

Material Imprimible

Curso Vacunación Segura: Calendario, Técnicas y Cuidados

Módulo Inmunología

**Contenidos:**

- Introducción a la inmunología. Componentes y finalidad
- Respuesta inflamatoria
- Vacunas. Su importancia y tipos. Recomendaciones de vacunación

## **Introducción a la inmunología. Componentes y finalidad**

Esta disciplina no solo aborda las alergias, sino también un amplio conjunto de condiciones relacionadas con el sistema inmunológico. La **inmunología** se define como la rama de la medicina dedicada al estudio del funcionamiento de las defensas del organismo, cuya función principal es identificar y combatir agentes externos.

Esta ciencia se enfoca en el estudio del sistema inmunitario, que está conformado por un conjunto de células, tejidos, órganos y sustancias que protegen al organismo frente a intrusos como virus, bacterias, hongos y células anormales, incluidas las cancerosas.

Desde el punto de vista funcional, el sistema inmunitario se organiza principalmente en dos grandes componentes: la inmunidad innata, que ofrece una respuesta rápida y no específica, y la inmunidad adaptativa, que desarrolla una respuesta específica frente a cada patógeno y genera memoria inmunológica. Ambos sistemas actúan de manera integrada y complementaria.

Entre sus funciones esenciales se destacan: la defensa frente a patógenos mediante la identificación y neutralización de agentes infecciosos; la detección y eliminación de células anormales del propio organismo; y el mantenimiento del equilibrio del cuerpo, especialmente en órganos que están en contacto con el exterior, como la piel y el sistema digestivo.

En este contexto, las vacunas cumplen un rol fundamental, ya que permiten establecer una respuesta protectora duradera.

La inmunología abarca dos grandes áreas de estudio: una orientada al diagnóstico y tratamiento de enfermedades, como las inmunodeficiencias, las alergias y los trastornos autoinmunes; y otra dedicada a la investigación y al desarrollo de nuevas terapias y tratamientos.

El sistema inmunológico es el encargado de mantener el equilibrio y la salud del organismo, protegiéndolo frente a diversas amenazas. Su funcionamiento puede describirse a través de varias etapas. En primer lugar, se produce la detección, durante la cual el sistema inmunitario realiza un monitoreo constante en busca de microorganismos dañinos. Células fagocíticas como los neutrófilos y macrófagos recorren el organismo y capturan a los patógenos.

En una segunda etapa, estas células procesan a los patógenos y los fragmentan en antígenos, que luego son presentados en su superficie. Este proceso permite la activación de los linfocitos T y B del sistema inmunitario adaptativo.

A continuación, se desarrolla la respuesta adaptativa propiamente dicha: los linfocitos T y B se activan y multiplican; los linfocitos T citotóxicos destruyen células infectadas, mientras que los linfocitos B producen anticuerpos específicos que se unen a los patógenos y facilitan su eliminación.

La respuesta inflamatoria es un mecanismo fundamental de la inmunidad innata y se activa desde las primeras fases de la infección. Su objetivo es limitar la propagación del patógeno y favorecer la llegada de células defensivas al sitio afectado, lo que puede manifestarse con fiebre, enrojecimiento, dolor e hinchazón.

Finalmente, tras la eliminación del agente infeccioso, se genera memoria inmunológica, lo que permite una respuesta más rápida y eficaz ante futuras exposiciones al mismo patógeno. Este principio es la base de la inmunización y de las vacunas.

Entonces... ¿cuál es la finalidad de la inmunología? La inmunología es una disciplina médica fundamental para la supervivencia de los seres humanos y otras formas de vida.

Entre los aspectos más relevantes de su importancia se destacan: la protección frente a infecciones potencialmente graves; la identificación y eliminación de células anormales, incluidas las cancerosas; la respuesta a las vacunas, que generan inmunidad sin provocar la enfermedad; y su aplicación en tratamientos médicos, como la inmunoterapia utilizada en el abordaje del cáncer y de ciertas enfermedades autoinmunes. Asimismo, la investigación en inmunología permite comprender mejor el funcionamiento del sistema inmunitario y desarrollar tratamientos cada vez más eficaces.

En la actualidad, la inmunología enfrenta numerosos desafíos en el campo de la investigación. Entre ellos se destacan el estudio de las enfermedades autoinmunes, en las que el sistema inmunitario ataca por error a tejidos sanos; la resistencia bacteriana a los antibióticos; el desarrollo de nuevas vacunas y la actualización de las existentes frente a patógenos en constante cambio; y el perfeccionamiento de las terapias inmunológicas, con el objetivo de lograr tratamientos cada vez más seguros y efectivos.

Como sabemos, el sistema inmunológico constituye uno de los sistemas más complejos y sofisticados del organismo humano. Su función principal es proteger al cuerpo frente a infecciones, enfermedades y cualquier agente que pueda resultar perjudicial para la salud.

Para cumplir con esta tarea esencial, el sistema inmunológico actúa como una red integrada de células, tejidos, órganos y sustancias químicas que trabajan de manera coordinada para identificar, neutralizar y eliminar amenazas externas, así como también para detectar y destruir células propias que presentan alteraciones o comportamientos anómalos.

Entre los componentes más importantes del sistema inmunitario se encuentran los glóbulos blancos, también llamados leucocitos. Estas células desempeñan un papel central en la defensa del organismo, ya que son las responsables de reconocer a los agentes extraños (denominados antígenos) y de poner en marcha los mecanismos necesarios para eliminarlos.

Los glóbulos blancos se producen principalmente en la médula ósea, a partir de células madre hematopoyéticas, y luego circulan a través de la sangre y del sistema linfático, lo que les permite desplazarse por todo el cuerpo y actuar allí donde sea necesario.

Los leucocitos no constituyen un grupo homogéneo, sino que se dividen en distintos tipos, cada uno con características y funciones específicas dentro de la respuesta inmunitaria. Esta diversidad celular permite que el sistema inmunológico responda de manera eficaz a una amplia variedad de amenazas, desde bacterias y virus hasta parásitos, toxinas y células anormales.

Desde el punto de vista funcional, los glóbulos blancos se clasifican en cinco grandes grupos: neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos. Cada uno de estos tipos celulares cumple un rol particular y complementario dentro de la defensa del organismo.

Los neutrófilos son los glóbulos blancos más abundantes en la sangre y constituyen la primera línea de defensa frente a infecciones, especialmente las causadas por bacterias. Estas células tienen una gran capacidad para desplazarse rápidamente hacia los sitios donde se produce una infección y para ingerir y destruir microorganismos mediante un proceso conocido como fagocitosis. Una vez que cumplen su función, los neutrófilos suelen morir, y su acumulación junto con restos celulares y bacterianos contribuye a la formación de pus en los procesos infecciosos.

Los linfocitos representan otro grupo fundamental de glóbulos blancos y son los principales protagonistas de la respuesta inmunitaria específica o adaptativa.

Existen dos grandes tipos de linfocitos: los linfocitos B y los linfocitos T. Los linfocitos B son los encargados de producir anticuerpos, proteínas especializadas que reconocen antígenos específicos y se unen a ellos para neutralizarlos o facilitar su eliminación. Por su parte, los linfocitos T cumplen diversas funciones, entre las que se destacan la destrucción directa de células infectadas o anormales y la regulación de la respuesta inmunitaria mediante la liberación de sustancias químicas llamadas citoquinas. Gracias a la acción coordinada de los linfocitos B y T, el organismo puede desarrollar defensas altamente específicas frente a cada patógeno.

Los monocitos son glóbulos blancos de gran tamaño que circulan en la sangre y, al migrar hacia los tejidos, se diferencian en macrófagos o células dendríticas.

Estas células cumplen un papel clave en la fagocitosis de patógenos, restos celulares y células dañadas, así como en la presentación de antígenos a los linfocitos, un proceso esencial para activar la respuesta inmunitaria adaptativa. De este modo, los monocitos y sus derivados actúan como un puente entre la inmunidad innata y la inmunidad adquirida.

Por su lado, los eosinófilos participan principalmente en la defensa frente a infecciones parasitarias y en las reacciones alérgicas.

Estas células contienen gránulos con sustancias tóxicas que pueden dañar o destruir parásitos de gran tamaño. Además, los eosinófilos intervienen en procesos inflamatorios y en la modulación de respuestas alérgicas, como ocurre en enfermedades respiratorias de origen alérgico.

Los basófilos, aunque son los menos abundantes entre los glóbulos blancos, cumplen una función importante en la regulación de la inflamación y de las reacciones alérgicas.

Estas células liberan sustancias como la histamina, que aumenta la permeabilidad de los vasos sanguíneos y facilita la llegada de otras células del sistema inmunitario al sitio afectado. Su acción está estrechamente relacionada con fenómenos como el asma y las reacciones alérgicas inmediatas.

La cantidad y proporción de glóbulos blancos presentes en la sangre es un indicador clave del estado de salud del sistema inmunitario. En condiciones normales, el recuento

total de glóbulos blancos oscila aproximadamente entre 4.500 y 11.000 células por microlitro de sangre. No obstante, este valor puede variar según la edad, el estado de salud y determinadas condiciones fisiológicas o patológicas.

Cuando el número de glóbulos blancos desciende por debajo del rango normal se habla de leucopenia. Esta situación puede aumentar el riesgo de infecciones, ya que el organismo cuenta con menos células defensivas para enfrentar a los patógenos. La leucopenia puede estar asociada a infecciones virales, tratamientos médicos como la quimioterapia, enfermedades de la médula ósea o trastornos autoinmunes.

Por el contrario, un aumento del número de glóbulos blancos, denominado leucocitosis, suele ser una respuesta normal del organismo frente a infecciones, inflamación o reacciones alérgicas, aunque en algunos casos puede estar relacionado con enfermedades hematológicas como la leucemia.

El recuento de glóbulos blancos y la proporción de cada tipo celular se determinan mediante un análisis de sangre completo, una herramienta diagnóstica fundamental en la práctica clínica. Este estudio permite evaluar la respuesta inmunitaria del organismo y orientar el diagnóstico y seguimiento de diversas enfermedades.

Ahora bien. Dentro del sistema inmunitario, los anticuerpos desempeñan un rol esencial. Los **anticuerpos**, también conocidos como inmunoglobulinas, son proteínas producidas por los linfocitos B en respuesta a la presencia de un antígeno específico.

Su función principal es reconocer de manera precisa a los patógenos y unirse a ellos, formando un complejo que facilita su neutralización o eliminación. Esta unión funciona como un sistema de “llave y cerradura”, en el cual cada anticuerpo reconoce una estructura específica del antígeno.

Además de neutralizar directamente a los microorganismos, los anticuerpos actúan marcándolos para su destrucción por otras células del sistema inmunitario, como los fagocitos. En este proceso también participa el sistema del complemento, un conjunto de proteínas presentes en la sangre que se activan en cascada y colaboran con los anticuerpos para destruir bacterias, virus y células infectadas, ya sea perforando sus membranas o facilitando su eliminación.

La producción de anticuerpos se desarrolla a través de la inmunidad adaptativa, que ocurre cuando el organismo entra en contacto con un patógeno durante una infección natural o como resultado de la vacunación. Durante esta respuesta, no solo se generan anticuerpos, sino también células de memoria inmunológica. Estas células permanecen en el organismo durante largos períodos y permiten que, ante una nueva exposición al

mismo antígeno, la respuesta inmunitaria sea mucho más rápida y eficaz, evitando en muchos casos el desarrollo de la enfermedad.

Los anticuerpos tienen una gran utilidad tanto en el diagnóstico como en el tratamiento de diversas patologías. En el ámbito diagnóstico, la detección de anticuerpos en la sangre permite determinar si una persona ha estado expuesta a un patógeno en el pasado, si presenta una infección reciente o si ha desarrollado inmunidad como consecuencia de una vacunación. En el campo terapéutico, se han desarrollado tratamientos basados en anticuerpos específicos, conocidos como anticuerpos monoclonales, que se utilizan para combatir enfermedades como ciertos tipos de cáncer, trastornos autoinmunes e infecciones.

En conjunto, el estudio del sistema inmunológico, de los glóbulos blancos y de los anticuerpos permite comprender cómo el organismo se defiende frente a las enfermedades y cómo estos mecanismos pueden ser utilizados para prevenir, diagnosticar y tratar diversas patologías. Este conocimiento constituye una base fundamental para la medicina moderna y para el desarrollo de estrategias de salud pública orientadas a mejorar la calidad de vida de la población.

El sistema inmunológico, al igual que otros sistemas del cuerpo humano, está conformado por una serie de órganos, tejidos y células que trabajan de manera integrada para proteger al organismo frente a infecciones, enfermedades y agentes extraños.

Entre los órganos más importantes que forman parte de este sistema se encuentran la médula ósea, el timo, el bazo y los ganglios linfáticos. Cada uno de ellos cumple funciones específicas y complementarias relacionadas con la producción, maduración, almacenamiento y activación de las células inmunitarias, principalmente los glóbulos blancos o leucocitos.

La médula ósea es un tejido blando y esponjoso que se localiza en el interior de ciertos huesos del cuerpo. Se encuentra principalmente en huesos largos como el fémur y el húmero, así como en huesos planos como el esternón, las costillas, las vértebras, la pelvis y los huesos del cráneo.

Su función principal es la producción de las células sanguíneas, proceso conocido como hematopoyesis. A partir de células madre hematopoyéticas, la médula ósea genera glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas, todos ellos indispensables para la vida.

Existen dos tipos de médula ósea: la médula ósea roja y la médula ósea amarilla. La médula ósea roja es la responsable directa de la producción de células sanguíneas. En ella se originan los glóbulos rojos, encargados del transporte de oxígeno desde los pulmones hacia los tejidos; los glóbulos blancos, que participan activamente en la defensa del organismo; y las plaquetas, que cumplen un rol esencial en la coagulación sanguínea y en la prevención de hemorragias. Durante la infancia, la mayor parte de la médula ósea es roja, ya que las necesidades de producción celular son elevadas.

La médula ósea amarilla, en cambio, está compuesta principalmente por tejido adiposo y tiene una actividad hematopoyética limitada. Con el paso del tiempo, parte de la médula roja se transforma en médula amarilla. Sin embargo, esta no es un tejido inactivo: en situaciones de extrema necesidad, como hemorragias graves o ciertas enfermedades, la médula amarilla puede reconvertirse en médula roja para aumentar la producción de células sanguíneas.

Las funciones de la médula ósea son fundamentales para el mantenimiento del organismo. La producción constante de glóbulos blancos permite una respuesta eficaz frente a infecciones; la generación de glóbulos rojos asegura el transporte adecuado de oxígeno; y la formación de plaquetas garantiza la correcta coagulación de la sangre.

Cuando la médula ósea se ve afectada por enfermedades, estas funciones se alteran. Entre las patologías más conocidas se encuentran la leucemia, un tipo de cáncer que afecta a los glóbulos blancos, y la anemia aplásica, en la que la médula pierde su capacidad de producir células sanguíneas en cantidad suficiente.

En algunos de estos casos, el trasplante de médula ósea o de células madre hematopoyéticas constituye una opción terapéutica clave, ya que permite reemplazar la médula enferma por células sanas provenientes de un donante compatible.

Otro órgano esencial del sistema inmunológico es el timo, que es una glándula ubicada detrás del esternón y delante del corazón, en la parte superior del tórax.

Su función principal está relacionada con la maduración de los linfocitos T, un tipo de glóbulo blanco fundamental para la respuesta inmunitaria adaptativa. Los linfocitos T se originan en la médula ósea, pero deben migrar al timo para completar su proceso de maduración y adquirir la capacidad de reconocer antígenos de manera adecuada.

Durante la infancia y la adolescencia, el timo es relativamente grande y muy activo. A medida que la persona envejece, este órgano disminuye progresivamente su tamaño y su actividad, proceso conocido como involución tímica. A pesar de esta reducción, los linfocitos T ya formados continúan circulando y cumpliendo su función en el organismo.

El timo cumple un papel crucial en la educación inmunológica, ya que elimina aquellos linfocitos T que podrían reaccionar contra tejidos propios, ayudando a prevenir enfermedades autoinmunes.

El bazo es otro órgano clave del sistema inmunológico y forma parte del sistema linfático. Se localiza en la parte superior izquierda del abdomen, protegido por las costillas, y su tamaño es similar al de un puño cerrado.

A diferencia de los ganglios linfáticos, que filtran la linfa, el bazo se encarga principalmente de filtrar la sangre. Esta función lo convierte en un órgano fundamental para la vigilancia inmunológica del torrente sanguíneo.

Entre las principales funciones del bazo se encuentran la eliminación de glóbulos rojos envejecidos o dañados, el almacenamiento de sangre y de plaquetas, y la participación en la respuesta inmunitaria frente a infecciones.

En su interior se producen y activan glóbulos blancos, especialmente linfocitos y macrófagos, que ayudan a combatir microorganismos presentes en la sangre. Además, el bazo actúa como un reservorio de células sanguíneas que pueden liberarse en situaciones de emergencia.

Aunque el bazo cumple funciones importantes, es posible vivir sin él. En caso de extirpación quirúrgica, conocida como esplenectomía, otros órganos como el hígado y la médula ósea pueden asumir parcialmente sus funciones. Sin embargo, las personas sin bazo presentan un mayor riesgo de infecciones graves, especialmente por bacterias encapsuladas, por lo que requieren cuidados médicos especiales y esquemas de vacunación específicos.

Entre las enfermedades que afectan al bazo se encuentra la esplenomegalia, que consiste en el aumento anormal de su tamaño y puede ser consecuencia de infecciones, enfermedades hepáticas o trastornos hematológicos. La ruptura del bazo, generalmente causada por traumatismos severos, representa una urgencia médica debido al riesgo de hemorragias internas. Asimismo, ciertas infecciones virales, como la mononucleosis, pueden provocar inflamación y aumento del tamaño del bazo.

¿Y qué ocurre con los ganglios linfáticos? Estos constituyen otro componente esencial del sistema inmunológico. Son pequeñas estructuras con forma de poroto distribuidas a lo largo del sistema linfático, y actúan como filtros de la linfa, el líquido que circula por los vasos linfáticos. Cada ganglio linfático está rodeado por una cápsula de tejido conectivo

denso que se prolonga hacia el interior formando trabéculas, las cuales brindan soporte estructural.

Desde el punto de vista anatómico e histológico, los ganglios linfáticos se dividen en tres regiones principales: la corteza, la zona paracortical y la médula. En la corteza se localizan los folículos linfoides, formados principalmente por linfocitos B. Cuando estos linfocitos se activan en respuesta a un antígeno, se forman centros germinales dentro de los folículos, donde las células se multiplican y se diferencian. La zona paracortical, ubicada entre la corteza y la médula, es rica en linfocitos T y cumple un papel clave en la activación de la respuesta inmunitaria celular. La médula es la región más interna del ganglio y contiene cordones medulares con linfocitos, macrófagos y células plasmáticas, así como senos medulares por donde circula la linfa filtrada.

La circulación de la linfa a través de los ganglios linfáticos sigue un recorrido específico. Ingresa al ganglio por varios vasos linfáticos aferentes que penetran por la cara convexa del órgano. Luego fluye a través de los senos subcapsulares y corticales, continúa hacia los senos medulares y finalmente sale del ganglio mediante un único vaso linfático eferente ubicado en el hilio, la zona cóncava del ganglio. Durante este trayecto, la linfa es filtrada y los antígenos presentes son reconocidos por las células inmunitarias, lo que permite iniciar una respuesta defensiva eficaz.

En conjunto, la médula ósea, el timo, el bazo y los ganglios linfáticos forman una red altamente especializada que garantiza el correcto funcionamiento del sistema inmunológico. El conocimiento de la estructura y función de estos órganos resulta fundamental para comprender cómo el organismo se defiende frente a las enfermedades y cómo diversas patologías pueden alterar estos mecanismos de protección.

### **Respuesta inflamatoria**

La **inflamación**, también denominada respuesta inflamatoria, es un mecanismo fundamental del sistema inmunológico que se activa cuando los tejidos del organismo sufren algún tipo de daño. Este daño puede estar provocado por diversos factores, como infecciones bacterianas o virales, lesiones físicas, exposición a toxinas, quemaduras por calor o frío, o la presencia de cuerpos extraños.

Lejos de ser un proceso perjudicial en sí mismo, la inflamación cumple una función protectora, ya que forma parte de la respuesta inicial del organismo para contener el daño, eliminar la causa que lo produjo e iniciar la reparación de los tejidos afectados.

Cuando se produce una lesión o una infección, las células dañadas y ciertos componentes del sistema inmunitario liberan una serie de sustancias químicas, entre las que se destacan la histamina, las prostaglandinas y la bradiquinina. Estas sustancias actúan sobre los vasos sanguíneos cercanos al área afectada, provocando su dilatación y aumentando su permeabilidad. Como consecuencia, los líquidos y proteínas del plasma salen de los vasos y se acumulan en los tejidos, lo que origina los signos clásicos de la inflamación: enrojecimiento, aumento de la temperatura local, hinchazón y dolor.

Este aumento de la permeabilidad vascular cumple una función clave, ya que facilita el acceso de células defensivas al sitio de la lesión. Entre estas células se encuentran los glóbulos blancos, en especial los fagocitos, como los neutrófilos y los macrófagos.

Estas células se desplazan hacia la zona inflamada siguiendo señales químicas y se encargan de ingerir y destruir microorganismos, restos celulares y sustancias extrañas mediante un proceso denominado fagocitosis. Gracias a esta acción, el organismo puede eliminar de manera eficaz a los agentes responsables del daño y comenzar el proceso de recuperación.

Durante el desarrollo de la respuesta inflamatoria, muchos de los fagocitos que participan en la defensa mueren luego de cumplir su función. La acumulación de bacterias destruidas, células muertas y restos de glóbulos blancos da origen al pus, una sustancia espesa y blanquecina que suele observarse en las infecciones bacterianas. La presencia de pus indica que el sistema inmunitario está actuando para controlar la infección, aunque también refleja el grado de daño tisular que se ha producido.

En condiciones normales, la inflamación es un proceso localizado y transitorio que se resuelve una vez que el agente causante ha sido eliminado y el tejido comienza a repararse. Sin embargo, cuando la respuesta inflamatoria se vuelve excesiva, prolongada o se activa de manera inapropiada, puede dar lugar a diversas enfermedades y trastornos del sistema inmunológico.

Estas alteraciones pueden clasificarse, de manera general, en respuestas inmunitarias excesivas, insuficientes o dirigidas contra componentes propios del organismo. Una respuesta inmunitaria excesiva ocurre cuando el sistema inmunológico reacciona de manera desproporcionada frente a estímulos que no representan una amenaza real. Un ejemplo de este tipo de alteración son las alergias, que se producen cuando el sistema

inmunitario responde frente a sustancias habitualmente inofensivas, como el polen, ciertos alimentos o el polvo.

En estos casos, la liberación excesiva de mediadores inflamatorios puede provocar síntomas como picazón, enrojecimiento, estornudos, dificultad respiratoria o erupciones cutáneas. En situaciones más graves, esta respuesta exagerada puede desencadenar una anafilaxia, una reacción alérgica generalizada y potencialmente mortal que requiere atención médica inmediata.

Otra consecuencia de una actividad inmunitaria anormalmente elevada son las enfermedades autoinmunes. En estas condiciones, el sistema inmunológico pierde la capacidad de distinguir entre lo propio y lo ajeno, y comienza a atacar por error células, tejidos u órganos del propio cuerpo. Este ataque genera una respuesta inflamatoria crónica que produce daño progresivo y deterioro de la función del órgano afectado.

Se han identificado más de 80 enfermedades autoinmunes diferentes, entre las que se encuentran la artritis reumatoidea, el lupus eritematoso sistémico, la diabetes tipo 1 y la esclerosis múltiple. Estas enfermedades pueden afectar prácticamente cualquier sistema del organismo.

Las causas de las enfermedades autoinmunes no siempre son claras, pero se considera que su aparición está relacionada con una combinación de factores genéticos y ambientales. La predisposición hereditaria, ciertas infecciones, el estrés y la exposición a determinados agentes externos pueden contribuir a la activación inadecuada del sistema inmunológico. Los síntomas varían según la enfermedad, pero suelen incluir inflamación persistente, dolor, fatiga, malestar general y alteraciones en el funcionamiento de los órganos comprometidos.

El tratamiento de las enfermedades autoinmunes generalmente se basa en el uso de medicamentos inmunosupresores o inmunomoduladores, cuyo objetivo es reducir la actividad excesiva del sistema inmunológico y controlar la inflamación. Dado que estas enfermedades suelen ser crónicas, requieren un seguimiento médico continuo y un manejo cuidadoso para minimizar los síntomas y prevenir complicaciones a largo plazo.

Por otro lado, cuando la respuesta inmunitaria es insuficiente, el organismo se vuelve más vulnerable a infecciones y enfermedades. Esta situación se conoce como inmunodeficiencia y puede ser de origen congénito o adquirido.

Las inmunodeficiencias adquiridas pueden desarrollarse como consecuencia de enfermedades, tratamientos médicos agresivos, desnutrición o infecciones que afectan directamente al sistema inmunológico. En estos casos, la falta de una respuesta defensiva adecuada permite que los microorganismos se multipliquen con mayor facilidad y provoquen infecciones recurrentes o graves.

Además de las alergias, las enfermedades autoinmunes y las inmunodeficiencias, existen otras complicaciones relacionadas con alteraciones del sistema inmunológico. Entre ellas se encuentran el rechazo de trasplantes, que ocurre cuando el sistema inmunitario reconoce un órgano trasplantado como extraño y lo ataca, y la enfermedad injerto contra huésped, una complicación grave que puede aparecer tras un trasplante de médula ósea, en la que las células inmunitarias del donante atacan los tejidos del receptor.

La vacunación representa una herramienta fundamental para estimular de manera controlada la respuesta inmunitaria y prevenir enfermedades infecciosas.

Las vacunas contienen antígenos, que pueden ser microorganismos vivos atenuados, inactivados o fragmentos específicos de virus o bacterias. Al ser administradas, las vacunas activan el sistema inmunológico sin provocar la enfermedad, promoviendo la formación de células de memoria, como los linfocitos B y T.

Gracias a esta memoria inmunológica, el organismo puede responder de forma rápida y eficaz ante futuras exposiciones al mismo patógeno, evitando o reduciendo significativamente la gravedad de la enfermedad.

## **Vacunas**

Las **vacunas** constituyen una de las herramientas más eficaces y seguras desarrolladas por la medicina para la prevención de enfermedades infecciosas. Se trata de productos biológicos elaborados en laboratorios bajo estrictas condiciones de seguridad y control de calidad, cuyo objetivo principal es entrenar al sistema inmunológico para reconocer y combatir microorganismos nocivos, como virus y bacterias, sin que estos provoquen la enfermedad. Gracias a las vacunas, el organismo adquiere protección frente a infecciones potencialmente graves y, en muchos casos, mortales.

Desde el punto de vista biológico, las vacunas funcionan introduciendo en el cuerpo una forma inofensiva del patógeno o de alguno de sus componentes. Esta exposición controlada permite que el sistema inmunitario identifique dichas sustancias como extrañas y active una respuesta defensiva. Como resultado, se producen anticuerpos

específicos y se generan células de memoria inmunológica, principalmente linfocitos B y T, que permanecen en el organismo durante largos períodos. Esta memoria es clave, ya que permite una respuesta mucho más rápida y eficaz si la persona entra en contacto nuevamente con el patógeno real, evitando la enfermedad o reduciendo considerablemente su gravedad.

Es importante destacar que las vacunas no provocan la enfermedad que buscan prevenir. En los casos en que se utilizan microorganismos vivos atenuados, estos han sido debilitados de tal manera que no poseen la capacidad de causar la enfermedad en personas con un sistema inmunitario sano. En otros tipos de vacunas, directamente no se emplean microorganismos completos, sino fragmentos específicos o información genética que desencadena la respuesta inmunitaria sin riesgo de infección.

A lo largo de la historia, la inmunización ha demostrado ser una estrategia fundamental para el control y la erradicación de enfermedades. Gracias a la vacunación sistemática, patologías como la viruela han sido erradicadas a nivel mundial, mientras que otras, como la poliomielitis, el sarampión o la difteria, han disminuido drásticamente su incidencia en muchos países. Este impacto positivo convierte a las vacunas en uno de los mayores avances de la salud pública.

Existen diversos tipos de vacunas, que se clasifican según la forma en que presentan el antígeno al sistema inmunológico. Una de las categorías más conocidas es la de las vacunas de microorganismos vivos atenuados. Estas vacunas utilizan versiones debilitadas del virus o la bacteria, capaces de estimular una respuesta inmunitaria intensa y duradera. Ejemplos de este tipo son la vacuna triple viral, que protege contra el sarampión, las paperas y la rubéola, y la vacuna contra la varicela. Debido a que contienen microorganismos vivos, aunque debilitados, no se recomiendan para personas con sistemas inmunitarios comprometidos ni para mujeres embarazadas.

Otro grupo importante lo constituyen las vacunas inactivadas. Estas se elaboran a partir de microorganismos completos que han sido inactivados, es decir, que han perdido la capacidad de reproducirse. Al no estar vivos, no pueden causar la enfermedad, pero sí inducen una respuesta inmunitaria protectora. Un ejemplo de este tipo es la vacuna contra la poliomielitis inactivada. En general, estas vacunas suelen requerir dosis de refuerzo para mantener la inmunidad a lo largo del tiempo.

Las vacunas de subunidades, recombinantes o biosintéticas utilizan únicamente partes específicas del patógeno, como proteínas o polisacáridos, que son suficientes para estimular al sistema inmunológico. Estas vacunas presentan un perfil de seguridad muy alto, ya que no contienen microorganismos completos. La vacuna contra la hepatitis B es un ejemplo claro de este tipo, ya que se produce mediante técnicas de ingeniería genética a partir de una proteína del virus.

Dentro de esta clasificación también se encuentran las vacunas toxoides, que no actúan contra el microorganismo en sí, sino contra las toxinas que este produce. En estas vacunas, la toxina se inactiva químicamente para que no sea dañina, pero conserve su capacidad de generar inmunidad. Las vacunas contra el tétanos y la difteria son ejemplos de vacunas toxoides, y resultan fundamentales para prevenir los efectos graves de estas enfermedades.

En los últimos años, se han desarrollado tecnologías innovadoras, como las vacunas de ARNm. Estas vacunas no contienen el virus ni fragmentos del mismo, sino instrucciones genéticas que indican a las células del organismo cómo producir una proteína específica del patógeno. Esta proteína actúa como antígeno y desencadena la respuesta inmunitaria. Algunas de las vacunas utilizadas para prevenir la infección por SARS-CoV-2, el virus responsable del COVID-19, se basan en esta tecnología, que ha demostrado ser eficaz y segura. Aunque también existen investigaciones en vacunas de ADN, su uso en humanos aún es más limitado en comparación con las de ARNm.

Las vacunas cumplen múltiples funciones esenciales. En primer lugar, protegen a las personas vacunadas frente a enfermedades infecciosas que pueden causar complicaciones graves, discapacidades permanentes o incluso la muerte. Enfermedades como el tétanos, la difteria, la tos ferina, el sarampión, la poliomielitis y la meningitis han disminuido notablemente gracias a los programas de vacunación.

En segundo lugar, la vacunación contribuye a la protección colectiva, ya que cuando una proporción elevada de la población está inmunizada, se reduce la circulación del patógeno y se protege indirectamente a quienes no pueden vacunarse, como algunos recién nacidos o personas con inmunodeficiencias. Este fenómeno se conoce como inmunidad de grupo.

Además, algunas vacunas desempeñan un papel importante en la prevención de ciertos tipos de cáncer. Un ejemplo destacado es la vacuna contra el virus del papiloma humano (VPH), que protege frente a infecciones que pueden derivar en cáncer de cuello uterino y otros tipos de cáncer. De este modo, las vacunas no solo previenen infecciones, sino que también contribuyen a reducir la carga de enfermedades crónicas graves.

Desde el nacimiento, el calendario de vacunación establece qué vacunas deben administrarse en cada etapa de la vida para garantizar una protección adecuada. La vacunación en la infancia es especialmente importante, ya que el sistema inmunológico de los bebés aún se encuentra en desarrollo y necesita adquirir defensas frente a numerosos patógenos. Cumplir con los esquemas de vacunación recomendados permite que los niños crezcan protegidos y reduce significativamente el riesgo de brotes epidémicos.

A pesar de la amplia evidencia científica que respalda la seguridad y eficacia de las vacunas, es comprensible que algunas personas sientan dudas o temores, especialmente en relación con la vacunación infantil. Las vacunas pueden provocar efectos secundarios leves, como dolor en el sitio de aplicación o fiebre transitoria, pero los efectos adversos graves son extremadamente poco frecuentes. Por ello, es fundamental mantener un diálogo informado con los profesionales de la salud, quienes pueden explicar los beneficios de la vacunación y despejar inquietudes.

En el caso de las vacunas que contienen virus vivos atenuados, como la triple viral o la vacuna antigripal en aerosol nasal, es importante considerar ciertas precauciones. Estas vacunas no suelen causar la enfermedad en personas sanas, pero están contraindicadas en individuos con sistemas inmunitarios debilitados y en mujeres embarazadas, debido al riesgo potencial para el feto. En estas situaciones, el médico evaluará alternativas seguras para proteger a la persona y a su entorno.

La vacunación constituye una estrategia central de la salud pública en Argentina y acompaña a las personas a lo largo de toda la vida. El Calendario Nacional de Vacunación establece de manera gratuita y obligatoria qué vacunas deben administrarse según la edad, las condiciones de salud y determinadas situaciones especiales. Su objetivo es prevenir enfermedades infecciosas, reducir complicaciones graves y proteger tanto a las personas vacunadas como a la comunidad en su conjunto.

Uno de los momentos clave para la vacunación es el embarazo. Durante la gestación se producen cambios fisiológicos e inmunológicos que pueden aumentar el riesgo y la gravedad de ciertas infecciones, como la gripe o la COVID-19. Vacunar a la persona gestante no solo la protege a ella, sino también al bebé, ya que los anticuerpos generados atraviesan la placenta y brindan inmunidad pasiva al recién nacido durante sus primeros meses de vida, una etapa de especial vulnerabilidad frente a infecciones respiratorias graves.

Entre las vacunas recomendadas durante el embarazo se encuentra la vacuna antigripal, que debe aplicarse en una única dosis en cualquier trimestre de la gestación.

La gripe es una enfermedad respiratoria viral altamente contagiosa que puede provocar complicaciones severas, hospitalizaciones e incluso la muerte en grupos de riesgo, como embarazadas, niños pequeños, personas mayores de 65 años y quienes padecen enfermedades crónicas o inmunodeficiencias. La vacunación antigripal reduce significativamente la gravedad de la enfermedad, las complicaciones y la mortalidad, y se recomienda aplicarla preferentemente antes del invierno, cuando el virus circula con mayor intensidad.

También se recomienda la vacunación contra la COVID-19 durante el embarazo, de acuerdo con los esquemas vigentes, ya que ha demostrado ser segura y eficaz para prevenir formas graves de la enfermedad.

Asimismo, la vacuna triple bacteriana acelular (dTpa), que protege contra difteria, tétanos y tos convulsa, debe aplicarse a partir de la semana 20 de gestación en cada embarazo, independientemente de las dosis recibidas con anterioridad. Esta vacuna es fundamental para prevenir la tos convulsa en los recién nacidos, una enfermedad que puede ser grave e incluso mortal en los primeros meses de vida.

En Argentina, desde 2024, se incorporó además la vacunación contra el virus sincicial respiratorio (VSR) durante el embarazo. Esta vacuna se administra en una única dosis entre las semanas 32 y 36 semanas y 6 días de gestación.

El VSR es la principal causa de infecciones respiratorias agudas bajas, como bronquiolitis y neumonía, en lactantes pequeños. Aunque muchos casos son leves, un porcentaje significativo puede requerir internación. La vacunación materna permite transferir anticuerpos al bebé y reducir de forma importante las hospitalizaciones por esta causa durante los primeros meses de vida.

En el período posparto, las personas puérperas que no hayan recibido la vacuna antigripal durante el embarazo deben recibirla antes del alta de la maternidad o dentro de los 10

días posteriores al parto. Esto contribuye a proteger tanto a la madre como al recién nacido.

El Calendario Nacional de Vacunación también contempla la vacunación antigripal anual para otros grupos prioritarios. Entre ellos se incluyen el personal de salud, que debe vacunarse todos los años y tener completos los esquemas de doble bacteriana, hepatitis B y triple o doble viral; los niños y niñas de 6 a 24 meses, que deben recibir dos dosis separadas por al menos cuatro semanas (o una sola dosis si ya recibieron dos previamente); las personas de 2 a 64 años con factores de riesgo, quienes deben presentar indicación médica o documentación que acredite su condición; y todas las personas mayores de 65 años, que deben vacunarse anualmente sin necesidad de orden médica. En este último grupo, también se recomienda la vacunación contra el neumococo según corresponda.

Desde el nacimiento, la vacunación es esencial para proteger a los más vulnerables. En las primeras horas de vida se aplica la vacuna contra la hepatitis B y, antes del egreso de la maternidad, la vacuna BCG, que protege contra las formas graves de tuberculosis.

Durante el primer año de vida se concentran la mayoría de las inmunizaciones: a los 2, 4 y 6 meses se administran vacunas contra poliomielitis (IPV), quíntuple o hexavalente, que protege contra difteria, tétanos, tos convulsa, hepatitis B y Haemophilus influenzae tipo b, neumococo y rotavirus. A los 3 y 5 meses se aplican las dosis correspondientes de la vacuna contra meningococo.

Entre los 6 y 24 meses se indica la vacunación antigripal, y al cumplir el año de vida se administran el refuerzo de neumococo, la vacuna contra la hepatitis A y la primera dosis de la triple viral (sarampión, rubéola y paperas).

A los 15 meses se aplican el refuerzo de meningococo y la primera dosis contra la varicela, y entre los 15 y 18 meses se administra el refuerzo de la vacuna quíntuple o triple bacteriana.

Al ingreso escolar, alrededor de los 5 años, se indican refuerzos fundamentales: IPV contra poliomielitis, triple viral, triple bacteriana celular (DTP) y el refuerzo de varicela. Estas vacunas aseguran una protección duradera antes del inicio de la escolaridad.

A los 11 años, el calendario establece la vacunación contra el virus del papiloma humano (VPH), que en Argentina se administra en una única dosis, tanto en varones como en

mujeres, con el objetivo de prevenir cánceres asociados a este virus. También se aplican refuerzos de la vacuna meningocócica y de la triple bacteriana acelular.

Durante la adolescencia y la adultez (15 a 64 años), es fundamental completar esquemas de vacunación y recibir refuerzos. La vacuna doble bacteriana requiere un esquema completo de tres dosis y luego refuerzos cada diez años. Todas las personas deben acreditar dos dosis de vacuna con componente contra sarampión y rubéola aplicadas después del año de vida.

En personas con factores de riesgo, se recomienda la vacunación antigripal anual. Además, en zonas endémicas de Argentina se indica la vacuna contra la fiebre hemorrágica argentina a partir de los 15 años, y la vacuna contra la fiebre amarilla para quienes residen o viajan a áreas de riesgo.

En las personas de 65 años o más, la vacunación sigue siendo clave para prevenir complicaciones graves. Se recomienda la vacuna antigripal anual, la vacunación contra el neumococo según esquema vigente y los refuerzos correspondientes de doble bacteriana cada diez años. Mantener los esquemas completos en esta etapa reduce hospitalizaciones, secuelas y mortalidad.

En conclusión, la vacunación en Argentina es una política sanitaria sólida, gratuita y basada en evidencia científica, que protege a las personas en todas las etapas de la vida. Conocer el calendario, respetar las indicaciones y consultar ante dudas con los equipos de salud permite fortalecer la prevención y el cuidado colectivo, especialmente de los grupos más vulnerables.

Entonces... ¿Cuál es la relevancia de la vacunación? La vacunación constituye una de las estrategias de prevención más eficaces y relevantes en el ámbito de la salud pública, ya que permite reducir de manera significativa el riesgo de contraer enfermedades infecciosas que pueden generar complicaciones graves, secuelas permanentes o incluso la muerte. A través de las vacunas, el sistema inmunológico se prepara para reconocer y combatir distintos agentes patógenos, brindando protección individual y colectiva.

La indicación y el seguimiento de la vacunación son una responsabilidad compartida entre los equipos de salud. Tanto el pediatra, en el caso de niños y adolescentes, como el médico general o de familia, en el caso de adultos, cumplen un rol fundamental al recomendar las vacunas correspondientes en cada etapa de la vida, de acuerdo con el

Calendario Nacional de Vacunación y con las condiciones particulares de cada persona. De esta manera, la vacunación no solo protege a quien la recibe, sino que también contribuye a disminuir la circulación de enfermedades en la comunidad, favoreciendo la protección de los grupos más vulnerables.

La cartilla o libreta sanitaria es un documento esencial, ya que en ella se registran todas las vacunas administradas a lo largo de la vida. Cada inmunización debe ser asentada por el personal de salud que realiza la vacunación, dejando constancia escrita de la vacuna aplicada, la fecha y el establecimiento donde se administró. Este registro resulta clave para asegurar la continuidad de los esquemas de vacunación y evitar omisiones o duplicaciones.

Además del registro en formato papel, en Argentina las vacunas se cargan en el Registro Nominal de Vacunación, un sistema digital que permite mantener actualizado el historial de vacunación de cada persona. Este registro facilita el seguimiento de los esquemas, la detección de vacunas pendientes y la planificación de estrategias de prevención a nivel individual y poblacional.

En el caso de la vacuna contra la fiebre amarilla, especialmente en el contexto de viajes a zonas de riesgo, la aplicación debe quedar registrada en el Certificado Internacional de Vacunación. Tanto la vacuna como su certificado tienen validez de por vida, siempre que la dosis haya sido correctamente administrada y documentada, lo que permite cumplir con los requisitos sanitarios internacionales y garantizar una adecuada protección.