

**Tabla 2. Impacto de las deficiencias de micronutrientes y suplementos en las funciones inmunes**

MICRONUTRIENTES	IMPACTO DE LA DEFICIENCIA		IMPACTO DE LA SUPLEMENTACIÓN EN LAS FUNCIONES INMUNITARIAS
	Funciones inmunes	Disminución de la resistencia a las infecciones	
<b>VITAMINA C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor daño oxidativo</li> <li>• Disminución de la respuesta DTH</li> <li>• Deterioro de la cicatrización de heridas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la incidencia y gravedad de neumonía y otras infecciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las dosis altas estimulan la actividad fagocítica y linfocítica-T</li> <li>• Las propiedades antioxidantes protegen a los leucocitos y linfocitos del estrés oxidativo.</li> <li>• Quimiotaxis de neutrófilos mejorada, pero sin efectos aparentes en la producción de anticuerpos.</li> <li>• En dosis altas, pueden ayudar a los pacientes en UCIs a recuperarse más rápidamente</li> </ul>
<b>VITAMINA D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Composición alterada de microbiota intestinal</li> <li>• Número reducido de linfocitos</li> <li>• Reducción del peso de los órganos linfoides</li> <li>• Deterioro de la capacidad inmune de los macrófagos (incluidas las funciones antimicrobianas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especialmente infecciones del tracto respiratorio superior.</li> <li>• Mayor gravedad, morbilidad y mortalidad</li> <li>• Mayor riesgo de enfermedades autoinmunes (Diabetes tipo 1, esclerosis múltiple, lupus eritematoso sistémico, artritis reumatoide)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El calcitriol ayuda a restaurar la función inmune de los macrófagos.</li> <li>• Sin efecto significativo sobre los biomarcadores de inflamación sistémica (es decir, TNF-<math>\alpha</math>, IL-6)</li> </ul>

---

## IMPACTO DE LA DEFICIENCIA

---

### MICRONUTRIENTES

#### Funciones inmunes

#### Disminución de la resistencia a las infecciones

#### IMPACTO DE LA SUPLEMENTACIÓN EN LAS FUNCIONES INMUNITARIAS

---

### VITAMINA A

- Integridad alterada del epitelio de la mucosa
- Deterioro de los movimientos de las células T y B en el intestino
- La deficiencia de ácido retinoico deteriora la composición de la microbiota y la función del sistema inmunitario
- Inmunidad innata deteriorada
- Afecta las funciones de neutrófilos y eosinófilos
- Número reducido y actividad asesina de las células NK
- Deterioro de la capacidad de los macrófagos para fagocitar patógenos
- Disminución de la actividad de explosión oxidativa de los macrófagos
- Aumento de la producción de IL-12 (que promueve el crecimiento de células T) y TNF- $\alpha$  (activación de la acción microbicida de los macrófagos)
- Induce la inflamación y potencia las condiciones inflamatorias existentes
- Disminución del número y distribución de células T
- Balance de Th1 / Th2 alterado, disminuyendo la respuesta de Th2
- Efecto adverso sobre el crecimiento y la diferenciación de las células B
- Deterioro de la inmunidad mediada por anticuerpos

- Por ejemplo, diarrea, ITR, sarampión, malaria
- Mayor susceptibilidad a los patógenos en el epitelio de la mucosa (p. Ej., ocular, respiratoria y gastrointestinal)

- El ácido retinoico modula la microbiota específica en el intestino
  - Ayuda a revertir los efectos adversos sobre las funciones inmunes de neutrófilos, eosinófilos, células NK y macrófagos
  - Mejora la respuesta del título de anticuerpos a las vacunas
-

---

**IMPACTO DE LA DEFICIENCIA**

---

**MICRONUTRIENTES****Funciones inmunes****Disminución de la resistencia a las infecciones****IMPACTO DE LA SUPLEMENTACIÓN EN LAS FUNCIONES INMUNITARIAS**

---

**VITAMINA E**

- Aspectos perjudiciales de la inmunidad adaptativa mediada por células y humorales, incluida la función de las células B y T
- Reduce la maduración de las células T

- Mejora la función inmune general
- En los ancianos, respuestas DTH mejoradas y aumento de títulos de anticuerpos

**VITAMINA B6**

- Disminución de la producción de IL-2
- Reducción del peso del tejido linfoide
- Linfocitopenia
- Deficiencias generales en la inmunidad mediada por células, como la supresión de Th1 y la promoción de la actividad mediada por citocinas Th2
- Deterioro de la maduración y crecimiento de linfocitos, incluso con deficiencia marginal
- Respuestas de anticuerpos reducidas
- Respuestas reducidas a mitógenos

- Capacidad reducida para responder al desafío patogénico

- Ayuda a restaurar la inmunidad celular
  - Puede mejorar la maduración y el crecimiento de linfocitos, y aumentar el número de linfocitos T
  - Grandes dosis pueden mejorar la respuesta inmune de pacientes críticos
-

IMPACTO DE LA DEFICIENCIA			
MICRONUTRIENTES	Funciones inmunes	Disminución de la resistencia a las infecciones	IMPACTO DE LA SUPLEMENTACIÓN EN LAS FUNCIONES INMUNITARIAS
<b>VITAMINA B12*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividad de las células NK suprimida</li> <li>• Respuesta de DTH deteriorada</li> <li>• Reducción significativa en las células con un papel en la inmunidad celular</li> <li>• Cambia las proporciones de células T citotóxicas y células T auxiliares, lo que lleva a una proporción anormalmente alta de células T auxiliares / citotóxicas</li> <li>• Proliferación de células T deprimidas</li> <li>• Disminución del número de linfocitos</li> <li>• Deterioro de la respuesta de anticuerpos</li> </ul>	(potencialmente)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta el número de células con un papel en la inmunidad celular</li> </ul>
<b>FOLATO*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro de la citotoxicidad de las NK</li> <li>• Respuesta de DTH deteriorada</li> <li>• Proliferación de células T deprimidas</li> <li>• Inhibe la proliferación de células T citotóxicas</li> <li>• Deterioro de la síntesis de timidina y purina (que afecta la síntesis de ADN y ARN) y alteración de la secreción de inmunoglobulina</li> <li>• Disminución de la respuesta de anticuerpos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede aumentar la inmunidad innata en las personas mayores</li> <li>• Altera la disminución asociada a la edad en la actividad de las células NK</li> <li>• Soporta la respuesta de la Th1</li> </ul>

---

**IMPACTO DE LA DEFICIENCIA****MICRONUTRIENTES****Funciones inmunes****Disminución de la resistencia a las infecciones****IMPACTO DE LA SUPLEMENTACIÓN EN LAS FUNCIONES INMUNITARIAS**

---

**ZINC**

- Deterioro de la respuesta cutánea de DTH
- Deterioro de la supervivencia, proliferación y maduración de monocitos, células NK, células T y B
- Deterioro de la actividad de las células NK
- Fagocitosis deteriorada por macrófagos y neutrófilos
- Producción alterada de citocinas, que contribuye a un mayor estrés oxidativo e inflamación
- Deterioro de la generación de la explosión oxidativa
- Actividad del complemento deteriorada
- Aumento de la atrofia tímica
- Disminución de la proliferación y función de los linfocitos, particularmente las células T
- Altera la expresión de genes relacionados con la proliferación, supervivencia y respuesta de las células T incluso con deficiencia moderada
- Disminución de la producción de citocinas Th1 (IL-2, IFN- $\gamma$ )
- Desequilibrio en la relación Th1 / Th2
- Deterioro de la respuesta de anticuerpos a los antígenos dependientes de células T

- Mayor riesgo de enfermedad inflamatoria, cicatrización de heridas deteriorada
- Aumento de infecciones bacterianas, virales y fúngicas (particularmente diarrea y neumonía)
- Aumento de la diarrea y la morbilidad respiratoria
- La susceptibilidad aumentó particularmente en personas mayores y niños

- Efectos beneficiosos en las funciones inmunes intestinales
  - Aumenta la citotoxicidad de las células NK
  - Restaura la actividad de la timulina
  - Aumenta el número de células T citotóxicas
  - Reduce el número de células T helper activadas (que puede contribuir a la autoinmunidad)
-

---

**IMPACTO DE LA DEFICIENCIA****MICRONUTRIENTES****Funciones inmunes****Disminución de la resistencia a las infecciones****IMPACTO DE LA SUPLEMENTACIÓN EN LAS FUNCIONES INMUNITARIAS**

---

**HIERRO**

- Respuesta disminuida de DTH
- Disminución de la actividad de las células NK
- Deterioro de la muerte microbiana intracelular por leucocitos polimorfonucleares
- Niveles más bajos de IL-6
- Deterioro de la inmunidad celular (p. Ej., Disminución de células T auxiliares, aumento de células T citotóxicas)
- Disminución de la actividad bactericida de los linfocitos
- Respuesta disminuida a mitógenos

- Por ejemplo, ITR es más frecuente y dura más en niños
- Posible efecto protector de la malaria en niños
- Ayuda a reducir la incidencia de diarrea en niños, en combinación con vitamina A

- Mejora la muerte microbiana intracelular e inmunidad celular

**COBRE**

- Niveles anormalmente bajos de neutrófilos y capacidad fagocítica reducida
- Reducción de IL-2 y disminución de la proliferación de células T incluso en deficiencia marginal
- Respuesta inmune ineficaz a las infecciones
- Aumento de la virulencia viral

(potencialmente)

- Mayor capacidad de los neutrófilos para engullir a los patógenos
  - Demasiado cobre también puede afectar negativamente la respuesta inmune
-

IMPACTO DE LA DEFICIENCIA			
MICRONUTRIENTES	Funciones inmunes	Disminución de la resistencia a las infecciones	IMPACTO DE LA SUPLEMENTACIÓN EN LAS FUNCIONES INMUNITARIAS
<b>SELENIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supresión de la función inmune</li> <li>• Disminución de la citotoxicidad de las células NK</li> <li>• Deterioro de la inmunidad humoral y mediada por células</li> <li>• Disminución de los títulos de inmunoglobulina</li> <li>• Deterioro de la inmunidad celular</li> <li>• Aumento de la virulencia de los virus</li> <li>• Disminución de la respuesta a la vacunación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor riesgo de ITR en las primeras 6 semanas de vida en niños</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la inmunidad celular</li> <li>• Mejora los recuentos de células T auxiliares</li> <li>• Mejora la respuesta inmune a los virus en individuos deficientes</li> </ul>
<b>MAGNESIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del número de monocitos</li> <li>• Disminución de la actividad de las células NK</li> <li>• Aumento del estrés oxidativo después del ejercicio extenuante</li> <li>• Aumento de los niveles de citocinas como la IL-6</li> <li>• Aumento de la inflamación</li> <li>• Disminución de la proporción de células T</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por ejemplo, infección bacteriana recurrente, infecciones fúngicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce el daño oxidativo al ADN de los linfocitos de sangre periférica en atletas y hombres jóvenes sedentarios</li> <li>• Reduce la activación de leucocitos</li> <li>• Después de los ejercicios, aumenta el recuento de granulocitos y la linfopenia posterior al ejercicio</li> </ul>

\* Los efectos del sistema inmune de la deficiencia de vitamina B12 y de folato son clínicamente indistinguibles. DTH, hipersensibilidad de tipo retardado; GI, tracto gastrointestinal; IFN, interferón; IL, interleuquina; NK, célula asesina natural; ITR, infecciones del tracto respiratorio.