

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS

sobre el cuidado del **sistema inmunitario**
de los más pequeños durante el curso escolar





GUÍA DESARROLLADA EN COLABORACIÓN CON:

Dr. Guillermo Álvarez Calatayud

Pediatra especialista en gastroenterología y nutrición pediátrica del Hospital Materno Infantil Gregorio Marañón de Madrid.
ExPresidente de la Sociedad Española de Microbiota, Probióticos y Prebióticos (SEMIPyP).

Prof. Alfredo Corell Almuzara

Nuestro agradecimiento al Prof. Alfredo Corell por su revisión general de la guía.

Catedrático de Inmunología de la Universidad de Sevilla.
Facultativo Especialista de Inmunología en el Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla.
Miembro de la Sociedad Española Inmunología (SEI).

Dr. Cristóbal Coronel Rodríguez

Pediatra de Atención Primaria en el Centro de Salud de Amante Laffón de Sevilla.
Profesor Asociado de Pediatría en la Universidad de Sevilla.
Presidente de la Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria (SEPEAP).
Miembro de Trabajo del Grupo de Gastroenterología y Nutrición (GYN).

Dr. Juan José Díaz Martín

Pediatra de la Unidad de Gastroenterología y Nutrición. Área de gestión Clínica de la Infancia y Adolescencia. Hospital Universitario Central de Asturias. Oviedo.
Profesor Asociado de Pediatría. Universidad de Oviedo.
Miembro de la Sociedad Española de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica (SEGHNP).
Miembro de la European Society of Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN).

Dña. María Hernández Bascuñana

Nutricionista Clínica y Experta universitaria en Inmunonutrición, especializada en inmunometabolismo.
Docente universitaria y de formación continuada a profesionales sanitarios y Divulgadora de Nutrición y Salud.
Miembro de la Asociación Española de Microinmunoterapia (AEM).
Máster universitario en Educación para la Salud (UdL) y máster en Psicología aplicada a la Educación y Salud (UCM).

Prof. Rosaura Leis Trabazo

Catedrática de Pediatría de la Universidad de Santiago de Compostela.
Coordinadora de la Unidad de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica del Hospital Clínico Universitario de Santiago-Área Sanitaria Santiago y Barbanza.
Presidenta de la Fundación Española de la Nutrición (FEN).
Presidenta del Comité de Nutrición y Lactancia Materna (CNYLM) de la Asociación Española de Pediatría (AEP).
Presidenta de la Sociedad Española de Microbiota, Probióticos y Prebióticos (SEMIPyP).
Vicepresidenta de la Fundación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD).
Miembro CiberObn.
Santiago de Compostela-España.

Prof. Ascensión Marcos Sánchez

Profesora de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Fundadora del Grupo de Inmunonutrición.
Vocal de la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD).
Vocal de Asuntos Institucionales de la Sociedad de Microbiota, Probióticos y Prebióticos (SEMIPyP).

Dra. Elena Seoane Reula

Coordinadora de la Sección de Inmuno-Alergia Pediátrica en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid.
Coordinadora Asistencial del Centro de Referencia en Inmunodeficiencias del Sistema Nacional de Salud. Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid.
Médico Especialista en Inmunología y Alergología. Máster en Pediatría.
Especializada en inmunodeficiencias y alergias en el niño.
Presidenta del Comité de Inmunología de la Sociedad Española Alergia e Inmunología Clínica (SEAIC).
Miembro del Grupo de Inmunología Clínica en la Sociedad Española de Inmunología Clínica, Alergología y Asma Pediátrica (SEICAP).
Miembro del Grupo de Inmunodeficiencias en la Sociedad Española de Inmunología (SEI).
Asesora Médica de la Asociación Española de Déficit Inmunitarios Primarios (AEDIP).

Con el apoyo de Actimel®

© Danone, S.A.
Octubre de 2024.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



ÍNDICE DE PREGUNTAS (1/6)

SECCIÓN 1: SISTEMA INMUNITARIO

CONCEPTOS BÁSICOS: QUÉ ES EL SISTEMA INMUNITARIO Y SU FUNCIONAMIENTO

1. ¿Qué es el sistema inmunitario y qué funciones tiene?
2. ¿Cómo se desarrollan las células inmunitarias en el cuerpo humano?
3. ¿Cuáles son las principales células que forman el sistema inmunitario?
4. ¿Qué tipos de respuesta inmunitaria tenemos?
5. ¿Cómo funciona la inmunidad innata?
6. ¿Qué es la inmunidad adaptativa y en qué se diferencia de la innata?
7. ¿Por qué hay tanta variabilidad en el sistema inmunitario de las personas?
8. ¿Qué factores no modificables afectan al sistema inmunitario?
9. ¿Cuáles son los factores modificables que inciden en el desarrollo y la salud del sistema inmunitario?
10. ¿Cómo es el sistema inmunitario de los recién nacidos?
11. ¿Cómo incide la falta de madurez del sistema inmunitario infantil en el riesgo de infecciones?
12. ¿Hasta qué punto los factores genéticos inciden en el desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario?
13. ¿Cuál es el papel de los linfocitos B en el sistema inmunitario?
14. ¿Y qué función ejercen los linfocitos T?
15. ¿Qué son los antígenos y qué efecto causan en el sistema inmunitario?
16. ¿Qué rol desempeñan los anticuerpos en la defensa del organismo?
17. ¿Por qué se producen las enfermedades autoinmunitarias?
18. ¿Qué efectos provocan las células 'de memoria'?
19. ¿Qué es la respuesta inmunitaria primaria y secundaria?
20. ¿Qué papel tienen los órganos linfoides en la respuesta inmunitaria?
21. ¿Qué son las áreas inmunitariamente privilegiadas?
22. ¿Qué diferencia la inmunización activa y pasiva?

23. ¿En qué casos se utiliza la inmunización pasiva?
24. ¿Cómo evoluciona el sistema inmunitario con la edad?
25. ¿Qué son las vacunas de ARN y cómo funcionan?
26. ¿Por qué son tan importantes las células madre?
27. ¿Qué es la inmunidad de rebaño?

MICROBIOTA Y SISTEMA INMUNITARIO

28. ¿Qué es la microbiota?
29. ¿Es importante la microbiota intestinal para el sistema inmunitario?
30. ¿Qué es la barrera intestinal y cómo incide en el sistema inmunitario?
31. ¿Qué influencia tiene el binomio microbiota-sistema inmunitario en el riesgo de aparición de enfermedades?
32. ¿Qué es la eubiosis y la disbiosis?
33. ¿Cómo afecta la disbiosis intestinal a la inmunidad?
34. ¿Qué factores afectan a la microbiota?
35. ¿Cómo incide la microbiota en la salud infantil?
36. ¿Qué hacer para promover una microbiota saludable en la infancia y fortalecer el sistema inmunitario?
37. ¿Cómo influye la microbiota intestinal en la respuesta a las vacunas?
38. ¿Cuál es el papel de la microbiota en la protección contra patógenos?

SECCIÓN 2: NUTRICIÓN Y SISTEMA INMUNITARIO

RELACIÓN ENTRE NUTRICIÓN Y SISTEMA INMUNITARIO

39. ¿Cómo influye la nutrición en el sistema inmunitario?
40. ¿Cómo afecta la malnutrición al sistema inmunitario?
41. ¿Qué tipos de malnutrición se identifican en España en la actualidad?
42. ¿Cómo afecta la obesidad al sistema inmunitario?
43. ¿Cómo se ve afectado el sistema inmunitario en niños con enfermedades crónicas?



ÍNDICE DE PREGUNTAS (2/6)

44. ¿Cómo afectan las dietas restrictivas al aporte de macro o micronutrientes con función inmunomoduladora?
45. ¿Cómo se puede fortalecer el sistema inmunitario a través de la dieta?
46. ¿Qué efectos tiene el consumo de azúcar en la respuesta inmunitaria?
47. ¿Qué efectos tiene el consumo de alimentos ultraprocesados en el sistema inmunitario?
48. ¿Qué efectos tiene la ingesta de sal en la función del sistema inmunitario?
49. ¿Cómo afecta el consumo de lácteos fermentados al sistema inmunitario?
50. ¿Cómo afecta el consumo de alimentos ricos en proteínas al sistema inmunitario?
51. ¿Qué nutrientes impactan en el sistema inmunitario?
52. ¿Cómo impactan los micronutrientes en el sistema inmunitario?
53. ¿Cómo afecta el déficit de los principales micronutrientes al sistema inmunitario?

NUTRIENTES QUE IMPACTAN EN EL SISTEMA INMUNITARIO

VITAMINA D

54. ¿Cuál es la relación entre la vitamina D y el sistema inmunitario?
55. ¿Cuál es la dosis diaria recomendada de vitamina D para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?
56. ¿Cómo influye la exposición solar en los niveles de vitamina D y la función inmunitaria?
57. ¿Qué alimentos contienen vitamina D?

VITAMINA B6

58. ¿Cuál es la relación entre la vitamina B6 y el sistema inmunitario?
59. ¿Qué alimentos contienen vitamina B6?
60. ¿Cuál es la dosis diaria recomendada de vitamina B6 para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

VITAMINA B9

61. ¿Cuál es la relación entre la vitamina B9 (ácido fólico) y el sistema inmunitario?
62. ¿Qué alimentos contienen vitamina B9?
63. ¿Cuál es la dosis diaria recomendada de vitamina B9 para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

VITAMINA C

64. ¿Cuál es la relación entre la vitamina C y el sistema inmunitario?
65. ¿Qué alimentos contienen vitamina C?
66. ¿Cuál es la dosis diaria recomendada de vitamina C para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

VITAMINA A

67. ¿Cuál es la relación entre la vitamina A y el sistema inmunitario?
68. ¿Qué alimentos contienen entre la vitamina A?
69. ¿Cuál es la dosis diaria recomendada de vitamina A para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

VITAMINA E

70. ¿Cuál es la relación entre la vitamina E y el sistema inmunitario?
71. ¿Qué alimentos contienen vitamina E?
72. ¿Cuál es la dosis diaria recomendada de vitamina E para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

HIERRO

73. ¿Qué papel juega el hierro en la regulación del sistema inmunitario?
74. ¿Cómo afecta la deficiencia de hierro al sistema inmunitario en los niños?
75. ¿Qué alimentos contienen hierro?
76. ¿Cuál es la dosis diaria recomendada de hierro para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?
77. ¿Cómo influye la suplementación con hierro en la mejora de la respuesta inmunitaria de los niños con anemia?

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del **sistema inmunitario**
de los más pequeños durante el curso escolar



ÍNDICE DE PREGUNTAS (3/6)

ZINC

- 78. ¿Cuál es la relación entre el zinc y la función del sistema inmunitario?
- 79. ¿Cómo afecta la deficiencia de zinc a la respuesta inmunitaria?
- 80. ¿Qué alimentos contienen zinc?
- 81. ¿Cuál es la dosis diaria recomendada de zinc para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

SELENIO

- 82. ¿Cuál es la relación entre el selenio y la función del sistema inmunitario?
- 83. ¿Cómo afecta la deficiencia de selenio a la respuesta inmunitaria?
- 84. ¿Qué alimentos contienen selenio?
- 85. ¿Cuál es la dosis diaria recomendada de selenio para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

MAGNESIO

- 86. ¿Qué papel juega el magnesio en la regulación del sistema inmunitario?
- 87. ¿Cómo afecta la deficiencia de magnesio al sistema inmunitario?
- 88. ¿Qué alimentos contienen magnesio?
- 89. ¿Cuál es la dosis diaria recomendada de magnesio para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS (AGPI)

- 90. ¿Qué son los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI)?
- 91. ¿Cómo influyen los ácidos grasos omega-3, un tipo de AGPI, en la respuesta inmunitaria?
- 92. ¿Qué efectos tienen los ácidos grasos omega-6 en la función del sistema inmunitario?
- 93. ¿Cómo afecta el equilibrio entre ácidos grasos omega-3 y omega-6 al sistema inmunitario?
- 94. ¿Qué alimentos contienen ácidos grasos poliinsaturados?
- 95. ¿Cuál es la dosis diaria recomendada de ácidos grasos poliinsaturados para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

AMINOÁCIDOS

- 96. ¿Cuál es la relación entre los aminoácidos y la función del sistema inmunitario?
- 97. ¿Qué alimentos contienen aminoácidos?

SECCIÓN 3: NO-NUTRIENTES QUE IMPACTAN EN EL SISTEMA INMUNITARIO

PROBIÓTICOS

- 98. ¿Qué son los probióticos?
- 99. ¿Qué es la microbiota y cómo afecta al sistema inmunitario del niño?
- 100. ¿Qué papel juegan los probióticos en la modulación de la microbiota intestinal y su relación con el sistema inmunitario en los niños?
- 101. ¿Qué cepas de probióticos son más efectivas para mejorar la salud inmunitaria en situaciones de estrés?
- 102. ¿Cuál es la dosis diaria recomendada de probióticos para obtener beneficios inmunitarios?

PREBIÓTICOS Y FIBRA DIETÉTICA

- 103. ¿Qué son los prebióticos?
- 104. ¿Cuál es la relación entre prebióticos y la función del sistema inmunitario?
- 105. ¿Cuál es la dosis diaria recomendada de prebióticos (en forma de fibra dietética) para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?
- 106. ¿Qué alimentos contienen prebióticos (fibra dietética)?

HIDRATACIÓN

- 107. ¿Cómo afecta la hidratación a la función del sistema inmunitario?
- 108. ¿Cuál es la cantidad diaria recomendada de agua para mantener una salud inmunitaria óptima?

SECCIÓN 4: ALIMENTACIÓN SALUDABLE

DIETAS SALUDABLES

- 109. ¿Qué es el Plato de Harvard para comer saludable?
- 110. ¿Cuáles son los beneficios más interesantes del Plato de Harvard??
- 111. ¿Qué es la Dieta Mediterránea?

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del **sistema inmunitario**
de los más pequeños durante el curso escolar



ÍNDICE DE PREGUNTAS (4/6)

- 112. ¿Cómo contribuye la Dieta Mediterránea a la mejora de la función inmunitaria?
- 113. ¿Cómo influyen los antioxidantes presentes en la dieta mediterránea en la salud inmunitaria?
- 114. ¿Qué es la Dieta Atlántica?

RUTINAS DE ALIMENTACIÓN SALUDABLE

- 115. ¿Cuáles son las mejores rutinas para una alimentación saludable?
- 116. ¿Cómo puede la planificación de comidas contribuir a una dieta más saludable y al mantenimiento del peso adecuado?

SECCIÓN 5: ESTILO DE VIDA Y SISTEMA INMUNITARIO

SUEÑO

- 117. ¿Cómo influye el sueño en la función del sistema inmunitario?
- 118. ¿Cuántas horas es recomendable dormir para mantener un sistema inmunitario fuerte?
- 119. ¿Cómo interfieren los patrones de sueño en la adolescencia con el sistema inmunitario?
- 120. ¿La calidad del sueño es importante?
- 121. ¿Incide la falta de sueño en la eficacia de la inmunización con vacunas?
- 122. ¿Qué relación existe entre el sueño y la actividad de células inmunitarias clave?
- 123. ¿Qué efectos tiene la falta de sueño en la respuesta inmunitaria?
- 124. ¿Cómo incide el sueño en la producción de linfocitos T?
- 125. ¿Aumenta el riesgo de infecciones la falta de un sueño reparador?
- 126. ¿Cómo afectan las diferentes fases del sueño a la regeneración y fortalecimiento del sistema inmunitario?
- 127. ¿Qué estrategias pueden mejorar la calidad del sueño para reforzar el sistema inmunitario?
- 128. ¿Por qué repercute negativamente en el sueño el uso de pantallas digitales?

ACTIVIDAD FÍSICA / OCIO ACTIVO

- 129. ¿Cómo influye la actividad física regular en la función del sistema inmunitario?
- 130. ¿Cómo impacta el ejercicio de alta intensidad en la salud del sistema inmunitario?
- 131. ¿Cuál es la cantidad recomendada de actividad física para mantener un sistema inmunitario fuerte?
- 132. ¿Qué tipos de ejercicios son más beneficiosos para la función inmunitaria?
- 133. ¿Puede el ocio activo contribuir a la mejora de la respuesta inmunitaria?
- 134. ¿Cómo afecta el sedentarismo al sistema inmunitario?
- 135. ¿Qué impacto tiene la práctica de deportes de equipo en la salud inmunitaria?
- 136. ¿A qué edades es más necesaria y eficaz la práctica de regular de ejercicio?
- 137. ¿Incide la actividad física en el proceso de envejecimiento del sistema inmunitario?

GESTIÓN DE LAS EMOCIONES Y DEL ESTRÉS

- 138. ¿Cómo afecta el estrés al funcionamiento del sistema inmunitario en niños?
- 139. ¿Qué papel juegan las emociones en la salud del sistema inmunitario infantil?
- 140. ¿Qué técnicas de manejo del estrés pueden mejorar la función inmunitaria en la población infantil?

HÁBITOS TÓXICOS

- 141. ¿Cómo afecta al sistema inmunitario de los niños la exposición al tabaquismo pasivo?
- 142. ¿Cómo afecta el uso de vapeadores y cigarrillos electrónicos al sistema inmunitario de los adolescentes?
- 143. ¿Qué efectos tiene el consumo de alcohol en la adolescencia sobre la salud del sistema inmunitario?
- 144. ¿Influye el consumo de drogas en la función inmunitaria de los adolescentes?



ÍNDICE DE PREGUNTAS (5/6)

- 145. ¿Qué impacto tienen las bebidas energéticas en la salud del sistema inmunitario infantil?
- 146. ¿Cómo afecta la exposición al tabaquismo, prenatal y posnatal, al sistema inmunitario del niño?
- 147. ¿La intervención temprana en el consumo de drogas puede prevenir daños en el sistema inmunitario infantil?

INMUNIZACIÓN

- 148. ¿Cómo contribuyen las vacunas a reforzar el sistema inmunitario en los niños?
- 149. ¿Qué impacto tiene la inmunización temprana en la prevención de enfermedades infecciosas en la infancia?

CONTROL / REVISIONES PEDIÁTRICAS

- 150. ¿Por qué son importantes las revisiones médicas en el seguimiento del desarrollo del sistema inmunitario de los niños?

USO RESPONSABLE DE MEDICAMENTOS

- 151. ¿Cómo afecta el uso excesivo de antibióticos al desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario en los niños?

CONSULTA DE FUENTES PROFESIONALES

- 152. ¿Qué riesgos existen al seguir consejos de fuentes de información no acreditadas en lugar de profesionales sanitarios respecto al sistema inmunitario infantil?

VIRUS ESTACIONALES

- 153. ¿Cómo afectan los virus estacionales, como la gripe, al sistema inmunitario de los niños?
- 154. ¿Qué importancia adquiere la vacunación estacional para proteger el sistema inmunitario del niño?

CLIMATOLOGÍA

INVIERNO / FRÍO

- 155. ¿Cómo influye la exposición al frío durante el invierno en la respuesta inmunitaria de los niños?
- 156. ¿Qué medidas pueden tomarse durante el invierno para fortalecer el sistema inmunitario infantil y prevenir infecciones?
- 157. ¿Qué relación existe entre las bajas temperaturas y la incidencia de enfermedades respiratorias en la población infantil?

VERANO / CALOR

- 158. ¿Cómo afecta la exposición prolongada al calor al sistema inmunitario de los niños?
- 159. ¿Qué es el estrés térmico? ¿Afecta especialmente a los niños?
- 160. ¿Qué medidas pueden tomarse para proteger la salud infantil durante las olas de calor?
- 161. ¿Cómo afecta el uso prolongado de aires acondicionados al sistema inmunitario de los niños?
- 162. ¿Existe una relación entre el uso de aires acondicionados y el aumento de infecciones respiratorias en la población infantil?

HUMEDAD

- 163. ¿Cómo afecta la humedad al sistema inmunitario de los niños?

CONTRASTES DE TEMPERATURAS

- 164. ¿Cómo afectan los contrastes bruscos de temperatura al sistema inmunitario de los niños?

POLUCIÓN / CONTAMINACIÓN

- 165. ¿La exposición a la contaminación del aire interfiere en el sistema inmunitario de los niños?

ALTURA

- 166. ¿Cómo afecta la altitud al desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario en los niños?

VUELTA AL COLE

- 167. ¿Qué repercusión tiene en el sistema inmunitario el primer contacto de los niños con el colegio o la guardería?
- 168. ¿Cómo puede afectar la vuelta a la escuela al sistema inmunitario de los niños?
- 169. ¿Qué medidas pueden implementarse en las escuelas para proteger y fortalecer el sistema inmunitario de los estudiantes?
- 170. ¿Qué papel juega la socialización y el contacto con otros niños en el desarrollo del sistema inmunitario infantil durante el año escolar?

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del **sistema inmunitario**
de los más pequeños durante el curso escolar



ÍNDICE DE PREGUNTAS (6/6)

HIGIENE

- 171. ¿Cómo afecta la higiene adecuada al desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario en los niños?
- 172. ¿Qué prácticas de higiene son más efectivas para prevenir infecciones en la infancia?
- 173. ¿Cómo puede la higiene excesiva influir negativamente en el desarrollo del sistema inmunitario de los niños?
- 174. ¿Cómo pueden las mascotas impactar en el sistema inmunitario de los niños?
- 175. ¿Qué papel juega la higiene bucal en la salud del sistema inmunitario infantil?

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del **sistema inmunitario**
de los más pequeños durante el curso escolar



1

¿Qué es el sistema inmunitario y qué funciones tiene?

En un organismo vivo todos sus componentes trabajan de forma armonizada y tienen divididas las funciones e interaccionan entre sí de una forma compleja y precisa.

Sin embargo, este conjunto de interacciones puede ser fácilmente alterado por agentes que amenazan su integridad, como los microorganismos, los parásitos, las lesiones tisulares o el cáncer.

El sistema inmunitario tiene la misión de mantener la supervivencia y la calidad biológica ante el continuo cambio del medio ambiente, actuando como defensa frente a agentes externos e internos.

Cuando este sistema no funciona de forma correcta, puede dar lugar a diferentes patologías, infecciones graves, autoinmunidad, alergia, cáncer.

El sistema inmunitario comprende una red compleja y difusa de órganos, células y productos celulares cuya misión es proteger al organismo de las enfermedades causadas por la mayoría de patógenos.

Pero, además, el sistema inmunitario, desde edades muy tempranas de la vida del individuo, debe saber escoger entre una respuesta defensiva o tolerante cuando se exponga a los antígenos del propio organismo, fenómenos fundamentales en las patologías autoinmunitarias y alérgicas.

El sistema inmunitario está formado por una red compleja de células, tejidos y órganos que defienden al cuerpo contra infecciones y enfermedades.

Trabajan de forma coordinada para mantener la integridad de nuestro organismo, ejecutando labores tan importantes como la defensa frente a patógenos, el rechazo de trasplantes incompatibles, la vigilancia antitumoral o la respuesta frente a señales de peligro (ya sea que procedan del exterior o de interior del organismo humano).

BIBLIOGRAFÍA:

Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. Inmunología básica: Funciones y trastornos del sistema inmunitario. 2024, 7ª edición. Elsevier. ISBN: 9788413826578.



2

¿Cómo se desarrollan las células inmunitarias en el cuerpo humano? (1/2)

El sistema inmunitario, pilar fundamental de nuestra defensa contra patógenos, se sustenta en una compleja red de células especializadas.

Estas células inmunitarias se originan y desarrollan principalmente en el sistema hematopoyético, localizado en la médula ósea y en diversos órganos linfoides como el timo, el bazo y los ganglios linfáticos. El proceso de formación comienza con las células madre hematopoyéticas, que poseen la extraordinaria capacidad de diferenciarse en múltiples linajes de glóbulos blancos, cada uno con funciones específicas en la respuesta inmunitaria.

- **Granulocitos:** incluyen neutrófilos, eosinófilos y basófilos, cruciales en la respuesta inmunitaria innata.
- **Mastocitos:** fundamentales en las reacciones alérgicas e inflamatorias.
- **Monocitos y macrófagos:** células fagocíticas que fagocitan y destruyen patógenos.
- **Células dendríticas:** esenciales para la

presentación de antígenos y la activación de linfocitos T.

- **Células asesinas naturales (NK):** parte vital de la inmunidad innata, capaces de destruir células infectadas por virus o cancerosas.
- **Linfocitos:** divididos en células B (responsables de la producción de anticuerpos) y células T (coordinadoras de la respuesta inmunitaria celular).

Esta diversidad celular permite al sistema inmunitario montar respuestas altamente específicas y efectivas contra una amplia gama de amenazas, desde virus y bacterias hasta células cancerosas, manteniendo así la homeostasis del organismo.

El desarrollo de las células inmunitarias es un proceso complejo y fascinante que se divide en varias etapas cruciales, comenzando con la hematopoyesis.





2

¿Cómo se desarrollan las células inmunitarias en el cuerpo humano? (2/2)

Este proceso fundamental es responsable de la producción de todas las células sanguíneas, incluidas las células inmunitarias, y sienta las bases para la defensa del organismo.

A medida que avanza el desarrollo, las células madre hematopoyéticas se diferencian (diferenciación) en dos líneas principales:

1. la **línea mieloide**, que da origen a glóbulos rojos, plaquetas y diversos tipos de leucocitos,
2. y la **línea linfoide**, que se especializa en la producción de linfocitos T, linfocitos B y células natural *killer*.

La maduración de estas células sigue caminos distintos según su tipo. Los linfocitos B completan su desarrollo en la médula ósea, mientras que los linfocitos T, aunque se originan allí, migran al timo para alcanzar su madurez.

Una vez que las células inmunitarias han madurado, entran en una fase de espera hasta que son activadas por la presencia de patógenos o antígenos específicos (activación).

Esta activación desencadena una cascada de eventos que incluye la proliferación celular y la diferenciación funcional, donde las células inmunitarias se multiplican y se especializan aún más para cumplir funciones específicas en la respuesta inmunitaria.

Estas funciones especializadas abarcan desde la producción de anticuerpos por parte de los linfocitos B hasta la destrucción directa de células infectadas por los linfocitos T citotóxicos. Este intrincado proceso de desarrollo y especialización es fundamental para mantener un sistema inmunitario robusto y eficaz, capaz de defender al organismo contra una amplia gama de infecciones y enfermedades.

La complejidad y precisión de este sistema subrayan la importancia de la inmunología en la salud humana y ofrecen perspectivas prometedoras para el desarrollo de terapias inmunológicas avanzadas.

BIBLIOGRAFÍA:

Murphy K, Weaver C, Berg LJ. Janeway's Immunobiology. 2016. 9th edition. Garland Science.



3

¿Cuáles son las principales células que forman el sistema inmunitario?

El sistema inmunitario está formado por diferentes tipos celulares. Cada uno de estos tipos tienen funciones específicas y complementarias que permiten al sistema inmunitario reconocer, atacar y recordar patógenos, asegurando así una defensa eficaz del organismo.

Entre otros componentes, destacan:

- 1. Células presentadoras de antígeno (APCs).** Estas células son cruciales para la activación de respuestas inmunitarias adquiridas dependientes del linfocito T. Presentan péptidos derivados de antígenos dentro de moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad. Se incluyen:
 - **Células dendríticas:** presentes en la piel (células de Langerhans), ganglios linfáticos y otros tejidos. Actúan como centinelas, captando antígenos y activando linfocitos T en los ganglios linfáticos.
 - **Monocitos circulantes:** precursores de los macrófagos tisulares.
 - **Macrófagos:** se activan por citocinas y componentes microbianos, eliminando microorganismos intracelulares y secretando citocinas.
 - **Linfocitos B:** siendo células de la inmunidad adaptativa también pueden presentar antígeno a los linfocitos T, cuestión imprescindible en la denominada colaboración T-B.

2. Linfocitos. Principales tipos:

- **Linfocitos T:** desarrollados en el timo, son esenciales para la respuesta inmunitaria adaptativa. Incluyen:
 - **Linfocitos T CD4+ (T helper):** activan otras células del sistema inmunitario.
 - **Linfocitos T CD8+ (citotóxicos):** destruyen células infectadas por virus y células tumorales.
 - * Tanto dentro de los CD4 como de los CD8 hay perfiles celulares con función reguladora (Tregs).
- **Linfocitos B:** desarrollados en la médula ósea, producen anticuerpos para neutralizar o marcar antígenos.
- **Linfocitos NK:** son células linfoides innatas, en este caso, muy capaces en la lucha antiviral y antitumoral. Constituyen el 5-15% de las células mononucleares de la sangre periférica. Inducen la muerte programada de células anómalas o infectadas.

3. Mastocitos. Similares a los basófilos circulantes, son fundamentales en la generación de respuestas inflamatorias agudas protectoras.

4. Granulocitos:

- **Neutrófilos:** son el 40-70% de los leucocitos circulantes, primera línea de defensa contra infecciones.
- **Eosinófilos:** hasta 5% de los leucocitos circulantes, atacan microorganismos grandes y secretan mediadores inflamatorios.
- **Basófilos:** <5% de los leucocitos circulantes, comparten características con los mastocitos, pero son de linajes diferentes.

BIBLIOGRAFÍA:

Janeway CA, Travers P, Walport M, et al. Immunobiology: The Immune System in Health and Disease. 2005. 6th edition. Garland Science.



4

¿Qué tipos de respuesta inmunitaria tenemos?

Desde el punto de vista de la especificidad de la respuesta, podemos decir que hay dos tipos de respuestas inmunitarias, con gran interacción entre ellas:

1. la **respuesta natural, innata**, que es la primera línea de defensa, no es específica del antígeno (pero que responde a patrones moleculares de los patógenos) y carece de memoria inmunitaria (aunque se ha descubierto recientemente una cierta capacidad de entrenamiento de esta respuesta);
2. y la segunda línea de defensa, la **inmunidad adquirida, adaptativa (específica)**, que ofrece protección contra reexposiciones al mismo patógeno.

La inmunidad innata proporciona una respuesta rápida, en horas, en ella tienen un papel fundamental las barreras físicas como la piel, las células fagocíticas, el complemento o los péptidos antimicrobianos.

Por su parte, la inmunidad adaptativa es más lenta pero específica, involucrando, entre otros, linfocitos B y T que reconocen y recuerdan patógenos específicos, por lo que genera memoria inmunitaria produciendo anticuerpos y destruyendo células infectadas.

Desde el punto de vista de los elementos que conforman una respuesta inmunitaria, hablamos de respuesta humoral, cuando los elementos son moléculas solubles en fluidos corporales (humores) y de respuesta celular, cuando predominan las funciones celulares.

Todo esto con independencia de que sea una respuesta innata o adaptativa.



5

¿Cómo funciona la inmunidad innata?

La **respuesta inmunitaria innata natural (también llamada inespecífica o innata)** ocurre inmediatamente después de la infección por un microorganismo.

Es una respuesta de baja especificidad, ya que reconoce estructuras moleculares comunes a múltiples patógenos: son los llamados Patrones Moleculares Asociados a Patógenos (o PAMPs).

Incluye mecanismos de defensa que están presentes desde el nacimiento, no necesita exposición previa al antígeno y no genera memoria inmunitaria, por lo que no aumentan tras exponerse a ellos ni los discriminan.

Incluye barreras físicas como la piel y mucosas, moléculas circulantes como la gran colección de péptidos antimicrobianos (lisozima, o defensinas), reactantes de fase aguda y sistema de complemento, células fagocíticas, células natural *killer*, y citocinas, como interferones y factor de necrosis tumoral.

Tras una infección, la respuesta innata queda unos meses “entrenada”.

Los cambios en el metabolismo celular, así como los cambios epigenéticos (metilación del ADN) permiten que, en los 2-3 meses post-infección, el sistema innato responda de un modo más efectivo tanto al mismo patógeno como a patógenos similares.

Este periodo de efervescencia innata se denomina “inmunidad entrenada”.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del **sistema inmunitario**
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. Inmunología básica: Funciones y trastornos del sistema inmunitario. 2024, 7ª edición. Elsevier. ISBN: 9788413826578.



6

¿Qué es la inmunidad adaptativa y en qué se diferencia de la innata?

La **respuesta adaptativa o específica** desarrolla memoria inmunitaria frente a antígenos a los que se ha expuesto previamente. Las células que intervienen en este tipo de respuesta han sufrido durante su diferenciación, la recombinación de genes de sus receptores para cada antígeno a fin de generar una diversidad increíble de reconocimiento de antígenos.

Están organizadas en clones y esta respuesta incluye a las células T (*helper*, reguladoras y citotóxicas) y las células B productoras de anticuerpos (parte celular), siendo los anticuerpos la parte humoral de la inmunidad adquirida. Las células T y B del sistema inmunitario adaptativo utilizan receptores clonales que reconocen antígenos o sus péptidos derivados de forma altamente específica.

El sistema inmunitario adaptativo representa una respuesta tardía, que se inicia al establecerse una presentación de antígeno por parte de las moléculas HLA de clase II + un péptido (expresadas en la superficie de las células presentadoras de antígenos o APC, *antigen presenting cell*) y el receptor de las células T (TCR), que se encuentra en la

superficie de los linfocitos T. Por este medio, los linfocitos T vírgenes se activan. El proceso se realiza mediante una selección clonal que ocurre habitualmente en los ganglios linfáticos. Una de las consecuencias finales de la activación es la diferenciación de algunas células a un fenotipo de memoria que confieren una protección prolongada ante eventuales reinfecciones por el mismo microorganismo.

Los principales elementos implicados son los linfocitos (B y T), las células presentadoras de antígeno (células dendríticas, macrófagos, monocitos, y linfocitos B) y los anticuerpos o inmunoglobulinas producidos por los linfocitos B, así como alguna de las vías de activación del sistema de complemento y las citocinas, que van a organizar y coordinar el comportamiento de los componentes celulares.

A diferencia de la inmunidad innata o natural, la adaptativa permite respuestas más rápidas y eficaces frente a infecciones posteriores.^{1,2}

BIBLIOGRAFÍA:

1. Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. Inmunología básica: Funciones y trastornos del sistema inmunitario. 2024, 7ª edición. Elsevier. ISBN: 9788413826578. 2. Calleja JM, García-Carrasco M, et al. Inmunidad innata y adaptativa: Interacciones en el sistema inmunitario. Revista Española de Inmunología 2016, 39(1), 1-10.



7

¿Por qué hay tanta variabilidad en el sistema inmunitario de las personas?

“ No en todas las personas el sistema inmunitario reacciona igual frente a un estímulo.

En algunas personas, la respuesta inmunitaria es insuficiente, lo que lleva a que sean más susceptibles a infecciones.

En otras, por el contrario, el sistema inmunitario está sobre activado y puede generar respuestas no necesarias, aumentando la predisposición a enfermedades autoinmunitarias.

El sistema inmunitario puede verse afectado por una variedad de factores que pueden influir en su eficacia y funcionamiento; hay factores modificables y no modificables.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. Inmunología básica: Funciones y trastornos del sistema inmunitario. 2024, 7ª edición. Elsevier. ISBN: 9788413826578.



8

¿Qué factores no modificables afectan al sistema inmunitario? (1/2)

Existen varios **factores no modificables** que pueden afectar a la respuesta inmunitaria.

Estos factores son inherentes a la biología y la genética de un individuo y no pueden ser alterados.

PRINCIPALES FACTORES NO MODIFICABLES SON: ^{1,2}
Genética
Edad
Género
Historia médica familiar
Infecciones previas
Desarrollo prenatal

Entre los factores no modificables se encuentran la edad, el género y la genética.

La edad y el género afectan la expresión de genes del sistema inmunitario que se traduciría en la variabilidad en la respuesta a infecciones, mientras que otros factores genéticos más específicos pueden predisponer a enfermedades autoinmunitarias e inflamatorias.

Los factores no modificables interactúan con otros factores modificables (como dieta, ejercicio y estrés) para influir en la salud general del sistema inmunitario de un individuo.

Estos factores no modificables interactúan con otros factores modificables (como dieta, ejercicio y estrés) para influir en la salud general del sistema inmunitario de un individuo.

Aunque no se pueden cambiar, comprender estos factores puede ayudar en la gestión de la salud y en la prevención de enfermedades relacionadas con el sistema inmunitario.





¿Qué factores no modificables afectan al sistema inmunitario? (2/2)

Algunos de los principales factores no modificables incluyen: ^{1,2}

- **Genética.** Una gran parte de la respuesta inmunitaria está determinada genéticamente. Los individuos pueden tener una predisposición genética que aumente su riesgo de desarrollar enfermedades autoinmunitarias o una peor capacidad para responder a ciertos patógenos. Por ejemplo, sólo un 5% de los individuos que se infectan por VIH se recuperan completamente de la infección liberándose del virus. El componente genético más importante para responder a infecciones son las moléculas de histocompatibilidad. Pero hay muchos otros genes involucrados en la potencia heredada de las defensas de un organismo.
- **Edad.** La función del sistema inmunitario cambia con la edad. En los recién nacidos, el sistema inmunitario es inmaduro, se basa, sobre todo, en la respuesta inmunitaria innata lo que los hace más susceptibles a infecciones, siendo el riesgo mayor en los prematuros. Conforme crece el sistema inmunitario del individuo va madurando y adquiriendo nuevas capacidades, al igual que ocurre con otros órganos. En el envejecimiento, la respuesta inmunitaria tiende a disminuir, lo que llamamos inmunosenescencia, lo que aumenta la vulnerabilidad a infecciones, a alergias, a tumores y a enfermedades autoinmunitarias.
- **Género.** Existen diferencias en la respuesta inmunitaria entre hombres y mujeres, en parte debido a las influencias hormonales. Con la edad, los varones tienen mayor predisposición a infecciones graves y tumores (enfermedades de déficit de la respuesta inmunitaria) en tanto que las mujeres tienden a ser más susceptibles a ciertas enfermedades autoinmunitarias o alergias (enfermedades por exceso de respuesta inmunitaria)
- **Historia médica familiar.** La historia familiar de enfermedades autoinmunitarias o infecciosas puede indicar una predisposición genética a problemas en el sistema inmunitario.
- **Infecciones previas.** La exposición previa a ciertos patógenos puede influir en cómo responde el sistema inmunitario en el futuro. Por ejemplo, haber tenido ciertas infecciones puede proporcionar inmunidad duradera, mientras que otras pueden dejar secuelas en la función inmunitaria.
- **Desarrollo prenatal.** Las condiciones durante el embarazo, como infecciones maternas o desnutrición, pueden afectar el desarrollo del sistema inmunitario del feto y su capacidad para responder a patógenos después del nacimiento.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Piasecka B, Duffy D, Urrutia A, et al. Distinctive roles of age, sex, and genetics in shaping transcriptional variation of human immune responses to microbial challenges. Proc Natl Acad Sci U S A. 2018 Jan 16;115(3):E488-E497. doi: 10.1073/pnas.1714765115. Epub 2017 Dec 27. 2. Klein SL, Flanagan KL. Sex differences in immune responses. Nature Reviews Immunology 2016, 16(10), 626-638.



9

¿Cuáles son los factores modificables que inciden en el desarrollo y la salud del sistema inmunitario? (1/2)

Los **factores modificables** incluyen numerosos parámetros relacionados con el estilo de vida.

Estos factores interactúan entre sí y pueden tener efectos acumulativos sobre la correcta función del sistema inmunitario y, por ende, la buena salud del individuo.

Además de la nutrición ¹, intervienen numerosos factores de la vida moderna (polución, estrés crónico, falta de sueño reparador, uso de ciertos medicamentos, etc.) que pueden debilitar el sistema inmunitario, siendo más susceptible a infecciones y enfermedades. ²⁻⁶

ALGUNOS FACTORES MODIFICABLES SON: ²⁻⁶

Nutrición	Enfermedades crónicas
Estrés	Medicamentos
Sueño	Exposición a toxinas
Ejercicio físico	Microbiota intestinal
Alcohol y tabaco	Vacunación
Red social	

Algunos factores modificables incluyen:

- **Nutrición.** Una dieta equilibrada y rica en nutrientes es esencial para un sistema inmunitario saludable. Deficiencias en vitaminas y minerales (como vitamina C, vitamina D, zinc y hierro) pueden debilitar la respuesta inmunitaria.
- **Estrés.** El estrés crónico puede afectar negativamente al sistema inmunitario, ya que aumenta la producción de hormonas como el cortisol, que puede suprimir la función inmunitaria.
- **Sueño.** La falta de sueño o un sueño de mala calidad pueden comprometer la respuesta inmunitaria, aumentando la susceptibilidad a infecciones.
- **Ejercicio físico.** La actividad física regular puede mejorar la función inmunitaria, mientras que el sedentarismo puede tener efectos negativos sobre ella.





¿Cuáles son los factores modificables que inciden en el desarrollo y la salud del sistema inmunitario? (2/2)

- **Consumo de alcohol y tabaco.** El consumo de alcohol y el tabaquismo pueden debilitar el sistema inmunitario, aumentando el riesgo de infecciones y enfermedades.
- **Enfermedades crónicas.** Condiciones como diabetes, enfermedades cardíacas, obesidad y enfermedades autoinmunitarias pueden afectar negativamente la función del sistema inmunitario.
- **Medicamentos.** Ciertos medicamentos, especialmente los inmunosupresores utilizados para tratar enfermedades autoinmunitarias o trasplantes de órganos pueden debilitar el sistema inmunitario.
- **Exposición a toxinas.** La exposición a sustancias químicas tóxicas o contaminantes ambientales puede afectar negativamente la función inmunitaria.
- **Microbiota intestinal.** La composición de las bacterias en el intestino (microbiota) juega un papel importante en la regulación del sistema inmunitario; un desequilibrio en esta microbiota puede influir en la salud inmunitaria.
- **Vacunación.** Las vacunas son fundamentales para entrenar al sistema inmunitario y proteger contra ciertas enfermedades infecciosas; la falta de vacunación puede dejar al individuo vulnerable a estas enfermedades.
- **Red social.** está demostrado que las personas con redes sociales amplias (familiares, amigos, y asociaciones de toda índole) tienen una mejor salud inmunitaria.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Berk M, et al. The role of nutrition in the immune response. *Journal of Nutritional Biochemistry* 2006, 17(5), 277-284. 2. Bach-Faig A, Ferreres Giménez I, Pueyo Alamán MG. Inmunonutrición y (su impacto en la) salud. *Micronutrientes y factores debilitantes [Immunonutrition and (its impact on) health. Micronutrients and debilitating factors]*. *Nutr Hosp*. 2023 Nov 22;40(Spec No2):3-8. Spanish. doi: 10.20960/nh.04945. PMID: 37929894. 3. Gleeson M, Bishop N, Stensel DJ, et al. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nature Reviews Immunology* 2011, 11(9), 607-615. 4. Cohen S, Janicki-Deverts D, Miller GE. Psychological stress and disease. *JAMA* 2010, 298(14), 1685-1687. 5. Irwin MR, Opp MR. Sleep health: a new universal vital sign. *Sleep* 2017, 40(1), zsx001. 6. González A, et al. Genetic factors influencing the immune response to vaccines. *Human Vaccines & Immunotherapeutics* 2017, 13(5), 1090-1100.



¿Cómo es el sistema inmunitario de los recién nacidos?

Al nacer, el sistema inmunitario del bebé aún se encuentra inmaduro; de esa manera se evita que el feto responda contra los antígenos no compartidos de la madre y, una vez el bebé ha nacido, para evitar una respuesta inmediata a la gran avalancha de antígenos que va a encontrarse en el medio.

Poco a poco, se generan los mecanismos y procesos adecuados para aprender a hacer frente a agentes patógenos. Esas deficiencias en la respuesta defensiva se han observado tanto el sistema inmunitario innato como en el adaptativo.¹

Los neutrófilos, monocitos, macrófagos y células dendríticas son las principales células implicadas en la primera barrera defensiva del organismo: el sistema inmunitario innato. En el caso de los recién nacidos, los neutrófilos tienen poca capacidad bactericida, baja respuesta a la inflamación y estímulos químicos y adhesión endotelial disminuida; esto aumenta el riesgo de infección bacteriana en recién nacidos y más aún en prematuros.^{1,2}

Los monocitos y macrófagos en los bebés presentan menor capacidad de secreción de citocinas, lo que conlleva una mala reparación tisular, una fagocitosis de patógenos alterada y disminución de moléculas

bioactivas. Las células dendríticas aparecen en menor número y con menos capacidad de secreción de interferón. Haciendo así al infante más susceptible de sufrir infecciones víricas por el virus respiratorio sincitial, el herpes y el citomegalovirus. Las células NK de un recién nacido comparadas con las de un adulto presentan la mitad de potencia lítica y menor activación dependiente de interleucinas, lo que conlleva una menor protección frente a los virus.^{1,2}

El sistema inmunitario adaptativo se encarga de elaborar una respuesta específica: las células T y células B son los elementos principales. Las células T neonatales tienden a desarrollarse hacia los linfocitos T reguladores para favorecer la tolerancia a los antígenos de la madre y resultando en una deficiente capacidad para la respuesta a antígenos extraños en general. En cuanto a las células B, se ha demostrado una respuesta humoral atenuada en recién nacidos y niños menores de dos meses ya que hay menor maduración de la afinidad de anticuerpos.¹⁻³

BIBLIOGRAFÍA:

1. Simon AK, Hollander GA, McMichael A. Evolution of the immune system in humans from infancy to old age. Proc Biol Sci. 2015 Dec 22;282(1821):20143085. doi: 10.1098/rspb.2014.3085. 2. Agarwal S, Busse PJ. Innate and adaptive immunosenescence. Ann Allergy Asthma Immunol. 2010 Mar;104(3):183-90; quiz 190-2, 210. doi: 10.1016/j.anai.2009.11.009. 3. Fisiología y desarrollo de la inmunidad. E. Seoane Reula Manual Cruz de Pediatría Ed Ergon, 2020. Pag 295.



¿Cómo incide la falta de madurez del sistema inmunitario infantil en el riesgo de infecciones? (1/2)

En los recién nacidos pretérmino, el sistema inmunitario es incompetente respecto al recién nacido a término.

Su inmunidad inespecífica o general es ineficaz, con vulnerabilidad de la barrera cutánea, mucosa e intestinal, disminución de la reacción inflamatoria e incompleta fagocitosis y función bactericida de los neutrófilos y macrófagos.

Su inmunidad específica, muestra una disminución de IgG que es de transferencia materna, con práctica ausencia de IgA e IgM; la respuesta de la inmunidad celular es relativamente competente.¹

En los recién nacidos a término se basa sobre todo en la inmunidad innata y en los anticuerpos (IgG) maternos que han pasado al feto desde el tercer trimestre, ya que no ha tenido exposición antigénica en el útero materno.^{2,3}

Así el sistema inmunitario de un recién nacido está deprimido de forma natural.

Durante la vida intrauterina el feto está protegido por la madre de las agresiones externas.

Al nacer, el recién nacido, se ve expuesto a una gran cantidad de elementos extraños.

En el nacimiento, los neonatos tienen un sistema celular inmunitario completo, y en el 97% de la población normal, se detectan anticuerpos en mucosas tras el primer mes de vida.

Sin embargo, los recién nacidos tienen la función inmune B incompleta, deficiencias en la presentación antigénica y una capacidad de proliferación de linfocitos T limitada.

Los valores de células T en bazo, al nacer, son 1000 veces más bajos que en adultos, lo cual sugiere que el S.I. inmaduro puede ser sobrepasado por una infección viral (las células T son necesarias para el aclaramiento viral).





¿Cómo incide la falta de madurez del sistema inmunitario infantil en el riesgo de infecciones? (2/2)

Además, existe una producción menor de citocinas tipo Th1, por lo que las respuestas celulares en el neonato son predominantemente de tipo Th2.^{2,3}

La respuesta inmunitaria de un ser humano se desarrolla principalmente durante los tres primeros años de vida, coincide con el periodo de la vida de ingreso en las escuelas infantiles.

Durante este tiempo, se debe promover el desarrollo de un sistema inmunitario fuerte y equilibrado, lo que reduce el riesgo que los niños tienen de desarrollar alergias y de contraer infecciones y, además, los protege contra enfermedades autoinmunitarias.^{2,3}

La inmadurez del sistema inmunitario infantil en estas etapas explica en parte la alta frecuencia con la que los niños sufren infecciones víricas o bacterianas.

Normalmente el tracto respiratorio e intestinal son los más implicados, ya que el antígeno entra en la mayoría de las ocasiones por la nariz o por la boca y en las mucosas de estos sistemas fisiológicos es donde se produce su encuentro con las células inmunitarias.^{2,3}

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

1. S. Rellan Rodríguez, C. García de Ribera y M. Paz Aragón García. El recién nacido prematuro. Protocolos Diagnóstico Terapéuticos de la AEP: Neonatología. https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/8_1.pdf **2.** Fisiología y desarrollo de la inmunidad. E. Seoane Reula Manual Cruz de Pediatría Ed Ergon, 2020. Pag 295. **3.** Simon AK, Hollander GA, McMichael A. Evolution of the immune system in humans from infancy to old age. Proc Biol Sci. 2015 Dec 22;282(1821):20143085. doi: 10.1098/rspb.2014.3085.



¿Hasta qué punto los factores genéticos inciden en el desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario?

Tanto factores genéticos como no genéticos influyen en la variabilidad que existe en la función o en el número de las células inmunitarias, así como en la concentración de moléculas mediadoras como las citocinas. **Los factores genéticos desempeñan un papel crucial en el desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario, ya sea por su capacidad para favorecer la predisposición a sufrir enfermedades inmunitarias, determinar la variabilidad individual frente a la respuesta inmunitaria, el desarrollo del sistema inmunitario, la interacción con el microbioma o la respuesta a las vacunas.** ¹

Por ejemplo, se ha comprobado que los factores genéticos tienen un peso importante en la capacidad de producción de citocinas. Entre los genes reguladores de las citocinas, se reconocen dos grupos formados por aquellos que intervienen en la respuesta innata y aquellos necesarios para el procesamiento de los antígenos en el retículo endoplasmático; además, se ha identificado un patrón importante en la respuesta inmunitaria: la capacidad para producir citocinas depende del tipo de estímulo, si era de origen bacteriano, fúngico o viral. ²

Sin duda el factor genético más relevante para el desarrollo de la respuesta inmunitaria adaptativa es

el repertorio de moléculas HLA que tiene cada individuo. Hay moléculas que permiten una muy buena respuesta a algunos agentes infecciosos, pero no a otros. Y recordemos que es el sistema genético más polimórfico de la naturaleza, habiendo muchísima variabilidad entre individuos y grandes diferencias poblacionales (por ejemplo, en la América precolombina no conocían el virus de la viruela, de modo que la colonización española, portando este virus, supuso una grandísima mortandad de indígenas, cuyos antígenos HLA no eran capaces de presentar adecuadamente este virus).

También se ha determinado cómo influyen los factores genéticos y ambientales en las poblaciones de células inmunitarias y en la concentración de inmunoglobulinas; parece que las variaciones en los linfocitos T están más influenciadas por factores genéticos, mientras que la variabilidad en el número de linfocitos B se debe también a otros factores como la estación del año o el género. ³

BIBLIOGRAFÍA:

1. Hughes AL, Hughes MA. The evolution of the immune system. *Nature Reviews Genetics* 2007, 8(12), 1009-1020. **2.** Li Y, et al. A functional genomics approach to understand variation in cytokine production in humans. *Cell*. 2016. DOI: 10.1016/j.cell.2016.10.017. **3.** Aguirre-Gamboa R, et al. Differential effects of environmental and genetic factors on T and B cell immune traits. *Cell Reports*. 2016. DOI: 10.1016/j.celrep.2016.10.053.



¿Cuál es el papel de los linfocitos B en el sistema inmunitario?

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

Los linfocitos B, desempeñan una función determinante en el sistema inmunitario. **Tienen muchas funciones, aunque la principal es la producción de anticuerpos específicos contra antígenos, lo que permite neutralizar patógenos y toxinas.** Pero, además, actúan como células presentadoras de antígenos, activando linfocitos T *helper* o cooperadores. Contribuyen a la memoria inmunológica, diferenciándose en células B de memoria para respuestas futuras más rápidas. También participan en la regulación inmune mediante la producción de citocinas. Los anticuerpos que generan pueden activar el sistema del complemento, mejorando la opsonización y lisis de microorganismos. Los linfocitos B también modulan respuestas inflamatorias y autoinmunitarias. En conjunto, estas funciones hacen de los linfocitos B componentes esenciales en la defensa del organismo contra una amplia variedad de amenazas inmunológicas.

Los linfocitos B tienen un papel fundamental en la producción de anticuerpos: los anticuerpos son proteínas especializadas que pueden neutralizar patógenos u opsonizarlos para su destrucción. Estos linfocitos son capaces de reaccionar con moléculas extrañas al organismo (antígenos).

Se originan en la médula ósea a partir de células precursoras. La unión del antígeno con el linfocito B

estimula a este último para que se divida y se diferencie dando origen a una gran cantidad de células plasmáticas y células poseedoras de la llamada memoria antigénica. Las células plasmáticas sintetizan y secretan moléculas de anticuerpos, las cuales reaccionan en forma específica con el antígeno que originalmente estimuló la producción de dichos anticuerpos. Las células con memoria antigénica conservan la capacidad potencial de sintetizar anticuerpos contra un antígeno específico; las células con memoria antigénica pueden transformarse, en condiciones adecuadas, en células plasmáticas productoras de anticuerpos y en ese momento sintetizan cantidades elevadas de anticuerpos específicos. Por esta razón, el sistema inmunitario de un organismo responde en forma más potente y rápida cuando se encuentra por segunda vez ante la presencia del mismo antígeno.^{1,2} Esta es una de las ventajas que aporta el estar vacunado frente a un microorganismo tras su infección.

Hay diferentes tipos de linfocitos B, la inmensa mayoría dependen para su activación de la cooperación con linfocitos T.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. Inmunología básica: Funciones y trastornos del sistema inmunitario. 2024, 7ª edición. Elsevier. ISBN: 9788413826578.
2. Gerald B. Pier, Jeffrey B. Lyczak, Lee M. Wetzler. Immunology, Infection, and Immunity. John Wiley & Sons, Inc, 2015.



¿Y qué función ejercen los linfocitos T? (1/2)

Los linfocitos T son células especializadas del sistema inmunitario que juegan un papel central como mediadores de la respuesta inmunitaria celular.

Los linfocitos T se caracterizan por poseer el receptor de células T (TCR) en su superficie, que les permite reconocer antígenos específicos. Se producen en la médula ósea, pero maduran en el timo, de ahí su nombre.

Existen varios tipos de linfocitos T dependiendo de las moléculas de superficie que presenta, de las sustancias que secreta y de su función principal: ¹

- **Linfocitos T colaboradores** (CD4+). Activan otras células inmunes y coordinan la respuesta inmunitaria.
- **Linfocitos T citotóxicos** (CD8+): Destruyen células infectadas o anormales.
- **Linfocitos T reguladores**. Suprimen respuestas inmunes excesivas y mantienen la tolerancia.

Según su estado funcional podemos distinguir:

- **Linfocitos T vírgenes**. También denominados “naive”, son aquellos que aún no se han activado, porque no se han enfrentado al antígeno frente al que van dirigidos.
- **Linfocitos T de memoria**. Proporcionan inmunidad a largo plazo contra patógenos específicos.

De todas, ellas, las más relevantes sin duda, son las células inmunitarias denominadas linfocitos T cooperadores o *helper* (Th). Son las responsables de contribuir a mantener la memoria inmunitaria que permite una respuesta más eficaz y rápida cuando el organismo encuentra al mismo antígeno por segunda vez. ^{2,3}

Estas células ayudan a activar a los linfocitos B para que secreten anticuerpos para destruir microorganismos patógenos. Además, activan células citotóxicas que destruyen células concretas infectadas.





¿Y qué función ejercen los linfocitos T? (2/2)

Los linfocitos T desempeñan un papel crucial en el sistema inmunitario adaptativo, ejerciendo diversas funciones esenciales para la defensa del organismo. Estas células median la respuesta inmunitaria celular, actuando directamente contra células infectadas o anormales.

Los linfocitos T colaboradores (CD4+) secretan citocinas que activan y regulan otras células del sistema inmunitario, orquestando así una respuesta inmunitaria coordinada.

Por su parte, los linfocitos T citotóxicos (CD8+) se especializan en la eliminación de células infectadas por virus o células tumorales, proporcionando una defensa específica contra patógenos intracelulares y neoplasias.

La capacidad de memoria inmunológica de los linfocitos T permite una respuesta más rápida y eficaz ante exposiciones posteriores al mismo antígeno, contribuyendo significativamente a la inmunidad adaptativa a largo plazo.

Además, los linfocitos T reguladores cumplen una función crítica en el mantenimiento de la homeostasis inmunológica, ayudando a preservar la tolerancia inmunológica y previniendo respuestas autoinmunitarias excesivas.

Esta diversidad funcional de los linfocitos T subraya su importancia central en la modulación y ejecución de respuestas inmunitarias efectivas y equilibradas.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. Inmunología básica: Funciones y trastornos del sistema inmunitario. 2024, 7ª edición. Elsevier. ISBN: 9788413826578.
2. Parslow TG, et al. How the Immune System Works. McGraw-Hill/Appleton & Lange, 2001.
3. Henriksson J, et al. Genome-wide CRISPR Screens in T Helper Cells Reveal Pervasive Crosstalk between Activation and Differentiation. Cell 2019 Feb 7;176(4):882-896.e18. doi: 10.1016/j.cell.2018.11.044. Epub 2019 Jan 10.



¿Qué son los antígenos y qué efecto causan en el sistema inmunitario?

Los antígenos son elementos clave para la activación y regulación del sistema inmunitario, desempeñando un papel fundamental en la defensa del organismo contra infecciones y enfermedades.

Los antígenos son sustancias capaces de desencadenar una respuesta específica del sistema inmunitario y convertirse en la diana de dicha respuesta. Estas moléculas, que pueden ser proteínas, polisacáridos, lípidos u otras estructuras, son reconocidas como potencialmente extrañas o peligrosas por el organismo. Aunque frecuentemente provienen de fuentes externas como bacterias, virus o polen, también pueden originarse dentro del propio cuerpo.

No todos los antígenos provocan una respuesta inmunitaria fuerte: la capacidad de un antígeno para inducir una respuesta inmunitaria se llama inmunogenicidad y depende de factores como su tamaño, complejidad y la forma en que se presenta al sistema inmunitario.

Cuando el sistema inmunitario detecta un antígeno, lo interpreta como una posible amenaza y reacciona produciendo anticuerpos específicos contra él. Este proceso involucra la activación de linfocitos T y B, células clave del sistema inmunitario adaptativo. La interacción resultante desencadena una serie de respuestas inmunitarias complejas, incluyendo la producción de anticuerpos por los linfocitos B, la activación de linfocitos T citotóxicos para destruir células infectadas, y la liberación de citocinas para coordinar la respuesta inmunitaria global.

La interacción entre antígenos y anticuerpos es altamente específica, lo que permite una respuesta inmunitaria dirigida y eficaz. No todos los antígenos provocan una respuesta inmunitaria completa; algunos pueden inducir tolerancia inmunológica, un mecanismo crucial para prevenir reacciones autoinmunitarias.

BIBLIOGRAFÍA:

Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. Inmunología básica: Funciones y trastornos del sistema inmunitario. 2024, 7ª edición. Elsevier. ISBN: 9788413826578.

Crow MK. The innate and adaptive immune system. In: Goldman L, Cooney KA, eds. Goldman-Cecil Medicine. 27th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2024:chap 35.



¿Qué rol desempeñan los anticuerpos en la defensa del organismo?

Los anticuerpos desempeñan un papel crucial en la defensa del organismo como componentes clave de la inmunidad humoral.

Estas proteínas, producidas por los linfocitos B, actúan como centinelas moleculares que patrullan el cuerpo en busca de antígenos específicos. Al encontrar su objetivo, los anticuerpos se unen a él con alta especificidad, cumpliendo diversas funciones protectoras. Cada tipo de anticuerpo es único y defiende al organismo de un tipo específico de antígeno.¹⁻³

Primordialmente, los anticuerpos neutralizan patógenos y toxinas, impidiendo su interacción con las células del huésped. También facilitan la fagocitosis mediante la opsonización, marcando los patógenos para su destrucción por células fagocíticas. Además, activan el sistema del complemento, amplificando la respuesta inmunitaria y potenciando la eliminación de microorganismos.

Son cruciales en la citotoxicidad celular mediada por anticuerpos, que ejecutan los linfocitos natural *killer*.

Y alguno de los anticuerpos, como la IgA, son imprescindibles en la inmunidad de las mucosas, que son las vías de entrada principales en nuestro organismo.

Los anticuerpos son fundamentales en la memoria inmunológica, permitiendo una respuesta más rápida y eficaz en exposiciones posteriores al mismo antígeno. Este mecanismo es la base de la inmunidad a largo plazo adquirida tras infecciones o vacunaciones.

Es importante destacar que los anticuerpos no solo actúan contra patógenos externos, sino que también pueden reconocer y responder a antígenos propios alterados, como en el caso de células tumorales.

Los anticuerpos se pueden producir cuando el sistema inmunitario erróneamente considera el tejido sano como una sustancia dañina. Esto se denomina un trastorno autoinmunitario.¹

BIBLIOGRAFÍA:

1. Abbas AK, Lichtman AH, Pillai S. Antibodies and antigens. In: Abbas AK, Lichtman AH, Pillai S, eds. Cellular and Molecular Immunology. 10th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2022:chap 5. **2.** Abbas AK, Lichtman AH, Jordan S. Pober. Basic Immunology: Functions and Disorders of the Immune System W B Saunders Co, 2003. **3.** Sompayrac LM. Immunology, Infection, and Immunity. Blackwell Science Inc, 1999.



¿Por qué se producen las enfermedades autoinmunitarias? (1/2)

Las enfermedades autoinmunitarias afectan aproximadamente al 5% de la población mundial. Estas enfermedades son difíciles de tratar, imponen una carga significativa a los pacientes y tienen un impacto económico importante.

El sistema inmunitario es una compleja red de defensa que protege al organismo frente a agentes potencialmente dañinos y posee la capacidad de responder ante millones de sustancias extrañas denominadas antígenos.

A través de una secuencia de reacciones (respuesta inmunitaria), el sistema inmunitario es capaz de reconocer y eliminar agentes patógenos. De esta manera es capaz de distinguir lo “ajeno” de lo “propio”, incluyendo entre sus funciones asegurar la tolerancia de lo “propio”, de los alimentos, de determinados componentes medioambientales además de las diferentes bacterias comensales que están presentes en el organismo. **Sin embargo, cualquier error o alteración en estas vías de**

tolerancia, puede dar lugar a trastornos inmunitarios.¹⁻³

Las enfermedades autoinmunitarias aparecen debido a una combinación compleja de factores, aunque las causas exactas aún no se comprenden completamente. ▶

PRINCIPALES FACTORES QUE CONTRIBUYEN A SU DESARROLLO

Predisposición genética

Factores ambientales

Desregulación del sistema inmunitario

Hormonas

Mimetismo molecular

Alteraciones en la barrera intestinal



¿Por qué se producen las enfermedades autoinmunitarias? (2/2)

Los principales factores que contribuyen a su desarrollo incluyen:

- **Predisposición genética:** existe una base genética que aumenta la susceptibilidad a desarrollar estas enfermedades. Tener familiares con enfermedades autoinmunitarias incrementa el riesgo de padecerlas.
- **Factores ambientales:** ciertos desencadenantes ambientales como infecciones virales o bacterianas, exposición a toxinas o químicos, y el estrés pueden activar o exacerbar estas condiciones en individuos genéticamente predispuestos.
- **Desregulación del sistema inmunitario:** por razones no completamente entendidas, el sistema inmunitario pierde la capacidad de distinguir entre lo propio y lo ajeno, atacando células y tejidos sanos del cuerpo.
- **Hormonas:** las diferencias hormonales podrían explicar por qué estas enfermedades son más comunes en mujeres que en hombres.
- **Mimetismo molecular:** en algunos casos, ciertas infecciones pueden desencadenar una respuesta autoinmunitarias debido a la similitud entre proteínas del patógeno y proteínas propias del cuerpo.
- **Alteraciones en la barrera intestinal:** cambios en la permeabilidad intestinal y el microbioma pueden contribuir al desarrollo de autoinmunidad en algunos casos.

Es importante destacar que la aparición de una enfermedad autoinmunitarias generalmente requiere la interacción de múltiples factores de riesgo, y no existe una causa única identificable en la mayoría de los casos.¹⁻³

De modo general, lo más habitual es que haya una predisposición genética (factor imprescindible pero no suficiente) y que haya un factor “gatillo” del proceso, que suele ser una infección.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Pisetsky DS. Pathogenesis of autoimmune disease. *Nat Rev Nephrol.* 2023 Aug;19(8):509-524. doi: 10.1038/s41581-023-00720-1. Epub 2023 May 10. PMID: 37165096; PMCID: PMC10171171
2. Bieber K, Hundt JE, Yu X, Ehlers M, Petersen F, Karsten CM, Köhl J, Kridin K, Kalies K, Kasprick A, Goletz S, Humrich JY, Manz RA, Künstner A, Hammers CM, Akbarzadeh R, Busch H, Sadik CD, Lange T, Grasshoff H, Hackel AM, Erdmann J, König I, Raasch W, Becker M, Kerstein-Stähle A, Lamprecht P, Riemekasten G, Schmidt E, Ludwig RJ. Autoimmune pre-disease. *Autoimmun Rev.* 2023 Feb;22(2):103236. doi: 10.1016/j.autrev.2022.103236. Epub 2022 Nov 24. PMID: 36436750.
3. Romeo J, Pérez de Heredia F, Gómez-Martínez S, A. Food Supplements and Immune Function in Humans. In: *Bioactive Food as Dietary Interventions for Arthritis and Related Inflammatory Diseases.* Watson R, Preedy V, eds. San Diego, CA, USA: Academic Press; 2013, pp.145-56.



¿Qué efectos provocan las células ‘de memoria’?

“ La ‘memoria’ inmunitaria es el resultado de la formación y persistencia de células inmunitarias especializadas, conocidas como células de memoria, que se crean tras la primera exposición al patógeno.

Cuando el mismo patógeno intenta invadir el cuerpo nuevamente, estas células de memoria se activan rápidamente para producir una respuesta inmunitaria más vigorosa y eficiente.^{1,2}

En caso de una reinfección, estas células de memoria se activan con rapidez. Los linfocitos B de memoria producen rápidamente anticuerpos específicos contra el antígeno, mientras que los linfocitos T de memoria inician una respuesta celular dirigida.

Esta respuesta es no sólo más rápida, sino también más intensa, lo que significa que la concentración de anticuerpos generados es mucho mayor que durante la respuesta primaria.¹

En esta respuesta de memoria también actúa la respuesta de los linfocitos T de memoria que ya reconocen ese antígeno de forma específica. Estos linfocitos T memoria específicos frente a ese antígeno pueden persistir durante años e incluso toda la vida.¹

BIBLIOGRAFÍA:

1. Abbas AK, Lichtman AH, Pillai S, eds. Cellular and Molecular Immunology. 10th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2022:chap 5. **2.** López-Herrera G, et al. La memoria inmunitaria: un pilar en la defensa del organismo. Anales de Pediatría 2017, 87(4), 227-234.



¿Qué es la respuesta inmunitaria primaria y secundaria?

La respuesta inmunitaria primaria es la primera reacción del sistema inmunitario a un antígeno desconocido. La respuesta inmunitaria secundaria se refiere al mecanismo mediante el cual el sistema inmunitario responde a un antígeno previamente encontrado, siendo más rápida y potente, aprovechando la "memoria" inmunitaria generada durante el encuentro inicial con el antígeno.

Durante una respuesta inmunitaria primaria, se requiere tiempo para que los linfocitos adecuados reconozcan el antígeno, se activen, proliferen y finalmente ataquen al patógeno. Esto suele suceder en el plazo de 7-10 días desde que se produce la infección. Sin embargo, después de esta primera exposición, un subconjunto de estos linfocitos se convierte en células de memoria. Estas células están "programadas" con información específica sobre el antígeno y permanecen en el cuerpo a largo plazo.

La eficacia de la respuesta inmunitaria secundaria no es sólo el resultado de la velocidad y la potencia, sino que también se basa en la especificidad. Dado que las células de memoria están adaptadas a un antígeno en particular, la precisión con la que el sistema inmunitario puede dirigirse y neutralizar un patógeno durante la respuesta secundaria es notablemente alta. La presencia y función de la

respuesta inmunitaria secundaria tiene importantes implicaciones clínicas y terapéuticas. Es la base para la eficacia de las vacunas. Cuando una persona es vacunada, se introduce un antígeno (o una forma atenuada o inactiva del patógeno) en el cuerpo. Aunque esta introducción no causa enfermedad, sí provoca una respuesta inmunitaria primaria y la formación de células de memoria. Si en el futuro, el individuo se encuentra con el patógeno real, su sistema inmunitario está preparado para lanzar una respuesta inmunitaria secundaria rápida y eficaz, protegiéndolo contra la enfermedad.

Sin embargo, la respuesta inmunitaria secundaria no es infalible. En algunas condiciones, como la inmunosupresión o enfermedades que afectan el sistema inmunitario, la capacidad del cuerpo para generar o mantener una respuesta inmunitaria secundaria efectiva puede verse comprometida. Además, algunos patógenos han desarrollado estrategias para evadir esta respuesta, lo que resalta la necesidad constante de investigación y adaptación en el campo de la Inmunología.

BIBLIOGRAFÍA:

Calleja JM, García-Carrasco M, et al. Inmunidad innata y adaptativa: Interacciones en el sistema inmunitario. Revista Española de Inmunología 2016, 39(1), 1-10.



¿Qué papel tienen los órganos linfoides en la respuesta inmunitaria?

Los órganos linfoides se dividen en primarios y secundarios, y están conectados a través de la circulación linfática y sanguínea. Las células inmunitarias generadas y maduras en los órganos primarios viajan a los órganos secundarios, donde interactúan con antígenos y células presentadoras de antígenos (como las células dendríticas) para iniciar una respuesta inmunitaria adaptativa.¹⁻³

1. Órganos linfoides primarios:

- **Médula ósea:** aquí se producen todas las células inmunitarias a partir de células madre hematopoyéticas. Los linfocitos B maduran en la médula ósea, donde adquieren la capacidad de reconocer antígenos específicos. Está ubicada dentro de los huesos largos y planos.
- **Timo:** los linfocitos T maduran en este órgano, ubicado detrás del esternón. Durante este proceso, los linfocitos T que podrían atacar al propio organismo son eliminados. Esta "educación" de los linfocitos asegura que respondan solo a patógenos externos, evitando reacciones autoinmunitarias.

2. Órganos linfoides secundarios:

- **Ganglios linfáticos:** estos pequeños órganos filtran la linfa y son sitios donde los linfocitos B y T interactúan con antígenos. Los linfocitos B forman centros germinales donde proliferan y producen anticuerpos tras activarse.

Los ganglios están distribuidos por todo el cuerpo, especialmente en áreas como el cuello, las axilas y la ingle.

- **Bazo:** filtra la sangre, eliminando células viejas y dañadas, y detecta antígenos en el torrente sanguíneo. Los linfocitos presentes en el bazo se activan rápidamente cuando detectan patógenos. Está ubicado en la parte superior izquierda del abdomen.
- **Tejido linfoide asociado a mucosas (MALT):** es el único tejido linfoide no encapsulado y comprende las mucosas gastrointestinal, respiratoria, genitourinaria y ocular: se distinguen algunas zonas inductoras de respuesta inmunitaria, en las que los linfocitos se organizan en folículos linfoides (amígdalas o placas de Peyer, por ejemplo) mientras que hay zonas efectoras donde las células inmunitarias se localizan en el compartimento intraepitelial o en la lámina propia.

Los órganos linfoides primarios son responsables del desarrollo y maduración de linfocitos, mientras que los secundarios son puntos clave para la activación de estas células ante la presencia de antígenos.^{1,2}

BIBLIOGRAFÍA:

1. Ball JW, Dains JE, Flynn JA, Solomon BS, Stewart RW. Lymphatic system. In: Ball JW, Dains JE, Flynn JA, Solomon BS, Stewart RW, eds. Seidel's Guide to Physical Examination. 10th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2023:chap 10. **2.** Hall JE, Hall ME. The microcirculation and lymphatic system: capillary fluid exchange, interstitial fluid, and lymph flow. In: Hall JE, Hall ME, eds. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. 14th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2021:chap 16. **3.** Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. Inmunología básica: Funciones y trastornos del sistema inmunitario. 2024, 7ª edición. Elsevier. ISBN: 9788413826578.



¿Qué son las áreas inmunitariamente privilegiadas?

Se denomina así a aquellas en las que normalmente no existe respuesta inmunitaria.

Están protegidas por fuertes barreras entre sangre y tejido (como, por ejemplo, la barrera hematoencefálica) y bajas permeabilidades o sistemas específicos de transporte.

Este privilegio inmunitario les procura capacidad para tolerar la presencia de antígenos sin desencadenar una respuesta inmunitaria inflamatoria.

Así, por ejemplo, los injertos de tejido pueden sobrevivir, por periodos prolongados y sin rechazo alguno si se realizan en sitios con privilegio inmunitario.¹⁻³

Algunos de los sitios inmunitariamente privilegiados son:

- **El cerebro:** en este órgano, las células inmunitarias del sistema nervioso central contribuyen al mantenimiento de la neurogénesis y de las habilidades relacionadas al aprendizaje espacial durante la etapa adulta⁴

- La córnea del ojo
- La placenta y el feto
- Los tubos seminíferos en los testículos
- El epidídimo

Su significado adaptativo estriba en evitar respuestas inflamatorias en lugares donde sería lesivo para la integridad del individuo: la inflamación del cerebro o de la córnea puede causar pérdida de la función del órgano, mientras que la respuesta inmunitaria dirigida hacia el feto puede generar abortos espontáneos.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Sun Z, Zhang M, Zhao XH, et al. Immune cascades in human intervertebral disc: the pros and cons. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine* 2013; 6 (6): 1009-1014. PMC 3657352. PMID 23696917. **2.** Fujihara Y, Takato T, Hoshi K, et al. Macrophage-inducing FasL on chondrocytes forms immune privilege in cartilage tissue **engineering**, enhancing in vivo regeneration. *STEM CELLS* 2014; 32 (2): 1208-1219. PMID 24446149. doi:10.1002/stem.1636. **3.** Abazari A, Jomha NM, Elliott JA, et al. Cryopreservation of articular cartilage. *Cryobiology* 2013; 66 (3): 201-209. PMID 23499618. doi:10.1016/j.cryobiol.2013.03.001. **4.** Ziv Y, Ron N, Butovsky O, et al. Immune cells contribute to the maintenance of neurogenesis and spatial learning abilities in adulthood. *Nat Neurosci* 2006 Feb;9(2):268-75. doi: 10.1038/nn1629. Epub 2006 Jan 15.



22

¿Qué diferencia la inmunización activa y pasiva?

“ La inmunidad protectora frente a un microorganismo pueden inducir la respuesta del hospedador frente al microbio o la transferencia de elementos de respuesta inmunitaria que le defienden frente al microbio. ¹

La forma de inmunidad que se inicia por la exposición a un antígeno extraño se denomina **inmunidad activa**, porque la persona inmunizada cumple una función activa “natural” en la respuesta al antígeno; de modo análogo, se denomina inmunidad activa “artificial” a la inmunidad protectora inducida por la exposición a una vacuna. ² Por lo tanto, la inmunidad activa es de “larga duración”.

La **inmunidad pasiva** se consigue cuando se transfiere inmunidad bajo forma de células o anticuerpos para protegerse de una enfermedad. Una persona puede adquirir la inmunidad mediante la transferencia de anticuerpos desde una persona inmunizada a otra que no se ha encontrado con el antígeno.

El individuo receptor de esta transferencia se vuelve temporalmente inmune al antígeno específico sin haber estado jamás expuesto a él ni haber respondido. Por lo tanto, la inmunidad pasiva se confiere mediante la transferencia adoptiva de anticuerpos o linfocitos T específicos frente al microbio, proporciona resistencia a la infección, es específica frente a antígenos microbianos y no genera memoria inmunitaria. ¹ Ejemplos de inmunidad pasiva son todos los sueros antivenenos o las inmunoglobulinas antitetánicas. La inmunidad pasiva de “corta duración”, unas 3 semanas.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Abbas A, Lichtman A, Pillai S, et al. Inmunología celular y molecular, 9ª ed. Capítulo 1 – Propiedades y generalidades de las respuestas inmunitarias, páginas 5-8.
2. Pérez C, et al. Inmunizaciones como estrategia de salud pública. Arch. Pediatr. Urug. jun. 2021 Vol.92 . <https://doi.org/10.31134/ap.92.s1.3>

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿En qué casos se utiliza la inmunización pasiva?

“ La inmunización pasiva es un método útil para aportar resistencia con rapidez, sin tener que esperar al desarrollo de una respuesta inmunitaria activa.

La inmunización pasiva contra las toxinas bacterianas mediante la administración de anticuerpos procedentes de animales inmunizados es un tratamiento capaz de salvarle la vida a una persona con una infección mortal en potencia, como la rabia y las mordeduras de serpientes.

A los pacientes con alguna inmunodeficiencia génica se les inmuniza de forma pasiva transfiriéndoles concentrados de anticuerpos procedentes de donantes sanos.

Un ejemplo de inmunidad pasiva con gran importancia fisiológica lo ofrece el paso de los anticuerpos maternos a través de la placenta al feto, que permite a los recién nacidos combatir las infecciones antes de adquirir la capacidad para producirlos por sí mismos.

La inmunización pasiva tiene una duración de aproximadamente 3 semanas, que es la vida media de las inmunoglobulinas.



¿Cómo evoluciona el sistema inmunitario con la edad?

El funcionamiento del sistema inmunitario humano va cambiando con el tiempo: al nacer, el sistema inmunitario es inmaduro, pero poco a poco se desarrolla y aprende a luchar contra los patógenos en la edad adulta, y termina por debilitarse con la vejez. ¹

Cobran especial interés los primeros 1000 días de vida de un bebé (desde la concepción hasta los 2 años de edad), sobre el crecimiento y composición corporal, desarrollo cerebral y conducta, establecimiento y funcionalidad de la microbiota intestinal y maduración del sistema inmunitario. ²

Con el tiempo, las células del sistema inmunitario reconocen cada vez mejor los virus, partículas extrañas, y otros microorganismos. También aprende a luchar contra las infecciones de manera más eficiente, sobre todo si se siguen una serie de medidas básicas de estilo de vida saludable.

En la adolescencia, el cuerpo experimenta cambios constantes causados por las hormonas, que tienen una gran incidencia en el

sistema inmunitario y pueden hacer que, en la adolescencia, se corra más riesgo de padecer ciertas enfermedades autoinmunitarias.

Ya en la etapa adulta, las defensas naturales de tu cuerpo están completamente desarrolladas, pero factores exógenos tales como el estrés, la dieta o el estilo de vida pueden ser una amenaza para la salud inmunitaria.

Con el paso de los años, la respuesta inmunitaria tiende a disminuir, lo que llamamos inmunosenescencia. Se suele reducir el número de células inmunitarias que produce el cuerpo lo que supone, entre otras consecuencias, una menor eficacia en la acción de reacción ante heridas y/o infecciones, incrementándose también la susceptibilidad a sufrir infecciones, alergias, tumores y enfermedades autoinmunitarias. ³

BIBLIOGRAFÍA:

1. Simon AK, Hollander GA, McMichael A, et al. Evolution of the immune system in humans from infancy to old age. Proc Biol Sci 2015 Dec 22;282(1821):20143085. doi: 10.1098/rspb.2014.3085. **2.** Campoy Folgado C, Martín-Torres N, Martín Martínez B. Nutrición durante los primeros 1.000 días de vida. Protoc diagn ter pediatr. 2023;1:441-454. **3.** Montecino-Rodríguez E, Berent-Maoz B, Dorshkind K, et al. Causes, consequences and reversal of immune system aging. J Clin Invest. 2013 Mar 1; 123(3): 958-965.



¿Qué son las vacunas de ARN y cómo funcionan? (1/2)

Las vacunas ayudan a prevenir infecciones al preparar al cuerpo para luchar contra invasores extraños (como bacterias, virus u otros patógenos).

Todas las vacunas introducen en el cuerpo una partícula inofensiva de una bacteria o virus en particular, para que genere una respuesta inmunitaria. La mayoría de las vacunas contienen bacterias o virus debilitados o muertos. También hay vacunas basadas en el uso de proteínas o glicoproteínas.

Pero recientemente, se ha desarrollado un nuevo tipo de vacuna que utiliza una molécula llamada ARN mensajero (o ARNm), en lugar de parte de una bacteria o virus, o sus proteínas. El ARN mensajero es un tipo de ARN necesario para la producción de proteínas.^{1,2}

Las vacunas de ARN o vacunas de ARN mensajero emplean ácido ribonucleico para lograr el desarrollo de una respuesta inmunitaria. A diferencia de las vacunas tradicionales, no incorporan agentes vivos atenuados ni fragmentos de este, por lo que no

existe el peligro de provocar la enfermedad que se pretende prevenir. Para fabricarlas es preciso encontrar las secuencias de ADN que codifican antígenos esenciales del agente infeccioso y después transcribirlas para obtener el ARN correspondiente, que se empleará como vacuna.³⁻⁷

En las células, el ARNm utiliza la información de los genes para crear un modelo para producir proteínas. Una vez que las células terminan de sintetizar una proteína, rápidamente descomponen el ARNm. El ARNm de las vacunas no entra en el núcleo y no altera el ADN. Una vez administrada, parte del ARN puede degradarse, pero la porción que entra en las células genera péptidos similares a los que posee el agente patógeno, lo que provoca una respuesta inmunitaria que protege de la infección. Si una persona se expone al virus después de recibir la vacuna ARNm para ese virus, los anticuerpos pueden reconocerlo rápidamente, aferrarse a él y marcarlo para su destrucción antes de que cause una enfermedad seria.^{1,2}





¿Qué son las vacunas de ARN y cómo funcionan? (2/2)

Estas vacunas presentan algunas ventajas potenciales, desde el punto de vista de la seguridad y eficacia: ⁵

- No se inoculan microorganismos vivos ni atenuados, por lo que no existe la posibilidad de provocar infecciones.
- El ARN no se integra en el genoma del hospedador, que está formado por ADN, por lo que no existe la posibilidad de alterar el genoma del hospedador.
- El ARN se degrada con relativa rapidez, lo que podría evitar la aparición de efectos secundarios a largo plazo.
- El proceso de producción puede ser rápido y más estandarizado que en las vacunas tradicionales, lo que facilitaría una rápida respuesta ante la aparición de nuevos agentes infecciosos.
- La vacuna se puede adaptar con gran facilidad a cambios genéticos que puedan aparecer en un virus por nuevas cepas mutantes.

La principal desventaja de este tipo de vacunas es que las moléculas de ARNm son muy lábiles y han de preservarse a muy baja temperatura (entre -25 y -75°C).

Esto dificulta enormemente la logística de transporte y almacenamiento, sobre todo en países no desarrollados.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Jain S, Venkataraman A, Wechsler ME, et al. Messenger RNA-based vaccines: Past, present, and future directions in the context of the COVID-19 pandemic. *Adv Drug Deliv Rev.* 2021 Oct 9;179:114000. doi: 10.1016/j.addr.2021.114000. Epub ahead of print. PMID: 34637846; PMCID: PMC8502079. **2.** Verbeke R, Lentacker I, De Smedt SC, Dewitte H. The dawn of mRNA vaccines: The COVID-19 case. *J Control Release.* 2021 May 10;333:511-520. doi: 10.1016/j.jconrel.2021.03.043. Epub 2021 Mar 30. PMID: 33798667; PMCID: PMC8008785. **3.** García Hidalgo MC. Vacunas de ARN: la más prometedora generación de vacunas. *MoleQla*, revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide. Número 26, 2017. **4.** Schmidt C, et al. Vacunas de ADN o ARN contra el nuevo coronavirus. *Investigación y Ciencia*, junio 2020. **5.** Blackburn L. RNA Vaccines: an introduction, PHG Foundation, October 2018. <https://www.phgfoundation.org/wp-content/uploads/2024/03/ma-vaccines-an-introduction.pdf> **6.** Verbeke R, Lentacker I; De Smedt S, et al. «Three decades of messenger RNA vaccine development». *Nano Today* 28: 100766. doi:10.1016/j.nantod.2019.100766. **7.** Pardi, N., Hogan, M., Porter, F. et al. mRNA vaccines — a new era in vaccinology. *Nat Rev Drug Discov* 17, 261–279 (2018).



¿Por qué son tan importantes las células madre?

Las células madre, también llamadas células precursoras, son indiferenciadas y con capacidad para dar origen a células que componen los diferentes tejidos y órganos de nuestro cuerpo.

Son la materia prima del cuerpo, ya que a partir de ellas se generan todas las demás células con funciones especializadas.

Bajo las condiciones adecuadas en el cuerpo o en un laboratorio, las células madre se dividen para formar más células, que se convierten en nuevas células madre o se diferencian en células especializadas con una función más específica, como las células sanguíneas, células cerebrales, células del músculo cardíaco o células óseas. Ninguna otra célula ya diferenciada del cuerpo tiene la capacidad natural de generar nuevos tipos de células.^{1,2}

Hay varias fuentes de células madre, aunque resultan de especial interés terapéutico las células madre embrionarias.

Estas células madre provienen de embriones que tienen de 3 a 5 días de vida. Estas son células madre pluripotentes, lo que significa que pueden dividirse en más células madre o pueden convertirse en cualquier tipo de célula del cuerpo.

Esta versatilidad permite que las células madre embrionarias se utilicen para regenerar o reparar tejidos y órganos afectados por una enfermedad.^{1,2}

BIBLIOGRAFÍA:

1. National Institutes of Health. Stem cell basics. Accessed Jan. 21, 2022. <https://stemcells.nih.gov/info/basics/stc-basics/#stc-1> 2. International Society for Stem Cell Research. Stem cell facts. Accessed Jan. 21, 2022. <http://www.closerlookatstemcells.org/>.



¿Qué es la inmunidad de rebaño?

La inmunidad de rebaño se produce cuando una porción considerable de una población se vuelve inmune a una enfermedad infecciosa y el riesgo de propagación de persona a persona disminuye; aquellos que no son inmunes están protegidos indirectamente porque la propagación de la enfermedad en curso es muy pequeña.

La proporción de una población que debe ser inmune para lograr la inmunidad de rebaño varía según la enfermedad. Esta inmunidad de rebaño se calcula según el número reproductivo básico (R_0) del agente infeccioso (que es aproximadamente el número de personas a las que una persona infectada podría contagiar). En el caso del sarampión este número puede ser entre 12 y 18, lo que nos lleva a la necesidad del 95% de la población inmunizada para detener una eventual transmisión.

La inmunidad de rebaño puede lograrse mediante la infección y la recuperación o mediante la vacunación (que crea inmunidad sin tener que contraer una enfermedad).

Lograr la inmunidad de rebaño a través de una infección depende de que una cantidad suficiente de personas contraiga la enfermedad y se recupere de ella, durante la cual desarrollan anticuerpos contra futuras infecciones.

La inmunidad de rebaño también protege a aquellos que no pueden vacunarse, como los recién nacidos, las personas inmunodeprimidas, o las personas alérgicas a alguno de los componentes de la vacuna, ya que la propagación de la enfermedad dentro de la población es muy limitada.

BIBLIOGRAFÍA:

Desai AN, Majumder MS. ¿Qué es la inmunidad de rebaño? JAMA. 19 de octubre de 2020. doi:10.1001/jama.2020.20895.
<https://sites.jamanetwork.com/spanish-patient-pages/2020/hoja-para-el-paciente-de-jama-201124-1.pdf>



¿Qué es la microbiota?

Es el conjunto de microorganismos que conviven de manera simbiótica en nuestro organismo.

Este ecosistema se distribuye a lo largo de los diferentes órganos en función de las propiedades químicas. ¹

Aunque la mayoría de estos microorganismos residen en el tracto gastrointestinal, también tenemos microbiota en la cavidad oral y nasofaríngea, en el tracto genitourinario, en la superficie ocular, en la leche materna y en el tracto respiratorio.

Cientos de miles de millones de microorganismos residen en nuestro cuerpo. Se trata de bacterias y, en menor medida, virus, hongos, arqueas y protistas, que son fundamentales para nuestra salud, pero que también pueden ser responsables de trastornos y enfermedades. Forman parte de la microbiota, que realiza más de 20.000 funciones que las células humanas no pueden hacer.

Como funciones más significativas, la microbiota lleva a cabo una esencial labor metabólica, así como tareas de barrera y defensa. ^{2,3}

La microbiota intestinal es el ecosistema microbiano del intestino (unos 100 billones de bacterias de unas 500 a 1.000 especies distintas), que incluye especies nativas que colonizan permanentemente el tracto gastrointestinal y una serie variable de microorganismos vivos que se encuentran transitoriamente en el tubo digestivo. Las bacterias nativas se adquieren al nacer y durante el primer año de vida, mientras que las bacterias en tránsito se adquieren continuamente a través de los alimentos, bebidas u otras fuentes. Los factores que influyen en su composición son múltiples (dieta, hábitos individuales, fármacos). ¹⁻³

BIBLIOGRAFÍA:

1. Gómez-Eguílaz M, Ramón-Trapero JL, Pérez-Martínez L, Blanco JR. El eje microbiota-intestino-cerebro y sus grandes proyecciones. Rev Neurol 2019; 68: 111-7.
2. Salinas de Reigosa B. Microbiota intestinal: clave de la salud. Salus vol.17 no.2 Valencia ago. 2013.
3. Álvarez J, Fernández Real JM, Guarnier F, et al. Microbiota intestinal y salud. Gastroenterología y Hepatología 2021. Vol. 44. Núm. 7. Páginas 519-535.



¿Es importante la microbiota intestinal para el sistema inmunitario?

La microbiota intestinal, que juega un papel importante en el mantenimiento de la salud, se considera parte integral del sistema inmunitario. Algunos inmunólogos la denominan “órgano linfoide terciario” (por analogía a los primarios y secundarios).

Las bacterias de la microbiota intestinal tienen un papel fundamental en el funcionamiento de este sistema, actuando tanto en el desarrollo como en el entrenamiento de la respuesta defensiva y contribuyendo a modular la acción de las células inmunitarias.¹

La microbiota ejerce una función moduladora del sistema inmunitario a través del reconocimiento de elementos agresores por parte de componentes intestinales, la promoción de la producción de mediadores y la generación de respuestas para mantener la homeostasis intestinal inmunitaria. Actúa como colaborador necesario del sistema inmunitario desde el nacimiento, ejerciendo una función defensiva y de barrera, compitiendo con los patógenos para que no se adhieran a las mucosas y provoquen enfermedades.²

En el intestino, la microbiota contribuye a dos funciones principales, nutrición y defensa, existiendo un alto potencial de intercambio entre la microbiota y el sistema inmunitario, ya que el 70-80% de las células inmunitarias residen en el intestino.

El intestino juega un papel indispensable en el desarrollo y mantenimiento del equilibrio inmunitario (tiene que decidir frente a qué agentes desconocidos se activa y frente a quienes no lo hace y los tolera) y las interacciones entre las comunidades microbianas son esenciales en la maduración del sistema inmunitario en los primeros años de vida.³

BIBLIOGRAFÍA:

1. Redondo N, Nova E, Gomez-Martínez S, Díaz-Prieto LE, Marcos A. Diet, Nutrition and the Immune System. Encyclopedia of Food Security and Sustainability. 2019. Volume 2, Pages 250-255. **2.** Hill DA, Artis D. Intestinal bacteria and the regulation of immune cell homeostasis. Annu Rev Immunol 2010;28:623-67. doi: 10.1146/annurev-immunol-030409-101330. **3.** De la Fuente, M, Martín Villa JM. El sistema inmunitario. En: Álvarez-Calatayud G, Marcos A, Margollés A (Eds.). Probióticos, prebióticos y salud: Evidencia científica. Madrid: Ergon; 2016. p. 133-140.



¿Qué es la barrera intestinal y cómo incide en el sistema inmunitario?

La barrera intestinal es esencial para mantener la homeostasis del sistema inmunitario y proteger al organismo contra infecciones, mientras tolera todos los antígenos extraños (animales y vegetales) de la dieta, puesto que permite la interacción con los nutrientes y microorganismos beneficiosos presentes en el intestino. Su integridad es fundamental para una buena salud general e inmunitaria.

Los procesos inmunitarios que tienen lugar en la mucosa intestinal se realizan a través de la barrera intestinal, un conjunto de elementos celulares y extracelulares presentes en el intestino, cuya acción coordinada consigue impedir el paso de antígenos, toxinas y bacterias patógenas, pero manteniendo una necesaria tolerancia hacia los antígenos de la dieta y las bacterias que forman parte de la microbiota intestinal. Hay elementos extracelulares que conforman la barrera intestinal (el pH y secreciones digestivas, la capa de moco que reviste a las células epiteliales intestinales, el peristaltismo y los péptidos antimicrobianos secretados por las

células caliciformes y de Paneth entre los que hay lisozima, defensinas, entre otros), así como elementos celulares (el propio epitelio intestinal formado por enterocitos y otras células, el GALT o tejido linfóide asociado al intestino y, por supuesto, la microbiota intestinal).

La microbiota intestinal tiene un papel defensivo directo, pues limita la colonización de patógenos por un mecanismo de competición por nutrientes y por hábitat; también modifica el pH acidificando el medio, lo que dificulta la proliferación bacteriana y produce bacteriocinas que inhiben el crecimiento bacteriano. También está directamente implicada en la respuesta inmunitaria y se ha demostrado que algunas cepas probióticas estimulan la producción de IgA secretora. Algunas cepas bacterianas, integrantes habituales de la microbiota intestinal, tienen un papel aún más destacado en este sentido.

BIBLIOGRAFÍA:

García-Olmo D, García-Olmo M. La barrera intestinal: un nuevo enfoque en la fisiopatología de las enfermedades inflamatorias intestinales. Revista Española de Enfermedades Digestivas 2015, 107(3), 145-152.



¿Qué influencia tiene el binomio microbiota-sistema inmunitario en el riesgo de aparición de enfermedades?

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

La interacción entre la microbiota intestinal y el sistema inmunitario es compleja y multifacética. Un equilibrio adecuado entre estos dos componentes es esencial para mantener una buena salud y prevenir enfermedades. Las alteraciones en esta relación pueden contribuir a una variedad de condiciones patológicas, desde infecciones hasta enfermedades metabólicas, autoinmunitarias e incluso trastornos mentales. Y es que la relación entre el sistema inmunitario y la microbiota juega un importante papel en el mantenimiento de la homeostasis metabólica y determina el desarrollo de patologías como alergias, enfermedades intestinales y cardiovasculares, cáncer, diabetes y obesidad. ^{1,2}

Aunque el conocimiento de esta interacción a nivel molecular aún es incompleto, se ha logrado establecer una relación entre la alteración de la composición de la microbiota intestinal (situación denominada “disbiosis”) y una desregulación del sistema inmunitario a nivel de respuesta innata y adaptativa. El progreso en los campos de la genómica y la metagenómica ha permitido identificar y caracterizar los microorganismos menos abundantes de la microbiota, así como aquellos no cultivables, haciendo posible un estudio más exhaustivo de los cambios en el equilibrio de la microbiota, que pueden causar, por ejemplo, la inflamación del tejido adiposo, provocando alteraciones en el proceso de

diferenciación de los preadipocitos, la retención anormal de lípidos y la destrucción de células β productoras de insulina por células del propio sistema inmunitario. ^{1,2}

En investigaciones de los años 30, se sugirió que los estados emocionales podrían afectar la microbiota normal, lo que aumentaría la permeabilidad intestinal y, en consecuencia, contribuiría a la inflamación sistémica. Con el tiempo, muchos aspectos de esta teoría han sido confirmados. Se ha demostrado que la microbiota intestinal y los probióticos orales tienen un impacto en la inflamación sistémica, el estrés oxidativo, el control del azúcar en sangre, el contenido de lípidos en los tejidos y el estado de ánimo. Todo este conocimiento se ha denominado eje -intestino-cerebro-piel. Así que, dada la influencia del ecosistema microbiano en el mantenimiento de la homeostasis metabólica y la regulación del sistema inmunitario, se puede establecer una relación entre la alteración de la composición normal de la microbiota intestinal y el aumento anómalo de la permeabilidad del tracto intestinal, la inflamación local del intestino, los fenómenos de intolerancia alimentaria, la inflamación del tejido adiposo o la resistencia a la insulina, que acaban siendo causa de patologías de tipo autoinmunitaria. ^{1,2}

BIBLIOGRAFÍA:

1. Cavalcante-Silva LH, et al. Obesity-Driven Gut Microbiota Inflammatory Pathways to Metabolic Syndrome. *Frontiers in Physiology*, vol. 6, Nov 2015, doi: 10.3389/fphys.2015.00341. **2.** Vaarala O, et al. Gut Microbiota and Type-1 Diabetes. *The Review of Diabetic Studies*, vol. 9, no. 4, Dec/Jan 2013, doi: 10.1900/RDS.2012.9.251.



¿Qué es la eubiosis y la disbiosis?

Las comunidades microbianas que habitan establemente un nicho viven en un estado de equilibrio que se caracteriza por la abundancia de especies que tienen una relación de comensalismo y mutualismo con el hospedador, de modo que tanto el hospedador como sus huéspedes se ven beneficiados por la simbiosis. Esta situación se conoce como eubiosis. Por el contrario, la disbiosis define un desequilibrio que implica perturbación del estado de simbiosis y se reconoce por cambios cualitativos y/o cuantitativos en la composición y funciones de la microbiota.

Algunas enfermedades crónicas no transmisibles de la sociedad desarrollada (atopias, síndrome metabólico, enfermedades inflamatorias, cáncer y algunos trastornos de la conducta) se asocian a la disbiosis: pérdida de riqueza de especies en la microbiota intestinal y desviación del entorno microbiano ancestral. Los cambios en la transmisión vertical del microbioma, el uso de antisépticos y antibióticos y los hábitos dietéticos de la sociedad industrializada son factores que

pueden incidir en el origen de la disbiosis.

Los estados de disbiosis generalmente se caracterizan por la pérdida o la representación insuficiente de especies beneficiosas que habitualmente son dominantes y a un aumento de la abundancia de especies minoritarias que, en muchas ocasiones, incluyen patógenos oportunistas. Generar y mantener diversidad en la microbiota es un nuevo objetivo clínico para la promoción de salud y la prevención de enfermedades.

En el envejecimiento, y junto con la inmunosenescencia se produce una disbiosis progresiva natural, que explica la aparición de algunas patologías.

BIBLIOGRAFÍA:

Álvarez J, Fernández Real JM, Guarnier F, et al. Microbiota intestinal y salud. Gastroenterología y Hepatología 2021. Vol. 44. Núm. 7. Páginas 519-535.



¿Cómo afecta la disbiosis intestinal a la inmunidad?

El desequilibrio en la composición de la microbiota intestinal puede tener un impacto significativo en el sistema inmunitario. La disbiosis intestinal puede comprometer significativamente el sistema inmunitario, aumentando el riesgo de infecciones o de desarrollo de enfermedades autoinmunitarias.

Entre otras consecuencias, puede: ¹⁻³

- **Alterar la respuesta inmunitaria.** La disbiosis puede llevar a una activación inapropiada del sistema inmunitario. Un aumento en ciertas bacterias patógenas o proinflamatorias puede desencadenar respuestas inmunitarias excesivas, lo que puede resultar en inflamación crónica y daño tisular.
- **Disminuir la diversidad microbiana.** Una microbiota diversa es crucial para una respuesta inmunitaria equilibrada. La disbiosis a menudo se asocia con una reducción en la diversidad microbiana, lo que puede comprometer la capacidad del sistema inmunitario para responder adecuadamente a patógenos y antígenos.
- **Alterar las barreras mucosas.** La disbiosis puede afectar la integridad de las barreras mucosas del intestino, lo que permite que patógenos y toxinas salten al torrente sanguíneo. Esto puede provocar una respuesta inmunitaria sistémica inadecuada y

contribuir a enfermedades autoinmunitarias e inflamatorias.

- **Reducir metabolitos beneficiosos.** La disbiosis puede reducir la producción de metabolitos beneficiosos, como ácidos grasos de cadena corta (que tienen efectos antiinflamatorios y son importantes para el mantenimiento de la salud intestinal y la regulación del sistema inmunitario), afectando negativamente la función inmunitaria.
- **Empeoramiento de la interacción con las células inmunitarias.** La microbiota normal interactúa con diversas células del sistema inmunitario, como las células T reguladoras y los macrófagos, ayudando a mantener un equilibrio entre respuestas proinflamatorias y antiinflamatorias. La disbiosis puede alterar estas interacciones, favoreciendo estados proinflamatorios.
- **En el envejecimiento, la disbiosis progresiva cursa en paralelo con la inmunosenescencia.** Los ancianos son más vulnerables y la alteración de sus defensas y de la microbiota les hace más proclives a padecer alergias, patologías autoinmunitarias, infecciones graves y tumores.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Belkaid Y, Hand T. Role of the Microbiota in Immunity and Inflammation. *Cell*. 2014 Mar 27; 157(1): 121–141. doi: 10.1016/j.cell.2014.03.011. 2. Round JL, Mazmanian SK. The gut microbiota shapes intestinal immune responses during health and disease. *Nature Reviews Immunology* 2009, 9(5), 313-323. doi:10.1038/nri2515. 3. Clemente JC, Ursell LK, Parfrey LW, Knight R. The impact of the gut microbiota on human health: an integrative view. *Cell*. 2012 Mar 16;148(6):1258-70.



¿Qué factores afectan a la microbiota? (1/2)

Factores genéticos, el tipo de parto, la lactancia materna, la presencia de algunas enfermedades, el consumo de ciertos fármacos, la práctica de ejercicio, la edad, el estrés o la ansiedad son algunos de los principales factores que pueden alterar la microbiota.

- **En el nacimiento** se produce un trasvase de bacterias beneficiosas de la madre a su hijo a través del canal del parto, algo que no sucede en los casos de cesárea. Por ejemplo, se ha comprobado que los bebés nacidos por cesárea contienen menos lactobacilos en su microbiota intestinal, mientras que el número de microorganismos propios de la piel de la madre como *Staphylococcus* son más abundantes.¹ Así que los bebés nacidos por cesárea tardarán entre 6 meses y 2 años en conseguir una microbiota equivalente a la obtenida en el canal del parto (esto dependerá de otros factores, como si se da lactancia materna).
- **La leche materna** está colonizada por bacterias. La lactancia materna contiene nutrientes y componentes que fomentan el crecimiento de bacterias beneficiosas en el intestino del bebé. Se ha realizado un mapa de la microbiota bacteriana en la leche materna, identificándose más de 700 especies. Aunque se sigue sin determinar todas sus funciones, se considera que ayudan a la digestión, pero también favorecen el desarrollo del sistema inmunitario del bebé y le ayudan a distinguir lo propio de lo ajeno (se comienza a tolerar en el bebé los diferentes nutrientes y bacterias que se han ingerido de la leche).²
- **Genética**. Nuestros genes pueden influir en cuáles son los microorganismos predominantes en nuestra microbiota. Los genes tienen un impacto en el tipo y en la cantidad de bacterias que se alojan en nuestro intestino.³
- **Patologías**. Algunas enfermedades autoinmunitarias, como el lupus, la enfermedad de Crohn o la artritis reumatoide pueden afectar a la microbiota mucho más que otros factores como la obesidad, la edad, la dieta o el tabaco.⁴
- **Fármacos**. Se estima que uno de cada cuatro medicamentos puede ser capaz de modificar la microbiota. Los antibióticos inciden en la microbiota y pueden producir trastornos importantes, sobre todo, porque su efecto sobre bacterias beneficiosas podría ser ocupado por microorganismos patógenos, como el *Clostridium difficile*, que puede causar diarrea y afecciones intestinales más serias y desencadenar un proceso inflamatorio.^{5,6} Pero también hay fármacos que pueden causar un efecto positivo en la microbiota; así, uno de los fármacos tradicionales para tratar la diabetes cambia la composición de la microbiota con un efecto metabólico favorable, ya que elimina bacterias nocivas y aumenta las positivas.⁷
- **Ejercicio**. Existe una asociación positiva entre la actividad física y la diversidad y composición de nuestra microbiota.⁸





¿Qué factores afectan a la microbiota? (2/2)

- **Edad.** En la primera infancia la microbiota dependerá básicamente del modo de nacimiento, de la lactancia, del estado de salud de la madre, de la genética... A medida que vamos cumpliendo años, continuamos interfiriendo en nuestra microbiota según nuestros hábitos. En la vejez -y en paralelo con la inmunosenescencia- se observa una menor diversidad bacteriana (disbiosis) y un incremento de las potencialmente patógenas.⁹
- **Hábitos tóxicos.** El sedentarismo, las alteraciones del sueño, el consumo de alcohol y tabaco también se han asociado a mayor o menor grado de disbiosis.
- **Estrés, ansiedad y el eje intestino-cerebro.** Existe una conexión por la cual el estrés y las emociones repercuten en nuestro bienestar intestinal; ahora bien, se trata de un eje bidireccional y, de hecho, cada vez se estudia más cómo la microbiota puede ayudar a explicar algunos mecanismos de las más frecuentes enfermedades neurológicas, como el Alzheimer, la enfermedad de Parkinson o la esclerosis múltiple.¹⁰

BIBLIOGRAFÍA:

1. Zhang C, Li L, Jin B, et al. The effects of delivery mode on the gut microbiota and health: State of art. *Front Microbiol* 2021 Dec 23;12:724449. doi: 10.3389/fmicb.2021.724449. eCollection 2021.
2. Cabrera-Rubio R, Collado MC, Laitinen K, et al. The human milk microbiome changes over lactation and is shaped by maternal weight and mode of delivery. *American Journal of Clinical Nutrition* 96(3):544-551, 2012.
3. Goodrich JK, Davenport ER, Beaumont M, et al. Genetic Determinants of the Gut Microbiome in UK Twins. *Cell Host & Microbe*, 2016; 19 (5): 731 DOI:10.1016/j.chom.2016.04.017.
4. Pérez-Cobas AE, Gosalbes MJ, Friedrichs A, et al. Gut microbiota disturbance during antibiotic therapy: a multi-omic approach. *Gut*. DOI: 10.1136/gutjnl-2012-303184.
5. Maier L. Unravelling the collateral damage of antibiotics on gut bacteria. *Nature* 2021 Nov;599(7883):120-124. doi: 10.1038/s41586-021-03986-2. Epub 2021 Oct 13.
6. Ramírez M., López P, Adriana M. Antibióticos y disbiosis. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología* 2021 41 (3): 118-122.
7. De La Cuesta-Zuluaga J, Mueller NT, Corrales-Agudelo V, et al. Metformin is associated with higher relative abundance of mucin-degrading Akkermansia muciniphila and several short-chain fatty acid-producing microbiota in the gut. *Diabetes Care*. 2017;40(1):54-62.
8. Ortiz-Alvarez L, Xu H, Martinez-Tellez B. Influence of Exercise on the Human Gut Microbiota of Healthy Adults: A Systematic Review, *Clinical and Translational Gastroenterology*: February 2020 – Volume 11 – Issue 2 – p e00126 doi: 10.14309/ctg.000000000000126.
9. Kato K, Odamaki T, Mitsuyama E, et al. Age-related changes in the composition of gut Bifidobacterium species. *Current Microbiology* 2017; 74, 987-995.
10. Gómez-Eguílaz M, Ramón-Traperó JL, Pérez-Martínez L, Blanco JR. El eje microbiota-intestino-cerebro y sus grandes proyecciones. *Rev Neurol* 2019; 68: 111-7.



¿Cómo incide la microbiota en la salud infantil?

“ La microbiota juega un papel fundamental en la salud infantil.

Mantener un equilibrio adecuado de bacterias beneficiosas en el intestino es esencial para fortalecer el sistema inmunitario, prevenir enfermedades, optimizar la digestión y la absorción de nutrientes, así como para favorecer el desarrollo del sistema nervioso.^{1,2}

A nivel del sistema inmunitario, la microbiota contribuye a entrenar y regular el sistema inmunitario del bebé, lo que lo hace más resistente a infecciones y alergias.

Respecto a la digestión y absorción de nutrientes, se sabe que las bacterias beneficiosas presentes en el intestino son clave para descomponer los alimentos y facilitar la absorción de nutrientes esenciales, como vitaminas y minerales.

En cuanto al desarrollo del sistema nervioso, se ha identificado una relación entre la microbiota y el sistema nervioso, conocida como el eje intestino-cerebro.

Una microbiota equilibrada se ha vinculado a un mejor desarrollo cognitivo y emocional en los niños, así como se ha demostrado que la composición de la microbiota puede estar relacionada con el estado de ánimo, la ansiedad y los patrones de sueño.^{1,2}

BIBLIOGRAFÍA:

1. Robertson RC, Manges AR, Finlay BB, Prendergast AJ. The Human Microbiome and Child Growth – First 1000 Days and Beyond. *Trends Microbiol.* 2019 Feb;27(2):131–47.
2. Yao Y, Cai X, Ye Y, Wang F, Chen F, Zheng C. The Role of Microbiota in Infant Health: From Early Life to Adulthood. *Front Immunol.* 2021 Oct 7;12.



¿Qué hacer para promover una microbiota saludable en la infancia y fortalecer el sistema inmunitario? (1/2)

Promover una microbiota saludable en la infancia es fundamental para el desarrollo adecuado del sistema inmunitario y la salud general.

Como recomendaciones principales, entre ellas nacer por parto vaginal (que facilita la adquisición de una microbiota más diversa y similar a la de sus madres) ¹, se pueden llevar a cabo una serie de medidas para optimizar la microbiota en las primeras etapas de la vida y potenciar la salud inmunitaria.

RECOMENDACIONES PARA PROMOVER UNA MICROBIOTA SALUDABLE ²⁻⁷

Lactancia materna
Diversidad alimentaria
Evitar uso innecesario de antibióticos
Exposición a entornos naturales
Interacción con animales
Evitar productos procesados
Sueño adecuado
Manejo del estrés
Evitar entornos tóxicos

Entre ellas: ²⁻⁷

- **Lactancia materna.** La leche materna contiene prebióticos y probióticos naturales que favorecen el crecimiento de bacterias beneficiosas en el intestino del bebé. Además, proporciona anticuerpos y otros componentes inmunitarios que ayudan a fortalecer el sistema inmunitario. Por lo que, siempre que sea posible (y no sea perjudicial para la madre o incompatible con sus actividades diarias), la lactancia materna sería deseable.
- **Diversidad alimentaria.** Siguiendo las recomendaciones de alimentación infantil, es importante introducir una variedad de alimentos sólidos, especialmente frutas, verduras, legumbres y granos enteros, puede promover una microbiota diversa y saludable. Los alimentos ricos en fibra son particularmente beneficiosos: los denominados prebióticos, alimentos de nuestra microbiota.





¿Qué hacer para promover una microbiota saludable en la infancia y fortalecer el sistema inmunitario? (2/2)

- **Evitar el uso innecesario de antibióticos.** El uso excesivo o inapropiado de antibióticos puede alterar la microbiota intestinal. Es importante utilizarlos solo cuando sea necesario y bajo supervisión médica.
- **Exposición a entornos naturales.** La exposición a diferentes ambientes, como parques y áreas rurales, puede aumentar la diversidad microbiana a la que un niño está expuesto, lo que puede ser beneficioso para su microbiota.
- **Interacción con animales.** Tener mascotas o interactuar con animales puede ayudar a diversificar la microbiota intestinal de los niños y fortalecer su sistema inmunitario.
- **Evitar productos procesados.** Limitar el consumo de alimentos ultraprocesados y azúcares añadidos puede ayudar a mantener un equilibrio saludable en la microbiota intestinal.
- **Actividad física.** Fomentar un estilo de vida activo puede tener efectos positivos sobre la composición de la microbiota intestinal.
- **Sueño adecuado.** Un buen patrón de sueño es esencial para el desarrollo general del niño y también puede influir en la salud de su microbiota.
- **Manejo del estrés.** Aunque es más difícil de controlar en los niños pequeños, crear un ambiente familiar positivo y reducir situaciones estresantes puede contribuir al bienestar general y a una microbiota saludable.
- **Evitar entornos tóxicos.** Como por ejemplo el humo del tabaco por fumadores convivientes con los niños.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Domínguez-Bello MG, et al. Delivery mode shapes the acquisition and structure of the initial microbiota across multiple body habitats in newborns. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2010, 107(26), 11971-11975. doi:10.1073/pnas.1002601107
2. Hollis JH, Hurst RD, et al. The role of breastfeeding in the development of the infant gut microbiome. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 2016, 62(4), 487-493. doi:10.1097/MPG.0000000000000955
3. Kalliomäki M, et al. Disturbed early intestinal microbiota and risk of atopic disease in infants. *Allergy* 2008, 63(9), 1155-1160. doi:10.1111/j.1398-9995.2008.01706.x
4. Rautava S, et al. Microbial colonization and its role in the development of the immune system. *Current Opinion in Pediatrics* 2012, 24(6), 748-753. doi:10.1097/MOP.0b013e328358c9f1
5. Scherer L, Scherer PE. The Role of Gut Microbiota in Health and Disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* 2019, 16(11), 657-670. doi:10.1038/s41575-019-0204-2
6. Yatsunen T, et al. Human gut microbiome viewed across age and geography. *Nature* 2012, 486(7402), 222-227. doi:10.1038/nature11053
7. Zhang Y, et al. Dietary fiber intake and gut microbiota composition in children: A systematic review. *Nutrients* 2020, 12(11), 3393.



¿Cómo influye la microbiota intestinal en la respuesta a las vacunas?

La microbiota intestinal tiene un impacto significativo en la respuesta inmunitaria del cuerpo, lo que incluye la respuesta a las vacunas. Una microbiota intestinal saludable y equilibrada puede mejorar la eficacia de las vacunas al optimizar la respuesta inmunitaria del organismo; por el contrario, un desequilibrio podría limitar su eficacia.

Entre otras funciones, la microbiota interviene en el efecto de las vacunas por:

- **La modulación del sistema inmunitario.** La microbiota intestinal ayuda a entrenar y regular el sistema inmunitario. Una microbiota equilibrada puede mejorar la capacidad del sistema inmunitario para reconocer y responder a los antígenos presentes en las vacunas.
- **La producción de metabolitos.** Las bacterias beneficiosas en el intestino producen metabolitos, como ácidos grasos de cadena corta, que pueden influir en la actividad de las células inmunitarias. Estos metabolitos pueden ayudar a potenciar la respuesta inmunitaria tras la vacunación.
- **Desarrollo de células inmunitarias.** La microbiota intestinal es fundamental para el desarrollo y maduración de ciertas células del sistema inmunitario, como los linfocitos T y B. Un desequilibrio en la microbiota podría afectar negativamente este proceso.
- **La interacción con células inmunitarias.** La microbiota puede interactuar directamente con las células del sistema inmunitario en el intestino, lo que puede afectar la forma en que el cuerpo responde a las vacunas. Una microbiota diversa y saludable puede facilitar una respuesta más robusta. En particular, componentes de paredes de la microbiota pueden actuar como activadores de la inmunidad innata y generar “inmunidad entrenada” durante el proceso de la vacunación.
- **Influencia en enfermedades autoinmunitarias y alérgicas.** Se ha asociado un desequilibrio en la microbiota con un mayor riesgo de enfermedades autoinmunitarias y alérgicas, lo que podría interferir con la respuesta a las vacunas
- **Influencia en la inflamación.** Un equilibrio adecuado de la microbiota puede ayudar a regular la inflamación en el cuerpo. Una respuesta inflamatoria adecuada es crucial para una buena respuesta a las vacunas.
- **Efecto en la memoria inmunitaria.** La microbiota también puede influir en la formación de mayor cantidad de células de memoria inmunitaria, que es esencial para una respuesta efectiva a futuras exposiciones al patógeno contra el que se vacuna.



¿Cuál es el papel de la microbiota en la protección contra patógenos?

Una microbiota equilibrada es fundamental para proteger al organismo contra infecciones y enfermedades, actuando como una primera línea de defensa frente a los patógenos.

La microbiota desempeña un papel crucial en la protección contra patógenos de varias maneras:

- **Competencia por recursos.** La microbiota ocupa nichos ecológicos y utiliza nutrientes que podrían ser aprovechados por patógenos. Al competir por estos recursos, limita el crecimiento y la colonización de microorganismos dañinos.
- **Producción de sustancias antimicrobianas.** Muchas bacterias beneficiosas producen compuestos antimicrobianos, como bacteriocinas y ácidos grasos de cadena corta, que inhiben el crecimiento de algunos patógenos.
- **Modulación del sistema inmunitario.** La microbiota interactúa con el sistema inmunitario, ayudando a entrenar y regular las respuestas inmunitarias. Esto puede

aumentar la capacidad del cuerpo para reconocer y combatir patógenos.

- **Mantenimiento de la integridad de la barrera intestinal.** Una microbiota saludable contribuye a la integridad de la mucosa intestinal, lo que ayuda a prevenir la translocación de patógenos y toxinas al torrente sanguíneo.
- **Producción de metabolitos beneficiosos.** Algunos metabolitos producidos por la microbiota tienen efectos antiinflamatorios y ayudan a mantener un ambiente intestinal saludable, lo que también contribuye a una mejor defensa contra infecciones.



¿Cómo influye la nutrición en el sistema inmunitario?

“ Los alimentos en general, y los nutrientes en particular, ejercen un papel importante en el desarrollo y preservación del sistema inmunitario.

Tener un adecuado estado nutricional permite mantener y reparar los sistemas indispensables para la defensa del organismo. Los tejidos, células y moléculas implicadas en el adecuado funcionamiento del sistema inmunitario requieren un aporte energético y estructural suficiente, ya que la producción y el recambio celular del sistema inmunitario tienen una tasa metabólica alta.

Mantener una dieta variada y rica en macro y micronutrientes es esencial para la salud y funcionalidad de nuestras células, incluyendo las del sistema inmunitario.

Adoptar hábitos alimenticios saludables ayuda a preparar al cuerpo para luchar contra agentes patógenos y reducir la inflamación excesiva. Es muy difícil que alimentos específicos ofrezcan una protección única.

Diversos micronutrientes son cruciales en diferentes fases de la respuesta inmunitaria: vitaminas, minerales, proteínas, aminoácidos, etc. Todos ellos se ingieren en una amplia gama de alimentos tanto vegetales como animales.

BIBLIOGRAFÍA:

López Plaza B, Bermejo López LM. Nutrición y trastornos del sistema inmunitario [Nutrition and immune system disorders]. Nutr Hosp. 2017 Oct 15;34(Suppl 4):68-71. Spanish. doi: 10.20960/nh.1575. PMID: 29156936.



¿Cómo afecta la malnutrición al sistema inmunitario?

“ La malnutrición ocurre cuando el organismo carece de nutrientes esenciales, en cantidad y/o calidad, lo que afecta el crecimiento y funciones de los diferentes órganos.

Las causas pueden deberse a una dieta inadecuada, malabsorción de nutrientes, factores económicos y enfermedades. La malnutrición debilita el sistema inmunitario, reduciendo su capacidad para defender el cuerpo contra infecciones.

La malnutrición influye en el sistema inmunitario a través de cambios metabólicos y epigenéticos que afectan la expresión genética.

Además, según el tipo de malnutrición (proteico-calórica o específica de un macro o micronutriente) se van a desregular funciones

de diferentes células innatas o adaptativas, lo que reduce la capacidad del sistema inmunitario para combatir adecuadamente la actuación de los patógenos.

Por otro lado, la malnutrición altera el equilibrio de la microbiota intestinal, lo que conduce a una disbiosis, que dificulta las funciones inmunorreguladoras en el intestino.

Estos efectos interconectados contribuyen a los resultados de inmunodepresión, lo que aumenta la vulnerabilidad de las personas a las infecciones y los problemas de salud.

BIBLIOGRAFÍA:

Morales F, Montserrat-de la Paz S, Leon MJ, Rivero-Pino F. Effects of Malnutrition on the Immune System and Infection and the Role of Nutritional Strategies Regarding Improvements in Children's Health Status: A Literature Review. *Nutrients*. 2023 Dec 19;16(1):1. doi: 10.3390/nu16010001. PMID: 38201831; PMCID: PMC10780435.



¿Qué tipos de malnutrición se identifican en España en la actualidad?

La malnutrición puede producirse por defecto o por exceso (la obesidad también es malnutrición).

En la actualidad, en España, la obesidad es el trastorno nutricional y metabólico más prevalente, ya que casi uno de cada dos niños presenta sobrepeso u obesidad (42,8% y 39,7%, respectivamente).¹

También hay una malnutrición escondida, oculta, que afecta a niños que pueden presentar un peso adecuado para su estatura, pero no ingieren suficiente cantidad de minerales o de vitaminas, porque comen muchos carbohidratos. Su peso es normal, pero están desnutridos; es lo que se denomina hambre oculta y se encuentra en familias con bajo poder adquisitivo.²

En el caso de los niños con enfermedades crónicas el riesgo de desnutrición es mayor debido a que pueden estar alterados uno o varios de los mecanismos implicados en el proceso de la nutrición.³

Cada vez más niños y adolescentes muestran un distanciamiento de patrones dietéticos variados y equilibrados, debido mayoritariamente a la predisposición familiar por dietas que se alejan de estas.

Los niños sometidos a este tipo de dietas (como el veganismo o vegetarianismo) deben ser remitidos a profesionales de la salud, ya que pueden causar en ellos inevitables e importantes deficiencias nutricionales.⁴

BIBLIOGRAFÍA:

1. Leis Trabazo R, Moreno Villares JM, Varela-Moreiras G, Gil Hernández Á. Estudio Nutricional en Población Infantil de España (EsNuPI). Nutr Hosp. 2021 Jan 13;37(Spec No2):3-7. Spanish. doi: 10.20960/nh.03348. PMID: 32993300. **2.** Entrevista a la Dra. Ascensión Marcos en <https://www.consumer.es/alimentacion/no-existen-superalimentos-hay-superestilo-vida>. **3.** A.B. Martínez Zazo y C. Pedrón Giner. Nutrición en el niño con enfermedades crónicas: cardiopatías, neumopatías y nefropatías. An Pediatr Contin. 2012;10(1):29-38. **4.** Lemale J, Mas E, Jung C, Bellaiche M, Tounian P; French-speaking Pediatric Hepatology, Gastroenterology and Nutrition Group (GFHGNP). Vegan diet in children and adolescents. Recommendations from the French-speaking Pediatric Hepatology, Gastroenterology and Nutrition Group (GFHGNP). Arch Pediatr. 2019 Oct;26(7):442-450. doi: 10.1016/j.arcped.2019.09.001. Epub 2019 Oct 12. PMID: 31615715.



¿Cómo afecta la obesidad al sistema inmunitario?

“ La obesidad se ha relacionado con la disfunción inmunitaria, después de observar tasas más altas de infecciones y problemas de cicatrización de heridas en sujetos obesos.

El exceso de grasa corporal se acompaña de niveles elevados en el recuento de leucocitos, neutrófilos, monocitos y linfocitos, pero con una menor proliferación celular inducida por mitógenos de células T y B.

Además, otros estudios han demostrado que la producción de anticuerpos tras la vacunación disminuye en pacientes obesos.

Incluso en niños se obtuvieron pruebas de respuestas inmunitarias mediadas por células deterioradas con la obesidad.

Considerando este panorama, está claro que la obesidad, como otras situaciones de malnutrición, perjudica la función inmunitaria.



¿Cómo se ve afectado el sistema inmunitario en niños con enfermedades crónicas?

El riesgo de desnutrición en niños con enfermedades crónicas es mayor que el de niños sanos, porque pueden presentar alteración en alguno de los mecanismos implicados en el proceso de la nutrición.

Los mecanismos implicados en la desnutrición de los niños con enfermedades crónicas son diversos:

- a) **ingesta inadecuada** (disminución del apetito y/o dificultad para la succión, masticación o deglución);
- b) **trastorno en la digestión-absorción y utilización de nutrientes** (alteración en el tracto digestivo, déficit de sustancias implicadas en la digestión y absorción de nutrientes, alteraciones endocrinas, etc.);
- c) **aumento de los requerimientos** (en algunos casos hasta 125-150% de las necesidades para su edad-peso); y
- d) **aumento de las pérdidas** (vómitos, esteatorrea, enteropatía, pérdida de proteínas, etc.)

Y la malnutrición, sea cual sea el origen provocará disfunciones inmunitarias debido a las carencias de macro y micronutrientes.

Además, algunas patologías crónicas de algunos órganos son inmunosupresoras por sí solas, agravando en estos casos la situación de niños con patologías hepáticas o respiratorias, por ejemplo.



¿Cómo afectan las dietas restrictivas al aporte de macro o micronutrientes con función inmunomoduladora?

La Sociedad Europea de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica (ESPGHAN) refiere que se ha de garantizar una ingesta adecuada de nutrientes cuando se usan dietas vegetarianas o veganas, fundamentalmente a medida que la dieta se vuelve más restringida.

Las dietas vegetarianas son ricas en fibra, magnesio, hierro férrico, ácido fólico, vitaminas C y E, ácidos grasos poliinsaturados n-6, carotenoides, flavonoides, y otros fitoquímicos y antioxidantes. Son más bajas en grasa total, ácidos grasos poliinsaturados n-3, colesterol, yodo, zinc, hierro ferroso y vitaminas B12 y D9.

La ingesta media de energía y proteínas cumple las recomendaciones con una proporción adecuada de macronutrientes y fibra. Se ha documentado una menor ingesta de DHA y EPA en vegetarianos con respecto a la población no vegetariana, aunque los efectos a largo plazo están por determinar. ¹

Sin embargo, las investigaciones muestran que las dietas vegetarianas/veganas fomentan una microbiota diferente en comparación con los

omnívoros, con solo una diferencia marginal entre veganos y vegetarianos.

Los cambios en la composición de la microbiota podrían deberse a diferencias en las bacterias consumidas directamente a través de los alimentos, diferencias en los sustratos consumidos, variaciones en el tiempo de tránsito a través del sistema gastrointestinal, pH, secreción del huésped influenciada por los patrones dietéticos y regulación de la expresión genética del propio huésped y/o su microbiota promoviendo el desarrollo de un sistema microbiano intestinal más diverso, o incluso la distribución de diferentes especies. ²

BIBLIOGRAFÍA:

1. Redecilla Ferreiro S, Moráis López A, Moreno Villares JM; en representación del Comité de Nutrición y Lactancia Materna de la AEP; Autores. Recomendaciones del Comité de Nutrición y Lactancia Materna de la Asociación Española de Pediatría sobre las dietas vegetarianas. An Pediatr (Engl Ed). 2020 May;92(5):306.e1-306.e6. Spanish. doi: 10.1016/j.anpedi.2019.10.013. Epub 2019 Dec 19. PMID: 31866234. 2. Tomova A, Bukovsky I, Rembert E, Yonas W, Alwarith J, Barnard ND, Kahleova H. The Effects of Vegetarian and Vegan Diets on Gut Microbiota. Front Nutr. 2019 Apr 17;6:47. doi: 10.3389/fnut.2019.00047. PMID: 31058160; PMCID: PMC6478664.



¿Cómo se puede fortalecer el sistema inmunitario a través de la dieta?

La dieta, y los nutrientes que ingerimos a través de ella, desempeñan un papel muy importante en el mantenimiento del sistema inmunitario, y es fácil apreciar que un aporte adecuado y equilibrado de estos nutrientes es esencial para generar una respuesta inmunitaria adecuada.

Una buena alimentación crea un entorno en el que el sistema inmunitario puede responder adecuadamente.

Por el contrario, una mala nutrición crea un entorno en el que el sistema inmunitario no puede responder bien.

Existe numerosa evidencia que demuestra que una deficiencia de nutrientes (ya sea en la “vida real” o inducidas experimentalmente) se acompaña de deficiencias de la inmunidad innata y adquirida, y de una mayor susceptibilidad a las infecciones y su gravedad.

Estas deficiencias inmunitarias, así como la susceptibilidad a las infecciones, se pueden revertir corrigiendo la deficiencia de nutrientes), lo que demuestra una relación causal entre la disponibilidad de nutrientes específicos y las

defensas inmunitarias.

Tanto es así, que la propia EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) permite alegaciones de salud sobre el “mantenimiento de las funciones del sistema inmunitario” para las vitaminas A, B6, B12, C, D y folato (vitamina B9) y para los oligoelementos zinc, hierro, selenio y cobre.



46

¿Qué efectos tiene el consumo de azúcar en la respuesta inmunitaria?

- “ El consumo excesivo de azúcares añadidos tiene efectos indirectos, pero potencialmente negativos sobre el sistema inmunitario.
- “ Una ingesta elevada de azúcar se asocia con inflamación crónica, obesidad, desequilibrios nutricionales, resistencia a la insulina y alteraciones de la microbiota intestinal, todo lo cual puede comprometer la función inmunitaria.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del **sistema inmunitario**
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Qué efectos tiene el consumo de alimentos ultraprocesados en el sistema inmunitario?

Los alimentos ultraprocesados son formulaciones cuyos ingredientes, mayoritariamente aditivos, contienen poco o nada de alimentos naturales, con el fin de alargar su vida útil y hacerlos altamente apetecibles.

Nutricionalmente no son alimentos recomendados para su consumo habitual. A medida que aumenta la ingesta de alimentos ultraprocesados, también aumenta la ingesta de grasas saturadas, azúcares libres y sodio, mientras que disminuye la ingesta de fibra, proteínas, potasio y antioxidantes.

La evidencia científica sugiere que una dieta rica en alimentos ultraprocesados se asocia a un mayor riesgo de desarrollar obesidad y otras enfermedades metabólicas crónicas.

El elevado consumo de azúcares simples y grasas saturadas en una dieta ultraprocesada provoca alteraciones en el estado redox, la microbiota intestinal y la respuesta inflamatoria.

La obesidad y todas las patologías que de ella se derivan, conocidas como enfermedades no transmisibles, que tienen en común una inflamación crónica de bajo grado, se asocian a una menor tolerancia inmunitaria y a un aumento del estrés oxidativo sistémico que, junto con el mencionado estado de inflamación, podría comprometer la integridad de la respuesta inmunitaria.

BIBLIOGRAFÍA:

Martínez Leo EE, Peñafiel AM, Hernández Escalante VM, Cabrera Araujo ZM. Ultra-processed diet, systemic oxidative stress, and breach of immunologic tolerance. Nutrition. 2021 Nov-Dec;91-92:111419. doi: 10.1016/j.nut.2021.111419. Epub 2021 Jul 19. PMID: 34399404.



¿Qué efectos tiene la ingesta de sal en la función del sistema inmunitario?

Históricamente, el papel de la ingesta de sal en la dieta en la inmunidad se asoció principalmente con el equilibrio osmótico y la homeostasis celular.

Sin embargo, **investigaciones recientes han revelado su intrincada participación en la modulación del sistema inmunitario, particularmente en el contexto de las funciones de los macrófagos.**

La evidencia emergente sugiere que la concentración de sal influye de manera crítica en el comportamiento y la funcionalidad de los macrófagos.

Se ha demostrado que las altas concentraciones de sal ejercen efectos profundos sobre los fenotipos de los macrófagos, alterando, por ejemplo, su estado de polarización y, en consecuencia, afectando las respuestas inmunitarias y la inmunidad entrenada ante ataques subsiguientes de antígenos.

Además, los niveles de sal también se han relacionado con cambios en las vías metabólicas de los macrófagos, incluida la glucólisis y la fosforilación oxidativa.

Un metabolismo celular alterado afecta significativamente las funciones de los macrófagos, afectando su capacidad fagocítica, la presentación de antígenos y la respuesta inmunitaria general.

Sin embargo, muchos de estos datos se han observado *in vitro*, y aunque hay datos que apuntan a que la ingesta prolongada de dietas ricas en sal puede alterar la funcionalidad *in vivo* de los macrófagos, se necesita mayor experimentación.

BIBLIOGRAFÍA:

Müller L, Nasr AR, Jux B, Mkdissi N, Trowbridge JW, Schmidt SV, Schultze JL, Quast T, Schulte-Schrepping J, Kolanus W, Mass E. Differential impact of high-salt levels *in vitro* and *in vivo* on macrophage core functions. *Mol Biol Rep.* 2024 Feb 24;51(1):343. doi: 10.1007/s11033-024-09295-x. PMID: 38400845; PMCID: PMC10894081.



¿Cómo afecta el consumo de lácteos fermentados al sistema inmunitario?

Se ha demostrado que la ingesta de lácteos fermentados modifica transitoriamente la microbiota intestinal debido a la supervivencia de especies externas.

Así, el consumo de yogur puede aumentar la cantidad de bacterias ácidolácticas en diferentes niveles del intestino humano y modificar las funciones de la microbiota intestinal. La presencia de lactobacilos en la dieta se ha asociado con una reducción en la actividad enzimática fecal humana de beta-glucuronidasa, nitroreductasa y ácido glicocólico reductasa y la excreción urinaria de p-cresol, entre otros cambios en las enzimas bacterianas. ¹

Algunos estudios han revelado que los beneficios de ingerir productos lácteos fermentados (p. ej., yogur en lugar de leche) son más beneficiosos en niños con diarrea, disminuyendo la proporción de fracasos clínicos.

Existe evidencia preliminar de que la inmunoestimulación por yogur fresco se asocia con una menor incidencia de ciertos tumores, trastornos gastrointestinales y afecciones alérgicas. En diferentes estudios in vitro, se ha demostrado que diferentes especies de *Lactobacillus* cuando

están vivas pueden promover la secreción de TNF- α , IL-1 β , IL-6 e IFN- γ , evidenciando que es necesaria la presencia de bacterias vivas para lograr un efecto potenciador de la respuesta inmunitaria específica. ²

Lactobacillus casei DN-114 001 ha demostrado que sobrevive al tracto gastrointestinal ³⁻⁵ y acumula numerosa evidencia sobre sistema inmunitario, mostrando beneficios en la reducción de la incidencia general de enfermedades de hasta un 19%. ⁵

BIBLIOGRAFÍA:

1. Rivero-Pino F, Casquete M, Castro MJ, Redondo Del Rio P, Gutierrez E, Mayo-Iscar A, Nocito M, Corell A. Prospective, Randomized, Double-Blind Parallel Group Nutritional Study to Evaluate the Effects of Routine Intake of Fresh vs. Pasteurized Yogurt on the Immune System in Healthy Adults. *Nutrients*. 2024 Jun 20;16(12):1969. doi: 10.3390/nu16121969. PMID: 38931322; PMCID: PMC11206341.
2. Oozeer R, Leplingard A, Mater DD, Mogenet A, Michelin R, Seksek I, Marteau P, Doré J, Bresson JL, Corthier G. Survival of *Lactobacillus casei* in the human digestive tract after consumption of fermented milk. *Appl Environ Microbiol*. 2006 Aug;72(8):5615-7. doi: 10.1128/AEM.00722-06. PMID: 16885316; PMCID: PMC1538725.
3. Guillemard E, Poirel M, Schäfer F, Quinquis L, Rossoni C, Keicher C, Wagner F, Szajewska H, Barbut F, Derrien M, Malferteiner P. A Randomised, Controlled Trial: Effect of a Multi-Strain Fermented Milk on the Gut Microbiota Recovery after *Helicobacter pylori* Therapy. *Nutrients*. 2021 Sep 11;13(9):3171. doi: 10.3390/nu13093171. PMID: 34579049; PMCID: PMC8466689.
4. FitzGerald J, Patel S, Eckenberger J, Guillemard E, Veiga P, Schäfer F, Walter J, Claesson MJ, Derrien M. Improved gut microbiome recovery following drug therapy is linked to abundance and replication of probiotic strains. *Gut Microbes*. 2022 Jan-Dec;14(1):2094664. doi: 10.1080/19490976.2022.2094664. PMID: 35916669; PMCID: PMC9348039.
5. Merenstein D, Murphy M, Fokar A, Hernandez RK, Park H, Nsouli H, Sanders ME, Davis BA, Niborski V, Tondou F, Shara NM. Use of a fermented dairy probiotic drink containing *Lactobacillus casei* (DN-114 001) to decrease the rate of illness in kids: the DRINK study. A patient-oriented, double-blind, cluster-randomized, placebo-controlled, clinical trial. *Eur J Clin Nutr*. 2010 Jul;64(7):669-77. doi: 10.1038/ejcn.2010.65. Epub 2010 May 19. PMID: 20485304; PMCID: PMC2906750.



¿Cómo afecta el consumo de alimentos ricos en proteínas al sistema inmunitario?

Las proteínas (y en concreto algunos aminoácidos esenciales como la glutamina y arginina) son imprescindibles para el funcionamiento del sistema inmunitario y una deficiencia puede afectar negativamente la función inmunitaria.

Como los anticuerpos son proteínas, su producción, crucial para la inmunidad adaptativa, puede verse comprometida, lo que lleva a una respuesta debilitada contra los patógenos. Las proteínas son esenciales para el correcto funcionamiento de las células inmunitarias, incluidas las células T y B, e influyen en la producción de citocinas que regulan las respuestas inmunitarias. El sistema del complemento, implicado en la inflamación y la destrucción de patógenos, también requiere suficiente proteína. Además, las proteínas contribuyen a la cicatrización de heridas y su deficiencia puede perjudicar la reparación de los tejidos.

La inmunidad, tanto humoral como celular, se ve gravemente comprometida en los casos de desnutrición proteico-energética, pero puede restablecerse con una dieta adecuada. Un estudio piloto sobre los efectos de los concentrados de proteína de origen vegetal en niños con

desnutrición proteico-energética observó mejoras en el sistema inmunitario. El propósito de este estudio era determinar cómo la suplementación podría afectar el estado nutricional y la inmunidad de los niños desnutridos (n = 80, edad media: 24,91 ± 11,13 meses), incluyendo la desnutrición proteico-energética, medida por antropometría, hemoglobina, niveles de ferritina, subpoblación de células T y proteína C reactiva. La intervención condujo a aumentos en el peso, el nivel de hemoglobina y el cociente de las subpoblaciones de células T CD4:CD8 (que es el mejor indicador de la salud inmunitaria de un individuo), y una disminución de la ferritina sérica.

Aunque se necesita confirmación utilizando una población más amplia, estos autores indican los efectos beneficiosos que la suplementación de proteína podrían tener sobre los sistemas inmunitarios de los niños desnutridos, acelerando la recuperación inmunitaria.

BIBLIOGRAFÍA:

Morales F, Montserrat-de la Paz S, Leon MJ, Rivero-Pino F. Effects of Malnutrition on the Immune System and Infection and the Role of Nutritional Strategies Regarding Improvements in Children's Health Status: A Literature Review. *Nutrients*. 2023 Dec 19;16(1):1. doi: 10.3390/nu16010001. PMID: 38201831; PMCID: PMC10780435.



¿Qué nutrientes impactan en el sistema inmunitario?

Una nutrición adecuada es fundamental para mantener el sistema inmunitario sano.

Una alimentación sana y equilibrada, que incluya todos los nutrientes, debe ser el factor de prevención más importante con el que contar y es una estrategia segura y rentable para promover una función inmunitaria óptima.

La ingesta de nutrientes es un factor crítico que influye en la fuerza de la respuesta inmunitaria, incluyendo las vitaminas A, D, C, E, B6 y B12, folato (B9), y oligoelementos como zinc, hierro y selenio.

Estos micronutrientes son fundamentales para la función de las células inmunitarias, la protección contra el estrés oxidativo (p. ej., zinc, vitamina C) y una respuesta inflamatoria saludable, mientras que algunos también tienen efectos antivirales (p. ej., zinc, vitamina D, selenio).

Por otra parte, los ácidos grasos omega-3 tienen un demostrado efecto antiinflamatorio y se han acumulado evidencias de su importancia en la reducción y severidad de brotes en patologías

inflamatorias tanto inmunomediadas como no. Su acción está mediada por una reducción en la síntesis de interleucinas proinflamatorias (IL-1 y TNF-alfa).

Igualmente hay macronutrientes con efectos beneficiosos sobre la respuesta inmunitaria, por lo que dietas que los excluyan pueden tener efectos perjudiciales. Entre otros, se trata de probióticos (bacterias ácido-lácticas entre otras) y prebióticos (alimentación natural de nuestra microbiota).

BIBLIOGRAFÍA:

Marcos A. Editorial: A Review of Micronutrients and the Immune System-Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients*. 2021 Nov 22;13(11):4180. doi: 10.3390/nu13114180. PMID: 34836435; PMCID: PMC8625324.



¿Cómo impactan los micronutrientes en el sistema inmunitario?

Cada etapa de la respuesta inmunitaria depende de la presencia de ciertos micronutrientes, que tienen funciones sinérgicas basadas en sus modos de acción complementarios.

En primer lugar, se requieren micronutrientes seleccionados (por ejemplo, vitaminas A, D, C, E y zinc) para garantizar la integridad estructural y funcional de las superficies externas e internas del cuerpo (es decir, la piel y todas las membranas mucosas), que forman barreras físicas y químicas que representan una primera línea de defensa contra los patógenos invasores. Los procesos de inmunidad innata mediados por células, como la proliferación, la diferenciación, la función y el movimiento de las células, así como la capacidad de desarrollar una reacción oxidativa eficaz, dependen de cantidades adecuadas de vitaminas A, D, C, E, B6 y B12, folato, y minerales como hierro, zinc, cobre, selenio y magnesio. De manera similar, las respuestas químicas, como la activación del sistema del complemento y la liberación de citocinas proinflamatorias, requieren ciertas

vitaminas y minerales (en particular, vitaminas A, D y C, zinc, hierro y selenio). La respuesta inflamatoria cierra la brecha entre la inmunidad innata y adaptativa, y está regulada por las vitaminas A, C, E y B6, así como por el hierro, el zinc y el cobre. Las respuestas inmunitarias adaptativas, que abarcan la inmunidad humoral y mediada por células, dependen nuevamente de la presencia de una variedad de micronutrientes en todas las etapas (es decir, proliferación, diferenciación y función de los linfocitos, y procesos inmunitarios humorales y celulares). Al mismo tiempo, los micronutrientes participan en la autoprotección de las células inmunitarias (a través de mecanismos antioxidantes, p. ej., vitaminas C y E, zinc, hierro, magnesio, cobre y selenio), acciones inhibitorias (vitaminas D, B6 y E) y eliminación de células agotadas a través de apoptosis y aclaramiento (limitando el daño tisular, p. ej., vitamina C).

BIBLIOGRAFÍA:

Gombart AF, Pierre A, Maggini S. A Review of Micronutrients and the Immune System-Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients*. 2020 Jan 16;12(1):236. doi: 10.3390/nu12010236. PMID: 31963293; PMCID: PMC7019735.



¿Cómo afecta el déficit de los principales micronutrientes al sistema inmunitario?

Es evidente que los micronutrientes son parte integral del sistema inmunitario y el organismo necesita niveles óptimos para una función inmunitaria eficaz.

Está bien establecido que las deficiencias manifiestas de micronutrientes pueden afectar negativamente al sistema inmunitario y predisponer a las personas a las infecciones.

Es probable que las deficiencias marginales también estén asociadas con un mayor riesgo de infecciones, aunque el efecto puede ser menos pronunciado que el observado con deficiencias manifiestas.

La ingesta dietética de varios micronutrientes es inadecuada en todo el mundo, incluidos los países industrializados, lo que puede aumentar el riesgo de infección.

Además, cada vez hay más evidencia que sugiere que una mayor ingesta de algunos micronutrientes por encima de la dosis diaria recomendada puede ayudar a optimizar o maximizar la función inmunitaria y, por lo tanto, mejorar la resistencia a las infecciones.

Por lo tanto, existe una brecha entre las recomendaciones de ingestas dietéticas y los niveles para una función inmunitaria óptima, lo que proporciona una justificación para complementar la dieta con micronutrientes con el fin de ayudar a reforzar el sistema inmunitario y reducir el riesgo de infección.

Entre los déficits nutricionales más comunes en nuestro entorno están los de selenio y zinc, entre los minerales y el de vitamina D.

BIBLIOGRAFÍA:

Gombart AF, Pierre A, Maggini S. A Review of Micronutrients and the Immune System-Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients*. 2020 Jan 16;12(1):236. doi: 10.3390/nu12010236. PMID: 31963293; PMCID: PMC7019735.



¿Cuál es la relación entre la vitamina D y el sistema inmunitario?

En España, en individuos mayores de 65 años se han descrito concentraciones de vitamina D (25OHD) por debajo de 20 ng/ml en un 80-100% de las personas, y en población menor de 65 años el déficit alcanza al 40% de la población española. ¹

La vitamina D puede disminuir el riesgo de infecciones por diversos mecanismos, que incluyen el de participar en la integridad de una barrera física y mejorar la inmunidad innata celular y/o la adaptativa. El efecto de barrera se ejercería mediante la estimulación de genes que codifican proteínas relacionadas con la integridad y las uniones celulares. ²

Con relación al sistema inmunitario propiamente dicho, se ha podido establecer que células especializadas en defensa como macrófagos, monocitos, células dendríticas, linfocitos T y B expresan VDR y enzimas para la síntesis de vitamina D. ²

Con relación a la vitamina D y su acción sobre la inmunidad adaptativa, esta se realiza por supresión de las respuestas mediadas por células T *helper* tipo 1 (Th1), reduciendo la producción de las citocinas proinflamatorias como interleucina-2 (IL-2) e INF-18. Asimismo, promueve la producción de citocinas antiinflamatorias por las células Th2, colaborando con la inhibición de Th1, y la inducción de células

regulatorias T (Treg). ² La evidencia sugiere que la vitamina D es capaz de promover la diferenciación de las células Treg, con los consiguientes aumentos funcionales en la síntesis de IL-10 y otros inmunorreguladores. ³

Además, los linfocitos Treg (que son inhibidores universales de la inmunidad adaptativa) ejercen su influencia sobre la respuesta autoinmunitaria inhibiendo la polarización hacia linfocitos Th17 directamente implicados, mediante la producción de las citocinas con mayor efecto proinflamatorio, como la interleucina-17 (IL-17). Además, las Th17 también secretan otras citocinas inflamatorias tipo IL-21, IL-22 o TNF- α . ⁴

BIBLIOGRAFÍA:

1. Varsavsky M, Rozas Moreno P, Becerra Fernández A, Luque Fernández I, Quesada Gómez JM, Ávila Rubio V, García Martín A, Cortés Berdonces M, Naf Cortés S, Romero Muñoz M, Reyes García R, Jódar Gimeno E, Muñoz Torres M; en representación del Grupo de Trabajo de Osteoporosis y Metabolismo Mineral de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición. Recommended vitamin D levels in the general population. *Endocrinol Diabetes Nutr.* 2017 Mar;64 Suppl 1:7-14. English, Spanish. doi: 10.1016/j.endinu.2016.11.002. Epub 2017 Feb 15. PMID: 28440763.
2. Mansur JL, Tajer C, Mariani J, Inserra F, Ferder L, Manucha W. Vitamin D high doses supplementation could represent a promising alternative to prevent or treat COVID-19 infection. *Clin Invest Arterioscler.* 2020 Nov-Dec;32(6):267-277. English, Spanish. doi: 10.1016/j.arteri.2020.05.003. Epub 2020 May 29. PMID: 32718670; PMCID: PMC7256522.
3. L Bishop E, Ismailova A, Dimeloe S, Hewison M, White JH. Vitamin D and Immune Regulation: Antibacterial, Antiviral, Anti-Inflammatory. *JBMR Plus.* 2020 Sep 15;5(1):e10405. doi: 10.1002/jbm4.10405. PMID: 32904944; PMCID: PMC7461279.
4. Korn, T., Bettelli, E., Oukka, M., & Kuchroo, V. K. (2009). IL-17 and Th17 Cells. *NCBI, Annu. Rev. Immunology*, 27, 485-517. https://revbigo.webs.uvigo.es/images/revbigo/2017/Revbigo_2017_04.pdf



55

¿Cuál es la dosis diaria recomendada de vitamina D para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

La EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) establece las siguientes recomendaciones de ingesta adecuada de vitamina D (en forma de ergocalciferol [vitamina D2] y colecalciferol [vitamina D3]) en población infantil:

RECOMENDACIONES DE LA EFSA DE INGESTA DE VITAMINA D EN POBLACIÓN INFANTIL

0-11 MESES	10 µg/día
ENTRE 1 Y 17 AÑOS	15 µg/día

Se establece un límite máximo de ingesta de vitamina D de 25, 50 y 100 µg/día para población infantil de 0-11 meses, 1-10 años y 11-17 años respectivamente.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Cómo influye la exposición solar en los niveles de vitamina D y la función inmunitaria?

El 80-90% de la vitamina D se obtiene por exposición al sol.

Existe controversia en cuanto a cuál es la cantidad de exposición al sol recomendable para obtener unos correctos niveles de vitamina D.

Aun pudiendo no ser suficientes, las recomendaciones oficiales actuales consideran que, para alcanzar unos niveles mínimos de suficiencia de vitamina D en sangre y de forma segura, sin aumentar el riesgo de desarrollar algún cáncer de piel, basta con una exposición al sol de 15 minutos y 3 días a la semana, de mayo a octubre en una latitud como la española. El resto podemos obtenerlo a través de la dieta.

El grupo de expertos que desarrolla esta Guía considera que esta recomendación deberá modularse en función de:

- **La superficie de piel expuesta:** salvo en los meses de calor más extremo, en los que es menos recomendable la exposición al sol por el elevado índice de radiación solar, la

superficie de piel que se expone al sol suele ser insuficiente.

- **De la hora y la incidencia de la radiación solar:** se considera que no es suficiente si se hace entre las 9-10h de la mañana, ni entre 18-19h de la tarde, ni entre las 12-14h si se lleva un bloqueador solar de pantalla total.
- **Del fototipo de piel:** para pieles morenas/oscuras, en latitudes como las de España, la exposición al sol debería ser superior a la de la recomendación (15 minutos al día).
- **La presencia de sombra al exterior interfiere** en la posibilidad de incidir la radiación UVB sobre la piel para estimular la síntesis de vitamina D.



57

¿Qué alimentos contienen vitamina D?

No es fácil encontrar alimentos con alto contenido en vitamina D que nos ayuden a alcanzar la ingesta diaria recomendada.

Los que más destacan por su cantidad de vitamina D son los pescados grasos, como el atún, las sardinas y boquerones, el salmón, o el bacalao.

CONTENIDO DE VITAMINA D EN μ G (MICROGRAMOS) POR 100 GRAMOS DE PORCIÓN COMESTIBLE

ACEITE DE HÍGADO DE BACALAO	210
ATÚN	25
CONSERVAS DE PESCADO	20
SALMÓN	8
MARGARINA ENRIQUECIDA	7,94
SARDINA	7,9
BOQUERONES	7
HUEVOS	1,75
QUESO CURADO	0,9
MANTEQUILLA	0,7
NATA	0,28
LECHE ENTERA	0,1
QUESO FRESCO	0,1
YOGUR ENTERO	0,08

FUENTE: Mataix J. Tabla de composición de alimentos. Ed Universidad de Granada; 2003. p. 67-362. y BEDCA.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Academia Española de Nutrición y Dietética
<https://www.academianutricionydietetica.org/que-comer/alimentos-con-vitamina-d/>



¿Cuál es la relación entre la vitamina B6 y el sistema inmunitario?

“ La vitamina B6 o piridoxina es una vitamina hidrosoluble que tiene diferentes funciones en relación con el sistema inmunitario.

Funciones de la vitamina B6 en relación con el sistema inmunitario:

- Está involucrada en la regulación inmunitaria intestinal (p. ej., mediando la migración de linfocitos al intestino), lo que refuerza la barrera intestinal.
- Mantiene o mejora la actividad citotóxica de las células NK.
- Participa en la síntesis endógena y el metabolismo de los aminoácidos, los componentes básicos de las citocinas; ayuda a regular la inflamación (los niveles más altos de la forma activa dan como resultado tasas más bajas de inflamación).
- Participa en la proliferación, diferenciación, maduración y actividad de los linfocitos; mantiene la respuesta inmunitaria Th1.
- Es necesaria para la síntesis endógena y el metabolismo de los aminoácidos, los componentes básicos de los anticuerpos; inhibe la actividad mediada por citocinas Th2.

BIBLIOGRAFÍA:

Gombart AF, Pierre A, Maggini S. A Review of Micronutrients and the Immune System-Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients*. 2020 Jan 16;12(1):236. doi: 10.3390/nu12010236. PMID: 31963293; PMCID: PMC7019735.



59

¿Qué alimentos contienen vitamina B6?

Las fuentes principales de vitamina B6 son las carnes, los lácteos, derivados de cereales integrales, frutos secos y legumbres.

Tabla de alimentos ricos en vitamina B6. Miligramos por cada 100 g de porción comestible del producto.

CONTENIDO DE VITAMINA B6 EN MG POR 100 GRAMOS DE PORCIÓN COMESTIBLE	VITAMINA B6 (MG)
SARDINAS	0,96
SALMÓN, LANGOSTA, BOGAVANTE...	0,75
NUECES	0,73
LENTEJAS	0,6
LENGUADO	0,6
JUDÍAS BLANCAS, GARBANZOS...	0,6
HÍGADO	0,53
PLÁTANO	0,51
POLLO Y GALLINA	0,5
ATÚN, BONITO, BESUGO, TRUCHA...	0,46
CARNE MAGRA DE CERDO	0,45
MORCILLA	0,44
AGUACATE	0,42
MAÍZ	0,4
JAMÓN COCIDO	0,36

BIBLIOGRAFÍA:

Academia Española de Nutrición y Dietética
<https://www.academianutricionydietetica.org/glosario/piridoxina/>
Alimentos ricos en vitamina B6 o piridoxina. Nutrición y salud. Clínica Universidad Navarra. <https://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana/nutricion/alimentos-ricos-vitamina-b6>. Accessed 14/10/2024

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



60

¿Cuál es la dosis diaria recomendada de vitamina B6 para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

La EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) establece las siguientes recomendaciones de ingesta de vitamina B6 en población infantil:

RECOMENDACIONES DE LA EFSA DE INGESTA DE VITAMINA B6 EN POBLACIÓN INFANTIL

ENTRE 1 Y 3 AÑOS	0,5 mg/día
ENTRE 4 Y 6 AÑOS	0,6 mg /día
ENTRE 7 Y 10 AÑOS	0,9 mg /día
ENTRE 11 Y 14 AÑOS	1,2 mg /día
ENTRE 15 Y 17 AÑOS	1,3 mg /día/chicas 1,5 mg/día/chicos

Se establece un límite máximo de ingesta de vitamina B6 de 5, 7, 10, 15 y 20 mg/día para población infantil de 1-3, 4-6, 7-10, 11-14 y 15-17 años respectivamente.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



61

¿Cuál es la relación entre la vitamina B9 (ácido fólico) y el sistema inmunitario?

La vitamina B9 o ácido fólico es un poderoso donador de grupos metilo, participa en múltiples procesos y es inmunitariamente determinante de la supervivencia de las células T reguladoras, ya que éstas expresan el receptor 4 de folato (FR4).¹

La disminución de B9 induce la apoptosis de las células T reguladoras, provocando una mayor inflamación intestinal y modulación del sistema inmunitario.¹

Entre sus principales funciones, destaca:²

- Participa en la regulación inmunitaria intestinal (el folato es esencial para la supervivencia de las células T reguladoras en el intestino delgado), lo que refuerza la barrera intestinal.
- Mantiene o mejora la actividad citotóxica de las células NK.
- Apoya la respuesta inmunitaria mediada por Th 1.
- Es importante para la producción y el metabolismo de anticuerpos.
- Es importante para una respuesta suficiente de anticuerpos a los antígenos.

BIBLIOGRAFÍA:

1. García-Montero C, Fraile-Martínez O, Gómez-Lahoz AM, Pekarek L, Castellanos AJ, Noguerales-Fraguas F, Coca S, Guijarro LG, García-Honduvilla N, Asúnsolo A, Sanchez-Trujillo L, Lahera G, Bujan J, Monserrat J, Álvarez-Mon M, Álvarez-Mon MA, Ortega MA. Nutritional Components in Western Diet Versus Mediterranean Diet at the Gut Microbiota-Immune System Interplay. Implications for Health and Disease. *Nutrients*. 2021 Feb 22;13(2):699. doi: 10.3390/nu13020699. PMID: 33671569; PMCID: PMC7927055. **2.** Gombart AF, Pierre A, Maggini S. A Review of Micronutrients and the Immune System-Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients*. 2020 Jan 16;12(1):236. doi: 10.3390/nu12010236. PMID: 31963293; PMCID: PMC7019735.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



62

¿Qué alimentos contienen vitamina B9?

El ácido fólico, o vitamina B9, se encuentra en alimentos como vísceras (hígado y riñón) verduras de hoja verde, huevos y lácteos.

Tabla de alimentos ricos en vitamina B9. Microgramos por cada 100 g de porción comestible del producto.

CONTENIDO DE VITAMINA B9 EN μG POR 100 GRAMOS DE PORCIÓN COMESTIBLE	VITAMINA B9 (μG)
SOJA	240
PIPAS DE GIRASOL	227
HÍGADO	192
JUDÍAS BLANCAS, PINTAS, ETC., GARBANZOS	187-180
ACELGAS, ESPINACAS	140
GRELOS Y NABIZAS	110
CACAHUETES, ALMENDRAS, AVELLANAS	110-96
PUERRO	103
REMOLACHA	90
COLES Y REPOLLO	79
GUISANTES VERDES (FRESCOS Y CONGELADOS), HABAS	78
NUECES	77
RIÑONES	77
COLIFLOR, JUDÍAS VERDES	60-69
PISTACHOS	58

BIBLIOGRAFÍA:

Academia Española de Nutrición y Dietética. <https://www.academianutricionydietetica.org/glosario/acido-folico/> Alimentos ricos en vitamina B9 o ácido fólico. Nutrición y salud. Clínica Universidad Navarra. <https://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana/nutricion/alimentos-ricos-vitamina-b9>. Accessed 14/10/2024

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



63

¿Cuál es la dosis diaria recomendada de vitamina B9 para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

La EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) establece las siguientes recomendaciones de ingesta de vitamina B9 en población infantil:

RECOMENDACIONES DE LA EFSA DE INGESTA DE VITAMINA B9 EN POBLACIÓN INFANTIL

ENTRE 1 Y 3 AÑOS	90 µg/día
ENTRE 4 Y 6 AÑOS	110 µg/día
ENTRE 7 Y 10 AÑOS	160 µg/día
ENTRE 11 Y 14 AÑOS	210 µg/día
ENTRE 15 Y 17 AÑOS	250 µg/día

Se establece un límite máximo de ingesta de vitamina B9 de 200, 300, 400, 600 y 800 µg/día para población infantil de 1-3, 4-6, 7-10, 11-14 y 15-17 años respectivamente.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Cuál es la relación entre la vitamina C y el sistema inmunitario?

La vitamina C es un micronutriente esencial para el ser humano, con funciones pleiotrópicas relacionadas con su capacidad para donar electrones. Es un potente antioxidante y cofactor de una familia de enzimas biosintéticas y reguladoras de genes.

Entre sus principales funciones destacan: ^{1,2}

- Promueve la síntesis de colágeno y protege las membranas celulares del daño causado por los radicales libres, lo que favorece la integridad de las barreras epiteliales; mejora la diferenciación de queratinocitos y la síntesis de lípidos, así como la proliferación y migración de fibroblastos.
- Participa en la proliferación, función y movimiento de neutrófilos, monocitos, fagocitos; mantiene o mejora las actividades de las células NK y la quimiotaxis; mejora la fagocitosis y la generación de ROS, mejora la eliminación microbiana; participa en la apoptosis y la eliminación de neutrófilos gastados de los sitios de infección por macrófagos; atenúa la formación de trampas extracelulares (NET), reduciendo así el daño tisular asociado.
- Los niveles altos pueden mejorar los efectos antimicrobianos; aumenta los niveles séricos de proteínas del complemento; tiene un papel en la producción de IFN γ .
- Mantiene la homeostasis redox dentro de las células y protege contra ROS y RNS durante el estallido oxidativo; regenera otros antioxidantes importantes, como el glutatión y la vitamina E, a su estado activo; modula la producción de

citocinas y disminuye los niveles de histamina.

- Interviene en la producción, diferenciación y proliferación de células T, en particular de células T citotóxicas.
- Promueve la proliferación de linfocitos, lo que aumenta la generación de anticuerpos.

El déficit de vitamina C se ha asociado con deficiencias inmunitarias y una mayor susceptibilidad a más infecciones, y la suplementación con vitamina C parece marginalmente útil para prevenir y tratar infecciones (dosis de 6-8 g de vitamina C al día han demostrado una relación dosis-respuesta, estadísticamente significativa, de disminución de la duración de los síntomas del resfriado común). ³

Recientemente, varios estudios han puesto de relieve los efectos inmunitarios de la vitamina C, históricamente una de las vitaminas más estudiadas en el campo de la inmunonutrición. ³

BIBLIOGRAFÍA:

1. Carr AC, Maggini S. Vitamin C and Immune Function. *Nutrients*. 2017 Nov 3;9(11):1211. doi: 10.3390/nu9111211. PMID: 29099763; PMCID: PMC5707683.
2. Gombart AF, Pierre A, Maggini S. A Review of Micronutrients and the Immune System-Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients*. 2020 Jan 16;12(1):236. doi: 10.3390/nu12010236. PMID: 31963293; PMCID: PMC7019735.
3. Hemilä H. Vitamin C and Infections. *Nutrients*. 2017 Mar 29;9(4):339. doi: 10.3390/nu9040339. PMID: 28353648; PMCID: PMC5409678.



65

¿Qué alimentos contienen vitamina C?

Las frutas y verduras son las mejores fuentes de vitamina C.

Para ingerir las cantidades recomendadas de vitamina C, se deben consumir alimentos variados como:

CONTENIDO DE VITAMINA C (MG) POR 100 GRAMOS DE ALIMENTO	
PEREJIL	200
PIMIENTO	120
COL DE BRUSELAS	100
BERRO	87
PAPAYA	82
KIWI	71
FRESAS, LICI	60
NARANJA, LIMÓN	50
COLIFLOR	50
COL	49
CABALLA	47
POMELO	40
TOMATE	38
MANGO	37
ESPÁRRAGOS	33
MANDARINA	30
ESPINACAS	30
CEBOLLA, HABAS TIERNAS	28
PIÑA	27
GUISANTES	25
MORAS	24
AGUACATE, CHIRIMOYA	20
ACELGAS, PUERROS	20

BIBLIOGRAFÍA:

Academia Española de Nutrición y Dietética
<https://fundaciondelcorazon.com/nutricion/nutrientes/814-vitamina-c.html>

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
 sobre el cuidado del sistema inmunitario
 de los más pequeños durante el curso escolar



66

¿Cuál es la dosis diaria recomendada de vitamina C para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

La EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) establece las siguientes recomendaciones de ingesta de vitamina C en población infantil:

RECOMENDACIONES DE LA EFSA DE INGESTA DE VITAMINA C EN POBLACIÓN INFANTIL	
ENTRE 1 Y 3 AÑOS	15 mg/día
ENTRE 4 Y 6 AÑOS	25 mg/día
ENTRE 7 Y 10 AÑOS	40 mg/día
ENTRE 11 Y 14 AÑOS	60 mg/día
ENTRE 15 Y 17 AÑOS	75 mg/día/chicas 85 mg/día/chicos

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Cuál es la relación entre la vitamina A y el sistema inmunitario?

La vitamina A (retinol, ácido retinoico) es una vitamina liposoluble que se encuentra presente en forma natural en los alimentos.

La vitamina A es importante para la visión normal, el sistema inmunitario, la reproducción, además del crecimiento y el desarrollo.

Las principales funciones de la vitamina A en relación con el sistema inmunitario son:

- Interviene en la diferenciación normal del tejido epitelial; la vitamina A, o retinol, es esencial para imprimir a las células T y B la especificidad de localización intestinal y dirigir las células T y las células IgA+ a los tejidos intestinales, importante para la respuesta inmunitaria intestinal, por lo que refuerza la barrera intestinal; los carotenoides (ya sean provitamina A o carotenoides no provitamina A) tienen acciones inmunorreguladoras que incluyen la reducción de los efectos tóxicos de las ROS y la regulación de la fluidez de la membrana y la comunicación por unión estrecha.
- Regula la cantidad y la función de las células NK.
- Regula a la baja la producción de IFN γ .
- Ayuda a regular la producción de IL-2 y del proinflamatorio TNF- α , que activa la acción microbiana de los macrófagos; participa en la actividad fagocítica y de estallido oxidativo de los macrófagos activados durante la inflamación.
- Mejora la conversión dependiente de TGF- β de las células T vírgenes en células T reguladoras.
- Interviene en el desarrollo y diferenciación de las células Th1 y Th2; mantiene la respuesta Th2, mediada por anticuerpos, normal al suprimir la producción de IL-12, TNF- α e IFN- γ de las células Th1.
- Interviene en el funcionamiento normal de las células B, necesario para la generación de respuestas de anticuerpos al antígeno; requerido para las respuestas de anticuerpos IgA mediadas por células B a los antígenos polisacáridos bacterianos.

BIBLIOGRAFÍA:

Gombart AF, Pierre A, Maggini S. A Review of Micronutrients and the Immune System-Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients*. 2020 Jan 16;12(1):236. doi: 10.3390/nu12010236. PMID: 31963293; PMCID: PMC7019735.



¿Qué alimentos contienen vitamina A?

Las fuentes de vitamina A (retinol) son únicamente de origen animal:

- Manteca, mantequilla, leche entera, pescados grasos, hígado, huevos y quesos.
- Existen otros compuestos de origen vegetal, como algunos carotenos, que una vez ingeridos pueden convertirse en retinol.

Tabla de alimentos ricos en vitamina A.
Microgramos por cada 100 g de porción comestible del producto.

CONTENIDO DE VITAMINA A EN μG POR 100 GRAMOS DE PORCIÓN COMESTIBLE	VITAMINA A (μG)
HÍGADO	13.540
FOIE-GRAS Y PATÉS	8.300
ZANAHORIAS	1.333
GRELOS Y NAIZAS	1.000
ANGUILA Y ANGULA	1.000
ESPINACAS	942
MARGARINA	900
MANTEQUILLA	828
BONIATO Y BATATA	667
NATA	500
CONGRIO Y PEZ ESPADA	500
QUESO GALLEGO	420
QUESO MANCHEGO CURADO	357
ACELGAS	338
TOMATE AL NATURAL	333

BIBLIOGRAFÍA:

Academia Española de Nutrición y Dietética
<https://www.academianutricionydietetica.org/glosario/vitamina-a/>
 Alimentos ricos en vitamina A o retinol. Nutrición y salud. Clínica U. Navarra.
[https://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana/nutricion/alimentos-ricos-vitamina-a.](https://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana/nutricion/alimentos-ricos-vitamina-a)
 Accessed 14/10/2024



69

¿Cuál es la dosis diaria recomendada de vitamina A para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

La EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) establece las siguientes recomendaciones de ingesta de vitamina A* en población infantil:

RECOMENDACIONES DE LA EFSA DE INGESTA DE VITAMINA A EN POBLACIÓN INFANTIL

ENTRE 1 Y 3 AÑOS	205 µg ER/día
ENTRE 4 Y 6 AÑOS	245 µg ER/día
ENTRE 7 Y 10 AÑOS	320 µg ER/día
ENTRE 11 Y 14 AÑOS	480 µg ER/día
ENTRE 15 Y 17 AÑOS	490 µg ER/día/chicas 580 µg ER/día/chicos

Se establece un límite máximo de ingesta de vitamina A de 800, 1100, 1500, 2000 y 2600 µg ER/día para población infantil de 1-3, 4-6, 7-10, 11-14 y 15-17 años respectivamente.

*Las ingestas recomendadas se relacionan con la vitamina A en forma de retinol, ésteres de retinilo y carotenoides de provitamina A. ER: equivalente de retinol. Los carotenoides provitamina A tienen una biodisponibilidad menor que el retinol. Para tener en cuenta estas diferencias, se han introducido los ER y se han definido como 1 µg de ER = 1 µg de retinol = 6 µg de β-caroteno = 12 µg de otros carotenoides con actividad de provitamina A.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Cuál es la relación entre la vitamina E y el sistema inmunitario?

“ La vitamina E (tocoferol) es una vitamina liposoluble presente en muchos alimentos, principalmente, de origen vegetal.

Las principales funciones de la vitamina E en relación con el sistema inmunitario son:

- Protege las membranas celulares del daño causado por los radicales libres y apoya la integridad de las barreras epiteliales.
- Mantiene o mejora la actividad citotóxica de las células NK; inhibe la producción de PGE2 por los macrófagos (protegiendo así indirectamente la función de las células T).
- Es un importante antioxidante liposoluble que obstaculiza la reacción en cadena inducida por los radicales libres (efecto de ruptura de la cadena) y protege a las células contra ellos; mejora la producción de IL-2.
- Mejora la proliferación de linfocitos y las funciones mediadas por células T; optimiza y mejora la respuesta Th1; suprime la respuesta Th2.
- Ayuda a formar sinapsis inmunitarias efectivas entre las células presentadoras de antígeno y las células Th; aumenta la proporción de células T de memoria con experiencia en antígenos.

BIBLIOGRAFÍA:

Gombart AF, Pierre A, Maggini S. A Review of Micronutrients and the Immune System-Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients*. 2020 Jan 16;12(1):236. doi: 10.3390/nu12010236. PMID: 31963293; PMCID: PMC7019735.



¿Qué alimentos contienen vitamina E?

La vitamina E (tocoferoles) está presente principalmente en el germen de trigo, frutos secos y en los aceites de maíz, oliva, soja y girasol.

Tabla de alimentos ricos en vitamina E.

ALIMENTOS	VITAMINA E (MG)
ACEITE DE GIRASOL	48,70
AVELLANAS	26,20
ALMENDRAS	20,00
ACEITE DE MAÍZ	11,20
ACEITE DE SOJA	10,10
TURRONES Y MAZAPANES	9,10
CACAHUETES	8,10
MARGARINA	8,00
ATÚN, BONITO, CABALLA Y OTROS (CONSERVAS EN ACEITE)	6,30
PISTACHOS	5,20
ACEITE DE OLIVA	5,10
MAYONESA COMERCIAL	4,90
AGUACATE	3,20
BESUGO	2,60
ESPÁRRAGOS	2,50
CALAMARES Y SIMILARES	2,40
SALMÓN Y REO	2,23
MANTEQUILLA	2,00
ESPINACAS	2,00

BIBLIOGRAFÍA:

Academia Española de Nutrición y Dietética:

<https://www.academianutricionydietetica.org/glosario/tocoferoles/>

<https://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana/nutricion/alimentos-ricos-vitamina-e/>

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



72

¿Cuál es la dosis diaria recomendada de vitamina E para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

La EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) establece las siguientes recomendaciones de ingesta de vitamina E en población infantil:

RECOMENDACIONES DE LA EFSA DE INGESTA DE VITAMINA E EN POBLACIÓN INFANTIL	
ENTRE 1 Y 2 AÑOS	6 mg/día
ENTRE 3 Y 9 AÑOS	9 mg/día
ENTRE 10 Y 17 AÑOS	11 mg/día/chicas 13 mg/día/chicos

Se establece un límite máximo de ingesta de vitamina E de 100, 120, 160, 220 y 260 mg/día para población infantil de 1-3, 4-6, 7-10, 11-14 y 15-17 años respectivamente.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



73

¿Qué papel juega el hierro en la regulación del sistema inmunitario?

“ El hierro (Fe) es crucial para varias funciones vitales del cuerpo, incluyendo la eritropoyesis, el metabolismo energético celular y el desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario.

La deficiencia de hierro puede afectar la proliferación de células B, la función de los linfocitos T y las respuestas de anticuerpos, todo lo cual puede ser corregido mediante la suplementación con hierro.

Por otro lado, un exceso de hierro puede aumentar la disponibilidad de este mineral para patógenos invasores, lo que puede incrementar la morbilidad y mortalidad asociadas a infecciones.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Weyh C, Krüger K, Peeling P, Castell L. The Role of Minerals in the Optimal Functioning of the Immune System. *Nutrients*. 2022 Feb 2;14(3):644. doi: 10.3390/nu14030644. PMID: 35277003; PMCID: PMC8840645.



74

¿Cómo afecta la deficiencia de hierro al sistema inmunitario en los niños?

“ La deficiencia de hierro en niños puede llevar a una inmunocompetencia reducida, lo cual se manifiesta en una menor proliferación de linfocitos B y T, así como en respuestas de anticuerpos debilitadas.

En estudios realizados, la suplementación con hierro en niños de bajos recursos mostró mejoras significativas en su inmunocompetencia, reduciendo la morbilidad y aumentando los días sin enfermedades.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Weyh C, Krüger K, Peeling P, Castell L. The Role of Minerals in the Optimal Functioning of the Immune System. *Nutrients*. 2022 Feb 2;14(3):644. doi: 10.3390/nu14030644. PMID: 35277003; PMCID: PMC8840645.



75

¿Qué alimentos contienen hierro?

Tabla de alimentos ricos en hierro.

FUENTES VEGETALES	HIERRO (MG)
200 G DE REBOZUELOS AL VAPOR	11,6
150 G DE ESPINACAS AL VAPOR	4,6
60 G PISTACHOS	4,4
60 G DE ANACARDOS	3,8
150 G DE ACELGAS COCIDAS AL VAPOR	3,6
150 G DE GARBANZOS EN CONSERVA	3,3
100 G DE TOFU	2,8
250 G DE GUISANTES COCIDOS AL VAPOR	2,5

FUENTES ANIMALES	HIERRO (MG)
125 G DE HÍGADO DE CERDO COCIDO	24,4
125 G HÍGADO DE TERNERA COCIDO	11,3
125 G HÍGADO DE RES	9,7
150 G DE CIERVO COCIDO	5,1
150 G DE TERNERA COCIDA	3,9

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Weyh C, Krüger K, Peeling P, Castell L. The Role of Minerals in the Optimal Functioning of the Immune System. *Nutrients*. 2022 Feb 2;14(3):644. doi: 10.3390/nu14030644. PMID: 35277003; PMCID: PMC8840645.



76

¿Cuál es la dosis diaria recomendada de hierro para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

La EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) establece las siguientes recomendaciones de ingesta de hierro en población infantil:

RECOMENDACIONES DE LA EFSA DE INGESTA DE HIERRO EN POBLACIÓN INFANTIL	
ENTRE 1 Y 6 AÑOS	5 mg/día
ENTRE 7 Y 11 AÑOS	8 mg/día
ENTRE 12 Y 17 AÑOS	7 mg/día/chicas 8 mg/día/chicos

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



77

¿Cómo influye la suplementación con hierro en la mejora de la respuesta inmunitaria de los niños con anemia?

“ La suplementación con hierro ha demostrado mejorar significativamente la inmunocompetencia en niños con deficiencia de hierro.

Esto se evidencia en la corrección de la proliferación de células B y T, así como en las respuestas de anticuerpos.

Estudios han mostrado que los niños suplementados con hierro presentan una reducción en la morbilidad y un aumento en los días sin enfermedades, especialmente en poblaciones de bajos recursos.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Weyh C, Krüger K, Peeling P, Castell L. The Role of Minerals in the Optimal Functioning of the Immune System. *Nutrients*. 2022 Feb 2;14(3):644. doi: 10.3390/nu14030644. PMID: 35277003; PMCID: PMC8840645.



78

¿Cuál es la relación entre el zinc y la función del sistema inmunitario?

El zinc es un mineral esencial para el funcionamiento óptimo del sistema inmunitario, afectando tanto a la respuesta innata como a la adaptativa y regulando las respuestas inflamatorias y la producción de citocinas.

Las principales funciones del zinc en relación con el sistema inmunitario **innato** son:

- El zinc es crucial para la actividad de la enzima NADPH oxidasa en los neutrófilos, la cual es fundamental para la formación de especies reactivas de oxígeno (ROS) que ayudan a destruir patógenos.
- Además, el zinc juega un papel significativo en las células NK (*natural killer*).

Las principales funciones del zinc en relación con el sistema inmunitario **adaptativo** son:

- El zinc es importante para la formación, maduración y función de las células T. Es un elemento estructural clave de la hormona timulina, que es producida por las células epiteliales del timo y que mediatiza la maduración de los timocitos en linfocitos T.

Los **efectos reguladores** del zinc en el sistema inmunitario son:

- El zinc influye en la producción y señalización de numerosas citocinas inflamatorias.
- El zinc actúa como un regulador negativo de la vía de señalización NF- κ B, la cual controla la apoptosis, las respuestas inmunitarias innatas y adaptativas, y los procesos inflamatorios. Una de las formas en que el zinc ejerce esta influencia es a través de la expresión de la proteína A20, conocida por ser antiinflamatoria y que regula negativamente las vías de señalización iniciadas por TNFR (tumor necrosis factor receptor) y TLR (*toll-like receptor*).

BIBLIOGRAFÍA:

Weyh C, Krüger K, Peeling P, Castell L. The Role of Minerals in the Optimal Functioning of the Immune System. *Nutrients*. 2022 Feb 2;14(3):644. doi: 10.3390/nu14030644. PMID: 35277003; PMCID: PMC8840645.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



79

¿Cómo afecta la deficiencia de zinc a la respuesta inmunitaria?

Una deficiencia de zinc puede resultar en una disminución significativa de la función inmunitaria y un aumento del riesgo de infecciones y enfermedades inflamatorias.

La deficiencia de zinc puede afectar tanto al sistema inmunitario innato como al adaptativo, afectando diferentes mecanismos:

- Reduce la capacidad de formación de ROS, disminuyendo la habilidad de los neutrófilos para matar patógenos.
- También puede llevar a una adhesión y quimiotaxis reducidas de monocitos y neutrófilos, así como una maduración y actividad disminuidas de los macrófagos.
- Puede reducir el número de células NK en la sangre periférica y su funcionalidad.
- Puede aumentar el estrés oxidativo y las respuestas inflamatorias sistémicas.
- También se ha demostrado que reduce la capacidad de maduración y proliferación de las células T y la producción de citocinas como IL-2 e IFN- γ .
- Además, el zinc es importante para los procesos de diferenciación de las células T, y una deficiencia puede resultar en un desequilibrio en la proporción de células CD4+ y CD8.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Weyh C, Krüger K, Peeling P, Castell L. The Role of Minerals in the Optimal Functioning of the Immune System. *Nutrients*. 2022 Feb 2;14(3):644. doi: 10.3390/nu14030644. PMID: 35277003; PMCID: PMC8840645.



80

¿Qué alimentos contienen zinc?

Tabla de alimentos ricos en zinc.

FUENTES VEGETALES	ZINC (MG)
6 CUCHARADAS (180 G) DE ARROZ SALVAJE, COCIDO	3,85
200 G PASTA INTEGRAL	2,63
60 G AVENA	2,19
100 G HUMMUS DE GARBANZOS	1,84
200 G ESPINACAS FRESCAS, COCIDAS	1,62
100 G TOFU FIRME	1,45
100 G JUDÍAS COCIDAS (ORIGINALMENTE SECAS)	1,2
200 G CHAMPIÑONES, COCIDOS	1,02

FUENTES ANIMALES	ZINC (MG)
1 OSTRAS MEDIANAS, COCIDAS	12,7
150 G CERDO, COCINADO	3,51
2 LONCHAS (60 G) DE QUESO DE MONTAÑA (45% MATERIA GRASA)	3,06
1 TAZA (200 G) DE LECHE DESNATADA (1,5% MATERIA GRASA)	0,86
150 G BACALAO, COCINADO (CALOR SECO)	0,72

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Weyh C, Krüger K, Peeling P, Castell L. The Role of Minerals in the Optimal Functioning of the Immune System. *Nutrients*. 2022 Feb 2;14(3):644. doi: 10.3390/nu14030644. PMID: 35277003; PMCID: PMC8840645.



81

¿Cuál es la dosis diaria recomendada de zinc para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

La EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) establece las siguientes recomendaciones de ingesta de zinc en población infantil:

RECOMENDACIONES DE LA EFSA DE INGESTA DE ZINC EN POBLACIÓN INFANTIL

ENTRE 1 Y 3 AÑOS	3,6 mg/día
ENTRE 4 Y 6 AÑOS	4,6 mg/día
ENTRE 7 Y 10 AÑOS	6,2 mg/día
ENTRE 11 Y 14 AÑOS	8,9 mg/día
ENTRE 15 Y 17 AÑOS	9,9 mg/día/chicas 11,8 mg/día/chicos

Se establece un límite máximo de ingesta de zinc de 7, 10, 13, 18 y 22 mg/día para población infantil de 1-3, 4-6, 7-10, 11-14 y 15-17 años respectivamente.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Cuál es la relación entre el selenio y la función del sistema inmunitario?

El selenio es un oligoelemento esencial, fundamental para una función tiroidea e inmunitaria óptimas. El selenio, en el organismo, se encuentra en el aminoácido selenocisteína, ubicado en los sitios activos de las selenoproteínas.

La selenoproteína P es una forma principal de selenio en el plasma y, junto con las glutatión peroxidases, comprende casi el 90 % de selenio circulante. La selenoproteína P ejerce varias funciones, como el transporte y almacenamiento de selenio, tiene un potente efecto antioxidante extracelular, protege el endotelio mediante la eliminación de peroxinitrito y la regeneración del ácido ascórbico.

Muchas reacciones del sistema inmunitario dependen de enzimas que contienen selenio. El selenio puede influir en las interacciones de los leucocitos, la señalización de TLR (*toll-like receptor*) y los procesos microbicidas, la expresión y disponibilidad de mediadores inflamatorios y las funciones endoteliales y plaquetarias. Está demostrado que el selenio cambia el fenotipo de macrófagos proinflamatorios (M1) hacia antiinflamatorios (M2), estimula la proliferación de células T y la diferenciación de células CD4 + Th, induce una respuesta más fuerte a algunas vacunas (como la de la poliomielitis) y mejora indirectamente

las células NK y las células T citotóxicas. También es un inhibidor establecido de NF-κB y, por tanto, un importante modulador de la transcripción de una variedad de citocinas y quimiocinas proinflamatorias.¹

Las principales funciones del selenio en relación con el sistema inmunitario son:²

- Las selenoproteínas son importantes para el sistema de defensa antioxidante del huésped y afectan la función de los leucocitos y las células NK.
- Aumenta la producción de IFNγ.
- Esencial para la función de las selenoproteínas que actúan como reguladores redox y antioxidantes celulares, contrarrestando potencialmente las ROS producidas durante el estrés oxidativo.
- Funciones en la diferenciación y proliferación de las células T; ayuda a mejorar el recuento de células Th.
- Ayuda a mantener los niveles de anticuerpos.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Djordjevic B, Milenkovic J, Stojanovic D, Velickov A, Djindjic B, Jevtovic Stoimenov T. Vitamins, microelements and the immune system: current standpoint in the fight against coronavirus disease 2019. *Br J Nutr*. 2022 Dec 14;128(11):2131-2146. doi: 10.1017/S0007114522000083. Epub 2022 Jan 21. PMID: 35057876. 2. Gombart AF, Pierre A, Maggini S. A Review of Micronutrients and the Immune System-Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. *Nutrients*. 2020 Jan 16;12(1):236. doi: 10.3390/nu12010236. PMID: 31963293; PMCID: PMC7019735.



83

¿Cómo afecta la deficiencia de selenio a la respuesta inmunitaria?

“ En general, un estado deficiente de selenio reduce la inmunidad adaptativa y exacerba la inflamación.¹

La deficiencia de selenio puede provocar una función inmunitaria reducida, miocardiopatía, miopatía del músculo esquelético, osteoartropatía, algunos tipos de cáncer y enfermedades virales. Suplementar con selenio en personas con niveles bajos de selenio en plasma (<1.2 µmol/L) mejora las respuestas inmunitarias mediadas por células T

a una vacuna oral y resulta en una eliminación más rápida del poliovirus y un menor número de mutaciones virales.²

También se puede considerar la suplementación para mejorar la respuesta en pacientes infectados por VIH, influenza e incluso coronavirus.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Djordjevic B, Milenkovic J, Stojanovic D, Velickov A, Djindjic B, Jevtovic Stoimenov T. Vitamins, microelements and the immune system: current standpoint in the fight against coronavirus disease 2019. Br J Nutr. 2022 Dec 14;128(11):2131-2146. doi: 10.1017/S0007114522000083. Epub 2022 Jan 21. PMID: 35057876. 2. Weyh C, Krüger K, Peeling P, Castell L. The Role of Minerals in the Optimal Functioning of the Immune System. Nutrients. 2022 Feb 2;14(3):644. doi: 10.3390/nu14030644. PMID: 35277003; PMCID: PMC8840645.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



84

¿Qué alimentos contienen selenio?

Tabla de alimentos ricos en selenio.

FUENTES VEGETALES	SELENIO (µg)
150 G AVENA	17,5
25 G MIX DE NUECES (CON 15 G DE NUECES Y 2 NUECES DE BRASIL)	14,6
70 G ARROZ NATURAL, COCIDO	9,0
70 G LENTEJAS SECAS	7,0
1 HUEVO	6,9
100 G PIMIENTA	6,0
250 G PATATA	4,3
200 G MANZANAS	3,8

FUENTES ANIMALES	SELENIO (µg)
70 G CABALLA	27,3

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Weyh C, Krüger K, Peeling P, Castell L. The Role of Minerals in the Optimal Functioning of the Immune System. *Nutrients*. 2022 Feb 2;14(3):644. doi: 10.3390/nu14030644. PMID: 35277003; PMCID: PMC8840645.



85

¿Cuál es la dosis diaria recomendada de selenio para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

La EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) establece las siguientes recomendaciones de ingesta de selenio en población infantil:

RECOMENDACIONES DE LA EFSA DE INGESTA DE SELENIO EN POBLACIÓN INFANTIL	
ENTRE 1 Y 3 AÑOS	15 µg/día
ENTRE 4 Y 6 AÑOS	20 µg/día
ENTRE 7 Y 10 AÑOS	35 µg/día
ENTRE 11 Y 14 AÑOS	55 µg/día
ENTRE 15 Y 17 AÑOS	70 µg/día

Se establece un límite máximo de ingesta de selenio de 60, 900, 130, 200 y 250 µg/día para población infantil de 1-3, 4-6, 7-10, 11-14 y 15-17 años respectivamente.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Qué papel juega el magnesio en la regulación del sistema inmunitario?

Desde hace años es conocida la relación entre el magnesio y el sistema inmunitario.

Varios grupos líderes en nutrición e inmunología han demostrado evidencia de que el magnesio juega un papel clave en la respuesta inmunitaria; es decir, como cofactor para la síntesis de inmunoglobulinas, adherencia de células inmunitarias, citólisis dependiente de anticuerpos, unión de linfocitos IgM, respuesta de macrófagos a linfocinas y adherencia de células T auxiliares-B. ¹

Entre sus principales funciones en relación con el sistema inmunitario destacan: ²

- Actúa como cofactor de enzimas del metabolismo de ácidos nucleicos y estabiliza la estructura de ácidos nucleicos; participa en la replicación y reparación del ADN; regula la activación de leucocitos; participa en la regulación de la apoptosis.
- Puede ayudar a proteger el ADN contra el daño oxidativo; las concentraciones altas reducen la producción de anión superóxido.
- Participa como cofactor en la síntesis de anticuerpos, que tiene una función en la citólisis dependiente de anticuerpos.
- Tiene un papel clave en la estabilidad del ARN de los macrófagos.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Tam M, Gómez S, González-Gross M, Marcos A. Possible roles of magnesium on the immune system. Eur J Clin Nutr. 2003 Oct;57(10):1193-7. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601689. PMID: 14506478. 2. Gombart AF, Pierre A, Maggini S. A Review of Micronutrients and the Immune System-Working in Harmony to Reduce the Risk of Infection. Nutrients. 2020 Jan 16;12(1):236. doi: 10.3390/nu12010236. PMID: 31963293; PMCID: PMC7019735.



87

¿Cómo afecta la deficiencia de magnesio al sistema inmunitario?

Se han informado niveles elevados de citocinas proinflamatorias (IL-6, TNF - α) en animales sometidos a privación de Mg durante 3 semanas.

- La deficiencia de Mg puede ir acompañada de la activación de células como macrófagos, neutrófilos y células endoteliales, y también parece acelerar la involución del timo.
- Uno de los resultados más notables, en cuanto a los efectos de la deficiencia de Mg en el organismo, es el mayor nivel de apoptosis mostrado en el timo de animales con deficiencia de Mg en comparación con los controles.
- Finalmente, un enfoque diferente pero muy interesante ha evidenciado cambios en la expresión genética en timocitos de animales con déficit precoz de Mg.
- Además, se cree que la deficiencia de Mg contribuye al proceso de envejecimiento y a la vulnerabilidad a enfermedades relacionadas con la edad.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Tam M, Gómez S, González-Gross M, Marcos A. Possible roles of magnesium on the immune system. Eur J Clin Nutr. 2003 Oct;57(10):1193-7. doi: 10.1038/sj.ejcn.1601689. PMID: 14506478.



88

¿Qué alimentos contienen magnesio?

Cantidades de magnesio (mg) por porción designada de alimento.

FUENTES VEGETALES	MAGNESIO (MG)
150 G DE ESPINACAS COCIDAS (ORIGINALMENTE CONGELADAS)	91,5
60 G AVENA	77,4
20 G SEMILLAS DE GIRASOL	67,2
20 G SEMILLAS DE CALABAZA	57
2 REBANADAS DE PAN INTEGRAL	55
250 G PATATA COCIDA	52,5
150 G PLÁTANO	45
150 ML AGUA CON GAS	30

FUENTES ANIMALES	MAGNESIO (MG)
100 G FLETÁN COCIDO (CALOR SECO)	30
150 G YOGUR NATURAL (3,5% MATERIA GRASA)	18
1 LONCHA DE QUESO GOUDA (30% MATERIA GRASA)	9,9
30 G DE FILETE DE JAMÓN	8,7

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Weyh C, Krüger K, Peeling P, Castell L. The Role of Minerals in the Optimal Functioning of the Immune System. *Nutrients*. 2022 Feb 2;14(3):644. doi: 10.3390/nu14030644. PMID: 35277003; PMCID: PMC8840645.



89

¿Cuál es la dosis diaria recomendada de magnesio para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

La EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) establece las siguientes recomendaciones de ingesta de magnesio en población infantil:

RECOMENDACIONES DE LA EFSA DE INGESTA DE MAGNESIO EN POBLACIÓN INFANTIL

ENTRE 1 Y 2 AÑOS	170 mg/día
ENTRE 3 Y 9 AÑOS	230 mg/día
ENTRE 10 Y 17 AÑOS	250 mg/día

Se establece un límite máximo de ingesta de magnesio de 250 mg/día para población infantil de 4 a 17 años.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Qué son los ácidos grasos polinsaturados (AGPI)?

Los ácidos grasos son componentes naturales de las grasas y los aceites. Según su estructura química, se pueden clasificar en tres grupos: ‘saturados’, ‘monoinsaturados’ y ‘poliinsaturados’.

Los ácidos grasos saturados (grasas) están presentes principalmente en alimentos de origen animal, como la carne, la mantequilla y el queso, pero también en el aceite de palma y en el de coco que se utilizan para freír. Se recomienda que su consumo sea el menor posible.

Los ácidos grasos insaturados se encuentran, mayoritariamente, en alimentos de origen vegetal y de pescados grasos.

De especial interés son los llamados ácidos grasos poliinsaturados.

Dentro de la familia de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs por sus siglas en inglés), existen dos series diferentes: los ‘ácidos grasos omega-3’ y los ‘ácidos grasos omega-6’.

Ambos se consideran ácidos grasos esenciales, porque el organismo humano no los puede sintetizar.

Existe numerosa evidencia que sugiere que la ingesta de ácidos grasos omega-3 en la dieta puede tener múltiples beneficios para la salud.

BIBLIOGRAFÍA:

Morales F, Montserrat-de la Paz S, Leon MJ, Rivero-Pino F. Effects of Malnutrition on the Immune System and Infection and the Role of Nutritional Strategies Regarding Improvements in Children's Health Status: A Literature Review. *Nutrients*. 2023 Dec 19;16(1):1. doi: 10.3390/nu16010001. PMID: 38201831; PMCID: PMC10780435.



¿Cómo influyen los ácidos grasos omega-3, un tipo de AGPI, en la respuesta inmunitaria?

Las grasas dietéticas, en particular los ácidos grasos esenciales, como omega-3 y omega-6, son parte integral del funcionamiento del sistema inmunitario. Las grasas contribuyen a la estructura de las membranas celulares, ayudando a las células inmunitarias a reconocer y responder a los patógenos.

Los ácidos grasos omega-3, con propiedades antiinflamatorias, ayudan a regular la respuesta inmunitaria y su deficiencia puede provocar reacciones desequilibradas e inflamación crónica. Las grasas son esenciales para la producción de anticuerpos, la fagocitosis y la absorción de vitaminas liposolubles cruciales para la salud inmunitaria.

Una deficiencia de grasas en la dieta puede comprometer estos procesos, perjudicando la capacidad del cuerpo para combatir infecciones contribuyendo a una respuesta inmunitaria más equilibrada y efectiva.

- **Regulación de la inflamación.** Los ácidos grasos omega-3 tienen un efecto antiinflamatorio significativo. Promueven un equilibrio adecuado entre las citocinas proinflamatorias y antiinflamatorias, reduciendo la producción de citocinas como el TNF- α , IL-1 β e IL-6, mientras aumentan la producción

de IL-10, una citocina antiinflamatoria. Este equilibrio es crucial para una respuesta inmunitaria saludable y para prevenir la inflamación crónica.

- **Modulación de la microbiota intestinal.** Los omega-3 favorecen el crecimiento de bacterias beneficiosas en el intestino, como las familias Lachnospiraceae y Bifidobacteria, y limitan el crecimiento de enterobacterias productoras de lipopolisacáridos (LPS). Esta modulación de la microbiota intestinal contribuye a una mejor salud intestinal y, por ende, a una respuesta inmunitaria más robusta.
- **Producción de metabolitos beneficiosos.** La microbiota intestinal metaboliza los omega-3 en una variedad de productos beneficiosos, como los ácidos linoleicos conjugados (CLA) y otros metabolitos que tienen efectos positivos sobre la función inmunitaria. Por ejemplo, el CLA potencia la función de las células T reguladoras (Treg), que juegan un papel crucial en la regulación de la respuesta inmunitaria y la prevención de enfermedades autoinmunitarias.
- **Efectos sobre las células inmunitarias.** Los omega-3 afectan directamente a las células inmunitarias. Por ejemplo, promueven un fenotipo antiinflamatorio en los macrófagos, reduciendo la presencia de macrófagos proinflamatorios (M1) y aumentando los macrófagos antiinflamatorios (M2). También influyen en la producción de IgA, un anticuerpo crucial para la inmunidad en las mucosas.

BIBLIOGRAFÍA:

García-Montero C, Fraile-Martínez O, Gómez-Lahoz AM, Pekarek L, Castellanos AJ, Noguerales-Fraguas F, Coca S, Guijarro LG, García-Honduvilla N, Asúnsolo A, Sanchez-Trujillo L, Lahera G, Bujan J, Monserrat J, Álvarez-Mon M, Álvarez-Mon MA, Ortega MA. Nutritional Components in Western Diet Versus Mediterranean Diet at the Gut Microbiota-Immune System Interplay. Implications for Health and Disease. *Nutrients*. 2021 Feb 22;13(2):699. doi: 10.3390/nu13020699. PMID: 33671569; PMCID: PMC7927055.



92

¿Qué efectos tienen los ácidos grasos omega-6 en la función del sistema inmunitario?

Los ácidos grasos omega-6, como el ácido araquidónico (ARA), ácido linoleico (AL) y ácido gamma-linolénico (GLA), son precursores de eicosanoides, prostaglandinas y leucotrienos, que son moléculas proinflamatorias.

Estas moléculas juegan un papel crucial como mediadores de la respuesta inflamatoria.

Los ácidos grasos omega-6 también pueden influir directamente en las células inmunitarias.

Por ejemplo, pueden modular el fenotipo de los macrófagos, promoviendo una respuesta inflamatoria (M1) cuando es necesario para combatir infecciones, pero también contribuyendo a la resolución de la inflamación.

BIBLIOGRAFÍA:

García-Montero C, Fraile-Martínez O, Gómez-Lahoz AM, Pekarek L, Castellanos AJ, Nogueras-Fraguas F, Coca S, Guijarro LG, García-Honduvilla N, Asúnsolo A, Sanchez-Trujillo L, Lahera G, Bujan J, Monserrat J, Álvarez-Mon M, Álvarez-Mon MA, Ortega MA. Nutritional Components in Western Diet Versus Mediterranean Diet at the Gut Microbiota-Immune System Interplay. Implications for Health and Disease. *Nutrients*. 2021 Feb 22;13(2):699. doi: 10.3390/nu13020699. PMID: 33671569; PMCID: PMC7927055.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



93

¿Cómo afecta el equilibrio entre ácidos grasos omega-3 y omega-6 al sistema inmunitario?

Los omega-3 y omega-6 juegan roles complementarios en la modulación de la respuesta inmunitaria. Mientras que los omega-3 son conocidos por sus propiedades antiinflamatorias, los omega-6 pueden producir tanto efectos proinflamatorios como antiinflamatorios dependiendo de su interacción con los omega-3.

Una proporción equilibrada garantiza que se maximicen los efectos antiinflamatorios y se minimicen los proinflamatorios, manteniendo así una respuesta inmunitaria adecuada sin exagerar la inflamación crónica.

Además, un equilibrio adecuado entre estos ácidos grasos promueve un fenotipo antiinflamatorio en los macrófagos y otras células inmunitarias, lo que es crucial para resolver la inflamación y prevenir la inflamación crónica.

Esto incluye la modulación de la producción de citocinas y la función de las células T reguladoras (Treg), que son vitales para mantener la tolerancia inmunitaria y evitar respuestas autoinmunitarias.

La proporción equilibrada de omega-3 y omega-6 también influye en la composición de la microbiota intestinal.

Este equilibrio promueve el crecimiento de bacterias beneficiosas, como *Lachnospiraceae* y *Bifidobacteria*, mientras limita las bacterias productoras de lipopolisacáridos (LPS) proinflamatorios.

Una microbiota intestinal saludable es esencial para una función inmunitaria óptima y para la prevención de enfermedades inflamatorias y autoinmunitarias.

BIBLIOGRAFÍA:

García-Montero C, Fraile-Martínez O, Gómez-Lahoz AM, Pekarek L, Castellanos AJ, Noguerales-Fraguas F, Coca S, Guijarro LG, García-Honduvilla N, Asúnsolo A, Sanchez-Trujillo L, Lahera G, Bujan J, Monserrat J, Álvarez-Mon M, Álvarez-Mon MA, Ortega MA. Nutritional Components in Western Diet Versus Mediterranean Diet at the Gut Microbiota-Immune System Interplay. Implications for Health and Disease. *Nutrients*. 2021 Feb 22;13(2):699. doi: 10.3390/nu13020699. PMID: 33671569; PMCID: PMC7927055.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Qué alimentos contienen ácidos grasos poliinsaturados?

**TABLA DE ALIMENTOS RICOS EN OMEGA 3
(INCLUYENDO AAL, DHA Y EPA)**

ACEITE DE LINO	53,3
ACEITE DE SALMÓN	35,3
SEMILLAS DE LINO	22,8
ACEITE HÍGADO DE BACALAO	19,7
SEMILLAS DE CHÍA	17,5
NUECES	9,1
ACEITE DE SOJA	6,8
CABALLA	2,7
SALMÓN SALVAJE	2,1
ARENQUE	1,7
ANCHOAS	1,4
ACEITE DE MAÍZ	1,1
GRASA DE VACUNO	1,0
ACEITE DE OLIVO	0,76
YEMA DE HUEVO DE PASTO	0,66
HÍGADO DE VACUNO	0,61
ATÚN	0,24
POLLO DE PASTO SUPL. SOJA	0,23
YEMA DE HUEVO CONVENCIONAL	0,22
POLLO DE PASTO	0,21
ACEITE DE GIRASOL	0,20
GRASA DE VACUNO CON CEREAL	0,19
HÍGADO VACUNO CON CEREAL	0,18
POLLO CONVENCIONAL	0,12

Detalle de alimentos ricos en omega 3.

El contenido se expresa en g por cada 100 g de porción comestible del producto:

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



95

¿Cuál es la dosis diaria recomendada de ácidos grasos poliinsaturados para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

La EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) establece las siguientes recomendaciones de ingesta de ácidos grasos poliinsaturados en población infantil:

RECOMENDACIONES DE LA EFSA DE INGESTA DE ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS EN POBLACIÓN INFANTIL	
ÁCIDO LINOLÉNICO (ALA, OMEGA-3)	0,5% de la ingesta energética para niños entre 1 y 17 años
ÁCIDO DOCOSAHEXAENOICO (DHA, OMEGA-3)	100 mg/día para niños de 1 año
ÁCIDOS EICOSAPENTAENOICO (EPA, OMEGA-3) + DOCOSAHEXAENOICO (DHA, OMEGA-6)	250 mg/día para niños de 2 a 17 años
ÁCIDO LINOLEICO (AL, OMEGA-6)	4% de la ingesta energética para niños entre 1 y 17 años

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS sobre el cuidado del sistema inmunitario de los más pequeños durante el curso escolar



¿Cuál es la relación entre los aminoácidos y la función del sistema inmunitario?

Los aminoácidos son la unidad base que actúa como estructura fundamental de las proteínas. Hay 20 aminoácidos distintos, siendo 9 de ellos esenciales, ya que no pueden ser sintetizados por el organismo en sí mismo y se deben obtener de la dieta.

Los aminoácidos, como parte esencial de las proteínas, desempeñan un papel crucial en el apoyo a diversas funciones del cuerpo, incluido el funcionamiento adecuado del sistema inmunitario.

El sistema inmunitario depende de un suministro equilibrado y adecuado de nutrientes, incluidos aminoácidos, para funcionar de manera óptima.

Por ejemplo, la arginina es importante para la función de las células inmunitarias, incluidas las células T y los macrófagos; por lo tanto, su deficiencia puede causar respuestas inmunitarias deterioradas y una menor capacidad para combatir infecciones, similar a la lisina o el triptófano.



¿Qué alimentos contienen aminoácidos?

En líneas generales, los aminoácidos se encuentran en una variedad de alimentos ricos en proteínas, tanto de origen animal como vegetal.

LAS MEJORES FUENTES SON LAS DE ORIGEN ANIMAL

- Carnes magras, especialmente, aves como el pollo, o las partes magras de ternera y cerdo
- Pescados y mariscos

OTRAS FUENTES IMPORTANTES DE AMINOÁCIDOS

- huevos y productos lácteos, como la leche, el queso y el yogur

PERSONAS QUE SIGUEN DIETA VEGETARIANA O VEGANA DESTACAN

- Legumbres (alubias, lentejas y garbanzos), frutos secos y semillas, y algunos semicereales, como la quinoa, aunque de manera más modesta

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Academia Española de Nutrición y Dietética

<https://www.academianutricionydietetica.org/nutricion-deportiva/que-es-bcaa-para-que-sirve/>



¿Qué son los probióticos?

Los probióticos son microorganismos vivos (bacterias o levaduras) que, tras ingerirse, sobreviven al paso por el tracto gastrointestinal y tienen un efecto saludable.

Tal y como indica la OMS, los probióticos confieren efecto beneficioso para la salud del hospedador, cuando se administran en cantidad adecuada.

Los más utilizados son bacterias lácticas (*Lactobacillus* y *Streptococcus*), bifidobacterias y levaduras (*Saccharomyces*).

Sus efectos beneficiosos han sido ampliamente estudiados, algunos de ellos siguen siéndolo para disponer de suficiente evidencia científica:

- 1) estimulan la respuesta inmunitaria;
- 2) mejoran el equilibrio en la microbiota intestinal;
- 3) efecto adyuvante de la vacunación;
- 4) reducen enzimas fecales con actividad carcinogénica;
- 5) terapia antibiótica;
- 6) antagonismo con microorganismos patógenos originados en alimentos y los que provocan caries;
- 7) reducen síntomas de malabsorción de lactosa; previenen el eczema atópico;
- 8) regulan el tránsito intestinal;
- 9) tratamiento de la diarrea del viajero y
- 10) descenso del colesterol sérico.

BIBLIOGRAFÍA:

Libro Blanco de la Nutrición en España. Coordinación General: Gregorio Varela Moreiras. Fundación Española de la Nutrición (FEN), 2013. Edita: Fundación Española de la Nutrición (FEN). ISBN: 978-84-938865-2-3.



¿Qué es la microbiota y cómo afecta al sistema inmunitario del niño?

“ La microbiota intestinal juega un papel importante en la función y el desarrollo del sistema inmunitario y constituye la principal fuente de exposición microbiana.

Una microbiota intestinal eubiótica favorece la función y el desarrollo del sistema inmunitario del niño.

La colonización del intestino sucede de un modo paralelo con la maduración del sistema inmunitario.

Alteraciones en los patrones de colonización bacteriana se asocian a un mayor riesgo de desarrollar ciertas enfermedades, incluidas las alergias, cuya prevalencia no cesa de aumentar en niños y jóvenes.

Por tanto, optimizar la colonización intestinal temprana puede ser una oportunidad para apoyar una salud óptima durante los primeros años de vida e influir en la salud futura.

BIBLIOGRAFÍA:

Moreno Villares JM, Collado MC, Larqué E, Leis Trabazo R, Saenz De Pipaón M, Moreno Aznar LA. Los primeros 1000 días: una oportunidad para reducir la carga de las enfermedades no transmisibles [The first 1000 days: an opportunity to reduce the burden of noncommunicable diseases]. Nutr Hosp. 2019 Mar 7;36(1):218-232. Spanish. doi: 10.20960/nh.02453. PMID: 30836758.



100

¿Qué papel juegan los probióticos en la modulación de la microbiota intestinal y su relación con el sistema inmunitario en los niños?

“ Las interacciones entre la microbiota intestinal y el sistema inmunitario son esenciales en su maduración y una importante oportunidad del entrenamiento inmunitario.

Así, se ha observado que los prebióticos, probióticos y simbióticos, que actúan sobre la microbiota, pueden estimular la inmunidad innata y optimizar el funcionamiento de la inmunidad adquirida.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del **sistema inmunitario**
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Moreno Villares JM, Collado MC, Larqué E, Leis Trabazo R, Saenz De Pipaón M, Moreno Aznar LA. Los primeros 1000 días: una oportunidad para reducir la carga de las enfermedades no transmisibles [The first 1000 days: an opportunity to reduce the burden of noncommunicable diseases]. Nutr Hosp. 2019 Mar 7;36(1):218-232. Spanish. doi: 10.20960/nh.02453. PMID: 30836758.



101

¿Qué cepas de probióticos son más efectivas para mejorar la salud inmunitaria en situaciones de estrés?

“ Parece que el estrés psicológico asociado a exámenes conduce a un estado de inmunosupresión de los estudiantes (desregulación de citocinas, niveles alterados de inmunoglobulinas, o alteración de la función de los linfocitos).

Se ha observado que el consumo de dos raciones diarias de leche fermentada con cultivos de yogur más *Lactobacillus casei* DN-114001 modula la respuesta inmunitaria asociada a este estrés psicológico:

aumenta significativamente el número de linfocitos circulantes y evita una disminución en el número de células NK, en estudiantes sometidos a estrés por exámenes académicos

BIBLIOGRAFÍA:

Marcos A, Wärmberg J, Nova E, Gómez S, Alvarez A, Alvarez R, Mateos JA, Cobo JM. The effect of milk fermented by yogurt cultures plus *Lactobacillus casei* DN-114001 on the immune response of subjects under academic examination stress. *Eur J Nutr.* 2004 Dec;43(6):381-9. doi: 10.1007/s00394-004-0517-8. Epub 2004 Jul 14. PMID: 15309418.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



102

¿Cuál es la dosis diaria recomendada de probióticos para obtener beneficios inmunitarios?

“ El grupo de expertos que ha colaborado en el desarrollo de esta guía considera recomendable el consumo de, al menos, un alimento con probióticos al día.

Una forma fácil de consumo es mediante la ingesta de un yogur o leche fermentada con probióticos.

Aunque la ciencia sigue avanzando en este tema, aun no existe una recomendación específica sobre cuál debe ser la ingesta diaria recomendada de probióticos.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Qué son los prebióticos?

Los prebióticos se definen como carbohidratos no digeribles que pueden estimular y promover el crecimiento y/o metabolismo de bifidobacterias y lactobacilos en el intestino humano.

Entre los prebióticos se incluyen varios tipos de oligosacáridos (OS) (fructo-galacto-, isomalto-, xylo- y soja-oligosacáridos), lactulosa y lactosucrosa.

Deben poseer las siguientes características:

- (i) **no pueden ser absorbidos ni hidrolizados** en el tracto gastrointestinal superior,
- (ii) **deben ser sustrato selectivo para bacterias específicas** presentes en el colon, como lactobacilos y bifidobacterias,
- (iii) **y deben ser capaces de modificar la microbiota colónica**, convirtiéndola en más saludable y beneficiosa para el organismo hospedador.

Únicamente tres OS no digeribles cumplen con los criterios para poder ser considerados y clasificados como prebióticos: la inulina que engloba a los fructo-oligosacáridos (FOS) (un tipo de inulina-fructanos formados por oligómeros de cadena corta), los galacto-oligosacáridos (GOS) (un tipo de galactanos) y la lactulosa.

BIBLIOGRAFÍA:

Cilla A, Lacomba R, García-Llatas G, Alegría A. Prebióticos y nucleótidos en alimentación infantil; revisión de la evidencia [Prebiotics and nucleotides in infant nutrition; review of the evidence]. Nutr Hosp. 2012 Jul-Aug;27(4):1037-48. Spanish. doi: 10.3305/nh.2012.27.4.5811. PMID: 23165540.



¿Cuál es la relación entre prebióticos y la función del sistema inmunitario?

La inulina y otras oligofruktosas son los prebióticos más estudiados; actúan, en parte, para estimular el crecimiento de bifidobacterias en el colon donde estimulan selectivamente el crecimiento de bifidobacterias y lactobacilos, productoras de sustancias inhibitoras del crecimiento y supervivencia de patógenos.

Su fermentación parcial por parte de las bifidobacterias produce ácidos grasos (AG) de cadena corta, como los ácidos butírico, propiónico, L-láctico y acético.

Los tres primeros favorecen el crecimiento y la diferenciación de células epiteliales *in vivo*.

El ácido butírico constituye una importante fuente energética para el colonocito.

La acidificación del medio colónico inhibe el crecimiento de bacteroides, clostridium y coliformes, y favorece la producción de mucina, lo que disminuye la colonización y “translocación” bacterianas.

Asimismo, los prebióticos compiten con

bacterias patógenas por los lugares de unión en el epitelio intestinal, y algunos estudios demuestran un papel protector frente a infecciones, la disminución de la incidencia de alergias, así como un efecto positivo en el desarrollo del sistema inmunitario posnatal.

BIBLIOGRAFÍA:

Cilla A, Lacomba R, García-Llatas G, Alegría A. Prebióticos y nucleótidos en alimentación infantil; revisión de la evidencia [Prebiotics and nucleotides in infant nutrition; review of the evidence]. Nutr Hosp. 2012 Jul-Aug;27(4):1037-48. Spanish. doi: 10.3305/nh.2012.27.4.5811. PMID: 23165540.



105

¿Cuál es la dosis diaria recomendada de prebióticos (en forma de fibra dietética) para cubrir las necesidades diarias en la población infantil sana?

RECOMENDACIONES DE CONSUMO DE FIBRA DIETÉTICA EN NIÑOS ENTRE > 2 Y 18 AÑOS

- Se recomienda el consumo de fibra dietética en la cantidad que resulte de sumar 5 g/día a su edad en años, hasta un máximo de 10 g/día + edad.
- Ejemplo: un niño de cuatro años debería ingerir aproximadamente 9-15 g de fibra al día.
- De esta manera, a partir de los 18 años alcanzaría el consumo adecuado de un adulto.

Habría que tomar el valor de 5 g/día como un umbral mínimo que no se debiera nunca pasar.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Qué alimentos contienen prebióticos (fibra dietética)?

Siempre debe aconsejarse que las fuentes de fibra sean variadas y que se realice una ingestión hídrica adecuada.

EJEMPLOS DE ALIMENTOS RICOS EN FIBRA INSOLUBLE

HARINA DE TRIGO

SALVADO

GUISANTES

REPOLLO

VEGETALES DE RAÍZ

CEREALES

FRUTAS MADURAS

EJEMPLOS DE ALIMENTOS RICOS EN FIBRA SOLUBLE

AVENA

CIRUELAS

ZANAHORIA

CÍTRICOS

JUDÍAS SECAS

OTRAS LEGUMBRES

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

E. Escudero Álvarez y P. González Sánchez. La fibra dietética. Nutr. Hosp. (2006) 21 (Supl. 2) 61-72.



¿Cómo afecta la hidratación a la función del sistema inmunitario?

Para tener un sistema inmunitario saludable es necesaria una dieta saludable. El sistema inmunitario también necesita agua para funcionar de forma adecuada y eficaz.

El agua, que constituye entre el 60 y el 70% del peso humano, es esencial para regular muchas funciones como la digestión, la absorción, la transferencia, la excreción, la circulación de las biomoléculas ingeridas a través de los alimentos y la regulación de la temperatura corporal.

Algunas de las principales funciones del agua son: participar activamente en el metabolismo, modulando la presión osmótica normal, manteniendo el equilibrio electrolítico y regulando la temperatura corporal.

Los riñones no pueden cumplir su función de eliminar sustancias, cuando el consumo de agua no es suficiente.

Cuando los riñones no pueden cumplir su función, se debilita el sistema inmunitario que debe defender frente a las infecciones, produciéndose una inflamación generalizada.

Una de las reacciones más importantes del sistema inmunitario contra las infecciones es el aumento de la temperatura corporal, lo que conocemos como fiebre.

Cuando la temperatura corporal aumenta (cuestión esta mediada por las citocinas proinflamatorias IL-1, TNF.alfa e IL-6), es importante consumir una cantidad suficiente de líquido para proporcionar termorregulación y reponer el líquido perdido durante la sudoración febril. Si el líquido perdido no se puede reponer, puede producirse hipovolemia relacionada con la deshidratación. Como resultado de la disminución del volumen intravascular, el corazón no puede suministrar suficiente oxígeno y sangre a los órganos vitales y no puede eliminar los productos de desecho metabólico de los tejidos. Si no se puede proporcionar el consumo de líquidos necesario, se observa un shock hipovolémico, que es un cuadro de caos inmunitario, donde se degrada el metabolismo normal de las células y tejidos.

Por otra parte, las vitaminas hidrosolubles pueden tener un efecto protector en las diferentes partes de nuestro cuerpo en función de la solubilidad del agua. El consumo suficiente de agua es esencial para proporcionar regulación inmunitaria y efecto protector inmunitario a través de estas vitaminas aportadas con la dieta.

BIBLIOGRAFÍA:
Özkaya, Ýsmaíl & Ýýldýz, Melike. Effect of water consumption over the immune system response given during Covid-19. Magna Scientia Advanced Research and Reviews. 2021;2:040-044.



¿Cuál es la cantidad diaria recomendada de agua para mantener una salud inmunitaria óptima?

Durante la pandemia COVID-19, la **Organización para la Agricultura y la Alimentación (2020)** informó que el consumo regular de agua en abundancia ayuda a nuestro sistema inmunitario.

La **Organización Mundial de la Salud (2020)** anunció que el agua tiene la misión vital de transportar nutrientes y compuestos a la sangre, regular la temperatura corporal y eliminar los desechos del cuerpo.

“**La OMS recomienda un consumo diario imprescindible de 8-10 vasos de agua, pero también el consumo de frutas y verduras que contengan agua.**”

“**Siempre es necesaria la hidratación, incluso si no hay sensación de sed, el agua es la mejor fuente de hidratación y debe consumirse en abundancia.**”

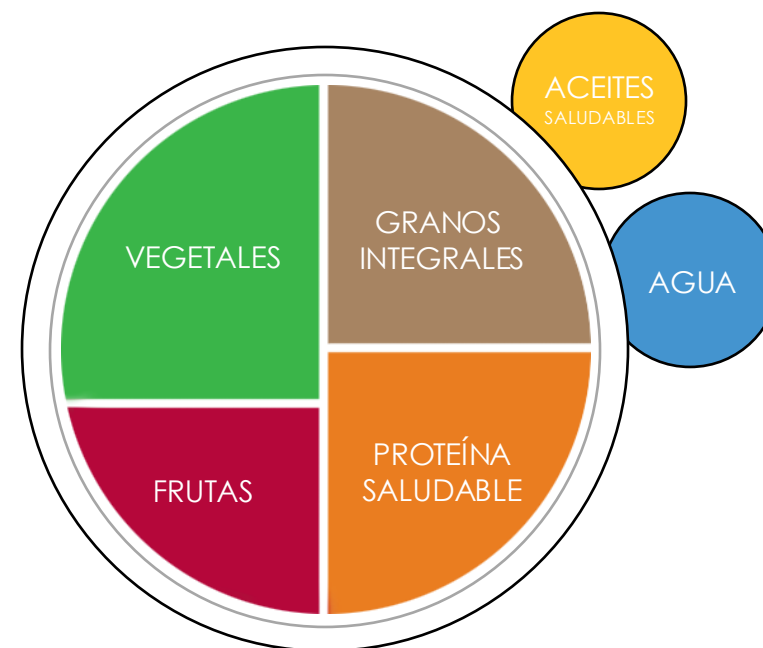


¿Qué es el Plato de Harvard para comer saludable?

El “**PLATO PARA COMER SALUDABLE**”, creado por expertos en nutrición de la Escuela de Salud Pública de Harvard, es una guía para crear comidas saludables. Se representa visualmente en un formato circular (en forma de plato) que está segmentado por colores en función del tipo de alimento que representan:

- **La mitad del plato es verde y rojo**, en representación de las frutas, verduras y hortalizas que se recomienda que sean el 50% de la dieta (excluyendo las patatas, sobre todo si son fritas).
- **Un cuarto del plato es marrón** (25%), en representación a los cereales integrales como trigo integral, cebada, granos de trigo, quinoa, avena, arroz integral, y las comidas preparadas con estos ingredientes como pasta de trigo integral. Se recomienda limitar el consumo de cereales refinados.
- **Un cuarto del plato es naranja** (25%), en representación a la proteína saludable, tanto de origen animal (pescado, pollo...), como vegetal (legumbres, frutos secos...). Es importante limitar el consumo de carnes rojas y procesadas y embutidos.

Más allá de la representación gráfica del plato, las recomendaciones de Harvard incluyen el consumo de **aceites saludables**, como el aceite de oliva virgen extra, y la **ingesta habitual de agua**.





110

¿Cuáles son los beneficios más interesantes del Plato de Harvard?

“ Más allá de un alimento en concreto, el Plato de Harvard se enfoca en la calidad de la dieta desde un punto de vista global.

En este sentido, el mensaje principal del Plato para Comer Saludable es orientar hacia una dieta de alta calidad.

El tipo de carbohidratos en la dieta es más importante que la cantidad de estos, porque algunas fuentes de carbohidratos – como los vegetales (otros que no sean patatas), frutas, granos integrales, y legumbres (habichuelas/leguminosas/frijoles) – son más saludables que otros.

El Plato para Comer Saludable también aconseja a los consumidores evitar las bebidas azucaradas, una fuente principal de calorías – usualmente con poco valor nutricional.

El Plato para Comer Saludable anima a los consumidores a usar aceites saludables.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



111

¿Qué es la Dieta Mediterránea?

La **DIETA MEDITERRÁNEA** es una filosofía de vida, buen ejemplo de dieta sostenible, prudente, saludable, nutritiva y agradable al paladar. Además de ser una forma correcta de alimentarse, es símbolo de historia, cultura y de buen comer.

La UNESCO inscribió la Dieta Mediterránea como uno de los elementos de la Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad.

Numerosos estudios corroboran que los países del Mediterráneo gozan de tasas de morbilidad por enfermedades crónicas más bajas y con una esperanza de vida más elevada.

La Dieta Mediterránea tiene abundantes propiedades y características que hace de esta forma de alimentarse una de las más variadas, equilibradas y completas del planeta.

Los alimentos o patrones básicos de la Dieta Mediterránea son:

- **Adecuados** para cubrir las necesidades nutricionales por el aporte de vitaminas y minerales, de ácidos grasos monoinsaturados, el contenido en hidratos de carbono complejos y el alto contenido en fibra.
- **Sabrosos**: aunque el sentido del gusto se educa y depende también de factores culturales, en general la Dieta Mediterránea es muy bien aceptada por sus sabores, por su variedad y por las formas de elaboración y preparación en la cocina.
- **Económicos**, ya que gran parte de los alimentos que la forman no tiene un precio elevado: legumbres, cereales y sobre todo productos locales y de temporada que hace que tengan mejor precio que otros que no lo son.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Cómo contribuye la Dieta Mediterránea a la mejora de la función inmunitaria?

La Dieta Mediterránea mejora la función inmunitaria al modular positivamente la microbiota intestinal, promover la producción de metabolitos beneficiosos y reducir la inflamación sistémica a través de sus componentes nutricionales y bioactivos.

- **Composición nutricional.** La dieta mediterránea es rica en fibra (cereales, legumbres, verduras y frutas), ácidos grasos poliinsaturados (aceite de oliva y frutos secos) y compuestos bioactivos antioxidantes (flavonoides, fitoesteroles, terpenos y polifenoles). Esta combinación de nutrientes tiene propiedades antiinflamatorias y antioxidantes que son beneficiosas para la salud a nivel global incluyendo el sistema inmunitario.
- **Efectos sobre la microbiota intestinal.** La dieta mediterránea favorece la eubiosis, es decir, un estado saludable de la microbiota intestinal. Promueve el crecimiento de bacterias beneficiosas como los *Bacteroidetes* y ciertos grupos beneficiosos de *Clostridium*, mientras que reduce la presencia de filos bacterianos menos favorables como *Proteobacteria* y *Bacillaceae*. Esta composición microbiana saludable está asociada con una mejor función de barrera intestinal y menor inflamación sistémica.
- **Producción de metabolitos beneficiosos.** La microbiota intestinal metaboliza los componentes de la dieta mediterránea produciendo ácidos grasos de cadena corta (AGCC) como el butirato, que tiene propiedades antiinflamatorias y mejora la integridad de la barrera intestinal. Los AGCC también inducen la producción de citocinas antiinflamatorias como la IL-10 y regulan el equilibrio entre células T reguladoras (Treg) y células Th17, lo que es crucial para una respuesta inmunitaria equilibrada.
- **Interacción con el sistema inmunitario.** Algunos de los componentes bioactivos de la dieta mediterránea, como los polifenoles (antioxidantes), modulan directamente la función inmunitaria. Estos compuestos aumentan la producción de citocinas antiinflamatorias y reducen las proinflamatorias, favoreciendo así una respuesta inmunitaria más equilibrada y menos propensa a la inflamación crónica. Pero otros componentes de la dieta, como las vitaminas y oligoelementos, también tienen su acción en la respuesta inmunitaria.

BIBLIOGRAFÍA:

García-Montero C, Fraile-Martínez O, Gómez-Lahoz AM, Pekarek L, Castellanos AJ, Noguerales-Fraguas F, Coca S, Guijarro LG, García-Honduvilla N, Asúnsolo A, Sanchez-Trujillo L, Lahera G, Bujan J, Monserrat J, Álvarez-Mon M, Álvarez-Mon MA, Ortega MA. Nutritional Components in Western Diet Versus Mediterranean Diet at the Gut Microbiota-Immune System Interplay. Implications for Health and Disease. *Nutrients*. 2021 Feb 22;13(2):699. doi: 10.3390/nu13020699. PMID: 33671569; PMCID: PMC7927055.



¿Cómo influyen los antioxidantes presentes en la Dieta Mediterránea en la salud inmunitaria?

Los antioxidantes presentes en la Dieta Mediterránea mejoran la salud inmunitaria al reducir la inflamación, modular la microbiota intestinal, proteger contra el estrés oxidativo e interactuar con componentes clave del sistema inmunitario.

- **Propiedades antiinflamatorias.** Los antioxidantes, como los polifenoles, tienen potentes propiedades antiinflamatorias. Estos compuestos reducen la producción de citocinas proinflamatorias (como IL-6, TNF- α e IL-1 β) y aumentan la producción de citocinas antiinflamatorias (como IL-10), promoviendo un ambiente inmunitario equilibrado, tolerogénico y menos propenso a la inflamación crónica.
- **Modulación de la microbiota intestinal.** Los antioxidantes, incluidos los polifenoles presentes en frutas, verduras, aceite de oliva y otros alimentos de la dieta mediterránea, modulan la composición de la microbiota intestinal. Promueven el crecimiento de bacterias beneficiosas como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* y suprimen el crecimiento de bacterias patógenas, lo que contribuye a una microbiota intestinal más saludable y funcional. Esta microbiota saludable, a su vez, refuerza la función inmunitaria mediante la producción de metabolitos beneficiosos como los ácidos grasos de cadena corta (AGCC).
- **Protección contra el estrés oxidativo.** Los antioxidantes ayudan a proteger las células del daño oxidativo causado por los radicales libres. Este efecto protector es crucial para mantener la integridad de las células inmunitarias y mejorar su capacidad para combatir infecciones y enfermedades. Los antioxidantes también juegan un papel en la protección de las células epiteliales del intestino, contribuyendo a la integridad de la barrera intestinal y previniendo la translocación bacteriana que puede desencadenar respuestas inmunitarias inadecuadas.
- **Interacción con componentes inmunitarios.** Los antioxidantes influyen en varias vías de señalización dentro del sistema inmunitario. Por ejemplo, los polifenoles pueden modular la activación de células inmunitarias específicas, como los linfocitos T reguladores (Treg), que desempeñan un papel crucial en la regulación de la respuesta inmunitaria y en la prevención de enfermedades autoinmunitarias.

BIBLIOGRAFÍA:

García-Montero C, Fraile-Martínez O, Gómez-Lahoz AM, Pekarek L, Castellanos AJ, Noguerales-Fraguas F, Coca S, Guijarro LG, García-Honduvilla N, Asúnsolo A, Sanchez-Trujillo L, Lahera G, Bujan J, Monserrat J, Álvarez-Mon M, Álvarez-Mon MA, Ortega MA. Nutritional Components in Western Diet Versus Mediterranean Diet at the Gut Microbiota-Immune System Interplay. Implications for Health and Disease. *Nutrients*. 2021 Feb 22;13(2):699. doi: 10.3390/nu13020699. PMID: 33671569; PMCID: PMC7927055.



¿Qué es la Dieta Atlántica?

La dieta del noroeste español, conocida como **DIETA ATLÁNTICA** y que incluye a Galicia, Asturias, Cantabria y al País Vasco, difiere de la dieta de la región mediterránea, según los datos de consumo en hogares del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en un mayor consumo de pescado, leche y productos lácteos, patatas, frutas, aceite de oliva y vino (este último a expensas de un consumo mucho menor de cerveza). Los tipos de frutas y vegetales consumidos son también diferentes.

Además, las técnicas culinarias priorizan la cocción, el hervido, el guiso y la plancha frente a la fritura, lo que mejora la composición nutricional saludable de los alimentos y los platos elaborados.

La Dieta Atlántica se identifica con el consumo abundante de hidratos de carbono complejos y de fibra; con una gran variedad de proteínas de origen animal y vegetal, con cobertura adecuada de aminoácidos esenciales; con la presencia frecuente de ácidos grasos poliinsaturados (LCPUFAs omega-3) –con una buena ratio omega-3/omega-6, de ácidos grasos

monoinsaturados y ácido linoleico conjugado–; con el aporte adecuado de vitaminas, minerales y elementos traza y con el consumo frecuente de componentes funcionales y bioactivos como antioxidantes, esteroides, flavonoides, carotenoides y licopenos.

Varios estudios han sido publicados en relación a los efectos positivos de la Dieta Atlántica y el Estilo de Vida Atlántico sobre la salud cardiovascular y metabólica, así como sobre una mayor condición física y calidad de vida en los ancianos. Asimismo, se ha observado la baja huella de carbono y huella hídrica y, por tanto, la elevada sostenibilidad de esta dieta, basada en alimentos de temporada, de proximidad y mínimamente procesados.

BIBLIOGRAFÍA:

- Leis Trabazo R, de Lamas Pérez C, Castro Pérez X, Solla P. Dieta atlántica. Nutrición y gastronomía en Galicia. *Nutr Hosp*. 2019 Jul 2;36(Spec No1):7-13. Spanish. doi: 10.20960/nh.02686. PMID: 31232586.
- Cambeses-Franco C, Gude F, Benítez-Estévez AJ, González-García S, Leis R, Sánchez-Castro J, Moreira MT, Feijoo G, Calvo-Malvar M. Traditional Atlantic Diet and Its Effect on Health and the Environment: A Secondary Analysis of the GALIAT Cluster Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 2024 Feb 5; 7(2): e2354473. doi:10.1001/jamanetworkopen.2023.54473. PMID: 38324314
- Cambeses-Franco C, González-García S, Calvo-Malvar M, Benítez-Estévez AJ, Leis R, Sánchez-Castro J, Gude F, Feijoo G, Moreira MT. A clustering approach to analyse the environmental and energetic impacts of Atlantic recipes - A Galician gastronomy case study. *J Clean Prod*, 2022 Dec 6; 383. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135360>.



115

¿Cuáles son las mejores rutinas para una alimentación saludable?

Debemos tener en cuenta que más que alimentación saludable debemos hablar de estilos de vida saludables: alimentación, actividad física, inactividad, pantallas, forma de comer, hora del día, etc.

Los estilos de vida adquiridos en los primeros años tienen una gran continuidad en la edad adulta. Por ello, cuanto más saludables sean, menor será el riesgo de enfermedades y mala calidad de vida en esta edad y edades posteriores.

Las dietas tradicionales saludables y bioactivas, como la mediterránea y la atlántica, conservadas aún en el seno de las familias, con un papel muy importante de los abuelos, y en la gastronomía popular, juegan un papel muy importante a la hora de procurar una ingesta adecuada y equilibrada de nutrientes.

Es recomendable:

- Hacer 5 comidas al día, reforzando la importancia del desayuno.
- Promoción de menús saludables, variados, que por su preparación culinaria y atractivo organoléptico favorezca su consumo.
- Incrementar el consumo de cereales integrales para conseguir una ingesta de fibra de al menos en gramos, el resultado de 5+ edad (años).
- Incrementar el consumo de frutas y verduras de

temporada, 3+2 raciones/día, incluyendo los colores rojo, amarillo-naranja, verde, azul-violeta y blanco para incluir diferentes componentes funcionales.

- Aumentar el consumo de pescado blanco y azul.
- Aumentar el consumo de lácteos.
- Incluir una ración de probióticos (yogur u otros) cada día
- Disminuir el consumo de carnes rojas y procesadas.
- Disminuir el consumo de bebidas azucaradas.
- Disminuir el tamaño de las raciones. En el caso de los niños, ajustar el tamaño de las raciones en función de su edad.
- Disminuir el consumo de sal.
- Consumo abundante de agua como bebida principal.
- Uso de cocción, hervido, vapor, plancha, horno mejor que fritura.
- Uso preferencial del aceite de oliva virgen tanto en el aliño como en la cocina.
- Evitar comer viendo la televisión y disminuir el tiempo de pantallas.

BIBLIOGRAFÍA:

LIBRO BLANCO DE LA NUTRICIÓN EN ESPAÑA. Fundación Española de la Nutrición (FEN), 2013.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



116

¿Cómo puede la planificación de comidas contribuir a una dieta más saludable y al mantenimiento del peso adecuado?

Una de las debilidades más remarcables de las Dietas Mediterránea y Atlántica tradicionales es la necesidad de una mayor planificación e inversión de tiempo en la compra y la preparación de los alimentos, y unas determinadas habilidades culinarias, especialmente por el hecho de basarse en alimentos frescos y mínimamente procesados en la medida de lo posible.

Precisamente, el alejamiento de la Dieta Mediterránea y Atlántica, y el seguimiento de hábitos alimentarios sin planificación, monótonos, con excesivo consumo de snacks y comidas rápidas, conlleva a menor consumo de nutrientes de calidad y empobrece la dieta.

Esto constituye una amenaza, porque este tipo de dietas puede ser causa de malnutrición por ingesta deficiente de alimentos de alta densidad nutricional, lo que condiciona un aumento del sobrepeso y/u la obesidad.

También es importante establecer horarios regulares para las comidas, teniendo en cuenta los últimos conocimientos sobre el papel de la crononutrición en el riesgo metabólico.



¿Cómo influye el sueño en la función del sistema inmunitario?

La calidad del sueño y la respuesta inmunitaria tienen una fuerte relación. **El sueño participa en la regulación de la respuesta inmunitaria innata y adaptativa, propiciando procesos inflamatorios inespecíficos relacionados con el sistema inmunitario innato.** Sin embargo, esta actividad inflamatoria aumentada no se encuentra regulada de forma efectiva por agentes antiinflamatorios, habiendo un incremento leve de los niveles de cortisol. Así se genera una inflamación persistente sistémica de bajo grado que puede tener implicaciones clínicas relevantes, ya que se ha asociado con condiciones clínicas como diabetes tipo 2 y enfermedad cardiovascular.¹⁻³

Mientras las personas duermen, el sistema inmunitario aprovecha para regenerarse y fortalecerse en sus funciones: se produce un restablecimiento de energía, eliminación de radicales libres, regulación endocrina y de la actividad eléctrica cortical, consolidación de la memoria y redistribución celular con aumento y activación de linfocitos T en nódulos linfáticos. Durante el sueño, aumenta la memoria inmunitaria, es decir, la capacidad del organismo de defendernos ante una infección futura. El sueño sirve para reasignar recursos energéticos de funciones relacionadas con

la vigilia a procesos que facilitan la respuesta inmunitaria a los nuevos desafíos infecciosos.¹⁻³

El sueño, especialmente el sueño de ondas lentas, coordinado por el ritmo circadiano, provoca una serie de cambios hormonales que favorecen la correcta iniciación del sistema inmunitario adaptativo.¹ Por lo tanto, la privación del sueño afecta negativamente a la función inmunitaria, alterando la actividad de los linfocitos T y B. Este trastorno disminuye la producción de anticuerpos, afectando así la efectividad de las vacunas. Se ha observado que la respuesta tras recibir una vacuna es menor en personas privadas de sueño.⁵ También se produce una reducción en el número y la actividad de las células NK, así como la producción de IL-2 e induce incremento en la circulación de los marcadores proinflamatorios IL-6, TNF- α y proteína C reactiva.^{4,5}

BIBLIOGRAFÍA:

1. Rico Rosillo MG, Vega Robledo GB, et al. Sueño y sistema inmunitario. Rev. alerg. Méx. 2018. vol.65 no.2. <https://doi.org/10.29262/ram.v65i2.359>.
2. Garbarino S, Lanteri P, Bragazzi NL, Magnavita N, Scoditti E. Role of sleep deprivation in immune-related disease risk and outcomes. Commun Biol. 2021 Nov 18;4(1):1304. doi: 10.1038/s42003-021-02825-4. PMID: 34795404; PMCID: PMC8602722.
3. Besedovsky L, Lange T, Haack M. The Sleep-Immune Crosstalk in Health and Disease Physiol Rev. 2019 1 de julio; 99(3): 1325–1380. doi: 10.1152/physrev.00010.2018 PMCID: PMC6689741 PMID: 30920354.
4. Prather AA, Janicki-Deverts D, Hall MH, et al. Behaviorally Assessed Sleep and Susceptibility to the Common Cold. Sleep 2015; 1;38(9):1353-9. doi: 10.5665/sleep.4968.
5. Spiegel K, Rey AE, Cheylus A, et al. A meta-analysis of the associations between insufficient sleep duration and antibody response to vaccination. Curr Biol 2023 Mar 13;33(5):998-1005.e2. doi: 10.1016/j.cub.2023.02.017.



¿Cuántas horas es recomendable dormir para mantener un sistema inmunitario fuerte?

Las horas de sueño y su calidad dependen de las edades y son importantes para mantener un buen estado de salud en general, incluyendo la salud del sistema inmunitario.

Pero las alteraciones en el periodo del sueño pueden afectar negativamente al sistema inmunitario, que experimenta un reseteo durante algunas fases del sueño.

La cantidad óptima de sueño para la mayoría de los adultos es de siete a ocho horas de buen sueño por noche; los adolescentes necesitan de nueve a 10 horas de sueño; los niños en edad escolar necesitan 10 o más horas de sueño.

En concreto, la Fundación Nacional del Sueño de Estados Unidos ha publicado recientemente sus recomendaciones sobre el tiempo que debe dormir cada persona atendiendo a su edad:

- **Recién nacidos (0-3 meses):** deben dormir entre 14-17 horas al día, aunque se considera como aceptable que este tiempo pueda ser de 11 a 13 horas. Pero no debe superar las 18 horas.
- **Bebés (4-11 meses):** su tiempo de sueño se sitúa entre las 12 y 15 horas. No debería ser inferior a 11-13 horas, ni superar las 16-18 horas.
- **Niños pequeños (1-2 años):** no deberían dormir menos de 9 horas ni más de 15 o 16 horas, por lo que en este caso la recomendación de tiempo de sueño diario se sitúa entre 11-14 horas.
- **Niños en edad preescolar (3-5 años):** el tiempo ideal dedicado a dormir es de 10-13 horas, pero no debe ser inferior a 7 ni superior a 12.
- **Niños en edad escolar (6-13 años):** en este caso el tiempo de sueño necesario se reduce a 9-11 horas.
- **Adolescentes (14-17 años):** lo más adecuado es que duerman de 8,5 a 10 horas diarias.
- **Adultos más jóvenes (18-25 años):** su tiempo óptimo de sueño es de 7-9 horas al día.
- **Adultos (26-64 años):** se mantiene el mismo rango de necesidades de sueño que en el caso anterior.
- **Personas mayores (más de 65 años):** lo más saludable para ellos es que el sueño ocupe 7-8 horas al día. Sin embargo, es frecuente que la calidad del sueño se vea reducida.



¿Cómo interfieren los patrones de sueño en la adolescencia con el sistema inmunitario?

Los patrones de sueño se alteran durante la adolescencia. Esto puede tener implicaciones para el sistema inmunitario, que ya sabemos que está regulado por el ciclo sueño-vigilia; sin embargo, la mayoría de los estudios que relacionan el sueño con el sistema inmunitario se han llevado a cabo en adultos. ¹

Además, la falta de sueño en adolescentes se ha relacionado con una mayor ansiedad e inflamación periférica incrementada. ²

El estudio transversal HELENA evaluó las relaciones entre la duración del sueño, los recuentos de células inmunitarias y las citocinas en adolescentes europeos.

Los resultados mostraron:

- Una asociación entre la duración del sueño y recuento de células inmunitarias, principalmente de glóbulos blancos totales, neutrófilos, linfocitos T-helper y células de memoria.
- Los adolescentes que reportaron una falta de

sueño tenían una mayor cantidad de glóbulos blancos, especialmente de neutrófilos y/o monocitos, células de la inmunidad innata.

- Se observó que la duración del sueño también influía en el perfil de citocinas circulantes, existiendo un perfil proinflamatorio en aquellos participantes que dormían < de 8 horas y un perfil antiinflamatorio en aquellos que superaban las 9 horas de sueño.
- Aquellos adolescentes que dormían 8-9 horas diarias presentaban un perfil más equilibrado de la proporción de citocinas Th1/Th2, sugiriendo que una duración del sueño de 8-8,9 h/noche se asocia con un perfil inmunitario más saludable en adolescentes. ¹

BIBLIOGRAFÍA:

1. Pérez de Heredia F, Garaulet M, Gómez-Martínez S, et al. Self-reported sleep duration, white blood cell counts and cytokine profiles in European adolescents: the HELENA study. *Sleep Med* 2014 Oct;15(10):1251-8. doi: 10.1016/j.sleep.2014.04.010.
2. Jessica P. Uy, Macrina Dieffenbach, Carriane J. Leschak, et al., Sleep duration moderates the associations between immune markers and corticolimbic function during stress in adolescents, *Neuropsychologia* 2022. Doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2022.108374.



¿La calidad del sueño es importante?

El ciclo noche-día regula nuestra fisiología a muchos niveles. Durante el sueño de noche, el sistema inmunitario enciende un perfil de reseteo proinflamatorio en el que participan la melatonina, el cortisol y citocinas como el TNF o la IL-10.

Sin embargo, tan crucial como la cantidad de sueño es la calidad de este y de todas sus fases. Durante el sueño, especialmente en las fases de sueño profundo (sueño de ondas lentas), hay una mayor liberación de citocinas tipo Th1, propiciando así el inicio de la respuesta inmunitaria adaptativa de tipo inflamatorio.¹

La privación del sueño puede llevar a una disminución en la producción de anticuerpos y células T, lo que disminuiría la capacidad del cuerpo para responder a patógenos. Así se ha comprobado en estudios donde individuos privados de sueño mostraron una menor respuesta inmunitaria tras la vacunación. Igualmente, la falta de sueño o sueños más cortos de lo normal o sueños interrumpidos están asociados con un aumento en marcadores inflamatorios.²

Las perturbaciones durante el sueño, tales como el insomnio, incrementan el riesgo de sufrir trastornos depresivos, además de enfermedades crónicas

metabólicas, cardiovasculares e inflamatorias³. La mejora de la calidad del sueño tiene el potencial de reducir el riesgo de sufrir estas patologías, además de ayudar a reducir el estrés oxidativo al que se ven sometidas las células.^{3,4}

Para obtener todos los beneficios del sueño es importante que el sueño sea de calidad, que la persona no se despierte varias veces durante la noche y que no se levante al día siguiente sintiendo mucho cansancio. No solo el sueño y las oscilaciones circadianas influyen en el estado inmunitario, sino que el estado del sistema inmunitario también puede tener consecuencias en la calidad del sueño.

Este problema está aumentando por cambios en los hábitos de vida incluso entre la población infantil y adolescentes.^{3,4}

BIBLIOGRAFÍA:

1. Besedovsky L, Lange T, Born J. Sleep and immune function. *Pflügers Arch* 2012 Jan;463(1):121-37. doi: 10.1007/s00424-011-1044-0.
2. Prather AA, Janicki-Deverts D, Hall MH, et al. Behaviorally Assessed Sleep and Susceptibility to the Common Cold. *Sleep* 2015; 1;38(9):1353-9. doi: 10.5665/sleep.4968.
3. Irwin MR, Opp MR. Sleep Health: Reciprocal Regulation of Sleep and Innate Immunity. *Neuropsychopharmacology* 2017; volume 42, pages 129–155.
4. Opp MR, Krueger JM. Sleep and Immunity: A Growing Field with Clinical Impact. *Brain Behav Immun*. 2015 Jul; 47: 1–3. doi: 10.1016/j.bbi.2015.03.011.



121

¿Incide la falta de sueño en la eficacia de la inmunización con vacunas?

“ Un buen descanso puede duplicar la respuesta inmunitaria tras una vacunación. ¹

Se ha demostrado una estrecha asociación entre la corta duración del sueño habitual y la reducción de las respuestas a las vacunas. ²

Así, un sueño de 7 u 8 horas diarias promueve la migración de las células inmunitarias (células T hacia los ganglios linfáticos).

En concreto, durante el sueño aumenta la migración dirigida de las células T hacia una quimiocina CCL19. Esta molécula atrae a las células T, que expresan el receptor correspondiente para CCL19, a los ganglios linfáticos, donde se produce la presentación de antígenos, por ejemplo, después de una vacunación. ³

BIBLIOGRAFÍA:

1. Besedovsky L, Lange T, Haack M. The Sleep-Immune Crosstalk in Health and Disease. *Physiological Reviews* 2019. Vol. 99, No. 3. <https://doi.org/10.1152/physrev.00010.2018>
2. Spiegel K, Rey AE, Cheytus A, et al. A meta-analysis of the associations between insufficient sleep duration and antibody response to vaccination. *Curr Biol* 2023 Mar 13;33(5):998-1005.e2. doi: 10.1016/j.cub.2023.02.017.
3. Martínez-Albert E, Lutz ND, Hübener R, et al. Sleep promotes T-cell migration towards CCL19 via growth hormone and prolactin signaling in humans. *Brain, Behavior, and Immunity* 2024. Volume 118, Pages 69-77.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



122

¿Qué relación existe entre el sueño y la actividad de células inmunitarias clave?

“ El ritmo circadiano afecta a diferentes procesos y sistemas biológicos, como el inmunitario, existiendo evidentes diferencias entre los periodos de sueño y vigilia.

En las fases más tempranas del sueño, se producen procesos de activación proinflamatoria, que inducen la proliferación y diferenciación de determinadas células, así como la producción de citocinas proinflamatorias.

Durante la noche, los bajos niveles de cortisol promueven la migración de los linfocitos T a los ganglios linfáticos, disminuyendo su concentración en sangre y favoreciendo la presentación antigénica.

Sin embargo, durante las últimas horas de sueño y entrando en el estado de vigilia, aumenta la liberación de hormonas como el cortisol o las catecolaminas, además de la citocina inmunosupresora IL-10, que reducen el estado proinflamatorio desarrollado durante el sueño y se reinicia el proceso inmunitario adaptativo. Así, los linfocitos T y NK se mantienen en prealerta, ya que es necesario que durante el día nuestro sistema inmunitario esté atento frente a posibles patógenos.

BIBLIOGRAFÍA:

Suni, E. How sleep affects immunity. Sleep Foundation. [Internet] 2022 [Acceso noviembre 2022]. Disponible en <https://www.sleepfoundation.org/physical-health/how-sleep-affects-immunity>

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



123

¿Qué efectos tiene la falta de sueño en la respuesta inmunitaria?

“ Durante el periodo de sueño, se produce un “reseo” de distintos componentes del sistema inmunitario.

Entre otras cuestiones, se refuerza la capacidad de memoria para reaccionar frente a diversos antígenos, por lo que las alteraciones del sueño podrían tener importantes repercusiones.

Hay estudios que evidencian que hay un impacto del sueño tanto en la inmunidad innata como en la adaptativa; la restricción o interrupción del sueño o el insomnio disminuye la respuesta inmunitaria frente a virus, así como

la respuesta a las vacunas y aumenta el riesgo de tener infecciones.

Asimismo, algunas alteraciones del sueño pueden dejar nuestro sistema inmunitario en una permanente respuesta inmunitaria proinflamatoria, con implicaciones en enfermedades cardiovasculares, cáncer y depresión.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Besedovsky L, Lange T, Born J, et al. Sleep and immune function. *Pflugers Arch*. 2012 Ene; 463(1):121-37. 2. Irwin, MR. Why sleep is important for health: A psychoneuroimmunology perspective. *Annual Review of Psychology*. 2015 Ene; 66(1): 143-172.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Cómo incide el sueño en la producción de linfocitos T?

“ El sueño es necesario para la producción de ciertas células inmunitarias, como los linfocitos T reguladores, que son esenciales para la respuesta inmunitaria. La privación del sueño puede reducir la producción de estas células y disminuir la capacidad del cuerpo para combatir las infecciones de forma correcta.

“ Asimismo, durante el sueño se potencia la diferenciación de células T de memoria, que son cruciales para la respuesta a patógenos para los que ya habíamos sufrido una primera infección, o frente a los que estamos previamente vacunados.



125

¿Aumenta el riesgo de infecciones la falta de un sueño reparador?

Las personas que no duermen lo suficiente son más propensas a contraer enfermedades infecciosas como, por ejemplo, la gripe. ¹

Además, se ha evidenciado que la falta de sueño puede dejar nuestro sistema inmunitario proinflamatorio encendido con un aumento de producción de moléculas inflamatorias. ²

Estudios recientes han confirmado que dormir juega un papel importante en la regulación del sistema inmunitario, siendo un factor que influye de forma determinante en la

vulnerabilidad de nuestro cuerpo frente al catarro común. ³

Se ha evidenciado que entre aquellas personas que duermen siete horas o más tan solo un 15% padece de catarros frente a los que duermen menos de cinco horas, cuya tasa de catarros puede alcanzar el 45%. ⁴

BIBLIOGRAFÍA:

1. Ibarra-Coronado EG, Pantaleón-Martínez AM, Velázquez-Moctezuma J, et al. The Bidirectional Relationship between Sleep and Immunity against Infections. *J Immunol Res*. 2015; 678164. Published online 2015 Aug 31. doi: 10.1155/2015/678164.
2. Besedovsky L, Lange T, Haack M. The Sleep-Immune Crosstalk in Health and Disease. *Physiological Reviews* 2019. Vol. 99, No. 3. <https://doi.org/10.1152/physrev.00010.2018>.
3. Cohen S, Doyle WJ, Alper CM, et al. Sleep habits and susceptibility to the common cold. *Arch Intern Med* 2009; 12;169(1):62-7. doi: 10.1001/archinternmed.2008.505.
4. Prather AA, Janicki-Deverts D, Hall MH, et al. Behaviorally Assessed Sleep and Susceptibility to the Common Cold. *Sleep* 2015; 1;38(9):1353-9. doi: 10.5665/sleep.4968.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Cómo afectan las diferentes fases del sueño a la regeneración y fortalecimiento del sistema inmunitario?

Hay dos tipos principales de sueño: sueño de movimientos oculares rápidos (REM, *Rapid Eye Movement*) y sueño de movimientos oculares no rápidos (NREM), que se subdivide en tres etapas (N1, N2 y N3), siendo la etapa N3 la más profunda y reparadora.

El sueño REM desempeña un papel importante en la modulación del sistema inmunitario. Se ha sugerido que esta fase del sueño está relacionada con procesos de consolidación de memoria inmunitaria, lo que permite al cuerpo recordar patógenos previamente encontrados. ¹

Durante las primeras horas de la noche, cuando la producción de melatonina es más alta y el cuerpo está más predispuesto al sueño, es cuando se produce una mayor cantidad de sueño profundo o de ondas lentas (fase 3 del sueño no REM). Esta etapa del sueño es crucial para la reparación y regeneración de tejidos, el fortalecimiento del sistema inmunitario y la desintoxicación cerebral.

Durante el sueño profundo, el sistema linfático, que actúa como un sistema de limpieza en el cerebro, elimina productos de desecho y toxinas

que se acumulan durante la vigilia. Se arrancan mecanismos proinflamatorios (con mayor secreción de TNF-alfa, y disminución de la citocina inmunosupresora IL-10).

Durante esta etapa, se produce una consolidación de la memoria, que incluye la memoria inmunitaria. Esto permite al sistema inmunitario recordar mejor a los patógenos a los que se ha enfrentado previamente, lo que mejora la eficacia de nuestras defensas. Por tanto, esta etapa es clave para la recuperación del sistema inmunitario. De hecho, durante el sueño de ondas lentas, el cuerpo también libera hormonas como la hormona del crecimiento humano (GH) y la prolactina, que promueven la reparación y regeneración de tejidos y células, incluyendo las células del sistema inmunitario. Además, en esta fase se produce un aumento en la producción de citocinas proinflamatorias y una disminución de citocinas inmunosupresoras. ²

BIBLIOGRAFÍA:

1. Krueger JM, Obál F, et al. Sleep function. *Front Biosci* 2003 May 1:8:d511-9. doi: 10.2741/1031. 2. Besedovsky L, Lange T, Born J, et al. Sleep and immune function. *Pflugers Arch*. 2012; 463(1): 121-137. doi: 10.1007/s00424-011-1044-0.



¿Qué estrategias pueden mejorar la calidad del sueño para reforzar el sistema inmunitario?

Hay algunas estrategias esenciales y seguras que podemos implementar para mejorar la calidad del sueño y, por lo tanto, fortalecer nuestro sistema inmunitario.

Entre otras medidas, se aconseja: ¹⁻⁵

- **Establecer una rutina de sueño.** Es importante dormir y despertar a la misma hora todos los días, incluso los fines de semana; esto puede ayudar a regular el ritmo circadiano del cuerpo y mejorar la calidad del sueño.
- **Crear un ambiente tranquilo.** Un ambiente relajante puede ayudar a conciliar el sueño más fácilmente. Se aconseja reducir el ruido y la luz de la habitación y utilizar una temperatura agradable que tienda a ser fresca.
- **Evitar la cafeína, la nicotina y el alcohol antes de dormir.** Estos excitantes pueden interferir con la calidad del sueño, así que es aconsejable evitar consumirlos varias horas antes de acostarse.
- **Hacer ejercicio regularmente.** El ejercicio puede ayudar a mejorar la calidad y estructura del sueño, pero es importante hacerlo varias horas antes de dormir para que el cuerpo tenga tiempo de relajarse antes de acostarse.
- **Practicar técnicas de relajación.** La meditación, el yoga o la respiración profunda pueden ayudar a reducir el estrés y la ansiedad, lo que puede mejorar la calidad del sueño. Es fundamental que cada persona busque y encuentre la técnica que sea mejor para ella.
- **Evitar pantallas.** Deshacerse de distracciones como ruidos, luces brillantes y el televisor u ordenador en el dormitorio. Además, es desaconsejable usar su teléfono o tableta justo antes de acostarse. La luz emitida por las pantallas de dispositivos electrónicos puede interferir con el ritmo circadiano y hacer que sea más difícil conciliar el sueño. Se aconseja limitar el uso de pantallas varias horas antes de dormir y bajar la iluminación del hogar para indicar al cuerpo que está próxima la hora de descanso. Si es posible, cambiar las luces azules por rojas en la hora previa al descanso.
- **Realizar siestas cortas.** Pueden ser útiles si duran solo 20-30 minutos; sin embargo, si la siesta se prolonga y entramos en fases más profundas del sueño, dejaremos el sistema inmunitario con la fase proinflamatoria “encendida” y nos sentiremos más cansados al despertar. También se recomienda no tomar siestas después de las 3 de la tarde.
- **Alimentación adecuada.** Se aconseja seguir una dieta equilibrada con frutas enteras, verduras, proteínas magras, cereales integrales y mucha agua; una dieta mediterránea es una opción que incluye este tipo de alimentos. Se deben evitar comidas pesadas por la noche.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Esteve E. Inmunes. Conoce y fortalece tu sistema de defensa (Bienestar, salud y vida sana). Ed. Grijalbo. 2024.
2. Wright KP, et al. Entrainment of the human circadian clock to the natural light-dark cycle. *Current Biology* 2013; 23(16), 1554-1558. doi: 10.1016/j.cub.2013.06.039.
3. Goel N, et al. Neurocognitive Consequences of Sleep Deprivation. *Semin Neurol*. 2009 Sep; 29(4): 320-339. doi: 10.1055/s-0029-1237117.
4. Chang AM, et al. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2015; 112(4), 1232-1237. doi:10.1073/pnas.1418490112. 237. doi:10.1073/pnas.1418490112.
5. <https://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/stress-management/in-depth/relaxation-technique/art-20045368>



¿Por qué repercute negativamente en el sueño el uso de pantallas digitales?

El uso de pantallas digitales, especialmente antes de dormir, ha sido objeto de numerosos estudios que han demostrado un impacto negativo en la calidad del sueño y, por ende, en la función inmunitaria.

El uso de pantallas digitales antes de dormir puede afectar negativamente el sueño debido a la emisión de luz azul, la estimulación mental provocada por el contenido consumido, las interrupciones causadas por notificaciones y alertas, así como la desincronización del ritmo circadiano y a un ciclo de sueño-vigilia irregular.
1-5

Entre otros efectos negativos, se sabe que las pantallas de dispositivos como teléfonos móviles, tabletas y computadoras emiten luz azul, que puede reducir la producción de melatonina, una hormona crucial para regular el ciclo del sueño; ¹ la disminución de melatonina puede dificultar el inicio del sueño y reducir la duración total del mismo. ²

Además, el contenido consumido en

dispositivos digitales (redes sociales, videojuegos, etc.) puede ser mentalmente estimulante y dificultar la relajación necesaria para conciliar el sueño; por otro lado, los dispositivos móviles pueden generar notificaciones que interrumpen el sueño o dificultan el proceso de quedarse dormido si se revisan antes de dormir. ^{3,4}

BIBLIOGRAFÍA:

1. Chang AM, et al. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2015; 112(4), 1232-1237. doi:10.1073/pnas.1418490112. 237. doi:10.1073/pnas.1418490112.
2. Levenson, JC, et al. The association between social media use and sleep disturbance among young adults. *Preventive Medicine Reports* 2016 Apr;85:36-41. doi: 10.1016/j.ympmed.2016.01.001.
3. Exelmans L, Van den Bulck J. *Sleep Research: A Primer for Media Scholars*. Health Communication 2019, VOL. 34, NO. 5, 519-528 <https://doi.org/10.1080/10410236.2017.1422100>.
4. Wright KP, et al. Entrainment of the human circadian clock to the natural light-dark cycle. *Current Biology* 2013; 23(16), 1554-1558. doi: 10.1016/j.cub.2013.06.039.
5. Savage RA, Zafar N, Yohannan S, et al. Melatonin. *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan. 2024 Feb 9.



¿Cómo influye la actividad física regular en la función del sistema inmunitario? (1/2)

Muchos estudios han demostrado el efecto beneficioso de la actividad física sobre la salud de las personas que realizan ejercicio de forma habitual, que se derivan fundamentalmente de la activación del metabolismo de las grasas y a los efectos psicológicos positivos del deporte para luchar contra el estrés.

El ejercicio posee muchos efectos beneficiosos para la salud, incluyendo los de su impacto sobre el sistema inmunitario de las personas que lo practican.¹ Esto es posible debido a la activación del metabolismo de las grasas, la acción antioxidante del metabolismo deportivo y la producción de hormonas (como las endorfinas) que neutralizan en parte el efecto del estrés que tanto perjudica al sistema inmunitario.

Además, la actividad física moderada ejerce una acción directa sobre el sistema inmunitario, beneficiando su capacidad defensiva al inducir un aumento tanto de la producción de células inmunocompetentes como de su movilidad por el torrente sanguíneo, favoreciendo además su activación, aumentando la producción y liberación de anticuerpos y de citocinas predominantemente de tipo antiinflamatorio.²

Al mejorar las funciones inmunitarias, como consecuencia del ejercicio moderado, se reduce la incidencia de enfermedades no transmisibles y la susceptibilidad a infecciones virales.²⁻⁴

El ejercicio puede ayudar a combatir las bacterias y virus al aumentar la circulación de las células inmunitarias en la sangre, como linfocitos T y B y las células NK.^{1,5}

Se ha evidenciado como la contracción y movimiento de los músculos liberan proteínas de señalización conocidas como miocinas (muy similares a las citocinas), las cuales ayudan a la activación de las células inmunitarias.

Aunque los niveles de citocinas y células inmunitarias disminuyan dos o tres horas después del ejercicio, el sistema inmunitario se adapta, ajustando la respuesta inmunitaria mediada por citocinas en función del nivel de aptitud física.⁶

En los seres humanos sanos, la actividad física también se ha relacionado con una menor inflamación crónica.

La inflamación generalizada puede ser muy perjudicial e incluso hacer que las propias células inmunitarias ataquen el organismo.^{3,4}





¿Cómo influye la actividad física regular en la función del sistema inmunitario? (2/2)

El sedentarismo puede ir asociado a esta inflamación generalizada y desembocar en patologías cardiovasculares, diabetes u obesidad.

El ejercicio regular también puede amplificar los beneficios de algunas vacunas.

Por ejemplo, las personas que hicieron ejercicio justo después de recibir la vacuna de la COVID-19 parece que produjeron más anticuerpos. Y en estudios de adultos mayores que se vacunaron a principios de la temporada de gripe, los que hicieron ejercicio tuvieron anticuerpos que les duraron todo el invierno.⁷

El ejercicio físico regular favorece la salud y la respuesta inmunitaria, pero debe controlarse la intensidad, porque el ejercicio físico de alta intensidad (extenuante) es tan perjudicial como el sedentarismo y conduce a una inmunosupresión (así los deportistas de élite de deportes de fondo padecen a finales de temporada un incremento en infecciones respiratorias de vías altas).

El ejercicio moderado se considera un inmunoestimulante. Cada entrenamiento desarrolla la actividad antimicrobica de los macrófagos, incrementa la síntesis de citocinas

antiinflamatorias, y mejora el tráfico de neutrófilos, células NK, linfocitos T citotóxicos y linfocitos B inmaduros.⁴

La liberación de hormonas que se produce durante la práctica deportiva genera beneficios sobre el sistema inmunitario. Los niveles de adrenalina y de la hormona del crecimiento aumentan de manera considerable.⁸

BIBLIOGRAFÍA:

1. García-Hermoso A, Ramirez-Vélez R, Sáez de Asteasu ML, et al. Safety and Effectiveness of Long-Term Exercise Interventions in Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Sports Med* 50, 1095–1106 (2020). <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01259-y>.
2. Neman DC, Pedersen BK. Exercise and immune function. Recent developments. *Sports Med* 1999 Feb;27(2):73-80. doi: 10.2165/00007256-199927020-00001.
3. Bermon S, Castell LM, Calder PC, et al. Consensus Statement Immunonutrition and Exercise. *Exerc Immunol Rev* 2017;23:8-50.
4. Lacado OF. Actividad física y su relación con el sistema inmunitario. *Rev Cubana Invest Bioméd* 2023; vol.42.
5. Gleeson M, Bishop NC. The T cell and NK cell immune response to exercise. *Ann Transplant* 2005;10(4):43-8.
6. Domin R, Dadej D, Pytka M, et al. Effect of Various Exercise Regimens on Selected Exercise-Induced Cytokines in Healthy People. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Feb; 18(3): 1261. Published online 2021 Jan 31. doi: 10.3390/ijerph18031261.
7. Hallam J, Jones T, Alley J, et al. Exercise after influenza or COVID-19 vaccination increases serum antibody without an increase in side effects. *Brain, Behavior, and Immunity* 2022; Volume 102, Pages 1-10. doi: 10.1016/j.bbi.2022.02.005.
8. Gómez Escribano L, Gálvez Casas A, Escribá Fernández-Marcote AR, et al. Revisión y análisis del ejercicio físico a nivel hormonal, cerebral y su influencia en el apetito. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis* 2017. Volume 29, Issue 6, Pages 265-274. doi: 10.1016/j.arteri.2017.04.002.



¿Cómo impacta el ejercicio de alta intensidad en la salud del sistema inmunitario?

El ejercicio de alta intensidad tiene efectos duales sobre el sistema inmunitario: puede inducir respuestas agudas que son beneficiosas a corto plazo, pero cuando se practica de modo continuado provoca una supresión temporal del sistema inmunitario.

Cuando se realiza un entrenamiento de alta intensidad, se puede experimentar un bajón inmunitario por el gran estrés al que se somete el cuerpo, lo que guarda relación con el sobreentrenamiento.

De hecho, es muy frecuente un incremento de infecciones respiratorias de vías altas entre los atletas de alta competición cuando llegan a final de temporada.

Por lo tanto, el ejercicio de alta intensidad puede tener efectos tanto positivos como negativos, dependiendo de varios factores como la duración, la frecuencia y el estado de entrenamiento del individuo.

Estos son algunos de los efectos que provoca:

- **Efectos inmunitarios agudos.** Durante y después del ejercicio de alta intensidad, se observa un aumento

temporal en la circulación de ciertas células inmunitarias, como linfocitos T y *natural killer* (NK). Este fenómeno es parte de la respuesta aguda al estrés físico. ¹

- **Inflamación y estrés oxidativo.** Este tipo de ejercicio puede inducir una respuesta inflamatoria aguda que, si es excesiva o prolongada, puede conducir a un estado proinflamatorio que comprometa la función inmunitaria. ²
- **Inmunosupresión postejercicio.** Tras un ejercicio intenso y prolongado, existe un período conocido como "ventana abierta" donde el sistema inmunitario puede estar temporalmente suprimido, lo que aumenta el riesgo de infecciones respiratorias y otras enfermedades. ³
- **Disminución del riesgo de algunas enfermedades crónicas.** La práctica regular de ejercicio intenso se ha asociado con una reducción en el riesgo de enfermedades crónicas como diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares, lo cual puede beneficiar indirectamente al sistema inmunitario. ^{4,5}

BIBLIOGRAFÍA:

1. Nieman DC, Wentz LM, et al. The compelling link between physical activity and the body's defense system. *Journal of Sport and Health Science* 2019; 8(3), 201-217. doi: 10.1016/j.jshs.2018.09.009.
2. Peake JM, et al. Exercise-induced muscle damage, plasma cytokines, and markers of neutrophil activation. *Med Sci Sports Exerc* 2005 May;37(5):737-45. doi: 10.1249/01.mss.0000161804.05399.3b.
3. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011 Jul;43(7):1334-59. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213febf.
4. Gleeson M, et al. Immune function in sport and exercise. *Journal of Applied Physiology* 2007. Volume 103 Issue 2, Pages 693-699. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00008.2007>.
5. Hoffman-Goetz L, Pedersen BK. Exercise and immune function: a model of the stress response. *Immunology Today* 1994; Volume 15, Issue 8, Pages 382-387. [https://doi.org/10.1016/0167-5699\(94\)90177-5](https://doi.org/10.1016/0167-5699(94)90177-5).



131

¿Cuál es la cantidad recomendada de actividad física para mantener un sistema inmunitario fuerte?

La cantidad recomendada de actividad física puede variar según las pautas de diferentes organizaciones.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que los adultos realicen al menos 150 minutos de actividad física moderada (repartidas en 2 o 3 sesiones semanales) o 75 minutos de actividad intensa a la semana, además de ejercicios de fortalecimiento muscular (fuerza) en dos o más días a la semana.¹

El Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social también respalda estas recomendaciones.²

Estas instituciones de referencia recalcan que la actividad física regular es esencial no solo para mantener un peso saludable y mejorar la salud cardiovascular, sino también para fortalecer el sistema inmunitario. Incorporar una actividad física regular entre las tareas diarias puede contribuir significativamente a una mejor salud general.^{1,2}

Se recomienda incluir tanto ejercicios aeróbicos como de fortalecimiento muscular en la rutina semanal.

También se apunta la importancia de adoptar variedad en el ejercicio, de forma que actividades como caminar, nadar, andar en bicicleta o practicar deportes pueden ser efectivas para cumplir con las recomendaciones.

Se aconseja ajustar la intensidad y duración del ejercicio según las capacidades individuales y consultar a un profesional de salud ante cualquier duda.^{1,2}

BIBLIOGRAFÍA:

1. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240014886>

2. https://www.sanidad.gob.es/areas/promocionPrevencion/actividadFisica/docs/Recomendaciones_ActivFisica_para_la_Salud.pdf

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Qué tipos de ejercicios son más beneficiosos para la función inmunitaria?

Aunque todo tipo de actividad física tiene un impacto significativo en la función inmunitaria, hay ciertos tipos de ejercicios que pueden ser más beneficiosos que otros.

Las actividades aeróbicas moderadas y el entrenamiento de fuerza son especialmente beneficiosas.

Estos son algunos tipos de ejercicios beneficiosos para la función inmunitaria:

- **Ejercicio aeróbico moderado.** Actividades como caminar, correr, nadar o ir en bicicleta a una intensidad moderada han demostrado mejorar la función inmunitaria. Este tipo de ejercicio puede aumentar la circulación de células inmunitarias. Especialmente sencillo y asequible es caminar, recomendándose empezar por andar todos los días durante 20 o 30 minutos. ¹
- **Entrenamiento de fuerza.** Existen estudios que sugieren que el levantamiento de pesas y otros ejercicios de fuerza, como flexiones o levantamiento de objetos cotidianos, pueden ayudar a regular las respuestas inflamatorias y mejorar la salud general. ² También se pueden hacer ejercicios con gomas aprovechándonos de nuestro propio peso.
- **Ejercicio regular y consistente.** La clave para obtener

beneficios inmunitarios es la regularidad. Un programa de ejercicio constante, que incluya tanto entrenamiento aeróbico como de fuerza, es más efectivo para mantener un sistema inmunitario saludable. ³

- **Ejercicios de flexibilidad y equilibrio.** Aunque no son tan directamente relacionados con la función inmunitaria como el ejercicio aeróbico o el entrenamiento de fuerza, actividades como el yoga y el tai chi pueden reducir el estrés y mejorar el bienestar general, lo que indirectamente beneficia al sistema inmunitario. ⁴
- **Evitar el ejercicio excesivo.** La práctica de actividad física intensa sin suficiente recuperación puede tener efectos negativos sobre la función inmunitaria, aumentando el riesgo de infecciones. Por lo tanto, es fundamental encontrar un equilibrio o realizarlo de la mano de profesionales de la actividad física. ^{5,6}

BIBLIOGRAFÍA:

1. Nieman DC, Wentz LM, et al. The compelling link between physical activity and the body's defense system. *Journal of Sport and Health Science* 2019; 8(3), 201-217. doi: 10.1016/j.jshs.2018.09.009.
2. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, et al. Position statement. Part one: Immune function and exercise. *Exerc Immunol Rev* 2011; 17:6-63. pp.141-159, Disponible en <http://revistas.iue.edu.co/index.php/katharsis>.
3. Barbosa S, Urrea A. Influencia del deporte y la actividad física en el estado de salud físico y mental: una revisión bibliográfica. *Revista Katharsis*, N 25, enero-junio 2018, pp.141-159, Disponible en <http://revistas.iue.edu.co/index.php/katharsis>.
4. Cramer H, et al. Yoga for cancer patients: A systematic review and meta-analysis. *BMC Cancer* 2012; Sep 18;12:412. doi: 10.1186/1471-2407-12-412.
5. Buchmann N, Fielitz J, Spira D, et al. Muscle Mass and Inflammation in Older Adults: Impact of the Metabolic Syndrome. *Gerontology* 2022;68(9):989-998. doi: 10.1159/000520096. Epub 2022 Jan 31.
6. Chastin SFM, Abaraogu U, Bourgois JG, et al. Effects of Regular Physical Activity on the Immune System, Vaccination and Risk of Community-Acquired Infectious Disease in the General Population: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med* 2021 Aug;51(8):1673-1686. doi: 10.1007/s40279-021-01466-1.



133

¿Puede el ocio activo contribuir a la mejora de la respuesta inmunitaria?

El ejercicio es la única herramienta compensatoria para el sistema inmunitario frente al sedentarismo, actuando por partida doble: aparta los efectos perjudiciales de la inactividad física sobre las defensas y aporta beneficios directos al sistema inmunitario.

El ocio activo incluye actividades recreativas y deportivas realizadas de manera regular, logrando un impacto positivo en la respuesta inmunitaria.

Entre otros beneficios, puede:

- **Reducir el estrés.** La participación en actividades recreativas y deportivas puede ayudar a reducir los niveles de estrés y ansiedad. El estrés crónico está asociado con una respuesta inmunitaria debilitada, por lo que el ocio activo puede contribuir a una mejor salud inmunitaria. ¹
- **Mejorar la circulación sanguínea.** Las actividades físicas recreativas promueven una mejor circulación sanguínea, lo que facilita el transporte de células inmunitarias

por todo el cuerpo, algo crucial para una respuesta rápida ante infecciones. ²

- **Estimular la producción de citocinas.** El ejercicio moderado realizado durante el ocio puede estimular la producción de citocinas antiinflamatorias, que son esenciales para una respuesta inmunitaria adecuada. ³
- **Fomentar hábitos saludables.** Participar en actividades recreativas también puede fomentar otros hábitos saludables, como una mejor alimentación y un sueño adecuado, ya que ambos factores influyen positivamente en la función inmunitaria. ¹⁻³ Si además el ocio activo se realiza en grupo, favoreceremos las interacciones sociales que sabemos impactan muy positivamente en las defensas del individuo.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Guerrero-Villota JC, Benavides EY, Moreno-Correa SM. Efectos de la actividad física sobre el sistema inmunitario del adulto mayor. *Salutem Scientia Spiritus* 2020; 6(1):74-80. 2. García A, Carbonell A, Delgado M. Beneficios de la actividad física en personas mayores. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte* 2010; 10(40):556-76. 3. Franco Lacado AO. Actividad física y su relación con el sistema inmunitario. *Rev Cubana Invest Bioméd* 2023; vol.42.

INMUNOPEDIA
FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Cómo afecta el sedentarismo al sistema inmunitario?

El sedentarismo, definido como la falta de actividad física regular, tiene efectos negativos significativos en la salud. En los últimos años la obesidad ha aumentado en la población, convirtiéndose en un problema de salud pública que, además del sobrepeso, conlleva patologías asociadas como diabetes, aumento de la presión arterial y cardiopatías. Existen múltiples iniciativas para combatir este problema, entre las que se encuentra la promoción de un estilo de vida activo.

La actividad física durante la infancia y adolescencia es un factor importante que definirá la composición corporal en etapas tardías de la vida, sin embargo, se ha observado una tendencia al sedentarismo en adolescentes.¹ El estilo de vida sedentario repercute en la salud inmunitaria, siendo estos algunos de los efectos estudiados:

- **Disminuye la función inmunitaria.** La inactividad física puede provocar una disminución en la cantidad y función de células inmunitarias, como linfocitos T y células NK, que son cruciales para combatir infecciones.²
- **Aumenta la inflamación crónica.** El sedentarismo está asociado con un aumento en los marcadores inflamatorios, como la proteína C-reactiva (PCR) y citocinas proinflamatorias (por ejemplo, IL-6). Esta inflamación crónica puede contribuir al desarrollo de enfermedades autoinmunitarias y otras condiciones inflamatorias.³

- **Eleva el riesgo de infecciones y de sufrir otras enfermedades.** Las personas sedentarias pueden tener un mayor riesgo de infecciones respiratorias y otras enfermedades debido que tienen una respuesta inmunitaria menos efectiva.⁴
- **Aumenta la resistencia a la insulina.** La falta de actividad física contribuye a la resistencia a la insulina y al desarrollo de obesidad, lo que a su vez puede afectar negativamente el sistema inmunitario.⁵ De hecho, la obesidad se considera un estado de inflamación generalizado y crónico del organismo. Y esta inflamación crónica puede estar potenciada por otros hábitos inadecuados (además del sedentarismo), como puede ser un sueño insuficiente o de mala calidad, y malos hábitos dietéticos.
- **Efectos psicológicos.** El sedentarismo también se asocia con problemas de salud mental como ansiedad y depresión, que también influyen negativamente en la función inmunitaria.⁶

BIBLIOGRAFÍA:

1. Teresa Garcia-Pastor, Juan Jose Salinero, Daniel Sanz-Frias, et al. Body fat percentage is more associated with low physical fitness than with sedentarism and diet in male and female adolescents. *Physiology & Behavior* 2016; 165, 166-172. doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.07.016.
2. Nieman DC, Wentz LM. The compelling link between physical activity and the body's defense system. *Journal of Sport and Health Science* 2019; 8(3), 201-217. doi: 10.1016/j.jshs.2018.09.009.
3. Kahn SE, et al. Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *Nature* 2006 Dec 14;444(7121):840-6. doi: 10.1038/nature05482.
4. Simpson RJ, Campbell JP, Gleeson M, et al. Can exercise affect immune function to increase susceptibility to infection? *Exerc Immunol Rev* 2020;26:8-22.
5. Pedersen BK, Febbraio MA, et al. Muscle-derived interleukin-6—a possible link between skeletal muscle, adipose tissue, liver, and brain. *Brain, behavior, and immunity*, 19(5), 371-376.
6. Rebar AL, Stanton R, Geard D, et al. A meta-meta-analysis of the effect of physical activity on depression and anxiety in non-clinical adult populations. *Health Psychol Rev* 2015;9(3):366-78. doi: 10.1080/17437199.2015.1022901.



135

¿Qué impacto tiene la práctica de deportes de equipo en la salud inmunitaria?

El deporte, practicado junto a más personas, ofrece algunos beneficios adicionales, teniendo un impacto positivo en la salud inmunitaria: al margen de las ventajas que ya ofrece por sí misma la práctica de actividad física, se obtienen importantes ganancias con la interacción social a nivel mental. Se mejora la función inmunitaria de forma directa e indirecta a través de la reducción del estrés, el fomento de interacciones sociales positivas y la promoción de un estilo de vida activo.

En lo que respecta a la mejora de la función inmunitaria, se ha comprobado que la realización de deporte en equipo produce un aumento de células inmunitarias, como linfocitos T y células *natural killer*, lo que mejora la capacidad para combatir infecciones. ¹

Además, la participación regular en deportes de equipo contribuye a un estilo de vida activo que ayuda a prevenir enfermedades crónicas como la obesidad, diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares, que afectan negativamente el sistema inmunitario. ²

Participar en deportes de equipo también ayuda a reducir el estrés y la ansiedad, incidiendo positivamente en el sistema inmunitario. Y es que el estrés crónico se correlaciona con un empeoramiento de la función inmunitaria. ³

Un buen estado emocional está relacionado con una mejor función inmunitaria; en este sentido, se sabe que la práctica de deportes en equipo fomenta la interacción social y el trabajo en equipo, lo que mejora el bienestar emocional y psicológico. ⁴

La actividad física regular también está asociada con una mejor calidad del sueño, lo cual es crucial para una función inmunitaria óptima. ⁵

BIBLIOGRAFÍA:

1. Nieman DC, Wentz LM. The compelling link between physical activity and the body's defense system. *Journal of Sport and Health Science* 2019; 8(3), 201-217. doi: 10.1016/j.jshs.2018.09.009.
2. Pedersen BK, Febbraio MA, et al. Muscle-derived interleukin-6—a possible link between skeletal muscle, adipose tissue, liver, and brain. *Brain, behavior, and immunity*, 19(5), 371-376.
3. Rebar AL, Stanton R, et al. Comorbidity of depression and anxiety in exercise research. *Lancet Psychiatry* 2017 Jul;4(7):519. doi: 10.1016/S2215-0366(17)30164-5.
4. Holt-Lunstad J, et al. Social relationships and mortality risk: a meta-analytic review. *PLoS Medicine* 2010; 7(7), e1000316. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000316.
5. Kredlow MA, Capozzoli MC, Hearon BA, et al. The effects of physical activity on sleep: a meta-analytic review. *J Behav Med* 2015 Jun;38(3):427-49. doi: 10.1007/s10865-015-9617-6.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



136

¿A qué edades es más necesaria y eficaz la práctica de regular de ejercicio? (1/2)

“ La práctica regular de ejercicio es beneficiosa en todas las etapas de la vida. El ejercicio físico moderado beneficia y fortalece al sistema inmunitario en todas las edades, aunque su necesidad y eficacia pueden variar según la edad.

En general, resulta especialmente importante en las personas jóvenes y en los mayores: en los jóvenes, no sólo por los beneficios que produce al organismo, sino también porque evita los perjuicios de la obesidad; en las personas mayores, al ser más vulnerables a infecciones, su beneficio es evidente, sobre todo cuando se enfrentan a infecciones virales.

En niños y adolescentes, es fundamental para un desarrollo saludable.

En la etapa de la infancia y adolescencia, el ejercicio es crucial para el desarrollo físico, mental y social, además de ayudar en el crecimiento óseo, el desarrollo muscular y la coordinación motora.

En concreto, entre otras ventajas, la actividad física regular mejora la salud cardiovascular, reduce el riesgo de obesidad y promueve un desarrollo saludable del sistema inmunitario.

También está asociada con mejoras en el rendimiento académico y la salud mental.

Fomentar una cultura de actividad física desde una edad temprana puede tener beneficios duraderos para la salud a lo largo de toda la vida.¹

En los primeros años de la edad adulta, aproximadamente entre los 18 y 30 años, el ejercicio permite establecer hábitos saludables que pueden durar toda la vida.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar





¿A qué edades es más necesaria y eficaz la práctica de regular de ejercicio? (2/2)

Es fundamental para mantener un peso saludable y prevenir enfermedades crónicas.

En esta etapa, la actividad física regular mejora la salud cardiovascular, aumenta la fuerza muscular y mejora la salud mental al reducir el estrés y la ansiedad. ²

En la edad adulta media (36-55 años), el ejercicio se vuelve aún más importante para prevenir enfermedades crónicas como diabetes tipo 2, hipertensión y enfermedades cardiovasculares. La actividad física regular puede ayudar a controlar el peso, mejorar la salud ósea y mantener la masa muscular a medida que se envejece. ³

En fases más avanzadas de la vida, el ejercicio es esencial para mantener la movilidad, prevenir caídas y mejorar la calidad de vida. La actividad física regular puede ayudar a reducir los síntomas de enfermedades crónicas, mejorar la función cognitiva y aumentar la longevidad. ⁴

En general, el ejercicio va a ser beneficioso a cualquier edad y en cualquier estado de salud. Pero es cierto que hay que adaptarlo a las condiciones fisiológicas y de salud de cada individuo.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Strong WB, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. Journal of Pediatrics 2005; 146(6), 732-737. DOI: 10.1016/j.jpeds.2005.01.055. **2.** Haskell WL, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Med Sci Sports Exerc 2007 Aug;39(8):1423-34. doi: 10.1249/mss.0b013e3180616b27. **3.** Lee IM, Skerrett PJ. Physical activity and all-cause mortality: what is the dose-response relation? Medicine & Science in Sports & Exercise 2001; 33(6 Suppl), S459-S471; discussion S493-S494. DOI: 10.1097/00005768-200106001-00016. **4.** Chodzko-Zajko WJ, et al. Exercise and physical activity for older adults. Medicine & Science in Sports & Exercise 2009; 41(7), 1510-1530. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c



137

¿Incide la actividad física en el proceso de envejecimiento del sistema inmunitario?

La inmunosenescencia o envejecimiento del sistema inmunitario se caracteriza por el deterioro de una serie de funciones inmunitarias.

Esto va a provocar en los ancianos un incremento de infecciones, enfermedades tumorales, alergias y enfermedades autoinmunitarias. Se han identificado estrategias terapéuticas importantes para combatir estos efectos en personas de edades avanzadas, cuyo objetivo fundamental es reducir el estrés oxidativo acompañante de la inmunosenescencia. Y una de las maneras más importantes es la práctica regular de ejercicio físico moderado.¹

Una actividad física regular puede ser una estrategia contra los cambios inmunitarios asociados al envejecimiento. Las poblaciones de adultos mayores que realizan algún tipo de práctica física documentan una significativa disminución de las infecciones y también experimentan un mayor grado de eficacia de las vacunas. Desde el punto de vista inmunitario, el anciano que no realiza ningún tipo de ejercicio físico tiene disminuidos la mayor parte de sus biomarcadores de función celular y humoral, con reducción de la calidad y cantidad linfocitaria, de la supervivencia y función

de los linfocitos T y B. Además, esto suele estar asociado con una baja autoestima y, en ocasiones, presentan desnutrición y enfermedades crónicas con deformidades estructurales. Sin embargo, la implementación de estilos de vida saludables, como la práctica regular de ejercicios físicos, puede atenuar las consecuencias de este proceso y constituir una alternativa terapéutica en muchos casos.¹

Un plan de entrenamiento físico diario moderado puede aumentar la función de las células inmunitarias y, por tanto, fomentar la resistencia a las infecciones (virales, bacterianas y micóticas), e incluso a la formación de células tumorales, así como impedir el acúmulo de células autorreactivas. La práctica de ejercicio debe ser moderada, porque hay efectos nocivos del ejercicio intenso; inmediatamente después del ejercicio se observa una linfocitosis que es proporcional a la intensidad del ejercicio, con retorno a los valores normales después de las 24 horas (un proceso en el que también intervienen las hormonas del estrés).^{1,2}

BIBLIOGRAFÍA:

1. Castellanos E. Ejercicio físico e inmunidad en el anciano. Rev Cubana Med Gen Integr 2012; vol.28 no.2. **2.** Walsh NP, Gleeson M, et al. Position statement. Part one: Immune function and exercise. Exerc Immunol Rev. 2011;17:6-63.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Cómo afecta el estrés al funcionamiento del sistema inmunitario en niños?

La forma en que el estrés afecta al sistema inmunitario depende del tipo de estrés y de su duración. Tanto el estrés agudo como el crónico modifican la funcionalidad del sistema inmunitario, pero de forma diferente. En el estrés agudo las defensas no específicas, es decir, la inmunidad innata, se refuerzan, pero las defensas específicas, que componen la inmunidad adaptativa, se reducen temporalmente; en cambio, en el estrés crónico ambos tipos de defensas (inespecíficas y específicas) se resienten.

El estrés puede tener un impacto significativo en la función del sistema inmunitario en niños, afectando su salud física y mental. desencadena efectos adversos sobre la función del sistema inmunitario en niños, incluyendo alteraciones en la respuesta inmunitaria, aumento de marcadores inflamatorios y contribución a problemas psicológicos que pueden afectar aún más su salud.¹

El estrés crónico puede alterar tanto la inmunidad innata como la adaptativa en los niños, lo que puede conducir a una mayor susceptibilidad a infecciones y otras enfermedades. En concreto, se ha evidenciado una alteración en la producción de hormonas como el cortisol, que a su vez puede

suprimir la función inmunitaria; de hecho, sustancias como el cortisol o la adrenalina, en niveles elevados y persistentes, alteran la homeostasis del organismo. También se produce un aumento de mediadores inflamatorios, como las citocinas, lo que contribuye a un estado de inflamación crónica que puede afectar negativamente la salud general del niño.¹⁻³

El estrés se asocia con el desarrollo de trastornos psicológicos y de comportamiento. Los niños que experimentan altos niveles de estrés pueden adoptar comportamientos poco saludables, como una mala alimentación o sedentarismo.⁴

Una presencia acusada de estrés ocasiona ansiedad y depresión en niños, lo que a su vez puede afectar su sistema inmunitario. Finalmente, el estrés prolongado puede interferir con el desarrollo físico y cognitivo normal de los niños, afectando su crecimiento y bienestar general.⁵

BIBLIOGRAFÍA:

1. Cohen S, Janicki-Deverts D, Miller GE, et al. Psychological stress and disease. JAMA 2007; 298(14), 1685-1687.
2. McEwen BS. Stress, adaptation, and disease: allostasis and allostatic load. Annals of the New York Academy of Sciences 1998; 840(1), 33-44.
3. Gunnar MR, Quevedo KM. Biological stress systems in children. In: Handbook of Child Psychology. Wiley. 2007.
4. Miller GE, Chen E, Parker KJ, et al. Psychological stress in childhood and susceptibility to the chronic diseases of aging: a biological perspective. American Journal of Psychiatry 2011; 168(6), 598-603.
5. Pérez-Fuentes MC, et al. The role of emotional intelligence in the relationship between stress and health in children. International Journal of Environmental Research and Public Health 2019; 16(18), 3390.



¿Qué papel juegan las emociones en la salud del sistema inmunitario infantil?

Las emociones desempeñan un papel crucial en la salud del sistema inmunitario infantil. La relación entre las emociones y la función inmunitaria es compleja y se basa en interacciones biológicas, psicológicas y sociales.

El estrés emocional puede desencadenar una respuesta fisiológica que afecta negativamente al sistema inmunitario. En situaciones de estrés, el cuerpo libera hormonas como el cortisol, que pueden suprimir la función inmunitaria y aumentar la susceptibilidad a infecciones. El cortisol es liberado de manera aguda en situaciones de peligro, con lo que las emociones fuertes pueden desencadenar su producción. El estrés emocional crónico puede hacer que el cortisol se libere de manera sostenida. A pesar de la acción antiinflamatoria natural de esta hormona, niveles elevados de forma crónica puede hacer que se genere resistencia a sus efectos, además de una acumulación de hormonas del estrés y citocinas inflamatorias. Esto provoca alteraciones que conllevan el inicio de procesos de inflamación en el organismo en respuesta al estrés. Los niveles elevados de cortisol se han asociado con un aumento de síntomas gastrointestinales, mientras que los niveles incrementados de citocinas inflamatorias parecen relacionados con alteraciones cerebrales implicadas en la aparición de enfermedades como la esquizofrenia, además

de tener una estrecha relación con la aparición de patologías autoinmunitarias.¹

Las emociones positivas, como la alegría y la felicidad, pueden tener un efecto beneficioso en el sistema inmunitario. Se ha demostrado que estas emociones pueden aumentar la producción de anticuerpos y mejorar la respuesta inmunitaria general. Un entorno social positivo puede ayudar a mitigar los efectos negativos del estrés emocional en el sistema inmunitario. El apoyo social contribuye a una mejor regulación emocional y puede fortalecer la respuesta inmunitaria.²

También se ha relacionado la ansiedad con una mayor vulnerabilidad, sobre todo a padecer enfermedades inmunitarias. Los niños que experimentan altos niveles de ansiedad o depresión pueden tener un sistema inmunitario menos eficaz, lo que aumenta su riesgo de enfermedades infecciosas y otros problemas de salud.¹

Por todo ello, se recomienda fomentar un desarrollo emocional saludable. La educación emocional puede ayudar a los niños a manejar sus emociones de manera efectiva, reduciendo así el impacto negativo del estrés.^{1,2}

BIBLIOGRAFÍA:

1. Morey JN, Boggero IA, Scott AB, et al. Current Directions in Stress and Human Immune Function. *Curr Opin Psychol* 2015 Oct 1; 5: 13–17. doi: 10.1016/j.copsyc.2015.03.007.
2. Thompson RA. Stress and child development. *Future Child* 2014;24(1):41-59. doi: 10.1353/foc.2014.0004.



140

¿Qué técnicas de manejo del estrés pueden mejorar la función inmunitaria en la población infantil? (1/2)

Al fomentar un entorno saludable, tanto física como emocionalmente, se contribuye al desarrollo integral del niño y se fortalece su capacidad para enfrentar situaciones estresantes.

El manejo del estrés es fundamental para mejorar la función inmunitaria en la población infantil. Implementar algunas técnicas de manejo del estrés puede tener un impacto positivo en la función inmunitaria de los niños.¹

Uno de los pilares fundamentales es la práctica regular de ejercicio físico, que no solo mejora la salud general, sino que también reduce el estrés y la ansiedad.

El ejercicio libera endorfinas, que son hormonas que mejoran el estado de ánimo. Por ello, se recomienda en los niños fomentar actividades físicas divertidas como jugar al aire libre, practicar deportes o realizar juegos activos.¹

Implementar algunas técnicas de relajación y ejercicios de respiración también aporta grandes beneficios. Enseñar a los niños a

realizar ejercicios de respiración profunda puede ayudarles a calmarse y reducir la ansiedad. Prácticas como la meditación guiada o el 'mindfulness' pueden ayudar a los niños a centrarse en el presente y disminuir el estrés.^{1,2}

Actividades como dibujar, pintar o hacer manualidades permiten a los niños expresar sus emociones y liberar tensiones.

Por otro lado, los juegos de rol pueden ser una forma efectiva para que los niños procesen sus emociones y situaciones estresantes.¹

También es importante el establecimiento de tareas diarias. Tener una rutina establecida proporciona seguridad y previsibilidad, lo que puede reducir la ansiedad en los niños.

Dentro de esto, es fundamental asegurar que los niños tengan un horario regular para dormir, lo cual es crucial para su bienestar emocional y físico.¹

Es aconsejable promover interacciones con amigos y familiares, ya que ayuda a crear un entorno de apoyo emocional.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar





140

¿Qué técnicas de manejo del estrés pueden mejorar la función inmunitaria en la población infantil? (2/2)

Asimismo, animar a los niños a hablar sobre sus sentimientos y preocupaciones puede ayudarles a procesar sus emociones. En este sentido, juega un papel determinante la educación emocional. Proporcionar educación sobre cómo identificar y gestionar las emociones puede empoderar a los niños para enfrentar situaciones estresantes.

Además, se debe formar a los niños en técnicas de resolución de problemas. Enseñarles habilidades para resolverlos, les permite abordar desafíos sin sentirse abrumados.¹

La convivencia con mascotas también es saludable para contrarrestar el estrés. Asumir su cuidado, así como abrazarlas y acariciarlas, ayuda a la relajación y liberación de hormonas inmuno-saludables.

También es esencial establecer una alimentación saludable y equilibrada. Una dieta rica en frutas, verduras, proteínas magras y granos enteros contribuye no solo al bienestar físico sino también al emocional.

Además, mantenerse bien hidratado es fundamental para la salud general e influye en el estado de ánimo.¹

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

1. Guía básica para el cuidado del sistema inmunitario. Fundación Enfermería Cantabria. <https://enfermeriacantabria.com/guiasistemaimmune.pdf>. **2.** Black DS, Slavich GM. Mindfulness meditation and the immune system: a systematic review of randomized controlled trials. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2016; 1373(1), 13.



¿Cómo afecta al sistema inmunitario de los niños la exposición al tabaquismo pasivo? (1/2)

La exposición al tabaquismo pasivo tiene efectos perjudiciales significativos en la salud de los niños, incluyendo su sistema inmunitario.

Por una parte, provoca una acusada reducción de la respuesta inmunitaria. La exposición al humo del tabaco puede debilitar la respuesta inmunitaria de los niños, haciéndolos más susceptibles a infecciones respiratorias y otras enfermedades. Esto se debe a que el humo del tabaco contiene numerosas toxinas que pueden interferir con la función normal de las células inmunitarias. Estudios recientes indican que la exposición pasiva al humo se relaciona con el porcentaje de subpoblaciones de células T CD4+ y CD3+ circulantes, tanto vírgenes como de memoria; estos hallazgos indican una respuesta inmunitaria sistémica en adolescentes sanos expuestos a niveles poblacionales de exposición pasiva al tabaco e implican una vía biológica adicional para la interacción entre la exposición pasiva y sus efectos adversos sobre la salud humana. ¹

En lo que respecta al aumento de la susceptibilidad a sufrir infecciones, sobre todo

respiratorias, se ha confirmado que los niños expuestos al tabaquismo pasivo tienen un mayor riesgo de desarrollar infecciones respiratorias agudas, como bronquitis y neumonía. ² Por ejemplo, se ha apuntado que los niños fumadores pasivos padecen un 70% más de infecciones de las vías respiratorias altas que los no expuestos al humo de tabaco, presentando además un mayor riesgo de padecer otitis purulentas crónicas (causa más común de sordera en los niños), faringitis y amigdalitis. Esto se debe a que el humo del tabaco daña las vías respiratorias y reduce la capacidad del cuerpo para combatir patógenos. ³

El tabaquismo pasivo también influye negativamente en el estado inflamatorio, potenciando la inflamación crónica de las vías respiratorias. Muchos componentes del “humo de tabaco” estimulan macrófagos y células innatas del epitelio respiratorio. La exposición al humo del tabaco puede inducir un estado inflamatorio crónico en el organismo que puede afectar negativamente la función inmunitaria y contribuir a enfermedades crónicas a largo plazo. ^{2,4}





¿Cómo afecta al sistema inmunitario de los niños la exposición al tabaquismo pasivo? (2/2)

Los niños expuestos al tabaquismo pasivo tienen un mayor riesgo de desarrollar alergias y asma. El humo del tabaco puede actuar como un irritante en las vías respiratorias, lo que aumenta la probabilidad de reacciones alérgicas y crisis asmáticas.⁵

La exposición temprana al humo del tabaco puede interferir con el desarrollo normal del sistema inmunitario en los niños, lo que podría tener consecuencias a largo plazo para su salud. La exposición prenatal y posnatal al humo del tabaco puede afectar el desarrollo pulmonar normal en los niños, lo que puede tener consecuencias a largo plazo para su salud respiratoria e inmunitaria, habiéndose evidenciado que los niños expuestos al humo del tabaco durante el embarazo mostraron un desarrollo pulmonar deficiente.⁶

También se minimiza el efecto de las vacunas. Algunos estudios sugieren que los niños expuestos al tabaquismo pasivo pueden tener una respuesta inmunitaria reducida a las vacunas, lo que podría comprometer su eficacia. Por ejemplo, un estudio específico sobre la vacuna contra el sarampión mostró que los niños expuestos al humo de tabaco

tenían niveles más bajos de anticuerpos después de recibir la vacuna, lo que indica una respuesta inmunitaria comprometida.⁷

Por lo tanto, dada la vulnerabilidad del sistema inmunitario infantil, es crucial minimizar su exposición al humo del tabaco para proteger su salud a corto y largo plazo. Los expertos coinciden en la necesidad de reducir la exposición al tabaquismo pasivo para proteger la salud inmunitaria y general de los niños, aconsejando promover ambientes libres de humo para garantizar un desarrollo saludable y prevenir enfermedades relacionadas con el sistema inmunitario.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Vardavas CI, Plada M, Tzatzarakis M, Marcos A, et al. Passive smoking alters circulating naive/memory lymphocyte T-cell subpopulations in children. *Pediatr Allergy Immunol* 2010 Dec;21(8):1171-8. doi: 10.1111/j.1399-3038.2010.01039.x.
2. Klein JD, et al. The impact of secondhand smoke exposure on children's health. *Pediatrics* 2010; 126(4), e1002-e1008. DOI: 10.1542/peds.2010-0635.
3. Córdoba-García R, García-Sánchez N, Suárez López de Vergara RG, et al. Exposición al humo ambiental de tabaco en la infancia. *Anales de Pediatría* 2007. Vol. 67. Núm. 2. páginas 101-103. DOI: 10.1016/S1695-4033(07)70568-4.
4. Hoffman D, et al. The effects of tobacco smoke on the immune system. *Tobacco Control* 2006; 15(3), 193-198. DOI: 10.1136/tc.2005.015080.
5. Tager IB, et al. Secondhand smoke exposure and asthma in children: a systematic review. *Environmental Health Perspectives* 2005, 113(12), 1647-1651. DOI: 10.1289/ehp.8044.
6. Breathe M, et al. Prenatal tobacco exposure and lung function in children. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2013; 188(11), 1347-1354. DOI: 10.1164/rccm.201303-0468OC.
7. Hernández M, et al. Impact of passive smoking on the immune response to measles vaccination in children. *Vaccine* 2009; 27(12), 1743-1747. DOI: 10.1016/j.vaccine.2009.01.013.



¿Cómo afecta el uso de vapeadores y cigarrillos electrónicos al sistema inmunitario de los adolescentes?

El uso de vapeadores y cigarrillos electrónicos ha aumentado significativamente entre los adolescentes, ocasionando efectos negativos sobre la salud.

El consumo de cigarrillos electrónicos puede inducir inflamación en las vías respiratorias, lo que podría comprometer la función inmunitaria. La exposición a los aerosoles de los vapeadores puede alterar la respuesta inmunitaria innata y adaptativa.¹

También se ha observado que el uso de cigarrillos electrónicos puede afectar negativamente la función pulmonar y aumentar el riesgo de infecciones respiratorias, lo que sugiere un impacto adverso en la salud inmunitaria.²

Estos productos ocasionan importantes trastornos en la microbiota. Se ha demostrado que el consumo de cigarrillos electrónicos puede alterar la microbiota oral y pulmonar, lo que podría tener implicaciones para la salud inmunitaria de los adolescentes.³

El uso de vapeadores también se ha asociado

con un aumento del estrés oxidativo y problemas de salud mental, influyendo indirectamente en la función inmunitaria.⁴

Los efectos del uso de cigarrillos electrónicos y vapeadores sobre la salud pública son evidentes, ejercen efectos deletéreos a nivel fisiopatológico e inciden negativamente en el sistema inmunitario y la salud respiratoria general, especialmente en poblaciones jóvenes.⁵

BIBLIOGRAFÍA:

1. Goniewicz ML, et al. Levels of selected carcinogens and toxicants in vapor from electronic cigarettes. *Tobacco Control* 2018; 27(2), 163-168. DOI: 10.1136/tobaccocontrol-2016-053202.
2. Bhatta DN, Glantz SA. Association of e-cigarette use with respiratory disease among adults: a longitudinal analysis of the PATH study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2020; 201(11), 1405-1412. DOI: 10.1164/rccm.201911-2233OC.
3. Mason T, et al. Impact of e-cigarette use on oral and lung microbiome. *Microbiome* 2021; 9(1), 1-12. DOI: 10.1186/s40168-021-01080-y.
4. Kumar S, et al. E-cigarettes and their impact on health: a review. *Journal of Clinical Medicine* 2020; 9(7), 2155. DOI: 10.3390/jcm9072155.
5. Martínez-Larenas MV, Montañez-Aguirre AA, González-Valdelamar CA, et al. Efectos fisiopatológicos del cigarro electrónico: un problema de salud pública. *Neumol. cir. torax* 2023; vol.81 Nº.2 <https://doi.org/10.35366/108498>.



¿Qué efectos tiene el consumo de alcohol en la adolescencia sobre la salud del sistema inmunitario?

El consumo de alcohol durante la adolescencia puede tener efectos perjudiciales significativos en el sistema inmunitario, alterando su función y aumentando la susceptibilidad a infecciones. El consumo excesivo de alcohol puede afectar negativamente tanto la inmunidad innata como la adaptativa.¹

La exposición al alcohol durante la adolescencia puede afectar el desarrollo y la función de las células inmunitarias, como los linfocitos T y B, lo que compromete la capacidad del cuerpo para responder a patógenos. El consumo de alcohol puede alterar la producción de citocinas y afectar la respuesta inmunitaria.¹

El consumo de alcohol durante la adolescencia también puede tener efectos neuroinmunitarios, afectando no solo el sistema inmunitario, sino también el sistema nervioso central, lo que podría influir en cómo se responde a las infecciones y enfermedades. La investigación ha demostrado que los adolescentes que consumen alcohol tienen un

mayor riesgo de desarrollar enfermedades infecciosas debido a una respuesta inmunitaria debilitada.^{1,2}

BIBLIOGRAFÍA:

1. Sarkar D, Phil D, Jung MK, et al. Alcohol and the Immune System. *Alcohol Res.* 2015; 37(2): 153–155. **2.** Crews FT, Lawrimore CJ, Walter TJ, et al. The role of neuroimmune signaling in alcoholism. *Neuropharmacology* 2017 Aug 1;122:56-73. doi: 10.1016/j.neuropharm.2017.01.031.



¿Influye el consumo de drogas en la función inmunitaria de los adolescentes?

El consumo de drogas durante la adolescencia puede tener efectos adversos significativos sobre la función inmunitaria, aumentando la vulnerabilidad a infecciones y comprometiendo la salud general.

El uso de cannabis se correlaciona con la aparición de alteraciones en la función inmunitaria, lo que podría aumentar la susceptibilidad a infecciones.¹

Lo mismo sucede con el consumo de opioides, que pueden alterar la producción de citocinas y afectar las respuestas inmunitarias innatas y adaptativas.²

La cocaína también se ha relacionado con una disminución en la función inmunitaria. Su consumo crónico provoca una reducción en la actividad de las células T y B, lo que compromete la respuesta inmunitaria.³

El éxtasis también altera el sistema inmunitario; entre otros efectos, incrementa la secreción de una hormona, el cortisol, que es uno de los inmunosupresores naturales más potentes, lo que conduce a una menor producción de

células fundamentales para el funcionamiento correcto del sistema inmunitario, algo que también ocurre cuando se está expuesto a una situación de estrés extrema.

Los efectos del éxtasis sobre el sistema inmunitario condicionan que sus consumidores sean más propensos a infecciones respiratorias de vías altas.⁴

BIBLIOGRAFÍA:

1. Klein TW, Newton C, Larsen K, et al. The cannabinoid system and immune modulation. *J Leukoc Biol* 2003 Oct;74(4):486-96. doi: 10.1189/jlb.0303101.
2. Hutchinson MR, Watkins LR. Why is neuroimmunopharmacology crucial for the future of addiction research? *Neuropharmacology*. 2014 Jan;76 Pt B(0 0):218-27. doi: 10.1016/j.neuropharm.2013.05.039.
3. Marasco CC, Goodwin CR, Winder D, et al. Systems-Level View of Cocaine Addiction: The Interconnection of the Immune and Nervous Systems. *Exp Biol Med* (Maywood) 2014 Nov; 239(11): 1433-1442. doi: 10.1177/1535370214537747.
4. Sola Llopis S, Miguez-Pan M, Peña-Casanova J, et al. Cognitive performance in recreational ecstasy polydrug users: a two-year follow-up study. *J Psychopharmacol* 2008 Jul;22(5):498-510. doi: 10.1177/0269881107081545.



¿Qué impacto tienen las bebidas energéticas en la salud del sistema inmunitario infantil? (1/2)

El consumo de bebidas energéticas ha aumentado entre los niños y adolescentes, algo especialmente preocupante si se tiene en cuenta su impacto en la salud, incluido el sistema inmunitario.

Estas bebidas contienen sustancias que actúan como estimulantes, tales como la cafeína, guaraná y taurina. Además, su consumo frecuente o excesivo se ha asociado con un riesgo incrementado de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes.^{1,2}

Las bebidas energéticas suelen contener altas dosis de cafeína. Este estimulante se ha asociado con varios efectos nocivos para la salud en los niños, tales como efectos en el desarrollo de los sistemas neurológicos y cardiovasculares.

Un consumo excesivo de cafeína puede tener efectos negativos en el sistema inmunitario, incluyendo una posible disminución de la respuesta inmunitaria, fundamentalmente efectos indirectos debido a su acción sobre el sueño, la ansiedad y la alimentación.^{2,3}

En un documento de recomendaciones sobre el consumo de bebidas energéticas liderado por la Agencia Española Seguridad Alimentaria y Nutrición, se llama la atención sobre los efectos nocivos que el abuso de la cafeína puede provocar: desde efectos fisiológicos no deseados, con trastorno del sueño, hasta efectos psicológicos y alteración del comportamiento, así como enfermedades cardiovasculares. Un consumo regular de cafeína puede causar dependencia física moderada a partir de 100 mg/día y tolerancia a esta sustancia, creando la necesidad de consumir una dosis mayor que la inicial para conseguir un efecto similar al original.

El consumo de más de 60 miligramos de cafeína en adolescentes de 11 a 17 años (unos 200 mililitros de bebida energética con 32 mg de cafeína/100ml) puede provocar alteraciones del sueño. A partir de 160 miligramos de cafeína (500 mililitros de una bebida energética con 32 mg de cafeína/100ml), puede provocar efectos adversos generales para la salud: efectos psicológicos y alteraciones comportamentales y trastornos cardiovasculares.





¿Qué impacto tienen las bebidas energéticas en la salud del sistema inmunitario infantil? (2/2)

Un consumo regular de cafeína puede causar dependencia física moderada a partir de 100 mg/día y tolerancia a esta sustancia, creando la necesidad de consumir una dosis mayor que la inicial para conseguir un efecto similar al original.

El consumo de más de 60 miligramos de cafeína en adolescentes de 11 a 17 años (unos 200 mililitros de bebida energética con 32 mg de cafeína/100ml) puede provocar alteraciones del sueño. A partir de 160 miligramos de cafeína (500 mililitros de una bebida energética con 32 mg de cafeína/100ml), puede provocar efectos adversos generales para la salud: efectos psicológicos y alteraciones comportamentales y trastornos cardiovasculares.

Estos efectos se sumarían a los de otros alimentos que contengan cafeína: café, té, chocolate, guaraná, etcétera. No se recomienda su consumo en adolescentes.⁴

El consumo de estas bebidas aumenta, además, el estrés oxidativo y la inflamación, lo que podría comprometer la función inmunitaria.^{2,3,5}

Su impacto en la salud cardiovascular también ha sido ampliamente estudiado, corroborando que las bebidas energéticas pueden tener efectos adversos sobre la salud cardiovascular; entre otras repercusiones, aumenta la presión arterial y la frecuencia cardíaca, lo que podría influir en la salud general.⁶

BIBLIOGRAFÍA:

1. American Academy of Pediatrics. Committee on nutrition and the Council on sports Medicine and Fitness. Sports Drinks and Energy Drinks for children and adolescents: Are they appropriate?. *Pediatrics* 2011; 127, 8: 1182-1189. **2.** Monge Zamorano M, Hernández Hernández A, Quintana Herrera C, et al. Bebidas para el deporte y bebidas energéticas en niños y adolescentes. *CAN PEDIATR Volumen 35, Nº3*. **3.** Higgins JP, Babu K, Deuster PA, et al. Energy Drinks: A Contemporary Issues Paper. *Curr Sports Med Rep* 2018 Feb;17(2):65-72. doi: 10.1249/JSR.0000000000000454. **4.** Recomendaciones de consumo de bebidas energéticas. Agencia Española Seguridad Alimentaria y Nutrición. Marzo 2022. https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias_y_actualizaciones/noticias/2022/recomendaciones_bebidas_energeticas.htm. **5.** Ajibo C, Van Griethuysen A, Visram S, et al. Consumption of energy drinks by children and young people: a systematic review examining evidence of physical effects and consumer attitudes. *Public Health* 2024; Volume 227, Pages 274-281. **6.** Wassef B, Kohansieh M, Makaryus AN. Effects of energy drinks on the cardiovascular system. *World J Cardiol.* 2017 Nov 26; 9(11): 796-806. doi: 10.4330/wjc.v9.i11.796.



¿Cómo afecta la exposición al tabaquismo, prenatal y posnatal, al sistema inmunitario del niño?

La exposición, pre y posnatal, al tabaquismo puede tener efectos significativos en el desarrollo del sistema inmunitario del niño.

Diversos estudios han demostrado que la exposición al humo del tabaco durante el embarazo puede provocar alteraciones en las células inmunitarias y se asocia con un mayor riesgo de infecciones respiratorias, asma y otras enfermedades alérgicas en la infancia.^{1,2} Así, por ejemplo, se ha determinado que la exposición pasiva al tabaquismo aumenta la incidencia de sibilancias y asma en niños y jóvenes al menos en un 20%, lo que subraya la necesidad de evitar el tabaquismo prenatal para prevenir el asma.³

También se ha observado que los bebés expuestos al humo del tabaco tienen una menor respuesta inmunitaria a las vacunas y un mayor riesgo de desarrollar enfermedades autoinmunitarias y alérgicas. El humo del tabaco contiene numerosos compuestos tóxicos que pueden inducir inflamación y afectar la función de las células inmunitarias. Esto puede llevar a una predisposición a infecciones y enfermedades inflamatorias en la infancia.^{1,2,4}

La exposición al tabaco puede inducir cambios epigenéticos, es decir, modificaciones químicas en el genoma afectan la expresión de genes. Una de estas modificaciones es la metilación del ADN, que ocurre principalmente en sitios donde hay una citosina seguida de una guanina (sitios CpG). Fumar durante el embarazo se asocia con cambios en los patrones de metilación del ADN de la placenta, y muchos de estos cambios están a su vez asociados con un peor desenlace del parto. Estos cambios en metilación del ADN pueden afectar la expresión de genes implicados en respuestas a factores ambientales, crecimiento e inflamación, lo cual explicaría el impacto sobre el crecimiento fetal.⁵

BIBLIOGRAFÍA:

1. Fríguls B, García-Algar O, Puig Cm et al. Exposición prenatal y posnatal al tabaco y síntomas respiratorios y alérgicos en los primeros años de vida. Archivos de Bronconeumología 2009; Volume 45, Issue 12, Pages 585-590.
2. Bermúdez Barrezueta L, Miñambres Rodríguez M, Palomares Cardador M, et al. Efecto de la exposición prenatal y posnatal al tabaco en el desarrollo de bronquiolitis aguda durante los dos primeros años de vida. Anales de Pediatría 2021; Vol. 94. Núm. 6. páginas 385-395.
3. Zacharasiewicz A. Maternal smoking in pregnancy and its influence on childhood asthma. ERJ Open Res 2016 Jul; 2(3): 00042-2016. doi: 10.1183/23120541.00042-2016.
4. Burke H, Leonardi-Bee J, Hashim A, et al. Prenatal and passive smoke exposure and incidence of asthma and wheeze: systematic review and meta-analysis. Pediatrics 2012 Apr; 129(4):735-44. doi: 10.1542/peds.2011-2196.
5. Everson TM, Vives-Usano M, Seyve E, et al. Placental DNA methylation signatures of maternal smoking during pregnancy and potential impact on fetal growth. NATURE COMMUNICATIONS 2021; 12:5095. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24558-y>



¿La intervención temprana en el consumo de drogas puede prevenir daños en el sistema inmunitario infantil?

“ La intervención temprana en el consumo de drogas puede ser crucial para prevenir daños en la salud general de niños y adolescentes, incluyendo el sistema inmunitario.

Sin duda, puede ayudar a reducir el riesgo de consumo de drogas y sus efectos adversos en la salud; de hecho, la implementación de programas de prevención dirigidos a jóvenes puede disminuir significativamente el uso de sustancias y, por ende, los riesgos asociados con su consumo. ¹

Un estudio realizado por el "National Institute on Drug Abuse" (NIDA) señala que los programas de intervención temprana son efectivos para prevenir el inicio del consumo de drogas y mitigar sus efectos negativos en la salud física y mental. ²

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

1. Hawkins JD, et al. A review of predictors of youth violence. *Journal of Substance Abuse Treatment* 2008; 34(3), 265-275. DOI: 10.1016/j.jsat.2007.06.002. **2.** National Institute on Drug Abuse (NIDA). Preventing Drug Use among Children and Adolescents. NIH Pub Number: 04-4212(A). <https://archives.nida.nih.gov/publications/preventing-drug-use-among-children-adolescents>



¿Cómo contribuyen las vacunas a reforzar el sistema inmunitario en los niños? (1/2)

Las vacunas son un recurso fundamental para fortalecer el sistema inmunitario en los niños, ya que ayudan a prevenir enfermedades infecciosas y a desarrollar una respuesta inmunitaria adecuada, contribuyendo a la salud pública mediante la creación de inmunidad colectiva.

A lo largo de la historia los procesos de vacunación han logrado erradicar patologías como la viruela. Otras están en proceso de ser eliminadas en todo el mundo, como la poliomielitis. ¹

Las vacunas son un recurso que permite preparar al organismo para combatir infecciones futuras. Mediante la inoculación de una bacteria atenuada o inactivada, de un virus mutado para atenuar o eliminar su virulencia, o la inyección de una dosis baja de una proteína, toxina o ARN del agente infeccioso pueden preparar al organismo para que se enfrente a la versión salvaje de estos organismos o toxinas. El sistema inmunitario reconoce antígenos presentes en la sustancia administrada,

estimulando la producción de anticuerpos específicos y activando las células T y B del sistema inmunitario que inducen una memoria inmunitaria. Este mecanismo permite que, después de la vacunación, el sistema inmunitario "recuerde" cómo combatir un patógeno específico. La vacunación en niños permite que, si el individuo se expone en etapas posteriores a ese patógeno contra el que ha sido vacunado, su sistema inmunitario puede responder de manera más rápida y eficaz, reduciendo así la gravedad de la enfermedad o previniéndola por completo. ²

La vacunación ha demostrado ser efectiva en la prevención de enfermedades infecciosas graves en niños, como el sarampión, la rubeola y la poliomielitis. Gracias a este recurso se ha reducido drásticamente la incidencia de estas enfermedades y sus complicaciones asociadas. La vacunación aumenta la esperanza de vida, siendo también una herramienta eficaz para reducir las disparidades en la riqueza y las desigualdades en el ámbito de la salud.





¿Cómo contribuyen las vacunas a reforzar el sistema inmunitario en los niños? (2/2)

La implementación de programas de vacunación ha llevado a una disminución significativa en las tasas de mortalidad infantil asociadas con enfermedades prevenibles por vacunación.³

Las vacunas ayudan a entrenar al sistema inmunitario infantil para reconocer y combatir patógenos específicos sin causar enfermedad, siendo esenciales para el desarrollo adecuado del sistema inmunitario en los niños.

Pero la vacunación no solo protege a los individuos vacunados, sino que también contribuye a la inmunidad colectiva, lo que ayuda a proteger a aquellos que no pueden ser vacunados por razones médicas (alérgicos a componentes de las vacunas, o inmunodeficientes).⁴

La vacunación también reduce el riesgo de complicaciones graves asociadas con enfermedades infecciosas en niños, lo que contribuye a una mejor salud general y un desarrollo óptimo del sistema inmunitario.

Las vacunas previenen hospitalizaciones y muertes relacionadas con enfermedades prevenibles por vacunación.⁵

BIBLIOGRAFÍA:

1. El poder de las vacunas para erradicar enfermedades. Gobierno de España. <https://www.vacunacovid.gob.es/vozes-expertas/el-poder-de-las-vacunas-para-erradicar-enfermedades>.
2. Plotkin S, Plotkin S. The development of vaccines: how the past led to the future. *Nat Rev Microbiol* 9, 889–893 (2011). <https://doi.org/10.1038/nrmicro2668>.
3. Andre FE, et al. Vaccination greatly reduces disease, disability, death and inequity worldwide. *Bull World Health Organ* 2008;86(2):140-6. doi: 10.2471/blt.07.040089.
4. Cambronero MR, Prado-Cohrs D, López Sanroma M. Basic immunological concepts applied to vaccination 2017; Vol. 18. Issue 2. pages 49-58.
5. Rodrigues CMC, Plotkin SA. Impact of Vaccines; Health, Economic and Social Perspectives. *Front Microbiol* 2020; 11: 1526. doi: 10.3389/fmicb.2020.01526.



¿Qué impacto tiene la inmunización temprana en la prevención de enfermedades infecciosas en la infancia?

La inmunización temprana tiene un impacto significativo en la prevención de enfermedades infecciosas en la infancia.

Protege a los niños contra una variedad de enfermedades infecciosas graves, como el sarampión, la rubéola, la poliomielitis y las infecciones por *Haemophilus influenzae* tipo b.

Es importante seguir el calendario vacunal vigente en cada comunidad autónoma. Las vacunas han demostrado ser altamente efectivas para reducir la incidencia y gravedad de estas enfermedades.^{1,2}

La vacunación ha sido fundamental en la reducción de las tasas de mortalidad infantil asociadas con enfermedades prevenibles. Según un informe del *Global Vaccine Action Plan*, se estima que las vacunas salvan entre 2 y 3 millones de vidas al año en todo el mundo.³

La prevención de enfermedades infecciosas mediante la inmunización temprana también tiene beneficios económicos significativos.

Al reducir las hospitalizaciones y los costos asociados con el tratamiento de enfermedades prevenibles, se libera carga sobre los sistemas de salud y se mejora la calidad de vida general.³

BIBLIOGRAFÍA:

1. World Health Organization. Vaccines and immunization: What is vaccination? <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/vaccines-and-immunization-what-is-vaccination>
2. CDC. <https://www.cdc.gov/vaccines/parents/why-vaccinate/index-sp.html>
3. Gavi Alliance. The Vaccine Alliance: The impact of vaccines on global health. 2020. <https://www.gavi.org>



¿Por qué son importantes las revisiones médicas en el seguimiento del desarrollo del sistema inmunitario de los niños?

Las revisiones médicas son determinantes para hacer una evaluación del estado de salud general y un seguimiento de la salud del sistema inmunitario infantil.

Es importante respetar el calendario de revisiones médicas pediátricas que establece cada comunidad autónoma.

Durante estas revisiones, los pediatras evalúan el estado general de salud del niño, lo que incluye la revisión de su historial médico, crecimiento y desarrollo.

Esto permite identificar cualquier signo de debilidad en el sistema inmunitario o problemas subyacentes que puedan afectar la salud. ¹

Además, son un recurso óptimo para hacer un seguimiento y asegurar que los niños reciban todas las vacunas recomendadas según el calendario de inmunización.

La administración oportuna de vacunas es esencial para fortalecer el sistema inmunitario y proteger a los niños contra enfermedades infecciosas. ²

Durante las consultas, los pediatras pueden educar a los padres sobre la importancia del sistema inmunitario y cómo fortalecerlo a través de una nutrición adecuada, hábitos saludables (sueño, ejercicio, tóxicos, pantallas, etc.) y la importancia de mantener al día las vacunas.

Esta educación es vital para fomentar prácticas que fortalezcan la salud inmunitaria del niño. ^{1,3}

BIBLIOGRAFÍA:

1. American Academy of Pediatrics. Bright Futures: Guidelines for Health Supervision of Infants, Children, and Adolescents. 2021 https://downloads.aap.org/AAP/PDF/periodicity_schedule.pdf
2. World Health Organization. Immunization coverage. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/immunization-coverage>.
3. Alves Ferreira PV, Santos Leal V, Câmara da Silva MM, et al. Infant growth during the first year of life. Journal of human growth and development 2015; V. 25 N. 2 (2015) DOI: <https://doi.org/10.7322/jhgd.103017>



151

¿Cómo afecta el uso excesivo de antibióticos al desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario en los niños? (1/2)

El abuso y/o empleo inapropiado de antibióticos en la infancia suscita preocupaciones significativas entre los profesionales de la salud, pudiendo inducir varios efectos negativos en el desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario.

Un efecto significativo se produce en la microbiota intestinal, que es crucial en el desarrollo del sistema inmunitario. Los antibióticos no sólo eliminan las bacterias patógenas, sino que también afectan a las bacterias beneficiosas que componen el microbiota intestinal. Esta alteración puede llevar a un desequilibrio en la composición de la microbiota o a una menor diversidad de la misma (disbiosis), lo que afecta a la maduración del sistema inmunitario y su capacidad para responder adecuadamente a infecciones. Asimismo, esta disbiosis se ha asociado con la mayor predisposición a sufrir enfermedades alérgicas.^{1,2}

La exposición repetida a antibióticos puede afectar la capacidad del sistema inmunitario para reconocer y responder a patógenos, lo que podría comprometer la salud general del niño. Además, puede contribuir al desarrollo de resistencia bacteriana, lo que significa que las infecciones pueden volverse más difíciles de tratar y puede

provocar una mayor susceptibilidad a sufrir infecciones recurrentes en los niños.

Esto puede resultar en infecciones más difíciles de tratar y potencialmente más graves, lo que podría iniciar un ciclo vicioso donde se requieren tratamientos más agresivos que pueden afectar aún más al sistema inmunitario.^{2,3}

La exposición temprana a antibióticos puede alterar las vías inmunitarias críticas que son esenciales para una respuesta inmunitaria adecuada. Esto puede resultar en un aumento de enfermedades alérgicas (como asma, rinitis alérgica, dermatitis atópica o eczema) y autoinmunitarias, ya que un sistema inmunitario mal regulado puede reaccionar de manera inapropiada a sustancias inofensivas o atacar tejidos propios.

Una microbiota intestinal alterada puede influir en la regulación del sistema inmunitario, favoreciendo respuestas Th2 que están implicadas en las alergias.^{2,3}

El impacto del uso excesivo de antibióticos no se limita solo a la infancia; puede tener efectos duraderos en la salud a lo largo de la vida.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar





¿Cómo afecta el uso excesivo de antibióticos al desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario en los niños? (2/2)

La alteración persistente de la microbiota intestinal puede contribuir a problemas metabólicos, trastornos autoinmunitarios y una mayor susceptibilidad a infecciones recurrentes en etapas posteriores.

Se ha determinado un cierto uso excesivo de antibióticos en perinatología. En diferentes estudios que han evaluado el impacto de administración de antimicrobianos, se observó un uso de los fármacos con duración superior al debido y, en algunos casos, un inicio inapropiado de carbapenem y vancomicina. Un suceso similar sucede en algunas unidades neonatales, ocasionando efectos adversos importantes, entre los que se incluyen morbilidades agudas, muerte, aumento de resistencia microbiana, alteraciones del microbioma y disbiosis asociadas a complicaciones graves a lo largo de la vida, como infecciones, alergias, trastornos autoinmunitarios, enfermedades gastrointestinales, artritis, asma, obesidad y cáncer.⁴

El uso excesivo de antibióticos en niños puede tener efectos significativos y duraderos en el desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario. La alteración de la microbiota

intestinal, el aumento de la resistencia a los antibióticos, el impacto en la respuesta inmunitaria y el riesgo elevado de enfermedades alérgicas son solo algunos de los problemas asociados con su uso inapropiado. Estos efectos no solo pueden comprometer la salud inmediata de los niños, sino que también pueden tener repercusiones a largo plazo en su bienestar general. Por ello, resulta fundamental que tanto los profesionales de la salud como los padres sean conscientes de estos riesgos y promuevan un uso responsable de los antibióticos. Esto incluye prescribirlos solo cuando sea necesario y fomentar prácticas que apoyen una microbiota saludable, como una dieta equilibrada, rica en fibra de efecto prebiótico, que puede complementarse con el consumo de probióticos. De hecho, sería aconsejable reforzar el consumo de probióticos en los periodos de tratamiento con antibióticos. La educación sobre el uso adecuado de antibióticos y sus implicaciones es esencial para proteger la salud infantil y garantizar un desarrollo óptimo del sistema inmunitario.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Blaser MJ, Falkow S. What are the consequences of the disappearing human microbiota? *Nature Reviews Microbiology*. 2009;7:887-894.
2. Blaser MJ. Antibiotic overuse: Stop the killing of beneficial bacteria. *Nature*. 2011;476:393-394.
3. Laxminarayan R, et al. Antibiotic resistance—the need for global solutions. *The Lancet Infectious Diseases* 2013; 13(12), 1057-1098. DOI: 10.1016.
4. Cardetti M, Rodríguez S, Sola A. Uso (y abuso) de antibióticos en la medicina perinatal. *Anales de Pediatría* 2020. Vol. 93. Núm. 3, páginas 207.e1-207.e7.



¿Qué riesgos existen al seguir consejos de fuentes de información no acreditadas en lugar de profesionales sanitarios respecto al sistema inmunitario infantil?

Seguir consejos de fuentes de información no acreditadas en lugar de consultar a profesionales sanitarios puede conllevar varios riesgos significativos, especialmente en lo que respecta al sistema inmunitario infantil.

Existe evidencia científica que identifica que consultar fuentes no acreditadas pueden proporcionar información errónea sobre el tratamiento y la prevención de enfermedades.

Esto puede llevar a los padres a optar por remedios ineficaces o incluso peligrosos, lo que podría comprometer la salud del niño.¹

Además, confiar en información no verificada puede retrasar la búsqueda de atención médica adecuada, algo particularmente crítico en el caso de infecciones o condiciones que requieren intervención inmediata para evitar complicaciones graves.²

Algunas fuentes no acreditadas pueden promover prácticas que son perjudiciales para la salud infantil, como dietas extremas o la negativa a recibir vacunas.

Estas prácticas pueden debilitar el sistema inmunitario y aumentar la vulnerabilidad a enfermedades.³

BIBLIOGRAFÍA:

1. Chen J, Wang Y. Social Media Use for Health Purposes: Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2021 May; 23(5): e17917. doi: 10.2196/17917.
2. Borges do Nascimento IJ, Pizarro AB, Almeida JM, et al. Infodemics and health misinformation: a systematic review of reviews. *Bull World Health Organ* 2022 ; 100(9): 544-561. doi: 10.2471/BLT.21.287654.
3. Salmon DA, Dudley MZ, Glanz JM, et al. Vaccine Hesitancy: Causes, Consequences, and a Call to Action. *American Journal of Preventive Medicine* 2015. Volume 49, Issue 6, Supplement 4, Pages S391-S398.



¿Cómo afectan los virus estacionales, como la gripe, al sistema inmunitario de los niños?

Los virus estacionales, como el de la gripe, pueden tener un impacto significativo en el sistema inmunitario de los niños, activando respuestas inmunitarias y generando memoria que es beneficiosa para futuras infecciones, pero también pueden llevar a complicaciones graves en algunos casos y afectar el desarrollo del sistema inmunitario a largo plazo.

Por lo tanto, estos virus, además de activar y fortalecer la respuesta inmunitaria a través de la memoria inmunitaria tan necesaria para ulteriores enfrentamientos al mismo virus,

también pueden causar complicaciones graves y alterar otros aspectos de la salud inmunitaria, como la microbiota intestinal y el equilibrio oxidación-reducción del organismo.¹⁻³

BIBLIOGRAFÍA:

1. Mifsud EJ, Kuba M, Barr IG. Innate Immune Responses to Influenza Virus Infections in the Upper Respiratory Tract. *Viruses*. 2021 Oct 17;13(10):2090. doi: 10.3390/v13102090.
2. Chen X, Liu S, Goraya MU, Maarouf M, Huang S, Chen JL. Host Immune Response to Influenza A Virus Infection. *Front Immunol*. 2018 Mar 5;9:320. doi: 10.3389/fimmu.2018.00320.
3. Zhang Y, Xu Z, Cao Y. Host-Virus Interaction: How Host Cells Defend against Influenza A Virus Infection. *Viruses*. 2020 Mar 29;12(4):376. doi: 10.3390/v12040376.



¿Qué importancia adquiere la vacunación estacional para proteger el sistema inmunitario del niño?

La vacunación infantil frente a virus estacionales es una herramienta crucial para proteger la salud pública y reducir el impacto de estos virus en la población infantil y en la comunidad en general.

Entre otros múltiples beneficios, sirve para:

- **Prevenir enfermedades.** La vacunación reduce significativamente el riesgo de contraer enfermedades graves causadas por virus estacionales, como la gripe. ¹
- **Reducir las hospitalizaciones.** La vacunación puede disminuir las tasas de hospitalización en niños debido a complicaciones relacionadas con infecciones virales. ²
- **Fomentar la inmunidad comunitaria.** Al vacunar a los niños, se contribuye a la inmunidad colectiva, protegiendo así a aquellos que no pueden ser vacunados por razones médicas (alérgicos o inmunodeficientes). ³
- **Disminuir la transmisión del virus.** La

vacunación ayuda a reducir la circulación del virus en la comunidad, lo que beneficia a todos. ¹

- **Proteger contra complicaciones graves.** Las vacunas ayudan a prevenir complicaciones graves asociadas con infecciones virales, como neumonía o bronquitis. ^{1,4}

BIBLIOGRAFÍA:

1. Thompson WW, et al. Influenza-Associated Hospitalizations in the United States. *Journal of the American Medical Association* 2004; 292(11), 1333-1340. DOI: 10.1001/jama.292.11.1333.
2. Fine P, Eames K, Heymann DL. Herd Immunity: A Rough Guide. *Clinical Infectious Diseases*, Volume 52, Issue 7, 1 April 2011, Pages 911–916.
3. Grohskopf, L. A., et al. (2020). "Prevention and Control of Influenza with Vaccines: Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices, United States, 2020-21 Influenza Season." *MMWR Recommendations and Reports*, 69(8), 1-24. DOI: 10.15585/mmwr.rr6908a1.
4. Adams K, Weber ZA, Yang DH, et al. Vaccine Effectiveness Against Pediatric Influenza-A-Associated Urgent Care, Emergency Department, and Hospital Encounters During the 2022-2023 Season: VISION Network. *Clin Infect Dis* 2024;78(3):746-755. doi: 10.1093/cid/ciad704.



155

¿Cómo influye la exposición al frío durante el invierno en la respuesta inmunitaria de los niños? (1/2)

La exposición al frío invernal debilita la respuesta inmunitaria o defensiva de nuestro organismo, de manera que aumentan las enfermedades de tipo infeccioso, principalmente respiratorias, de tipo vírico como los resfriados comunes o la producida por el virus de la gripe, o bacterianas como la neumonía por neumococo.

El hecho de permanecer más tiempo en recintos cerrados, con escasa ventilación o gran afluencia de personas favorece la difusión de patologías infecciosas.

La exposición al frío durante el invierno puede influir en la respuesta inmunitaria de los niños de varias maneras: ^{1,2}

- **Estrés fisiológico.** La exposición a temperaturas frías puede causar estrés fisiológico en el cuerpo, lo que puede afectar la función del sistema inmunitario. El frío extremo puede llevar a una disminución temporal en la actividad de

ciertas células inmunitarias, como los linfocitos, que son cruciales para la respuesta inmunitaria.

- **El frío provoca vasoconstricción,** lo que reduce el flujo sanguíneo a la piel y las extremidades. Esto puede limitar la capacidad del sistema inmunitario para movilizarse rápidamente hacia áreas donde se necesita una respuesta inmunitaria, como en caso de infecciones.
- **Aumento de enfermedades respiratorias.** Durante el invierno, las infecciones respiratorias son más comunes debido a factores como el aumento del tiempo en interiores y la propagación de virus estacionales (como la gripe y el resfriado común). Estas infecciones pueden debilitar temporalmente el sistema inmunitario y hacer que los niños sean más susceptibles a otras enfermedades.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar





¿Cómo influye la exposición al frío durante el invierno en la respuesta inmunitaria de los niños? (2/2)

- **Efectos sobre la vitamina D.** Durante los meses de invierno, especialmente en latitudes más altas, la exposición al sol disminuye, lo que puede llevar a niveles bajos de vitamina D. La vitamina D es importante para una función inmunitaria adecuada; su deficiencia se ha asociado con un mayor riesgo de infecciones respiratorias. La falta de exposición solar durante el invierno puede contribuir a esta deficiencia, lo que podría afectar negativamente la respuesta inmunitaria.³
- **Comportamientos asociados.** Durante el invierno, las personas tienden a pasar más tiempo en interiores, lo que puede aumentar la transmisión de virus y bacterias, que se quedan en aerosoles, sobre todo en lugares donde no hay sistemas mecánicos de filtrado del aire (tipo Hepa). Este cambio en el comportamiento social puede contribuir a un mayor riesgo de infecciones.

En definitiva, la exposición al frío durante el invierno puede tener efectos complejos en la respuesta inmunitaria de los niños. Si bien el frío extremo puede debilitar temporalmente ciertas funciones inmunitarias, otros factores como el aumento de enfermedades respiratorias y la disminución de la vitamina D también juegan un papel importante.

Es fundamental que los cuidadores tomen medidas para proteger a los niños del frío extremo y fomentar hábitos saludables, como una buena nutrición y actividad física, para mantener un sistema inmunitario fuerte durante los meses más fríos.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Shephard RJ, Shek PN. Cold exposure and immune function. *Can J Physiol Pharmacol* 1998 Sep;76(9):828-36. doi: 10.1139/cjpp-76-9-828. 2. Nayak J, Hoy G, Gordon A. Influenza in Children. *Cold Spring Harb Perspect Med* 2021; 11(1): a038430. doi: 10.1101/cshperspect.a038430. 3. Holick MF, et al. Vitamin D deficiency. *New England Journal of Medicine* 2007, 357(3), 266-281.



¿Qué medidas pueden tomarse durante el invierno para fortalecer el sistema inmunitario infantil y prevenir infecciones? (1/2)

Es aconsejable seguir las siguientes recomendaciones básicas para fortalecer el sistema inmunitario infantil durante el invierno:¹

- Hay que asegurar que los niños estén al día con sus vacunas, incluyendo la vacuna contra la gripe y otras vacunas recomendadas por el pediatra.
- Una dieta equilibrada (rica en frutas, verduras, granos enteros, proteínas magras y grasas saludables) es de especial beneficio. Además, alimentos ricos en vitamina C (como cítricos), zinc (como nueces y legumbres) y vitamina D (como pescados grasos) son especialmente beneficiosos.
- En áreas donde la exposición solar es limitada durante el invierno puede resultar indispensable el empleo de suplementos de vitamina D.
- Mantener a los niños bien hidratados ayuda a mantener las mucosas húmedas, lo que puede ayudar a prevenir infecciones respiratorias.
- Limitar el contacto cercano con personas que estén enfermas y evitar lugares muy concurridos si hay brotes de enfermedades.
- Conseguir un ambiente saludable en el domicilio, que asegure una buena ventilación capaz de reducir la concentración de virus y bacterias en el aire. Abrir ventanas regularmente, incluso en invierno, ayuda a mejorar la calidad del aire. Se aconseja mantener la casa a una temperatura templada, sin la calefacción demasiado alta; hay que procurar que el organismo utilice sus mecanismos reguladores de la temperatura y se acostumbre a adaptarse al frío. Utilizar humidificadores, ya que la calefacción reseca el ambiente y puede agravar algunas infecciones. El informe *Healthy Homes Barometer 2019*, que analizó el vínculo entre hogares y salud en la UE, muestra que cerca del 30% de los niños están expuestos a uno o varios riesgos relacionados con la mala calidad del aire interior, que afectan a su salud, su rendimiento escolar y su esperanza de vida.²





156

¿Qué medidas pueden tomarse durante el invierno para fortalecer el sistema inmunitario infantil y prevenir infecciones? (2/2)

- El lavado frecuente de manos con agua y jabón, especialmente antes de comer y después de estar en lugares públicos, es indispensable. Utilizar desinfectantes para manos cuando no haya acceso a agua y jabón.
- Es importante fomentar la actividad física regular, ya que el ejercicio puede ayudar a fortalecer el sistema inmunitario. Actividades al aire libre son ideales, siempre que se vistan adecuadamente para el frío.
- El descanso es crucial para una buena función inmunitaria, por lo que se debe procurar que el niño duerma diariamente las horas suficientes y de calidad.
- Manejo del estrés, con el empleo de actividades que ayuden a los niños a relajarse y reducir el estrés, como la lectura, el arte o la meditación. Un estado emocional positivo también contribuye a un sistema inmunitario más fuerte. Además, es importante mantener un buen ambiente familiar y fomentar la vida en común y relaciones familiares tanto en domicilio como al aire libre.

Implementar estas medidas puede ayudar a fortalecer el sistema inmunitario de los niños durante el invierno y reducir el riesgo de infecciones.

Es importante recordar que cada niño es diferente, por lo que es recomendable consultar con un pediatra para obtener recomendaciones personalizadas según las necesidades específicas del niño.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Departamento de Salud. Gobierno Vasco. <https://www.euskadi.eus/mejora-tu-sistema-inmunitario/web01-a2osabiz/es/> 2. Gehrt D, Hafner M, Eliassen M, et al. Healthy Homes Barometer 2019 Growing up in (un)healthy buildings. <https://higienambiental.com/aire-agua-y-legionella/la-mala-calidad-del-aire-interior-afecta-a-un-tercio-de-los-ninos-en-la-ue>

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Qué relación existe entre las bajas temperaturas y la incidencia de enfermedades respiratorias en la población infantil?

La relación entre las bajas temperaturas y la incidencia de enfermedades respiratorias en la población infantil es un tema ampliamente estudiado; la literatura científica respalda que las bajas temperaturas están asociadas con un aumento en la incidencia de enfermedades respiratorias en la población infantil.

Las bajas temperaturas pueden contribuir a un aumento en la incidencia de infecciones respiratorias debido a varios factores, como alteraciones indirectas del sistema inmunitario, el aumento de la exposición a virus y bacterias, y cambios en el comportamiento social (como pasar más tiempo en espacios cerrados).

Durante los meses más fríos, hay un aumento en la circulación de virus respiratorios, como el virus sincitial respiratorio y la influenza; estos virus son más prevalentes en invierno y afectan desproporcionadamente a los niños.

Por otra parte, las bajas temperaturas pueden

llevar a una mayor concentración de contaminantes en interiores, así como a condiciones que favorecen la transmisión de patógenos.

Además, el frío extremo puede afectar la respuesta inmunitaria del organismo, haciendo que los niños sean más susceptibles a infecciones.



158

¿Cómo afecta la exposición prolongada al calor al sistema inmunitario de los niños?

“ La exposición prolongada al calor puede tener efectos negativos en el sistema inmunitario de los niños.

Las altas temperaturas pueden influir en la salud de varias maneras, incluyendo la deshidratación, el estrés térmico y la alteración de la función inmunitaria; además, el calor extremo puede cambiar la microbiota intestinal e incrementa el riesgo de infecciones respiratorias agudas en niños.

La exposición a altas temperaturas puede inducir estrés térmico, lo que afectaría a la función inmunitaria, alterando la producción de citocinas y modificando la respuesta inmunitaria adaptativa.

La exposición prolongada al calor puede llevar a la deshidratación, lo que a su vez puede comprometer la función inmunitaria en los niños, pudiendo incrementar el riesgo de infecciones respiratorias y gastrointestinales agudas en niños.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Informe UNICEF: Proteger a los niños y niñas del estrés térmico.
<https://www.unicef.org/media/153611/file/Proteger-a-los-niños-y-niñas-del-estrés-térmico-Nota-técnica-2023.pdf>



159

¿Qué es el estrés térmico? ¿Afecta especialmente a los niños? (1/2)

El estrés térmico es un índice sintético que nos ayuda a entender cómo nuestro cuerpo reacciona ante las condiciones meteorológicas.

Tiene en cuenta también la humedad relativa del aire, la fuerza de las rachas de viento, o incluso la exposición al sol.

Además de un cuadro médico una vez superado cierto umbral meteorológico, es también el nombre que se le da a dicho umbral. ¹

En comparación con los adultos, los lactantes, los niños y las niñas se ven especialmente afectados por el estrés térmico, de modo que son más vulnerables a sus efectos a corto y largo plazo.

Ello obedece a características fisiológicas concretas: ²

- **Mayor producción de calor:** al tener de por sí más calor interno y moverse de una manera menos económica por actividad, los niños y niñas producen más calor por kilogramo de peso que los adultos.
- **Mayor superficie corporal:** los niños y niñas más pequeños tienen una mayor relación superficie-masa. Esto puede hacer que absorban más calor del ambiente, en función de sus niveles corporales y su estado físico. Existe una labilidad térmica mayor que se ve agravada por una mayor posibilidad de absorber y perder calor a través de la piel, sobre todo de las extremidades.
- **Niveles más bajos de producción de sudor:** los niños tienen una menor tasa de sudoración que los adultos, al ser también inferior su tasa de sudoración por glándula, y comienzan a sudar a una temperatura corporal más alta.
- **Sistemas corporales poco desarrollados:** es probable que los lactantes que sufren estrés térmico sean menos capaces de combatir los síntomas que este provoca, ya que tienen glándulas sudoríparas poco desarrolladas y menos capacidad para regular su temperatura de forma independiente. Su sistema inmunitario también es aún inmaduro, lo que puede disminuir más su capacidad.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar





159

¿Qué es el estrés térmico? ¿Afecta especialmente a los niños? (2/2)

- En estudios recientes se ha observado que el **estrés térmico en mamíferas gestantes** deteriora la función inmunitaria de las crías, lo que dificulta aún más la capacidad de estas para regular el calor añadido.
- **Modificación celular:** cuando las mujeres embarazadas sufren estrés térmico, el estrés ejercido sobre el feto podría afectar su capacidad para sintetizar proteínas adecuadamente, al perjudicar el desarrollo de las proteínas mediante choque térmico, lo que causaría que el niño o niña sea más propenso a desarrollar defectos físicos y enfermedades.
- **Adaptación más lenta a los cambios en las condiciones climáticas:** los lactantes y los niños pequeños tardan más en adaptarse a los cambios de temperatura que los adultos, de modo que son más vulnerables a los cambios extremos, como los de las olas de calor, en parte porque su circulación sanguínea es más lenta y tienen un gasto cardíaco proporcionalmente inferior al de los

adultos. Los lactantes y los niños pequeños tardan más que los adultos en adaptarse a un entorno caluroso y suelen necesitar entre 10 y 14 días para aclimatarse propiamente. Del mismo modo, cuando hacen ejercicio, los niños, las niñas y los adolescentes necesitan entre 10 y 14 días para aclimatarse, frente a los 7 para los adultos que realizan una actividad diaria equivalente.

- **Hábitos inadecuados de reposición de líquidos:** si no se les supervisa correctamente, es más probable que los niños y las niñas no se hidraten de forma adecuada, siendo insuficiente para compensar las pérdidas de líquidos que experimentan durante un ejercicio prolongado.

BIBLIOGRAFÍA:

1. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-estres-termico-asi-afecta-a-las-personas-y-a-la-biodiversidad/> 2. Informe UNICEF: Proteger a los niños y niñas del estrés térmico. <https://www.unicef.org/media/153611/file/Proteger-a-Los-niños-y-niñas-del-estrés-térmico-Nota-técnica-2023.pdf>

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



160

¿Qué medidas pueden tomarse para proteger la salud infantil durante las olas de calor?

Las olas de calor pueden tener efectos adversos en la salud infantil, incluyendo el sistema inmunitario.

Medidas sencillas, como asegurar una adecuada hidratación, evitar la exposición directa al sol, vestir ropa adecuada, mantener ambientes frescos, fomentar una alimentación saludable y educar sobre los síntomas del estrés térmico, pueden ayudar a proteger a los niños durante estos períodos críticos.^{1,2}

Recomendaciones para tener en cuenta durante episodios de calor extremo:

- Es fundamental el **buen uso de los protectores solares** infantiles y adecuados a las características de edad, piel y fototipo del niño y exposición solar.

- Se debe **reducir el tiempo máximo de exposición solar**, más aún directamente por los peligros que tiene de presente y futuro para la piel del niño.
- **Evitar las horas de mayor gravedad en la exposición solar** (a primeras y últimas horas del día, evitando las horas centrales del día).

BIBLIOGRAFÍA:

1. Informe UNICEF: Proteger a los niños y niñas del estrés térmico. <https://www.unicef.org/media/153611/file/Proteger-a-los-niños-y-niñas-del-estrés-térmico-Nota-técnica-2023.pdf>. 2. Ballester F. El impacto del calor extremo en la salud: nuevos retos para la epidemiología y la salud pública. Rev. Esp. Salud Publica mar./abr. 2008, vol.82 no.2.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



¿Cómo afecta el uso prolongado de aires acondicionados al sistema inmunitario de los niños?

El uso prolongado de aires acondicionados puede tener varios efectos en la salud y el sistema inmunitario de los niños, tanto positivos como negativos.^{1,2}

Los aires acondicionados pueden ayudar a filtrar el aire y reducir la exposición a alérgenos comunes, como polen, polvo y moho. Esto puede ser beneficioso para niños con alergias o asma, ya que un ambiente más limpio puede disminuir la inflamación y las reacciones alérgicas.

Además, el aire acondicionado también ayuda a controlar la humedad en el ambiente. Un nivel adecuado de humedad puede prevenir el crecimiento de hongos y bacterias, lo que reduce el riesgo de infecciones respiratorias.

Se sabe que el uso prolongado de sistemas de aire acondicionado puede contribuir al "síndrome del edificio enfermo", donde los ocupantes experimentan síntomas como fatiga, irritación ocular y problemas respiratorios debido a una mala calidad del aire interior.

Esto puede afectar negativamente la salud general y el bienestar de los niños.

Si los sistemas de aire acondicionado no se mantienen adecuadamente, pueden convertirse en un caldo de cultivo para bacterias y mohos. La falta de mantenimiento puede llevar a una mayor circulación de patógenos en el aire, lo que podría aumentar el riesgo de infecciones respiratorias en los niños.

En niños, especialmente en los de menor edad, es importante evitar cambios bruscos de temperatura por sus consecuencias y la dificultad del niño para regular la temperatura.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Kumar P, Kausar MA, Singh AB, et al. Biological contaminants in the indoor air environment and their impacts on human health. *Air Qual Atmos Health* 14, 1723–1736 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11869-021-00978-z>. 2. Mendell MJ, Mirer AG, Cheung K, et al. Respiratory and Allergic Health Effects of Dampness, Mold, and Dampness-Related Agents: A Review of the Epidemiologic Evidence. *Environ Health Perspect*. 2011 Jun; 119(6): 748–756. doi: 10.1289/ehp.1002410.



¿Existe una relación entre el uso de aires acondicionados y el aumento de infecciones respiratorias en la población infantil?

Existe una relación entre el uso de aires acondicionados y el aumento de infecciones respiratorias en la población infantil, aunque esta vinculación puede ser compleja y depender de varios factores. ^{1,2}

Los sistemas de aire acondicionado pueden contribuir a la mala calidad del aire interior si no se mantienen adecuadamente.

En filtros sucios o sistemas mal mantenidos puede circular polvo, moho y otros alérgenos, lo que puede irritar las vías respiratorias y aumentar el riesgo de infecciones. ¹

El aire acondicionado reduce la humedad en el ambiente, lo que puede ser beneficioso para prevenir el crecimiento de mohos y bacterias.

Sin embargo, niveles muy bajos de humedad pueden secar las mucosas nasales y hacer que sean más susceptibles a infecciones virales. ²

La exposición prolongada a temperaturas frías generadas por el aire acondicionado puede afectar la regulación térmica del cuerpo.

Esto podría predisponer a los niños a resfriados o infecciones si su temperatura corporal desciende demasiado. ³

Algunos estudios sugieren que ambientes fríos y secos pueden favorecer la propagación de virus respiratorios, como los que causan resfriados o gripe. Si bien esto no es exclusivo del uso de aire acondicionado, sí puede estar relacionado con su uso en climas cálidos. ⁴

BIBLIOGRAFÍA:

1. Kumar P, Kausar MA, Singh AB, et al. Biological contaminants in the indoor air environment and their impacts on human health. *Air Qual Atmos Health* 14, 1723–1736 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11869-021-00978-z>. **2.** Mendell MJ, Mirer AG, Cheung K, et al. Respiratory and Allergic Health Effects of Dampness, Mold, and Dampness-Related Agents: A Review of the Epidemiologic Evidence. *Environ Health Perspect.* 2011 Jun; 119(6): 748–756. doi: 10.1289/ehp.1002410. **3.** Liu G, Chen H, Yuan Y, et al. Indoor thermal environment and human health: A systematic review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2024; Volume 191, 114164. **4.** Shaman J, Kohn M. Absolute humidity modulates influenza survival, transmission, and seasonality. *PNAS* 2009; 106(9), 3243–3248.



¿Cómo afecta la humedad al sistema inmunitario de los niños?

De forma general, el porcentaje de humedad ideal en el hogar se sitúa entre el 40% y 60% del valor de la humedad relativa, tendiendo hacia los valores más elevados de este rango en verano y hacia los valores inferiores en invierno.

Mantener la humedad interior en niveles óptimos puede disminuir el contacto con otros alérgenos como pólenes.

Un ambiente excesivamente húmedo favorece el crecimiento de mohos y otros alérgenos, como ácaros del polvo.

La exposición a estos alérgenos puede desencadenar reacciones alérgicas y asma, afectando negativamente la salud respiratoria y el sistema inmunitario de los niños.^{1,2}

Un ambiente húmedo también facilita la proliferación de bacterias y virus, lo que aumenta el riesgo de infecciones respiratorias.

Los niños son particularmente vulnerables a estas infecciones debido a que su sistema inmunitario aún se encuentra en desarrollo.

Igualmente, se ha observado que unas condiciones de humedad y temperatura inadecuadas pueden favorecer la supervivencia y transmisión de virus como el de la gripe estacional.³

Por otro lado, la exposición a altos niveles de humedad y a los contaminantes asociados puede provocar inflamación en las vías respiratorias, lo que puede debilitar la respuesta inmunitaria y hacer que los niños sean más susceptibles a enfermedades.^{1,2}

Aunque no está directamente relacionado con el sistema inmunitario, un ambiente con alta humedad puede afectar el bienestar general de los niños, lo que podría influir indirectamente en su salud física e inmunitaria.⁴

BIBLIOGRAFÍA:

1. Gehrt D, Hafner M, Hockin L, et al. Poor indoor climate, its impact on child health, and the wider societal costs. RAND. Published Oct 9, 2019. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR3256.html
2. Holden KA, Lee AR, Hawcutt DB, et al. The impact of poor housing and indoor air quality on respiratory health in children. *Breathe* 2023; 19(2): 230058. doi: 10.1183/20734735.0058-2023.
3. Lowen AC, Steel J. Roles of Humidity and Temperature in Shaping Influenza Seasonality. *Journal of Virology* 2014; 88(14), 7692-7705. DOI: 10.1128/JVI.03544-13.
4. Organización Mundial de la Salud (OMS). Calidad del aire y salud infantil. 2018. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/275548/WHO-CED-PHE-18.01-spa.pdf>



¿Cómo afectan los contrastes bruscos de temperatura al sistema inmunitario de los niños?

Los contrastes bruscos de temperatura pueden tener efectos adversos sobre el sistema inmunitario infantil al inducir estrés fisiológico, alterar la circulación sanguínea y aumentar el riesgo de infecciones respiratorias.

Los cambios repentinos de temperatura pueden causar estrés fisiológico en el cuerpo, alterando la función del sistema inmunitario, debilitando la respuesta inmunitaria y aumentando la susceptibilidad a infecciones.

Cuando un niño pasa de un ambiente cálido a uno frío (o viceversa), los vasos sanguíneos se contraen o dilatan rápidamente.

Este proceso afecta a la circulación sanguínea y, por tanto, a la distribución de células inmunitarias en el cuerpo, lo que podría comprometer la capacidad del organismo para combatir patógenos. La exposición repetida a contrastes térmicos alteraría la producción de citocinas y otros mediadores inflamatorios, lo que puede influir negativamente en la respuesta inmunitaria adaptativa.¹

Las variaciones significativas de la temperatura

también pueden predisponer a los niños a infecciones respiratorias. Por ejemplo, entrar en un lugar frío después de estar al aire libre en un clima cálido puede irritar las vías respiratorias y facilitar la entrada de virus.²

Los contrastes bruscos de temperatura pueden afectar el sueño y el bienestar general del niño, lo que también puede influir indirectamente en su salud inmunitaria. Un sueño inadecuado está relacionado con una menor eficacia del sistema inmunitario.³

Por eso, es importante proteger a los niños de cambios extremos de temperatura para ayudar a mantener su salud inmunitaria.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Kumar P, Kausar MA, Singh AB, et al. Biological contaminants in the indoor air environment and their impacts on human health. *Air Qual Atmos Health* 14, 1723–1736 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11869-021-00978-z>.
2. Shaman J, Kohn M. Absolute humidity modulates influenza survival, transmission, and seasonality 2009. *PNAS*, 106(9), 3243–3248.
3. Besedovsky L, Lange T, Born J. Sleep and immune function. *Pflugers Arch* 2012 Jan;463(1):121–37. doi: 10.1007/s00424-011-1044-0.



165

¿La exposición a la contaminación del aire interfiere en el sistema inmunitario de los niños? (1/2)

La exposición a la contaminación del aire puede tener efectos significativos en el sistema inmunitario de los niños, quienes son especialmente vulnerables debido a su desarrollo fisiológico y a la inmadurez de su sistema inmunitario. ¹

La exposición a contaminantes como partículas finas (PM2.5), ozono y dióxido de nitrógeno puede provocar inflamación en las vías respiratorias. Esta inflamación puede alterar la función normal del sistema inmunitario y aumentar la susceptibilidad a infecciones respiratorias.

Además, se produce un aumento en la prevalencia de enfermedades alérgicas y asma en niños: los contaminantes pueden actuar como alérgenos o agravar las reacciones alérgicas existentes. ^{1,2}

La exposición crónica a contaminantes puede modificar la producción de citocinas y otros mediadores inflamatorios, lo que puede llevar a una respuesta inmunitaria inadecuada frente a patógenos. ¹⁻³

La contaminación del aire durante los primeros años de vida puede afectar el desarrollo pulmonar, lo que tiene implicaciones a largo plazo para la salud respiratoria y el sistema inmunitario. Algunos estudios sugieren que la exposición a contaminantes ambientales puede afectar no solo el sistema respiratorio, sino también otros aspectos del sistema inmunitario, aumentando el riesgo de enfermedades autoinmunitarias e inflamatorias. Por ejemplo, se ha demostrado que la exposición prolongada a la contaminación del aire se asocia con un mayor riesgo de desarrollar enfermedades autoinmunitarias, en particular artritis reumatoide, enfermedades del tejido conectivo y enfermedades inflamatorias del intestino (hay que entender que casi todas estas enfermedades tienen algún gen de base como agente de predisposición, pero que es necesaria la intervención de un evento medioambiental -como puede ser una infección o algún químico contaminante- para que se dispare el proceso patológico); la exposición

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar





165

¿La exposición a la contaminación del aire interfiere en el sistema inmunitario de los niños? (2/2)

crónica a niveles superiores al umbral de protección humana se relacionó con un riesgo 10% mayor de desarrollar enfermedades inmunomediadas.⁴

Además, la OMS asegura que la contaminación afecta al desarrollo neurológico y la capacidad cognitiva de los niños, incidiendo en la capacidad de atención y el rendimiento escolar de los niños, debido a su efecto tóxico en el sistema nervioso.

Un estudio publicado en la revista *Epidemiology*⁵ midió la capacidad de atención de 2687 niños y lo relacionó con los niveles de contaminación del aire. Los investigadores se dieron cuenta de que cuanto menos dióxido de nitrógeno y carbono elemental había en el aire, mejor rendimiento mostraban los niños en las pruebas de atención.

La exposición ambiental al dióxido de nitrógeno durante el embarazo también se asocia con una reducción de la capacidad de atención en la infancia, según un estudio difundido en *Environment International*.⁶

Otra investigación, publicada en *PLOS Medicine*⁷, concluye que el desarrollo cognitivo de los niños que van al colegio en zonas de alta contaminación es más lento.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Ferguson KK, O'Neill MS, Meeker JD. Environmental contaminant exposures and preterm birth: a comprehensive review. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* 2013;16(2):69-113.
2. Bacharier LB, Geha RS. Molecular mechanisms of allergic disease. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2000; 106(3), 401-412. DOI: 10.1067/mai.2000.109204.
3. Johnson NM, Rodrigues Hoffmann A, Behlen JC, et al. Air pollution and children's health—a review of adverse effects associated with prenatal exposure from fine to ultrafine particulate matter. *Environmental Health and Preventive Medicine* 2021; volume 26, Article number: 72.
4. Adami G, Pontalti M, Cattani G. Association between long-term exposure to air pollution and immune-mediated diseases: a population-based cohort study. *RMD Open* 2022;8(1):e002055.
5. Sunyer J, Suades-González E, García-Esteban R, Rivas I, Pujol J, Alvarez-Pedrerol M, et al. Traffic-related air pollution and attention in primary school children: short-term association. *Epidemiology*. 2017;28:181-9.
6. Sentís A, Sunyer J, Dalmau-Bueno A, et al. Prenatal and postnatal exposure to NO₂ and child attentional function at 4-5 years of age. *Environ Int* 2017 Sep;106:170-177. doi: 10.1016/j.envint.2017.05.021.
7. Sunyer J, Esnaola M, Alvarez-Pedrerol M, et al. Association between traffic-related air pollution in schools and cognitive development in primary school children: a prospective cohort study. *PLoS Med* 2015;12(3):e1001792. doi: 10.1371/journal.pmed.1001792.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



166

¿Cómo afecta la altitud al desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario en los niños? (1/2)

La respuesta del organismo ante la altitud puede variar entre individuos; factores como la genética, la edad y el estado nutricional también puede jugar un papel crucial en cómo el sistema inmunitario responde a la altitud.

También variará entre personas nativas de elevadas latitudes versus personas recién llegadas, o por periodos breves de tiempo, sin que haya dado lugar a periodo de adaptación.

La altitud elevada puede tener varios efectos sobre el desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario en los niños.

A medida que se asciende a altitudes más elevadas, la presión atmosférica disminuye y la disponibilidad de oxígeno se reduce, lo que puede influir en diversas funciones fisiológicas, incluido el sistema inmunitario.

Las respuestas fisiológicas a la gran altitud incluyen hiperventilación, policitemia, aumento de la densidad capilar en los músculos y vasoconstricción pulmonar hipóxica (aumento de las enzimas oxidativas intracelulares).

Existe una variedad de respuestas a la hipoxia a nivel celular, demostradas por el descubrimiento de los factores inducibles por

hipoxia, que determinan las respuestas generales del cuerpo a la falta de oxígeno.

Las funciones fisiológicas a gran altitud no son normales y la evidencia también muestra un deterioro de la función neuropsicológica, que se ha relacionado con accidentes de montañismo y aviación.

Los métodos para mitigar los efectos del entorno de gran altitud incluyen el enriquecimiento de oxígeno del aire respirable y/o un aumento de la presión en un entorno cerrado.

Otros efectos de la gran altitud incluyen congelación, hipotermia, quemaduras solares y deshidratación.¹

La exposición a altitudes elevadas puede alterar la respuesta inmunitaria debido a la hipoxia, influyendo tanto en la inmunidad innata como la adaptativa. A gran altitud se estimulan las citocinas inflamatorias y se afecta la producción y función de células inmunitarias adaptativas, como las células T, las células B y las células NK, que muestran una respuesta peculiar a los estímulos hipóxicos.²⁻⁴

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar





¿Cómo afecta la altitud al desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario en los niños?

Los niños que viven a gran altitud pueden tener un mayor riesgo de infecciones respiratorias agudas, lo que sugiere que la altitud puede influir negativamente en su salud respiratoria e inmunitaria.

La hipoxia crónica asociada con la altitud elevada puede inducir un estado inflamatorio y aumentar el estrés oxidativo, lo que podría afectar negativamente al sistema inmunitario de los niños.

De la misma forma, la exposición a condiciones de alta altitud durante períodos críticos del desarrollo infantil puede influir en el desarrollo del sistema inmunitario.²⁻⁴

Algunos estudios sugieren que vivir a gran altitud puede estar asociado con una menor prevalencia de enfermedades alérgicas, aunque los mecanismos detrás de esto no están completamente claros.⁵

BIBLIOGRAFÍA:

1. West JB. High-Altitude Medicine. *Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2012; 186 (12): 1229–1237. doi:10.1164/rccm.201207-1323C.
2. Caldwell CC, Kojima H, Lukashov D, et al. Differential effects of physiologically relevant hypoxic conditions on T lymphocyte development and effector functions. *J Immunol* 2001 Dec 1;167(11):6140-9. doi: 10.4049/jimmunol.167.11.6140.
3. Mishra KP, Ganju L. Influence of high altitude exposure on the immune system: a review. *Immunol Invest* 2010 Jan;39(3):219-34. doi: 10.3109/08820131003681144.
4. Bebic Z, Brooks Peterson M, Polaner DM. Respiratory physiology at high altitude and considerations for pediatric patients. *Paediatr Anaesth* 2022;32(2):118-125. doi: 10.1111/pan.14380.
5. Busse WW, Lemanske RF, Gern JE. Role of viral respiratory infections in asthma and asthma exacerbations. *Lancet* 2010;376(9743):826-34. doi: 10.1016/S0140-6736(10)61380-3.



¿Qué repercusión tiene en el sistema inmunitario el primer contacto de los niños con el colegio o la guardería?

La edad de inicio de escolarización de los niños es un tema controvertido por las consecuencias que puede tener en su salud y en la conciliación laboral y familiar de sus progenitores.

El primer año de guardería, los más pequeños se contagian frecuentemente, lo que se achaca al mayor contacto con otros niños, lo que hace que los virus y las bacterias pasen más fácilmente de unos a otros.

Estos niños se encuentran en contacto estrecho con otros niños, en ocasiones, también enfermos. En un espacio cerrado, a veces poco ventilado, la transmisión de gérmenes es mayor y, por tanto, las infecciones y los procesos febriles.

En etapas tempranas de la vida, el sistema inmunitario está aún inmaduro, por lo que es más frecuente que se infecte al estar en contacto con un agente infeccioso.¹

Con todo, se ha demostrado también que cuanto antes comience el periodo de escuela infantil, mayor protección frente a

enfermedades con los resfriados comunes² o la gastroenteritis aguda.³⁻⁶

Y es que estas infecciones tempranas son un muy buen entrenamiento para el sistema inmunitario.

De hecho, la falta de este “entrenamiento” podría devenir en sistemas inmunitarios débiles y más propenso a desarrollar patologías de tipo alérgico o autoinmunitario.

BIBLIOGRAFÍA:

1. de Hoog MLA, Venekamp RP, van der Ent CK, et al. Impact of early daycare on healthcare resource use related to upper respiratory tract infections during childhood: prospective WHISTLER cohort study. *Impact of early daycare on healthcare resource use related to upper respiratory tract infections during childhood: prospective WHISTLER cohort study.* BMC Med 12, 107 (2014). <https://doi.org/10.1186/1741-7015-12-107>.
2. Ball TM, Holberg CJ, Aldous MB, et al. Influence of attendance at day care on the common cold from birth through 13 years of age. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2002;156(2):121-6. doi: 10.1001/archpedi.156.2.121.
3. Hullegie S, Bruijning-Verhagen P, Uiterwaal C, et al. First-year Daycare and Incidence of Acute Gastroenteritis. *Pediatrics* (2016) 137 (5): e20153356. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-3356>.
4. Zutavern A, Rzehak P, Brockow I, et al. Day care in relation to respiratory-tract and gastrointestinal infections in a German birth cohort study. *Acta Paediatr* 2007;96(10):1494-9. doi: 10.1111/j.1651-2227.2007.00412.x.
5. Côté SM, Petitclerc A, Raynault MF, et al. Short- and long-term risk of infections as a function of group child care attendance: an 8-year population-based study. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2010;164(12):1132-7. doi: 10.1001/archpediatrics.2010.216.
6. <https://www.nytimes.com/es/2016/06/06/espanol/que-tu-hijo-se-enferme-en-la-guarderia-puede-ser-beneficioso-para-su-salud.html>



168

¿Cómo puede afectar la vuelta a la escuela al sistema inmunitario de los niños? (1/2)

Durante los primeros días del curso, es frecuente que los niños tiendan a contraer más catarros, gastroenteritis, otitis, conjuntivitis o gripes, entre otras enfermedades.

Después de los meses de descanso estival, es normal que los primeros días de colegio los niños estén más cansados y estresados, y esto afecte negativamente a su sistema de defensa inmunitaria. Esto puede provocar que estén más débiles y, por tanto, más expuestos a contraer ciertas enfermedades.¹⁻³

La vuelta a la escuela puede tener varios efectos en el sistema inmunitario de los niños, tanto positivos como negativos.

Si bien hay riesgos asociados con una mayor exposición a patógenos y el estrés relacionado con el entorno escolar, también hay oportunidades para fortalecer su salud mediante una buena nutrición, actividad física y vacunación adecuada.

expuestos a un mayor número de compañeros y, por lo tanto, a una mayor variedad de patógenos (virus, bacterias y otros microorganismos), aumentando la incidencia de infecciones respiratorias y gastrointestinales, especialmente en los primeros días o semanas del año escolar. Sin embargo, esta exposición es imprescindible para entrenar su sistema inmunitario.

La exposición a diferentes patógenos estimula la producción de anticuerpos y mejora la memoria inmunitaria, lo que sin duda es beneficioso para la salud a largo plazo.

Por otro lado, volver al entorno escolar puede ser estresante para algunos niños, especialmente si enfrentan ansiedad por el rendimiento académico o problemas sociales.

El estrés crónico se ha relacionado con una respuesta inmunitaria debilitada, lo que podría aumentar la susceptibilidad a enfermedades.⁴

Al regresar a la escuela, los niños están

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar





¿Cómo puede afectar la vuelta a la escuela al sistema inmunitario de los niños? (2/2)

Y el regreso a la rutina escolar también puede afectar los patrones de sueño. Un sueño inadecuado o de mala calidad está asociado con un sistema inmunitario comprometido, lo que puede hacer que los niños sean más vulnerables a infecciones.⁵

En cuanto a las ventajas y posibilidades que ofrece la vuelta al cole para mejorar el sistema inmunitario, puede ser una buena oportunidad para mejorar la nutrición, si se fomenta una alimentación saludable en casa y en la escuela.

Una dieta equilibrada rica en frutas, verduras y nutrientes esenciales es fundamental para mantener un sistema inmunitario fuerte.

Además, asumiendo que el ejercicio físico regular es importante para un sistema inmunitario saludable, las actividades escolares suelen incluir deportes y juegos que pueden contribuir positivamente al bienestar general de los niños.

También se ha evidenciado que tener una buena “red social” mejora las defensas individuales, así que fortalecer los lazos

afectivos con sus grupos de amigos mejorará sus defensas.

Y también es un momento clave para asegurarse de que los niños estén al día con sus vacunas, que son fundamentales para prevenir enfermedades infecciosas graves y ayudan a proteger no solo al niño vacunado, sino también a sus compañeros.^{6,7}

BIBLIOGRAFÍA:

1. Hullegie S, Buijning-Verhagen P, Uiterwaal C, et al. First-year Daycare and Incidence of Acute Gastroenteritis. *Pediatrics* (2016) 137(5): e20153356. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-3356>.
2. Zutavern A, Rzehak P, Brockow I, et al. Day care in relation to respiratory-tract and gastrointestinal infections in a German birth cohort study. *Acta Paediatr* 2007;96(10):1494-9. doi: 10.1111/j.1651-2227.2007.00412.x.
3. Côté SM, Petitclerc A, Raynault MF, et al. Short- and long-term risk of infections as a function of group child care attendance: an 8-year population-based study. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2010;164(12):1132-7. doi: 10.1001/archpediatrics.2010.216.
4. Cohen S, Janicki-Deverts D, Miller GE. Psychological stress and disease. *JAMA* 2007; 298, 1685-1687.
5. Hirshkowitz, M, et al. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Health* 2015 Mar;1(1):40-43. doi: 10.1016/j.sleh.2014.12.010.
6. https://www.who.int/health-topics/vaccines-and-immunization#tab=tab_1
7. https://www.cdc.gov/healthyyouth/mental-health-action-guide/pdf/DASH_MH_Action_Guide_508.pdf



169

¿Qué medidas pueden implementarse en las escuelas para proteger y fortalecer el sistema inmunitario de los estudiantes? (1/2)

Para proteger y fortalecer el sistema inmunitario de los estudiantes, las escuelas pueden implementar una serie de medidas que abordan tanto la salud física como la mental.

Existen numerosos ejemplos de estrategias eficaces que se están llevando a cabo en todo el mundo en este ámbito, alcanzando diferentes grados de éxito, pero basándose en actividades y principios similares: ¹⁻³

- **Promoción de la vacunación.** Informar a padres y estudiantes sobre la importancia de las vacunas y mantener un calendario de vacunación actualizado. Las escuelas pueden colaborar con servicios de salud locales para ofrecer jornadas de vacunación. Además, desde el colegio se puede facilitar el acceso a vacunas en el entorno escolar, organizando clínicas de vacunación o proporcionando información sobre dónde recibirlas.
- **Educación en higiene.** Adoptar programas educativos sobre la importancia del lavado de manos adecuado y frecuente, así como

otras prácticas de higiene personal (como cubrirse al toser o estornudar).

- **Medidas y recursos básicos de higiene.** Asegurarse de que haya suficientes instalaciones para el lavado de manos (jabón, agua corriente y toallas desechables) en toda la escuela. Y establecer protocolos para la limpieza y desinfección regular de superficies comunes, como escritorios, mesas del comedor y áreas de juego.
- **Salubridad del aire en las aulas.** Asegurarse de la ventilación diaria de las aulas con independencia de la climatología. Y si la ventilación manual no es posible, instalar filtros Hepa para ventilación mecánica.
- **Nutrición saludable.** Ofrecer opciones alimenticias saludables en los comedores escolares, incluyendo frutas, verduras y alimentos integrales. Fomentar políticas que limiten el acceso a alimentos ultraprocesados y azucarados.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar





¿Qué medidas pueden implementarse en las escuelas para proteger y fortalecer el sistema inmunitario de los estudiantes? (2/2)

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

- **Programas educativos sobre nutrición.** Incluir educación nutricional en el currículo escolar para enseñar a los estudiantes sobre la importancia de una dieta equilibrada para un sistema inmunitario fuerte.
- **Fomentar el ejercicio regular.** Proporcionar oportunidades diarias para la actividad física a través de clases de educación física, recreo activo y deportes extracurriculares. Uno de los objetivos operativos de la Estrategia de Promoción de la Salud y Prevención (EPSP) del Ministerio de Sanidad para el entorno escolar es promover la actividad física en escuelas infantiles y centros de primaria y secundaria para que los menores alcancen las recomendaciones de tipo, intensidad y frecuencia de actividad física según su tramo de edad.³
- **Crear espacios seguros al aire libre** donde los estudiantes puedan jugar y hacer ejercicio, lo que también puede contribuir a su bienestar mental.
- Sería muy recomendable poder **instaurar programas de apoyo psicológico** que ofrezcan apoyo emocional y psicológico a los

estudiantes, incluyendo consejería escolar y talleres sobre manejo del estrés.

- **Educación sobre salud.** Organizar charlas o talleres sobre temas relacionados con la salud, como la prevención de enfermedades infecciosas, hábitos saludables y manejo del estrés.
- **Involucrar a las familias en actividades educativas** relacionadas con la salud para reforzar los mensajes aprendidos en la escuela.

Este tipo de medidas no solo ayuda a proteger el sistema inmunitario de los estudiantes, sino que también contribuye a crear un entorno escolar más saludable en general.

Al adoptar un enfoque integral hacia la salud física y mental, las escuelas pueden desempeñar un papel crucial en el fortalecimiento del sistema inmunitario y el bienestar general de sus estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA:

1. <https://health.clevelandclinic.org/how-to-boost-your-kids-immunity-heading-into-the-new-school-year/> 2. https://www.cdc.gov/healthyyouth/mental-health-action-guide/pdf/DASH_MH_Action_Guide_508.pdf 3. <https://www.sanidad.gob.es/areas/promocionPrevencion/actividadFisica/entornoEscolar/home.htm>



¿Qué papel juega la socialización y el contacto con otros niños en el desarrollo del sistema inmunitario infantil durante el año escolar?

La socialización y el contacto con otros niños desempeñan un papel fundamental en el desarrollo del sistema inmunitario infantil, especialmente durante el año escolar.

Entre otros beneficios:

- **Estimula el sistema inmunitario:** el contacto regular con otros niños expone a los pequeños a una variedad de patógenos, lo que puede ayudar a entrenar y fortalecer su sistema inmunitario.
- Aunque la exposición a patógenos puede aumentar el riesgo de infecciones respiratorias o gastrointestinales, estas infecciones son generalmente benignas en la infancia y son **indispensables para el desarrollo de una memoria inmunitaria más fuerte.**
- La socialización no solo tiene **beneficios físicos, sino también psicológicos:** las interacciones sociales positivas pueden reducir el estrés y la ansiedad, lo que a su vez puede tener un efecto positivo en la función inmunitaria.
- La amistad y el apoyo emocional entre pares **puede mejorar el bienestar general de los niños**, lo que se ha asociado con una mejor salud física e inmunitaria.
- A través del juego y la interacción con otros niños, los pequeños **aprenden comportamientos saludables**, como la importancia de la higiene personal (lavado de manos) y hábitos alimenticios saludables.
- La socialización también **fomenta la actividad física**, ya que los niños suelen participar en juegos activos juntos.

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del **sistema inmunitario**
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

Cohen S, et al. Social Relationships and Health. American Psychologist 2004; 59(8), 676-684. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.8.676>



171

¿Cómo afecta la higiene adecuada al desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario en los niños? (1/2)

Una higiene adecuada es fundamental para proteger el sistema inmunitario infantil al prevenir infecciones y permitir un desarrollo saludable del mismo.

Fomentar hábitos higiénicos desde una edad temprana no solo ayuda a prevenir enfermedades inmediatas, sino que también contribuye al bienestar general y al desarrollo saludable del sistema inmunitario a largo plazo.

La higiene influye positivamente en la salud inmunitaria de diferentes formas: ¹

- **Reducción de patógenos.** La práctica de una buena higiene, como el lavado frecuente de manos, ayuda a eliminar gérmenes y patógenos que pueden causar infecciones. Esto es especialmente importante en entornos escolares donde los niños están en contacto cercano entre sí.
- **Menor carga infecciosa.** Al reducir la exposición a patógenos, se disminuye la carga infecciosa que el sistema inmunitario debe manejar (como, por ejemplo, cuando ventilamos adecuadamente las aulas y

reducimos la carga de patógenos infecciosos en los aerosoles). Esto permite que el sistema inmunitario no se vea abrumado y pueda funcionar de manera más eficiente.

- **Estimulación inmunitaria.** La exposición a microorganismos en un entorno limpio, pero no estéril, ayuda a entrenar el sistema inmunitario, permitiendo que desarrolle una respuesta adecuada sin volverse hiperreactivo.
- **Salud mental y bienestar.** Mantener una buena higiene también está relacionado con la salud mental y emocional. Un ambiente limpio puede contribuir a una sensación general de bienestar, lo que puede tener efectos positivos sobre el sistema inmunitario.
- **Nutrición y hábitos saludables.** La higiene adecuada también incluye prácticas relacionadas con la alimentación, como la manipulación segura de alimentos. Una buena nutrición es esencial para un sistema inmunitario fuerte; por lo tanto, mantener prácticas higiénicas en la cocina, y durante las comidas, es fundamental.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar





171

¿Cómo afecta la higiene adecuada al desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario en los niños?

Sin embargo, es importante equilibrar las prácticas higiénicas con una exposición controlada a microorganismos para fomentar un sistema inmunitario robusto y adaptable.

La hipótesis de la higiene está ampliamente estudiada. Según se defiende, los niños actuales, como se desarrollan en entornos excesivamente limpios, están más expuestos a ciertas enfermedades alérgicas y autoinmunitarias.

Esto sugiere la conveniencia de que el sistema de defensa esté entrenado, y que mientras antes se empiece, mejor.^{2,3}

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

BIBLIOGRAFÍA:

1. <https://www.unicef.org/es/higiene>. **2.** Pérez de Andrés M. Hipótesis de la higiene: de la patogenia a la alternativa de salud. 2016. UCM. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/66474>. **3.** Okada H, Kuhn C, Feillet H, Bach JF. The 'hygiene hypothesis' for autoimmune and allergic diseases: an update. Clin Exp Immunol. 2010 Apr; 160(1): 1-9. doi: 10.1111/j.1365-2249.2010.04139.x



172

¿Qué prácticas de higiene son más efectivas para prevenir infecciones en la infancia? (1/2)

Estas son solo algunas de las prácticas más extendidas y que cuentan con mayor evidencia sobre sus beneficios: ¹

Diversas publicaciones demuestran que la **higiene de las manos** contribuye a la reducción de las infecciones relacionadas con la atención sanitaria. ^{1,2} Según los CDC (Centros para el Control y Prevención de Enfermedades), lavarse las manos podría proteger a 1 de cada 3 niños pequeños de contraer diarrea y a 1 de cada 5 niños pequeños de contraer infecciones respiratorias como la neumonía. ^{3,4}

Al disminuir la carga de gérmenes a los que los niños están expuestos, disminuye la probabilidad de infecciones que podrían comprometer su sistema inmunitario. Además, el lavado de manos ayuda a equilibrar esta exposición al eliminar gérmenes nocivos sin eliminar completamente la posibilidad de contacto con microorganismos beneficiosos. Al prevenir infecciones, el lavado frecuente de manos ayuda a reducir el estrés en el sistema inmunitario: un sistema inmunitario menos sobrecargado puede funcionar más

eficientemente y responder mejor a futuras amenazas.

Finalmente, fomentar el hábito del lavado frecuente de manos desde una edad temprana contribuye a establecer comportamientos saludables que perduran en la vida adulta, lo que puede tener un efecto positivo en la salud general y en la función inmunitaria a largo plazo.

Se deben tener en cuenta dos aspectos importantes:

- **Frecuencia:** es crucial que los niños se laven las manos con frecuencia, especialmente antes de comer, después de ir al baño, después de jugar al aire libre y tras toser o estornudar.
- **Técnica adecuada:** hay que lavarse las manos correctamente durante al menos 20 segundos con agua y jabón, incluyendo el frotamiento entre los dedos, debajo de las uñas y en las muñecas

La **higiene bucal** también ocupa un papel determinante. Cepillarse los dientes regularmente previene caries y enfermedades periodontales.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar





172

¿Qué prácticas de higiene son más efectivas para prevenir infecciones en la infancia? (2/2)

La **higiene alimentaria** no sólo supone mantener la limpieza en la preparación de alimentos (lavar bien frutas y verduras antes de consumirlas para eliminar cualquier residuo o patógeno), sino que también incluye enseñar a los niños la importancia de lavarse las manos antes de manipular alimentos y asegurarse de que los alimentos estén bien cocidos y almacenados adecuadamente.

La **higiene general y el cuidado personal** ayuda a prevenir infecciones. Se recomienda hacer baños de forma regular, así como mantener las uñas cortas y limpias para evitar la acumulación de suciedad y gérmenes.

Es importante enseñar a los niños a **cubrirse la boca y la nariz con un pañuelo desechable o el codo** (no con las manos) **al toser o estornudar** para evitar la propagación de gérmenes. También se debe evitar compartir objetos personales como cepillos de dientes, toallas o utensilios para reducir el riesgo de transmisión de gérmenes.

Limpiar y desinfectar regularmente superficies que son tocadas frecuentemente, como mesas, escritorios, juguetes y manijas de puertas, previene el desarrollo de enfermedades.

Ventilar adecuadamente las aulas (manual o mecánicamente) disminuye mucho las probabilidades de transmisión de enfermedades infecciosas respiratorias por aerosoles.

BIBLIOGRAFÍA:

1. <https://www.unicef.org/media/51591/file/WASH-in-health-care-facilities-practical-steps-2019%20.pdf>. 2. Ministerio de Sanidad. Programa de Higiene de Manos. Disponible en: <https://seguridadelpaciente.es/es/practicas-seguras/programa-higiene-manos/> 3. https://archive.cdc.gov/www_cdc_gov/www_cdc_gov/handwashing/esp/index.html. 4. <https://blogs.cdc.gov/publichealthmatters/2020/05/handwashing/#:~:text=Washing%20your%20hands%20is%20easy,high%20risk%20for%20COVID%2D19.>

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del **sistema inmunitario**
de los más pequeños durante el curso escolar



173

¿Cómo puede la higiene excesiva influir negativamente en el desarrollo del sistema inmunitario de los niños? (1/2)

La "hipótesis de la higiene" sugiere que la reducción de la incidencia de infecciones en los países occidentales y, más recientemente, en países en vía de desarrollo, es el origen del incremento de enfermedades alérgicas y autoinmunitarias.

Esta teoría respalda la idea de que una limpieza excesiva y un entorno demasiado estéril pueden limitar la exposición de los niños a microorganismos beneficiosos, lo que podría resultar en un sistema inmunitario menos entrenado y más propenso a reacciones alérgicas y autoinmunitarias.¹

Diversos estudios han demostrado que los niños criados en entornos extremadamente limpios tienen una mayor incidencia de enfermedades alérgicas y autoinmunitarias. Esto se debe a que su sistema inmunitario no ha tenido suficiente exposición a patógenos y alérgenos para desarrollar una respuesta adecuada.^{1,2}

Aunque el lavado frecuente de manos y otras prácticas higiénicas son importantes para

prevenir infecciones, un enfoque excesivo puede llevar a una falta de exposición a microorganismos comunes que pueden formar parte de la microbiota común y a otros gérmenes que permiten el desarrollo de memoria inmunitaria y preparan al individuo para infecciones futuras.¹

La higiene excesiva puede afectar negativamente el desarrollo del microbioma intestinal, que juega un papel crucial en la regulación del sistema inmunitario. Un microbioma diverso y equilibrado es esencial para una respuesta inmunitaria adecuada. A modo de ejemplo, un estudio ha evaluado la evolución de ratones criados en ambientes estériles (*germ free*), y han medido la acumulación de unas células clave del sistema inmunitario: las células NK, que son las encargadas de eliminar los patógenos que entran en el organismo. Al no tener actividad, estos compuestos se acumulan en algunos tejidos, como el colon y los pulmones, donde desencadenan una respuesta que aumenta los procesos inflamatorios.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar





¿Cómo puede la higiene excesiva influir negativamente en el desarrollo del sistema inmunitario de los niños? (2/2)

Cuando luego, a esos ratones, se los colonizaba con una colonia de microbios controlada -los propios del sistema digestivo-, se mantiene el desajuste, lo que lleva a que haya una mayor incidencia de estos procesos inflamatorios. En cambio, cuando se hacía el mismo proceso con ratones parcialmente expuestos a microbios, pero no a algunos (los denominados *specific pathogen free*), las células NK no se acumulaban en las mucosas, evitando problemas en la etapa adulta. A modo de conclusión, los resultados indican que la exposición temprana a microbios tiene efectos importantes, duraderos en la sensibilidad del sistema inmunitario a la inflamación.³

El uso de sustancias esterilizantes para los biberones o fregar la vajilla doméstica, así como la desaparición de las zonas de juego infantiles en “tierra” son parcialmente responsables de esta esterilización del entorno. El juego con mascotas, en tierra, y el uso de material higiénico, pero no estéril, son buenas medidas para revertir esta tendencia.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Okada H, Kuhn C, Feillet H, Bach JF. The ‘hygiene hypothesis’ for autoimmune and allergic diseases: an update. *Clin Exp Immunol*. 2010 Apr; 160(1): 1–9. doi: 10.1111/j.1365-2249.2010.04139.x.
2. Rook GAW. Regulation of the immune system by biodiversity from the natural environment: an ecosystem service essential to health. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2013 Nov 12; 110(46):18360-7. doi: 10.1073/pnas.1313731110.
3. Olszak T, An D, Zeissig S, et al. Microbial exposure during early life has persistent effects on natural killer T cell function. *Science* 2012; 336(6080):489-93. doi: 10.1126/science.1219328.



174

¿Cómo pueden las mascotas impactar en el sistema inmunitario de los niños? (1/2)

Que las mascotas puedan desempeñar un papel importante en el desarrollo del sistema inmunitario infantil es un tema controvertido. En cualquier caso, es fundamental mantener prácticas higiénicas adecuadas para minimizar el riesgo de infecciones zoonóticas, asegurando que esta relación sea positiva y segura para los niños; por eso, la educación sobre el cuidado adecuado de las mascotas es esencial para maximizar sus beneficios.

La interacción con mascotas expone a los niños a una variedad de microorganismos que pueden ayudar a "entrenar" su sistema inmunitario. Esta exposición temprana puede reducir el riesgo de desarrollar alergias y enfermedades autoinmunitarias.

Y es que la convivencia con mascotas estimula al sistema inmunitario desensibilizándolo frente a la puesta en marcha de una respuesta alérgica. ¹

Varios estudios han demostrado que los niños que crecen en hogares con mascotas, especialmente perros y gatos, tienen menos probabilidades de desarrollar alergias y asma.

Esto se debe a que la exposición a alérgenos animales puede ayudar a modular la respuesta inmunitaria. Según estudios recientes del UK Pet Health Council (Consejo de Salud de Mascotas del Reino Unido), es más estable el sistema inmunitario de los niños (particularmente de entre 5 y 8 años) de familias con una mascota que aquellos niños de familias que no conviven con animales de compañía. Se concluye que aquellos niños que poseen mascota tienen más herramientas para defenderse de las enfermedades. ²

En numerosas partes del mundo se ha identificado una tendencia al alza de la incidencia de asma, existiendo una asociación entre esta patología y los alérgenos perennes. ¹ También se ha comprobado que la convivencia con mascota reduce el riesgo de desarrollar asma entre las familias con antecedentes de la enfermedad. Además, se considera que una mayor comprensión del rol de los animales en la estimulación de los mecanismos inmunitarios podría proporcionar una visión importante de la relación entre la exposición a un alérgeno y el desarrollo de asma. ³

INMUNOPEDIA FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar





174

¿Cómo pueden las mascotas impactar en el sistema inmunitario de los niños? (2/2)

El contacto con perros y gatos durante el primer año de vida puede estar asociado con una menor morbilidad y puede tener un efecto protector sobre los síntomas e infecciones del tracto respiratorio.

Una posible explicación para este interesante hallazgo podría ser que la presencia del perro dentro de la casa facilitaría el contacto de los niños con ciertos antígenos, estimulando su sistema inmunitario. ⁴

Pero, además, las mascotas también proporcionan beneficios emocionales y psicológicos que pueden influir indirectamente en la salud inmunitaria, como la sensación placentera que se obtiene al acariciarlos y que produce la secreción de hormonas inmuno potenciadoras. ⁵

BIBLIOGRAFÍA:

1. Perzanowski MS, Rönmark E, Platts-Mills TA, et al. Effect of cat and dog ownership on sensitization and development of asthma among preteenage children. *American journal of respiratory and critical care medicine* 2020; 166(5), 696-702.
2. <https://www.pethealthcouncil.co.uk/images/file/Pets%20and%20Children%20-%20PHC.pdf>.
3. Simpson, A., & Custovic, A. (2003). Early pet exposure: friend or foe?. *Current opinion in allergy and clinical immunology*, 3(1), 7-14.
4. Bergroth E, Remes S, Pekkanen J, et al. Respiratory tract illnesses during the first year of life: effect of dog and cat contacts. *Pediatrics* 2012; 130(2): 211-220.
5. O'Haire ME, McKenzie SJ, Beck AM, et al. Animals may act as social buffers: Skin conductance arousal in children with autism spectrum disorder in a social context. *Dev Psychobiol.* 2015 Jul;57(5):584-95. doi: 10.1002/dev.21310.

**INMUNOPEDIA
FAMILIAR**

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar



175

¿Qué papel juega la higiene bucal en la salud del sistema inmunitario infantil?

La higiene bucal es fundamental no solo para prevenir problemas dentales, sino también para mantener un sistema inmunitario saludable en los niños.

La mala higiene bucal tiene un efecto en cascada en la salud de todo el cuerpo. La acumulación de placa puede conducir a la gingivitis, que si no es tratada correctamente puede progresar a enfermedad periodontal. Una vez que la enfermedad ha alcanzado esta etapa puede desencadenar problemas de salud sistémicos que pueden afectar al corazón y al cerebro. Todo esto coloca una carga extrema en el sistema inmunitario y hace que sea más difícil combatir otros patógenos que ingresan al cuerpo.^{1,2}

Las bacterias bucales y la inflamación de las encías pueden debilitar las defensas del cuerpo. Las enfermedades periodontales no solo incrementan la carga bacteriana en el cuerpo, sino que también activan una respuesta inflamatoria, afectando la capacidad del sistema inmunitario para combatir infecciones.^{1,2} La aparición precoz de enfermedades bucales infecciosas y transmisibles en niños, como caries dentales y enfermedad periodontal, resulta de un desequilibrio entre los mecanismos defensivos del huésped y la virulencia de microorganismos presentes en el medio bucal, a favor de estos últimos.³

Porphyromonas gingivalis, una de las principales bacterias responsables de la enfermedad periodontal, es capaz de remodelar el microbiota simbiote natural del huésped, provocando un estado disbiótico. La bacteria reduce de manera efectiva la funcionalidad de las células inmunitarias, bloqueando la fagocitosis, pero al mismo tiempo se genera una respuesta inflamatoria. El problema se retroalimenta a sí mismo y crea un desequilibrio bacteriano importante que, en última instancia, da lugar a la enfermedad.⁴

Mantener una higiene oral adecuada y realizar visitas regulares al dentista no solo previene enfermedades bucales, sino que también reduce la carga bacteriana y la inflamación, aliviando así el trabajo del sistema inmunitario y fortaleciendo sus defensas.⁵

BIBLIOGRAFÍA:

1. Rotemberg Wilf E, Smaisik Frydman K. Inmunidad bucal en la primera infancia. *Odontostomatología* 2010; vol.12 no.14.
2. Ptasiwicz M, Grywalska E, Mertowska P, et al. Armed to the Teeth—The Oral Mucosa Immunity System and Microbiota. *Int J Mol Sci.* 2022 Jan; 23(2): 882. doi: 10.3390/ijms23020882.
3. Santo S, Suárez MF, Serra HM. Oral cavity: important site for immune surveillance. *ARCHIVOS DE ALERGIA E INMUNOLOGÍA CLÍNICA* 2011;42(1).
4. University of Pennsylvania. "Gum disease bacteria selectively disarm immune system, study finds." *ScienceDaily.* ScienceDaily, 11 June 2014. <www.sciencedaily.com/releases/2014/06/140611132044.htm
5. <https://www.perio.org/for-patients/gum-disease-information/gum-disease-and-other-diseases/>

INMUNOPEDIA
FAMILIAR

175 PREGUNTAS Y RESPUESTAS
sobre el cuidado del sistema inmunitario
de los más pequeños durante el curso escolar

INMUNOPEDIA FAMILIAR