de este criterio es una vacuna recombinante: el sistema inmunológico reconocerá la proteína manifiesta y brindará protección futura contra el virus objetivo. La vacuna contra la hepatitis B que se usa actualmente en Estados Unidos es una vacuna recombinante.

Otra vacuna que se produce con ingeniería genética es la del virus del papiloma humano (HPV). Se tienen disponibles dos tipos de vacuna contra el HPV: una protege contra dos cepas del HPV y la otra contra cuatro, pero ambas se producen de la misma manera: para cada cepa, se aísla una sola proteína viral. Cuando se manifiestan estas proteínas, se generan partículas parecidas a un virus (VLP, por sus siglas en inglés). Las VLP no contienen material genético de los virus, y no pueden provocar enfermedades, pero impulsan una respuesta inmunológica que brinda protección en el futuro contra el HPV.

Las vacunas conjugadas son un tanto similares a las vacunas recombinantes: se producen utilizando una combinación de dos componentes diferentes. Sin embargo, las vacunas conjugadas se producen usando piezas de los recubrimientos de las bacterias. Estos recubrimientos se enlazan químicamente con una proteína portadora, y la combinación se usa como una vacuna. Las vacunas conjugadas se usan para crear una respuesta inmunológica combinada más poderosa; por lo general, la “pieza” de la bacteria que se presenta no generaría una respuesta inmunológica intensa por su cuenta, mientras que la proteína portadora sí lo haría. La pieza de la bacteria no puede provocar enfermedades pero, al combinarse con una proteína portadora, puede generar inmunidad contra una futura infección. Las vacunas que se usan actualmente para los niños en contra de infecciones bacterianas por neumococo se producen siguiendo esta técnica.

Más información

Los investigadores continúan desarrollando nuevos tipos de vacunas y mejoran los criterios actuales. Si desea más información sobre vacunas experimentales y técnicas de aplicación, consulte nuestro artículo [El futuro de la inmunización](#).

Fuentes de información

Plotkin, S.A., Mortimer, E. *Vaccines*. New York: Harper Perennial; 1988.

Plotkin, S.A., Orenstein, W.A., Offit, P.A., eds. *Vaccines*, 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2013.

