

Descripción de algunos aspectos básicos de inmunización (Description of some basic aspects from immunization)

M en C. **Claudia Herminia Maldonado Tapia** (1), M. en C. **José Jesús Muñoz Escobedo** (2), M.V.Z. **Sergio Saldivar Elías** (3) Dra. en C. **Alejandra Moreno García** (3). Estudiante de Doctorado de Ciencias Biológicas Universidad Autónoma de Nuevo León, (1), Unidad Académica de Odontología (2), Departamento de Biología Celular y Microbiología de La Unidad de Biología Experimental (3). Universidad Autónoma de Zacatecas.

Contacto por email: amoreno_29@hotmail.com

REDVET: 2007, Vol. VIII Nº 5

Recibido: 18 Marzo 2007 / Referencia: 050712_REDVET / Aceptado: 30 Abril 2007 / Publicado: 01 mayo 2007

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050507.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050507/050712.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con Veterinaria.org® <http://www.veterinaria.org> y con REDVET® - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

Resumen

En el presente trabajo se presenta una breve descripción de la importancia de la inmunización, como han evolucionado las

vacunas en cuanto a su generación y la importancia de su manejo para obtener un efecto adecuado.

Palabras claves: Inmunización, Vacunas.

Summary

In The next job is presented a few description of the importance of the immunization, about how have been developing the vaccines

referring to it's generation and the importance

Key words: Immunization, Vaccines.

INTRODUCCION

El humano se dio cuenta de la necesidad de protegerse contra enfermedades infecciosas. Al observar personas que posterior al haber padecido una patología no volvía a enfermar de ese padecimiento o si lo hacían era menos agresiva, y no les causaba la muerte (8).

En la actualidad se ha observado que la interacción entre el hombre y los microorganismos se deterioran cada día más debido a la elevada morbilidad por enfermedades infecciosas. Hoy en día no existen vacunas para todas las enfermedades, ninguna es completamente

inocua. Los esquemas básicos de inmunización se elaboran de acuerdo al tipo de: inmunógenos, población, epidemiología de las principales enfermedades infecciosas (2).

LAS VACUNAS

Son cualquier sustancia viva o muerta, de tipo protéicas, carbohidratos etc. las que son capas de inducir una respuesta inmune protectora y duradera, frente al agente extraño virulento, sin producir efectos secundarios hacia el organismo. Se basa en la memoria del sistema inmune, en la que se da una respuesta adquirida, humoral y celular, se denomina inmunización activa (5).

TIPOS DE INMUNIZACION

- Pasiva: se administra anticuerpos séricos, protectores a un individuo susceptible a la infección, lo que proporciona una protección temporal por semanas o meses.
- Activa: es proporcionada por las vacunas, que se administran una parte o todo un antígeno del microorganismo, lo que produce una respuesta inmunológica semejante a la de la enfermedad natural y proporciona protección duradera (2).

ANTECEDENTES DE LAS VACUNAS

La realizó Edward Jenner (1749-1823), en 1796 frente a la viruela humana. El observó en personas que habían sufrido viruela vacuna no padecían la viruela humana, por lo que realizó un preparado, con las vesículas de vacas infectadas, inoculándolo a personas sanas, esta los protegía frente a la viruela humana.

Utilizó microorganismos heterólogos, de virus vacuno para prevenir la enfermedad en el hombre, modificando su virulencia, o inactivación total, denominándose **Vacuna inactivada**. Posteriormente Louis Pasteur (1822-1895), demostró que se podía inducir inmunidad duradera, utilizando microorganismos homólogos, estas vacunas se denominan **CONVENCIONALES**, las que han tenido éxito en el control y lucha frente a un gran número de enfermedades tanto en animales como en humanos ayudando al control de enfermedades (7, 8).

El mecanismo inmunitario de la vacunación fue aclarado en 1957, cien años después de Pasteur. Por Frank Burnet (1899-1985) mediante la teoría de selección clonar, con el descubrimiento en 1965 de los linfocitos T y B.

Los antígenos que componen una vacuna inducen respuesta primaria con estimulación o expansión clonal de linfocitos T y B memoria (células memoria). Capaz de inducir RESPUESTA SECUNDARIA si los antígenos penetran nuevamente (3,7).

1.- VACUNAS ATENUADAS E INACTIVADAS

Las vacunas atenuadas y/o muertas han sido la base inmunológica principal para el control y erradicación de la gran mayoría de las enfermedades infecciosas hasta nuestros días. Utilizan un agente infeccioso, vacunas monovalentes o varias vacunas polivalentes vivos y homólogos al que produce la enfermedad, pero cuya virulencia ha sido atenuada, de manera que no produce ninguna lesión secundaria en el paciente, induce a la inmunidad duradera frente al agente homólogo virulento (3,7).

En la actualidad el sistema de atenuación más utilizado, se basa en la realización de un gran número de pases o repeticiones del virus o bacteria virulento en líneas celulares

(virus) o medios de cultivo (bacterias), de tal manera que los microorganismos pierdan virulencia, no produzca ningún tipo de lesión en el animal, pero siga teniendo la capacidad de replicarse o multiplicarse lo suficiente para que el sistema inmune pueda procesarlo (3, 7, 8).

Desde los trabajos de Louis Pasteur hasta la actualidad, han sido las vacunas que, frente a diferentes enfermedades de origen bacteriano y vírico, se han desarrollado utilizando diferentes métodos, para atenuar la virulencia de los agentes infecciosos, seleccionando cepas no virulentas, la inactivación total de los mismos, para la producción de vacunas muertas.

Las vacunas vivas atenuadas inducen una respuesta inmune superior a las vacunas inactivadas o muertas, en el caso de los virus, se debe al infectar las células huésped se inducen todos los mecanismos inmunitarios, de [presentación antigénica](#) ligado a [linfocitos CD4+](#) y al HLA II, y de [activación citotóxica](#) ligados a [linfocitos CD 8+](#) y el HLA I, así como la liberación de diversas [citocinas](#) (7, 8).

2.- LA VACUNA MUERTA O INACTIVADA

Las vacunas muertas o inactivadas están formadas por el o los micro organismos completos pero inactivados por método físico o químico. Se han producido a partir de productos de micro organismos bacterianos inactivados, como es el caso del tétanos con notable éxito. Presentan ventajas frente a las vacunas atenuadas, su estabilidad, seguridad y conservación. Sin embargo, suelen inducir una respuesta inmunitaria menor que las vacunas atenuadas, fundamentalmente son ligadas a [linfocitos CD 4+](#) con producción de anticuerpos.

Los métodos para la inactivación de los antígenos vacúnales utilizados en la actualidad, se basan en tratamientos químicos o físicos que no producen modificaciones en las proteínas que puedan alterar la respuesta inmune. Los más utilizados son: formaldehído y agentes quelantes (óxido de etileno, propiolactona, etilenoimina, etc). Estos agentes, producen uniones cruzadas en las cadenas de los ácidos nucleicos, inactivando al microorganismo pero no alterando sus proteínas, beta-propiolactona, permite hidrólisis en horas, produce productos atóxicos, estas vacunas son seguras al no ser infecciosas no virulentas, pero se debe aplicar en gran cantidad y múltiples dosis para producir respuesta inmune (2, 5, 8).

DESVENTAJAS DE VACUNAS IN-ACTIVADAS MUERTAS

Atenuadas

- a) no son estables
- b) pueda revertir a las formas virulentas
- c) La estabilidad de la atenuación es el factor más crítico en estas vacunas

Muerta o Inactivada

- a) induce respuesta inmunitaria menor que las vacunas atenuadas
- b) fundamentalmente ligada a linfocitos CD 4+ con producción de anticuerpos.

Las vacunas convencionales, inactivadas y atenuadas necesitan mantenerse en temperaturas de refrigeración de 2 a 8°C. Estos requerimiento impiden algunas ocasiones, en países del tercer mundo o en zonas poco desarrolladas, para que las vacunas se mantengan en buen estado antes de ser utilizadas haciéndolas menos efectivas. Ya que al estar formada por microorganismos vivos modificados (atenuados), necesitan mantenerse en cadena frío permanentemente, para evitar que el microorganismo muera parcial o totalmente.

PROBLEMAS QUE PRESENTAN LAS VACUNAS CONVENCIONALES

a) IMPOSIBILIDAD DE DIFERENCIAR PACIENTES VACUNADOS DE ENFERMOS: es el principal problema de las vacunas convencionales. Debido a que las vacunas convencionales están formadas por virus o bacterias completos (atenuados o inactivados), el sistema inmune detecta los antígenos igual que cuando se produce una infección, dando como respuesta la misma.

b) DIFICULTAD PARA CONSEGUIR UNA VACUNA EFICAZ PARA TODAS LAS ENFERMEDADES.

Estos problemas han sido resueltos con las nuevas tecnologías, la producción de vacunas de nueva generación

INSEGURIDAD DE LA VACUNA

a) La posible reversión a la virulencia de las vacunas vivas

b) La estabilidad de atenuación es el factor más crítico en estas vacunas.

b) Fallos en la total inactivación de las vacunas inactivadas.

c) Contaminaciones con agentes bacterianos o virales no detectados.

d) En algunas ocasiones se pueden contaminar las líneas celulares de la preparación del inóculo de la vacuna con el virus que no producen efecto citopático, que se replica en paralelo con el virus vacunal.

El control de calidad y seguridad de los diferentes lotes de vacunas deben detectar estos problemas, no siempre posibles.

EFFECTOS SECUNDARIOS.

Debido a la vacunación con vacunas convencionales. Generalmente se producen a nivel local inflamación o edema en el punto de inoculación. Puede o no aparecer fiebre, infrecuentemente reacciones de hipersensibilidad o de inmunosupresión pasajera (2). En algunos niños son importantes las reacciones adversas como sistémicas y alérgicas (8).

LOS ADYUVANTES

Son importantes para aumentar la inmunogenicidad de las vacunas inactivadas, de proteínas purificadas, péptidos sintéticos, vacunas conjugadas no son fuertemente inmunogénicas por sí solas. Los adyuvantes son sustancias que potencializan la respuesta inmunológica, requiriendo menor cantidad de antígenos y dosis. La mayoría de los adyuvantes actúan sobre las células presentadoras de antígeno (3, 2). Estos actúan favoreciendo la presentación de antígenos al sistema inmune, mediante el secuestro de los antígenos vacúnales, la posterior liberación lenta y prolongada, así como produciendo una ligera [inflamación](#), activando la atracción de las células presentadoras, favoreciendo la [quimiotaxis](#).

Los adyuvantes utilizados son sales de aluminio (hidróxido de aluminio o fosfato de aluminio), cuando se unen al antígeno e inoculan en un animal producen un ligero granuloma favoreciendo la lenta eliminación del antígeno (estimulación antigénica más duradera), atracción de las [células presentadoras](#), aumenta la capacidad de respuesta inmune (5).

Otras formas de adyuvantes, se mezclan con el antígeno en emulsión de agua y aceites minerales, conocida como adyuvante incompleto de Freund (el adyuvante completo

además está compuesto por Mycobacterium tuberculoso muerto). Induciendo una reacción inflamatoria con atracción de células presentadoras (8).

3.- VACUNAS DE NUEVA GENERACIÓN

Gracias a los avances en el conocimiento de la respuesta inmune y técnicas de biología molecular, han permitido identificar, agentes infecciosos, proteínas de interés inmunológico, expresarlas y amplificando y eliminando aquellas que no presentan interés inmunológico y eliminar la porción que causa la enfermedad.

Una posibilidad que brinda la ingeniería genética es la eliminación de genes que expresan proteínas relacionadas con la virulencia, consiguiendo cepas atenuadas. Igualmente se pueden incorporar distintos genes de diferentes microorganismos en uno solo que actúa como vector.

Gracias a la biología molecular se ha podido avanzar en el conocimiento de los diferentes genes que componen los microorganismos y las proteínas que codifican. De esta manera se ha podido modificar la estructura genómica de algunos microorganismos, eliminando genes que codifican proteínas ligadas a la virulencia, consiguiendo cepas atenuadas de manera estable y segura.

Son proteínas de un agente infeccioso capaces de inducir respuesta inmune protectora de forma semejante a la que induciría el agente infeccioso completo con posibilidad de incorporar:

1. secuencias de otros antígenos, puede aumentar la estimulación de linfocitos B y T.
2. e incluso la liberación de citocinas. De esta manera se podría mejorar la presentación de los antígenos al sistema inmune (8, 7, 3).

4.- VACUNAS RECOMBINANTES VIVAS

Las vacunas recombinantes vivas son basadas en la utilización de microorganismo (virus o bacteria) que actúan como vector para expresar genes de otro microorganismo diferente. Este nuevo microorganismo recombinante, puede utilizarse como vacuna.

El microorganismo que se utiliza frecuentemente como vector de la expresión es el virus de la vacuna ("vaccinia"), debido a su genoma amplio y estudiado lo cual permite insertar genes extraños sin alterar su maquinaria replicativa. El inconveniente de este vector es que al ser un virus capaz de infectar a la mayoría de las especies animales, incluso al hombre, se obtendría una vacuna viva no específica de especie por tanto susceptible de inmunizar a cualquier animal.

Una de las últimas vacunas OBTENIDAS, no utiliza el virus vaccinia, ha sido la de Mixomatosis y la de Enfermedad vírica hemorrágica del conejo. Esta vacuna, ha utilizado el virus de la mixomatosis como vector sobre el que se ha insertado el gen de la proteína VP 60 del virus, para mejorar la expresión de citocinas (8).

5.- VACUNAS DE ADN

En la actualidad se está estudiando la posibilidad de utilizar directamente una fracción de ADN purificado que contenga el gen de la proteína capaz de inducir una respuesta inmune protectora.

Esta fracción de ADN se inserta en un plásmido, que hace de vector. Las células animales captan estos plásmidos, mediante procesos todavía no bien entendidos, incorporándolos en el núcleo celular, permitiendo la expresión del gen foráneo y producción de la

correspondiente proteína. Esta proteína, se expresa en la superficie de la célula o es liberada así al medio, por lo que el sistema inmune la puede reconocer en su forma nativa, de la misma manera que durante una infección natural con el agente completo, induciendo una excelente respuesta inmune (2, 8, 4).

6.- VACUNAS ANTIDIOTIPO

Destacan a nivel experimental. Estas vacunas se basan en el reconocimiento de las estructuras en reacción antígeno anticuerpo. Cuando un animal es inoculado con un determinado antígeno se produce una [respuesta humoral](#). Es otra forma de inducir inmunidad, en un momento determinado, con fines curativos más que preventivos

[Las inmunoglobulinas](#) que se inducen presentan, en el [sitio de unión](#) en el último párrafo (idiotipo) de la región variable, la estructura inversa del [epitope](#) inductor de la reacción. Si inoculáramos esos sitios de unión a otro animal, se producirían anticuerpos frente a esas estructuras, que serían también complementarias (anticuerpos antidiotipo).

Los anticuerpos inducidos contra el idiotipo (antidiotipo) tendrían la misma estructura que el antígeno original por tanto servirían como antígenos para inmunizar frente al primer antígeno que inició la cadena. Los anticuerpos antidiotipo pueden ser anticuerpos policlonales o [anticuerpos monoclonales](#), ser utilizados como vacunas, especialmente en aquellos casos en los que es muy difícil obtener las proteínas o codificar los genes correspondientes a las proteínas de interés inmunológico (7, 4).

Redes idiotípicas

Consideremos las inmunoglobulinas como auto-antígenos. En las primeras fases de vida, se induce la tolerancia en porciones constantes (Fc) porque globalmente existen en grandes concentraciones, no se induce tolerancia frente a los [idiotipos](#), (residentes en la parte variable de Fab) porque cada uno de ellos está presente en muy pequeñas cantidades: esta es la razón por la que las inmunoglobulinas son inmunogénicas en el mismo individuo, el papel real de la red idiotípica en el control normal del sistema inmune aún no está claro del todo, estando sujeto a debates, de que algunos anticuerpos anti-idiotípicos reconocerán al paratopo del anticuerpo, por lo tanto, son como la **imagen interna** que tiene el organismo del epitopo del antígeno exógeno. Esta imagen interna podría servir para seguir activando al sistema inmune aun cuando hubiera desaparecido el antígeno exógeno que desencadenó la respuesta, asegurando expansión clonal y células de memoria.

Ejemplos de vacunas basadas en anti-idiotipos que se han usado con éxito experimentalmente en animales de laboratorio: Newcastle, Sendai, reovirus, virus de la rabia, hepatitis B, citomegalovirus, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Streptococcus pneumoniae*, *Schistosoma mansoni*, *Trypanosoma rhodiense*

Se han hecho intentos de vacunas anti-idiotípicas frente al VIH (virus del sida), a base de anti-Id hacia anticuerpos anti-CD4. Aunque el anti-Id es capaz de neutralizar al virus tanto *in vitro* como *in vivo*, la incertidumbre sobre su capacidad de provocar respuestas celulares ha hecho que no se empleen clínicamente.

Una línea interesante que se está explorando en ratones es el uso de ciertos anti-Id como vacunas neonatales capaces de superar el efecto inhibitorio de las IgG maternas (7, 4, 8)

TOLERANCIA

Inmunológica es la ausencia específica de respuesta inmune que se induce por la exposición previa a un antígeno (4, 1), ya sea propio o extraño, inducida por el contacto previo con dicho antígeno. La tolerancia se desarrolla de un modo **natural**, cuando un

animal en desarrollo se vuelve incapaz de responder a sus propias moléculas (**autotolerancia**). Cuando este sistema falla, se producen patologías por **autoinmunidad**.

La tolerancia inducida **experimentalmente** es un estado de ausencia de respuesta a un antígeno que normalmente sería inmunogénico (4).

Existen tres tipos de tolerancia:

a) Tolerancia Inmunológica es la falta de respuesta de a un antígeno inducida por la exposición de linfocitos específicos a ese antígeno. La tolerancia a los autoantígenos propiedad fundamental del sistema inmunitario normal, el fracaso de autotolerancia origina enfermedades autoinmunitarias. Los antígenos pueden administrarse de formas que induzcan tolerancia en lugar de inmunidad.

b) Tolerancia Central se induce en los órganos linfoides generadores cuando los linfocitos inmaduros encuentran autoantígenos presentes en estos órganos.

c) Tolerancia Periférica se produce cuando los linfocitos maduros reconocen autoantígenos en tejidos periféricos en condiciones determinadas.

Los principales mecanismos de tolerancia son delusión (muerte celular apoptótica, la anergia (in activación funcional) y supresión por células T reguladoras (1).

7.- SUEROTERAPIA

Es otra forma de inducir inmunidad, en un momento determinado, con fines curativos más que preventivos, ya que la protección que confiere la suero terapia es de tiempo relativamente corto. El suero es la parte fluida de la sangre obtenida tras la coagulación, cuando se obtiene de un individuo inmunizado se denomina antisuero por que contiene Ac específicos contra el Ag inmunizante, así como el resto de las proteínas séricas. Los antisueros contienen colecciones heterogéneas de Ac, todos ellos se unen al Ag empleado para la inmunización, pero cada uno posee su propia estructura, su propio epitopo en el antígeno y su propio conjunto de reacciones cruzadas. Esta heterogeneidad hace que cada antisuero sea único (3).

Neutralización

Es un proceso de in activación que sucede mediante Ac que inhiben la infectividad de un virus o toxicidad de una molécula de toxina (3).

REQUISITOS PARA QUE UNA VACUNA SEA EFECTIVA

Varían según sea la naturaleza del organismo que infecta. Para los organismos extracelulares, los anticuerpos proporcionan el mecanismo adaptativo más importante de defensa, para el control de organismos intracelulares es esencial una respuesta efectiva de linfocitos TCD8.

La vacunación ideal proporciona defensa desde el momento en que entra el agente infeccioso; estimulación de la inmunidad en la mucosa es importante para la vacunación contra varios organismos que penetran a través de las superficies de las mucosas.

La inmunidad protectora efectiva contra algunos organismos necesita la presencia de anticuerpos preexistentes en el momento de la exposición a la infección. La respuesta inmunitaria contra infecciones implica, anticuerpos dirigidos contra epitopos múltiples, alguno de estos anticuerpos confieren protección. Los epitopos particulares reconocidos por células T pueden afectar la naturaleza de la respuesta. Una vacuna efectiva debe generar anticuerpos y células T dirigidos contra los epitopos correctos del agente infeccioso (3).

Características que debe tener las Vacuna para que sea eficaz

1. Segura e inocua para el huésped
- 2.- Protectora, la vacuna debe ser capaz de originar inmunidad
- 3.- Duradera (induce anticuerpos neutralizantes), utilizar microorganismos heterólogos, modificando su virulencia, o muertas
- 4.- Consideraciones practicas Económica

Edad para la vacunación

Primeros 2-3 meses de vida

Que el agente vacunal altamente efectivo sea aplicado lo mas tempranamente posible

Que el número de inoculaciones sea el adecuado para mayor eficacia.

Las re inmunización se realice dentro de los periodos preestablecidos.

Complicaciones de las vacunaciones

Reacciones de hipersensibilidad.

Los Virus pueden producir alteraciones en los tejidos originando encefalitis

Vasculitis por el toxoide tetánico depositos Ag-Ac (3).

LOS ANTICUERPOS

Los anticuerpos circulantes reconocen los antígenos en el suero y líquidos titulares. Son moléculas proteínicas que se presentan en los fluidos de un vertebrado después de introducir un antígeno, al que destruyen o neutralizan, los cuales tienen estas características.

4 cadenas polipeptídicas

Porción variable (Fab)

Sitio activo

Porción constante (Fc)

Idiotipo actúa como determinante antigénico (3).

LAS INMUNOGLOBULINAS (Igs)

Son un grupo de glucoproteínas presente en suero y líquidos titulares de todos los mamíferos. Algunas se encuentran en la superficie de las células B, actúan como receptores de antígenos específicos. Otras Igs se encuentran libres en la sangre y linfa. Se puede emplear como antígeno, es tratada como otra proteína extraña provocando respuesta por anticuerpos. Las diferencias entre las regiones constantes es debido al empleo de genes de regiones C diferentes en cadenas pesadas por un gen separado, pueden producir en forma secretoria o como receptores unidos a membrana se denominan

ISOTIPOS (todas las células B expresan inicialmente forma transmembrana de IgM), ALOTIPOS son las diferencias que existe en distintos alelos del mismo gen C, los IDIOTIPOS son diferencias causadas por genes reordenados VH - VL (7, 6).

CLASIFICACIÓN DE LOS ANTICUERPOS

IgG Es la Ig más abundante en el suero humano normal, constituye el 70-75% de Ig totales. La IgG es la única molécula tetracatenaria con un coeficiente de sedimentación de 7S y 146.000 Daltons de peso molecular, las IgG se subdividen en IgG1, IgG2, IgG3, IgG4. Se encuentran ampliamente distribuidas en compartimentos intra y extravascular, son los predominantes en la respuesta inmunitaria secundaria y los únicos que presentan actividad frente a las toxinas. Las IgG procedentes de la madre confiere inmunidad al recién nacido durante los primeros meses de vida esto es por que en el humano es capaz de atravesar la placenta. En algunas especies como el cerdo no hay paso de IgG, las IgA solo se confieren por la leche que se absorben en el tracto gastrointestinal.

IgM Esta consta del 10% de las Ig totales. La molécula es un pentámero de la estructura tetracatenaria básica. Cada cadena pesada tiene un PM de 65.000 daltons, y la molécula completa pesa 970.000 KDa, esta se encuentra en espacio intravascular, es el anticuerpo que participa en mayor cantidad en la fases tempranas de la respuesta inmunitaria.

IgA Constituyen el 15-20% de las Ig sérica humana. En los seres humanos, más del 80% de la IgA se encuentra en forma de monómero de la unidad, son poliméricas en forma de dímeros, la Ig de las secreciones seromucosas como la saliva, calostro, leche, secreciones traqueobronquiales y genitourinarios. La cual es de dos subclases.

IgE Aunque el suero tiene poca cantidad, esta se encuentra en la superficie de los basófilos y mastocitos de todos los individuos. Es una reaginina, desempeña un papel en la defensa frente a los helmintos y enfermedades alérgicas.

IgD Es la de menor concentración 1% de las Ig plasmáticas totales, abundan en las membranas de células B, no se sabe exactamente la función biológica, pero puede ser que desempeñe un papel en la diferenciación de linfocitos inducida por los Antígenos. (7, 8, 6).

La Respuesta Inmune es la capacidad de mostrar complejos mecanismos, con reacciones en cadena contra elementos considerados ajenos al organismo.

Propiedades de la Respuesta Inmune son:

- 1 ra. Inducida
- 2 da. Especifica
- 3 ra. Memoria
- 4 ta. Transferible (3, 7).

Inmunógenos: sustancias capaz de desencadenar una respuesta inmune.

Virus atenuados
Virus inactivados
Sub-unidades virales

B. vivas atenuadas
B. Enteras inactivadas
Toxoides bacterianos
Polisacáridos bacterianos
Obtenidos por ingeniería genética
Parásitos (3).

LOS ANTICUERPOS SE GENERA POR CUATRO PROCESOS:

La diversidad de los Ac es tratada por tres consecuencias del proceso de recombinación empleado para crear regiones variables (V) completas.

La propiedad de respuesta Transferible consiste en un proceso de mutación que se produce después que actúa sobre el ADN reordenado las codificaciones de las regiones.

a) En primer Lugar: existe múltiples copias diferentes de cada tipo de segmentos génicos que forman la región V, puede utilizar diferentes combinaciones de segmentos de recombinación distintos. Ellos son responsable de la parte de la sustancias de la diversidad de las regiones V de la cadena pesada y ligera.

B) En segundo lugar: diversidad combinatoria se originan a partir del emparejamiento de combinaciones distintas de regiones V de ambas cadenas para formar el sitio de unión de los Ac.

Solo con estos dos medios de generación de diversidad podría producir en teoría aproximadamente 2.5×10^6 a la 10^7 molécula de anticuerpos diferentes.

C) En tercer lugar: en las uniones entre los diferentes segmentos génicos se introduce diversidad adicional como consecuencia de proceso de recombinación

La hipermutación somática introduce mutaciones puntuales en los genes reordenados de la región V. es el único medio por el que da especificidad al antígeno de una Inmunoglobulina puede alterarse después de que la recombinación haya creado los genes funcionales de las cadenas pesadas y ligeras (3).

LOS ANTIGENOS (Ag)

Es cualquier molécula capaz de inducir la producción de Ac específicos por parte de células B. En la actualidad se utiliza en un sentido más amplio y se aplica a cualquier molécula que pueda ser reconocida específicamente por cualquiera de los elementos del sistema inmunitario adaptativo o células T, B o ambas. Sin embargo aunque tengan la capacidad de unirse al Ac, algunos Ag no son Inmunógenos esto quiere decir que no tienen la propiedad inmunogénica ya que algunos Ag necesitan conjugarse con un inmunógeno para lograrlo. Que introducidos en un huésped despierte en él una respuesta inmunológica, presentando las siguientes características.

Estructura
Accesibilidad
Digestibilidad

Los antígenos de clase I se expresan en la superficie de todas las células en el núcleo con excepción de neuronas y trofoblastos. Según se van formando en la célula infectada (infección viral), se enlazan con las proteínas virales (antígenos) que se están sintetizando, formando un complejo SLA I - Antígeno que se expresa en la membrana de la célula infectada. Este complejo será reconocido por un determinado linfocito T, el CD 8+

o linfocito T citotóxico, que destruirá la célula infectada. La presentación de antígenos en células infectadas a los CD8+, es una de sus funciones principales de los SLA I.

Están formados por un heterodímero compuesto por dos cadenas: **una pesada** denominada A de 45 kd de peso molecular y extremadamente polimórfica, codificada por genes del SLA. La otra cadena es **ligera** de peso molecular inferior (12 kb) denominada B, no está codificada por genes SLA y no es polimórfica. Cada **haplotipo** del SLA codifica 2 o 3 **loci** clase I, denominados, al igual que en la especie humana, como: A, B y C con un total de entre 7 a 10 genes diferentes. Las diferencias funcionales de los genes clase I se pueden definir serológicamente, habiéndose identificado más de 40 **alelos** diferentes del SLA I

Los antígenos de clase II se expresan, de forma más restringida. Se encuentran en los linfocitos B, las células presentadoras de antígenos y en varias subpoblaciones de linfocitos T, estos últimos tanto si están activados como sin estarlo (particularidad de la especie porcina). **La función del SLA II es también la presentación de antígenos a los linfocitos T CD4+**, pero en este caso, mediante las células fagocíticas o presentadoras de antígenos, las cuales procesan los antígenos por **degradación mediante enzimas y no por infección celular** como en el caso de los SLA I. Las moléculas del agente capturado por estas células y degradadas en pequeñas partículas, son asociadas a los SLA, expresadas en la membrana celular formando un complejo: **SLA II – Antígeno**. En este caso el linfocito T que reconocerá al mencionado complejo **será el CD4 o linfocito T cooperador. También el linfocito B expresa SLA II.**

Están representados por los loci: SLA-DR y SLA-DQ. Los antígenos de clase II están formados por dos cadenas de glicoproteínas que α y β denominadas presenta un peso molecular de: 33 a 35 kb y de 27 a 29 kb la cadena β . Ambas α y β la cadena α que presenta un peso α y β cadenas están codificadas por genes del SLA molecular de: 33 a 35 kb la cadena alfa y de 27 a 29 la cadena B. La familia SLA está formada por alrededor de 10 genes diferentes.

Los genes de clase III: A diferencia de los SLA I y SLA II, codifican proteínas **que no se encuentran en la superficie de las células sino en la sangre**. Así varios de los componentes del **complemento** son codificados por el SLA III, interviniendo además, en otras acciones del sistema inmune menos específicas, como la selección de factores de necrosis tumoral.

Vías De Administración Del inmunógeno:

- a) Parenteral
- b) Subcutánea
- c) Oral (3, 8)

BIBLIOGRAFIA

1. Abbas Abul K, Lichtman Andrew H, Pober Jordan S., 2002. Inmunología Celular y Molecular. 4ta Edición. Editorial McGRAW- HILL INTERAMERICANA. pp. 216, 238, 239.
2. González Cejudo María Norma; 1999. Avances en Inmunizaciones. Medica Pediátrica Infectología. Departamento de Infectología Instituto Nacional Perinatología.

3. Janeway, CA. Travers Paul, Walport Mark, Capra Donal J. 2000. Inmunobiología El Sistema Inmunitario en Condiciones de Salud y Enfermedad. MASSON. Cuarta edición. pp. 80-100, 562-573
4. Iáñez Pareja Enrique. CURSO DE INMUNOLOGÍA GENERAL. Regulación y Tolerancia. Departamento de Microbiología. Universidad de Granada, España.
5. Moreno García María Alejandra, Muñoz Escobedo Jesús J., 2003. Inmunidad Inespecífica y Específica, en la relación Huésped Parásitos. Visión Veterinaria Primer Portal Veterinario del Perú. pp 1-19.
6. Regueiro José R., López Larrea Carlos., 1997. Inmunología Biología y Patología del Sistema Inmune. 2da Edición. Editorial Médica Panamericana. pp. 1- 7, 42.
7. Roitt Ivan, Brostoff Jonathan, Male David. 2000. Inmunología. Quinta edición. Harcourt. España, pp 71-80, 263-272.
8. Sánchez Vizcaíno J.M. 2001. Curso de Introducción a la Inmunología Porcina.

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria (ISSN nº 1695-7504) es medio oficial de comunicación científico, técnico y profesional de la Comunidad Virtual Veterinaria, se edita en Internet ininterrumpidamente desde 1996. Es una revista científica veterinaria referenciada, arbitrada, online, mensual y con acceso a los artículos íntegros. Publica trabajos científicos, de investigación, de revisión, tesinas, tesis doctorales, casos clínicos, artículos divulgativos, de opinión, técnicos u otros de cualquier especialidad en el campo de las **Ciencias Veterinarias** o relacionadas a nivel internacional.

Se puede acceder vía web a través del portal [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) <http://www.veterinaria.org> o en **REDVET®** <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

Se dispone de la posibilidad de recibir el Sumario de cada número por [correo electrónico](mailto:redvet@veterinaria.org) solicitándolo a redvet@veterinaria.org Si deseas postular tu artículo para ser publicado en **REDVET®** contacta con redvet@veterinaria.org después de leer las Normas de Publicación en <http://www.veterinaria.org/normas.html>

Se autoriza la difusión y reenvío de esta publicación electrónica siempre que se cite la fuente, enlace con [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org). <http://www.veterinaria.org> y **REDVET®** <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

Veterinaria Organización S.L.® - (Copyright) 1996-2007- E_mail: info@veterinaria.org