

# Tétanos: Una Enfermedad Prevenible pero Mortal

El tétanos representa una de las enfermedades infecciosas más graves y potencialmente mortales que afectan al sistema nervioso. Esta condición aguda se caracteriza por espasmos intensos del músculo estriado y disfunción severa del sistema nervioso autónomo, manifestaciones causadas por una neurotoxina extremadamente potente producida por la bacteria *Clostridium tetani*. A pesar de ser completamente prevenible mediante vacunación, el tétanos continúa siendo una amenaza significativa para la salud pública mundial, especialmente en regiones donde las tasas de inmunización son bajas.

La bacteria *C. tetani* se encuentra distribuida en todo el mundo, persistiendo en el suelo y en el tracto digestivo de diversos animales. Sus esporas demuestran una resistencia extraordinaria, capaces de sobrevivir a la ebullición y a muchos desinfectantes comunes. Esta resistencia ambiental, combinada con la potencia extrema de su toxina (la dosis letal mínima para humanos es de apenas 2.5 ng/kg), convierte al tétanos en una enfermedad particularmente peligrosa. En los países desarrollados, aunque la incidencia es baja, la enfermedad aún se presenta ocasionalmente en personas con esquemas de vacunación incompletos, mientras que en naciones en desarrollo continúa siendo una causa importante de mortalidad, especialmente en recién nacidos y madres.



# Definiciones Clínicas y Clasificación

## Tétanos General (CDC)

Los Centers for Disease Control and Prevention definen el tétanos como "una enfermedad aguda con hipertonia o espasmos musculares generalizados sin otra causa médica evidente". Esta definición facilita la identificación rápida de casos y permite una respuesta clínica inmediata, crucial dado que el tratamiento no debe retrasarse mientras se esperan confirmaciones de laboratorio.

## Tétanos Neonatal (OMS)

La Organización Mundial de la Salud define el tétanos neonatal como "una enfermedad que ocurre en un lactante que tiene capacidad normal para succionar y llorar en los primeros dos días de edad, pero que pierde esta capacidad entre los días tres y 28 de edad, se vuelve rígido y experimenta espasmos". Esta presentación peculiar permite una clasificación exacta con alto grado de probabilidad.

## Tétanos Materno (OMS)

El tétanos materno se define como aquel que surge durante el embarazo o en las seis semanas siguientes a su término, ya sea por parto, aborto espontáneo o inducido. Esta clasificación es fundamental para los programas de eliminación de tétanos materno y neonatal implementados globalmente.

Estas definiciones estandarizadas son esenciales no solo para el diagnóstico clínico preciso, sino también para las valoraciones epidemiológicas que permiten monitorear la incidencia de la enfermedad a nivel mundial y evaluar la efectividad de los programas de vacunación y prevención.

# Epidemiología Global del Tétanos

## Situación en Países Desarrollados

En Estados Unidos, el tétanos se ha convertido en una enfermedad rara. Desde 2009 se han registrado únicamente dos casos de tétanos neonatal, y en 2018 se notificaron apenas 23 casos totales, casi todos en adultos. La mayoría de estos casos ocurrieron en personas con vacunación incompleta o nula. Entre 2009 y 2015, solo se conocía el estado vacunal del 25% de los individuos notificados, y de estos, únicamente el 20% había recibido tres o más dosis de toxoide tetánico.

Las personas mayores de 60 años enfrentan un riesgo elevado debido a la disminución de las concentraciones de anticuerpos con el tiempo. Aproximadamente una cuarta parte de los casos recientes en Estados Unidos ocurrió en individuos mayores de 65 años. La diabetes se ha identificado como un factor de riesgo significativo, relacionándose con el 13% de todos los casos y el 25% de las muertes entre 2009 y 2015.

# 23

### Casos en EE.UU. (2018)

Total de casos notificados al sistema nacional de vigilancia

# 2

### Casos Neonatales

Registrados en Estados Unidos desde 2009

# 30K-62K

### Muertes Globales

Estimadas en niños mayores y adultos (2015)

A nivel mundial, la incidencia de tétanos neonatal ha descendido significativamente gracias al programa de eliminación concertado por la OMS en cooperación con UNICEF y UNFPA. Sin embargo, se desconoce la incidencia exacta en niños mayores y adultos, ya que pocos países cuentan con sistemas de vigilancia adecuados. En 2015 se calculó que hubo entre 30,000 y 62,000 muertes por tétanos en este grupo de edad.

## Grupos de Alto Riesgo

Los consumidores de drogas inyectadas, particularmente aquellos que se inyectan heroína por vía subcutánea, constituyen ahora un grupo de alto riesgo emergente. Alrededor del 6% de todos los casos de tétanos entre 2009 y 2015 ocurrió en este grupo. Las razones incluyen una combinación de contaminación de la heroína, inyección subcutánea y vacunación incompleta.

# Mecanismo de Acción: La Toxina Tetánica

La patogenia del tétanos se centra en la acción de una neurotoxina extraordinariamente potente llamada tetanoespasmina. Solo las bacterias de *C. tetani* que producen esta toxina pueden causar la enfermedad. Aunque está estrechamente relacionada con la toxina botulínica en estructura y mecanismo de acción, la toxina tetánica experimenta un transporte retrógrado único hacia el sistema nervioso central, produciendo efectos clínicos completamente diferentes a los de la toxina botulínica, que permanece en la unión neuromuscular.

01

## Entrada y Unión

La toxina se produce como una proteína única de 150 kDa que se divide en cadenas pesada (100 kDa) y ligera (50 kDa). El extremo carboxilo de la cadena pesada se une a componentes específicos de la membrana en las terminaciones nerviosas presinápticas motoras, incluyendo polisialogangliósidos y proteínas de membrana.

03

## Translocación Sináptica

Después del transporte retrógrado en la neurona motora, la toxina experimenta translocación a través de las sinapsis hasta las terminaciones interneuronales inhibidoras presinápticas gabaérgicas, donde ejerce su efecto devastador.

El resultado final de este proceso es la actividad descontrolada del sistema nervioso motor y autónomo, explicando las manifestaciones características de espasmo del músculo estriado y el trastorno autonómico. El aumento de la concentración de catecolaminas circulantes en el tétanos grave guarda relación directa con las complicaciones cardiovasculares observadas. La recuperación puede tomar varias semanas e involucra probablemente la germinación de nervios periféricos y la degradación gradual de la toxina.

02

## Transporte Retrógrado

Una vez dentro de la neurona, la toxina entra en una vía de transporte retrógrado, desplazándose proximalmente hacia el cuerpo neuronal. La toxina tiene varias conformaciones dependientes del pH, permitiéndole interactuar con diversos receptores y evadir su degradación durante el tránsito neuronal.

04

## Bloqueo de Neurotransmisores

La cadena ligera, una endopeptidasa dependiente de zinc, desdobra la proteína VAMP2 (sinaptobrevina), necesaria para la liberación del neurotransmisor. Esto impide la liberación de neurotransmisores y bloquea la descarga de la interneurona inhibidora, resultando en actividad descontrolada del sistema nervioso motor.

# Manifestaciones Clínicas del Tétanos

El tétanos produce un amplio espectro de manifestaciones clínicas que se dividen en formas generalizadas (incluida la enfermedad neonatal) y locales. La presentación clínica varía significativamente en severidad, desde formas leves localizadas hasta cuadros generalizados potencialmente mortales. La rapidez con la que se desarrolla el tétanos es un factor crítico para valorar el pronóstico, siendo los períodos más cortos de incubación e inicio asociados con peores desenlaces.

## Síntomas Iniciales

Trismo (mandíbula trabada), dolor y rigidez musculares, lumbalgia y disfagia. En recién nacidos, dificultad para alimentarse. Estos síntomas aparecen después que la toxina llega a los nervios inhibidores presinápticos.

## Complicaciones Respiratorias

El espasmo de músculos laríngeos puede ocasionar obstrucción completa de la vía respiratoria. El espasmo de músculos respiratorios provoca insuficiencia respiratoria, la causa más frecuente de muerte sin apoyo ventilatorio.

1

2

3

4

## Progresión Temprana

Los músculos de la cara y mandíbula se afectan primero debido a las distancias más cortas que debe recorrer la toxina. Aparece espasmo muscular generalizado que puede ser extremadamente doloroso. Afectación de músculos laríngeos.

## Distoción Autonómica

Durante la segunda semana del tétanos grave, aparece inestabilidad cardiovascular con fluctuaciones rápidas de presión arterial y frecuencia cardíaca, episodios de bradicardia, bloqueo cardíaco, estasis gastrointestinal e insuficiencia renal aguda.

## Tétanos Local

En la forma leve del tétanos local, solo se afectan áreas aisladas del cuerpo con pequeñas regiones de espasmo muscular. El tétanos cefálico localizado puede afectar pares craneales, produciendo espasmo de músculos faríngeos o laríngeos con riesgo de aspiración u obstrucción de vía respiratoria.

## Factores Pronósticos

El período de incubación (tiempo entre herida y primer síntoma) y el período de inicio (tiempo entre primer síntoma y primer espasmo generalizado) tienen trascendencia particular. En tétanos neonatal, mientras menor edad tenga el lactante cuando aparecen síntomas, más sombrío es el pronóstico.

Los espasmos pueden ser tan intensos que producen arrancamientos tendinosos y fracturas por aplastamiento, aunque esto es raro. Sin tratamiento adecuado y apoyo ventilatorio, la mortalidad es extremadamente alta, especialmente en casos de tétanos generalizado severo.

# Diagnóstico y Evaluación Clínica



## Diagnóstico Clínico

El diagnóstico se basa primordialmente en las manifestaciones clínicas características. El tratamiento no debe retrasarse mientras se realizan estudios de laboratorio, ya que cada minuto cuenta en esta emergencia médica.



## Cultivo de *C. tetani*

El cultivo de *C. tetani* de una herida proporciona evidencia confirmatoria para el diagnóstico. Sin embargo, un resultado negativo no descarta la enfermedad y no debe retrasar el inicio del tratamiento.



## Medición de Anticuerpos

Se miden las concentraciones de inmunoglobulina G antitetánica en suero antes de administrar antitoxina. Concentraciones séricas  $>0.1$  UI/mL son protectoras y no apoyan el diagnóstico de tétanos.

También se ha utilizado la reacción en cadena de la polimerasa para la detección de toxina tetánica, pero se desconoce su sensibilidad exacta. De igual manera, un resultado negativo no descarta el diagnóstico. La detección de toxina tetánica en suero es posible pero este análisis no suele llevarse a cabo rutinariamente en la práctica clínica.

## Intoxicación por Estricnina

La rigidez muscular abdominal es episódica, a diferencia del tétanos donde es continua. Requiere historia de exposición para diferenciación.

## Reacciones Distónicas

Causadas por fármacos antidopaminérgicos. La rigidez es episódica y hay historia de uso de medicamentos específicos.

## Infección Bucofaríngea

Puede confundirse con tétanos cefálico. La presencia de signos inflamatorios locales ayuda en la diferenciación.

## Hipocalcemia y Meningoencefalitis

Se incluyen en el diagnóstico diferencial del tétanos neonatal. Requieren estudios de laboratorio específicos para su identificación.

# Tratamiento Integral del Tétanos

El tratamiento del tétanos requiere un enfoque multifacético que incluye el manejo de la herida, neutralización de la toxina, control de espasmos, soporte ventilatorio y manejo de complicaciones. La atención debe ser inmediata y agresiva, idealmente en una unidad de cuidados intensivos con capacidad para ventilación mecánica prolongada.



## Manejo de la Herida

Identificar, limpiar y desbridar la herida de entrada para eliminar focos anaerobios de infección y prevenir mayor producción de toxina.

## Terapia Antibiótica

Metronidazol (400 mg rectal o 500 mg IV cada 6h por 7 días) es el antibiótico preferible. Alternativa: penicilina (100,000-200,000 UI/kg/día).

## Administración de Antitoxina

TIG humana (500-5,000 UI IM) o antitoxina equina (10,000-20,000 U IM) para neutralizar toxina circulante. Considerar administración intratecal.

## Control de Espasmos

Los espasmos se controlan con sedación profunda mediante benzodiazepinas. También se emplean clorpromazina, fenobarbital y sulfato de magnesio IV como relajante muscular. En casos graves, se utilizan bloqueadores neuromusculares no despolarizantes de acción corta combinados con sedantes o infusions de propofol.

Un problema crítico es que las dosis necesarias para controlar espasmos también provocan depresión respiratoria. En instituciones con recursos limitados sin respiradores mecánicos, es difícil controlar espasmos manteniendo ventilación adecuada, siendo la insuficiencia respiratoria causa frecuente de muerte.

## Manejo de Vía Respiratoria

Es fundamental establecer una vía respiratoria segura desde el inicio en tétanos grave. Los pacientes deben atenderse en ambientes tranquilos porque luz y ruido pueden desencadenar espasmos. Las secreciones traqueales aumentan y la disfagia combinada con hiperactividad laríngea dificulta la intubación endotraqueal.

Los pacientes pueden necesitar apoyo ventilatorio por varias semanas. La traqueostomía es el método habitual para asegurar la vía respiratoria en tétanos grave.



## Inestabilidad Cardiovascular

Muy difícil de tratar con fluctuaciones rápidas de presión arterial y frecuencia cardiaca. Mejora con sedación intensificada con sulfato de magnesio IV (concentración plasmática 2-4 mmol/L), morfina, fentanilo u otros sedantes. Pueden necesitarse fármacos con efecto cardiovascular específico como esmolol, antagonistas de canales de calcio e inotrópicos.



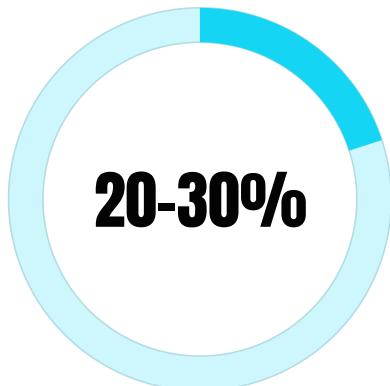
## Complicaciones del Tratamiento

Frecuentes e incluyen tromboflebitis por inyección de diazepam, neumonía relacionada con respirador, infecciones de catéter central y septicemia. Es habitual la profilaxis contra trombosis venosa profunda y tromboembolia en muchos centros.

La recuperación del tétanos puede tardar cuatro a seis semanas. Los pacientes deben recibir un curso primario de inmunización, dado que la toxina tetánica tiene poco efecto inmunógeno y la reacción inmunitaria después de la infección natural es insuficiente para prevenir futuros episodios.

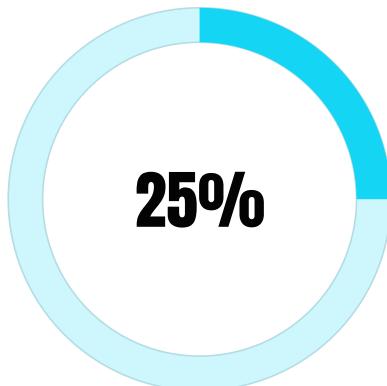
# Pronóstico y Factores de Riesgo

El pronóstico del tétanos depende de múltiples factores, siendo el desarrollo rápido de la enfermedad un indicador de mayor gravedad y peor desenlace. Es crucial observar el momento de inicio y la duración del periodo de incubación para establecer expectativas realistas sobre la evolución del paciente. Los modelos pronósticos más complejos han revelado otros factores importantes que influyen en el resultado final.



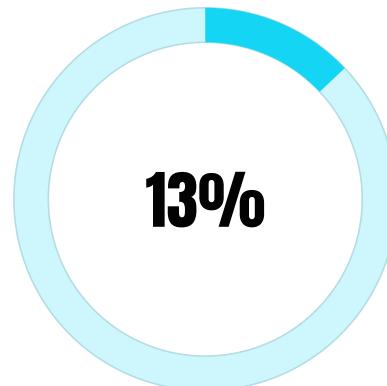
## Casos sin Herida Identificable

Porcentaje de casos donde no se identifica una herida de entrada



## Casos en Mayores de 65 Años

Proporción de casos recientes en Estados Unidos en este grupo etario



## Casos con Diabetes

Porcentaje de casos relacionados con diabetes (2009-2015)

## Factores de Mal Pronóstico

- Periodo de incubación corto (menor tiempo entre herida y primer síntoma)
- Periodo de inicio breve (menor tiempo entre primer síntoma y primer espasmo)
- Edad avanzada (mayores de 60 años)
- Presencia de comorbilidades como diabetes
- Infecciones profundas (fractura abierta, aborto inducido, inyección de drogas)
- Tétanos neonatal en lactantes de menor edad al inicio de síntomas

## Secuelas a Largo Plazo

En muchos adultos, especialmente ancianos, la supervivencia al tétanos se relaciona con valores más bajos en las mediciones de resultado funcional de largo plazo. Los estudios en niños y recién nacidos sugieren una elevada frecuencia de secuelas neurológicas.

Los neonatos tienen mayor riesgo de padecer trastornos del aprendizaje, problemas de conducta, parálisis cerebral e hipoacusia. Estas secuelas pueden tener un impacto significativo en la calidad de vida y requieren seguimiento y rehabilitación prolongados.

Las abrasiones superficiales en las extremidades son los sitios de infección más frecuentes en adultos. Sin embargo, las infecciones más profundas, como las atribuidas a fractura abierta, aborto inducido o inyección de drogas, inducen un cuadro más grave con peor pronóstico. La imposibilidad de eliminar los reservorios con infección activa puede derivar en tétanos recurrente o prolongado, complicando aún más el manejo y el pronóstico del paciente.

# Estrategias de Prevención y Vacunación

El tétanos se previene completamente mediante la atención adecuada de las heridas y la inmunización sistemática. En los recién nacidos, es esencial seguir prácticas seguras durante el parto en condiciones higiénicas, con atención adecuada del cordón umbilical, además de la vacunación materna. Las estrategias de prevención han demostrado ser extraordinariamente efectivas cuando se implementan de manera consistente y universal.

## Curso Primario (Lactancia)

Tres dosis de vacuna que contenga toxoide tetánico durante la lactancia, según guías de la OMS. En EE.UU., los CDC sugieren una dosis adicional a los 15-18 meses.

## Refuerzos en Adultos

Un refuerzo en la edad adulta según OMS. En EE.UU., refuerzo cada 10 años después del refuerzo adolescente.

1

2

3

4

## Refuerzos en la Infancia

Refuerzos a los 4-7 años y 12-15 años de edad según OMS. En EE.UU., refuerzo a los 11-12 años de edad.

## Esquemas de Reposición

Para mayores de 7 años con serie primaria incompleta: tres dosis con 4 semanas entre las primeras dos, seguidas por refuerzo 6-12 meses después. Para menores de 7 años: 4 dosis si primera dosis <12 meses, o 3 dosis si primera dosis >12 meses.

## Prevención Materno-Neonatal

La OMS recomienda dos dosis de toxoide tetánico con intervalo mínimo de 4 semanas a embarazadas no inmunizadas. Tercera dosis al menos 6 meses después, seguida por una dosis en embarazos subsiguientes (o a intervalos de al menos un año), hasta un total de cinco dosis para producir inmunidad a largo plazo.

## Manejo de Heridas

Personas con heridas proclives al tétanos deben inmunizarse si su estado de vacunación es incompleto o desconocido, o si recibieron el último refuerzo hace más de 10 años. Pacientes con vacunación incompleta y heridas no limpias también deben recibir inmunización pasiva con TIG.

## Preparaciones de Vacuna

Se recomienda que el toxoide tetánico se administre en combinación con toxoide diftérico, con o sin vacuna acelular para tos ferina: DTaP para niños <7 años, Td para niños de 7-9 años, y Tdap para niños >9 años y adultos.

# Iniciativa Global de Eliminación del Tétanos

A inicios del decenio de 1980, el tétanos causó más de un millón de defunciones por año, representando casi el 5% de las muertes maternas y el 14% de todas las muertes neonatales. Esta devastadora carga de enfermedad motivó una respuesta global coordinada. En 1989, la asamblea de la Organización Mundial de la Salud adoptó una resolución ambiciosa para eliminar el tétanos neonatal para el año 2000, definiendo la eliminación como menos de 1 caso por 1,000 nacidos vivos en cada distrito de cada país.

**96%**

**47**

**34K**

**72%**

## Reducción de Mortalidad

Disminución en muertes por tétanos neonatal entre 1990 y 2015

## Países con Eliminación

Número de países que han eliminado el tétanos materno y neonatal

## Muertes en 2015

Estimación de muertes por tétanos neonatal, principalmente en África y sureste de Asia

## Cobertura Materna

Porcentaje de madres que reciben al menos dos dosis de vacuna con toxoide tetánico

Para 1999, la eliminación aún no se lograba en 57 países y la fecha límite se amplió hasta 2005, con el objetivo adicional de eliminar el tétanos materno (desarrollado durante el embarazo o en las seis semanas siguientes al parto). La Ratificación de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, particularmente el objetivo 4 (lograr una reducción de dos terceras partes en la tasa de mortalidad en niños menores de cinco años), centró la atención en reducir las muertes por enfermedades prevenibles por vacunación, especialmente en las primeras cuatro semanas de vida.

**01**

## Vacunación Materna

La vacunación de mujeres embarazadas con dos dosis de toxoide tetánico con intervalo de al menos cuatro semanas ha sido el método principal, reduciendo la incidencia de tétanos neonatal en casi 94%.

**02**

## Vacunación Ampliada

En algunas regiones se vacuna a todas las mujeres en edad fecunda como mecanismo para incrementar la cobertura de vacunación y garantizar protección universal.

**03**

## Educación e Higiene

Programas educativos dirigidos a mejorar la higiene durante el parto, intervención que reduce por sí misma las muertes por tétanos neonatal hasta en 40%.

Los últimos datos disponibles muestran un progreso significativo: en años recientes, 47 países han eliminado el tétanos materno y neonatal, incluidos China, India e Indonesia. En todo el mundo, las muertes por tétanos neonatal se redujeron 96% entre 1990 y 2015. La tasa de cobertura con vacunación primaria en la infancia (tres dosis de DTP) alcanza el 86%, aunque se desconoce la tasa de los refuerzos ulteriores necesarios para la protección a largo plazo.

El objetivo era lograr la eliminación del tétanos materno y neonatal para 2020, pero hasta diciembre de 2020, 12 países aún no alcanzaban este objetivo. Pese al éxito relativo, deben continuarse los programas de vacunación, ya que no se obtiene efecto sobre la inmunidad en la población general contra el tétanos mientras exista contaminación de la tierra y heces con *C. tetani*. No existen iniciativas dedicadas a la salud pública específicamente para el tétanos en adultos, y las continuas publicaciones sobre series grandes de casos en la investigación médica sugieren que el tétanos sigue siendo una pesada carga para la salud pública mundial.