

Efectos de la variabilidad estacional sobre el Virus Sincicial Respiratorio (VSR) en niños menores de 5 años. Una revisión sistemática*

Álvaro Diego Albornoz Marín**✉
Diana María Guerrero Pérez***
Lorena Elizabeth Guerrero Zambrano****

Cómo citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo: Albornoz, Á., Guerrero, D. y Guerrero, L. (2017). Efectos de la variabilidad estacional sobre el Virus Sincicial Respiratorio (VSR) en niños menores de 5 años. Una revisión sistemática. *Revista UNIMAR*, 35(2), 269-280.

Fecha de recepción: 31 de octubre de 2016

Fecha de revisión: 03 de febrero de 2017

Fecha de aprobación: 04 de abril de 2017

RESUMEN

El aumento de la morbilidad y mortalidad de pacientes con VSR en las épocas de invierno es un fenómeno bien conocido, donde las causas en niños menores de cinco años, están asociadas con los cambios de temperatura y humedad (extremos máximos y mínimos), constituyendo un factor significativo en las infecciones respiratorias, que se establecen como una de las patologías más frecuentes en niños menores de cinco años en todo el mundo.

En países en desarrollo como Colombia, se presenta una incidencia del 95 % de los casos reportados, donde sus tasas de mortalidad son altas, resultando que el 72.4 % se da en menores de un año. El VSR es altamente contagioso; puede llegar a sobrevivir hasta siete horas en el hospedador; el 90 % de los niños se infecta con VSR durante los primeros cinco años de vida, y hasta un 40 % muestra compromiso de las vías aéreas inferiores.

Para la realización de esta revisión se utilizó bases de datos electrónicas nacionales e internacionales, reflejando los conceptos en evolución sobre la variabilidad estacional y la afectación del VSR en niños menores de cinco años.

Palabras clave: Virus Sincicial Respiratorio, Morbilidad por VSR, Variabilidad estacional, Epidemiología.

Effects of seasonal variability on Respiratory Syncytial Virus (RSV) in children under five years of age. A systematic review

ABSTRACT

The increase in morbidity and mortality of patients with RSV in the winter season is a well-known phenomenon, where the causes in children under five years of age are associated with changes in temperature and humidity (maximum and minimum extremes), constituting a significant factor in respiratory infections, which are one of the most frequent pathologies in children of this age.

In developing countries such as Colombia, there is an incidence of 95% of reported cases, where their mortality rates are high, resulting that 72.4% occurs in children under one year. RSV is highly contagious; it

* Artículo de Revisión.

**✉Docente Investigador. Microbiólogo Industrial, Magister en Ciencias Quimicobiológicas con experiencia en enfermedades producidas por microorganismos. Vinculado al grupo de investigación categoría B de Colciencias GIESUM de la Universidad Mariana; correo electrónico personal alvarodiego7@gmail.com, correo institucional aalbornoz@umariana.edu.co

*** Docente Investigadora. Ingeniera Agroforestal, Magister en Recursos Hídricos con experiencia en variabilidad climática e hidrología. Vinculada al grupo de investigación categoría B de Colciencias ARENA de la Universidad de Nariño; correo electrónico personal dianaguerrero1607@gmail.com.

**** Investigadora. Directora Unidad de Servicios Internacionales Facultad de Postgrados y Relaciones Internacionales Universidad Mariana. Ingeniera de Sistemas. Magister en Pedagogía con experiencia en análisis estadísticos: correo electrónico personal: loreguez@gmail.com, correo institucional: leguerrero@umariana.edu.co.



can survive up to seven hours in the host; 90% of children are infected with RSV during the first five years of life, and up to 40% show compromised lower airways.

In order to carry out this review, national and international electronic databases were used, reflecting the evolving concepts of seasonal variability and the impact of RSV in children under five years of age.

Key words: Respiratory Syncytial Virus, RSV Morbidity, Seasonal variability, Epidemiology.

Efeitos da variabilidade sazonal no Vírus Sincicial Respiratório (VSR) em crianças menores de cinco anos. Uma revisão sistemática

RESUMO

O aumento da morbidade e mortalidade dos pacientes com VSR na estação do inverno é um fenômeno bem conhecido, onde as causas em crianças com menos de cinco anos de idade estão associadas a mudanças na temperatura e umidade (extremos máximos e mínimos), constituindo um fator significativo em infecções respiratórias, que são uma das patologias mais frequentes em crianças desta idade.

Em países em desenvolvimento como Colômbia, há uma incidência de 95% dos casos relatados, onde suas taxas de mortalidade são altas, resultando que 72,4% ocorrem em crianças menores de um ano. O VSR é altamente contagioso; pode sobreviver até sete horas no hospedeiro; 90% das crianças estão infectadas com este vírus durante os primeiros cinco anos de vida e até 40% mostram as vias aéreas inferiores comprometidas.

Para realizar esta revisão foram utilizadas bases de dados eletrônicas nacionais e internacionais, refletindo os conceitos em evolução da variabilidade sazonal e o impacto do VSR em crianças com menos de cinco anos de idade.

Palavras-chave: vírus sincicial respiratório, VSR de morbidade, variabilidade sazonal, epidemiologia.

I. Introducción

Las infecciones virales de vías respiratorias bajas (IVRB) constituyen un problema mayor de salud pública, pues son consideradas como la causa más importante de morbilidad y mortalidad, especialmente en niños menores de cinco años, como lo reporta la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2018, por sus siglas en inglés). Aunque éstas tienen un gran impacto en la salud en países de ingresos altos, éste es aún mayor en los países de medianos y bajos ingresos (PMBI). El problema es de tal magnitud, que las IVRB son reconocidas como la principal causa de muerte en niños que viven en PMBI (Nair et al., 2010).

Es bien sabido que el VSR es el principal causante de IVRB y hospitalizaciones en niños, especialmente los menores de un año (Restrepo, 2013). El patrón más común de enfermedad observado con la infección por VSR en niños es la bronquiolitis, un síndrome clínico caracterizado por la obstrucción al

flujo respiratorio usualmente precedido por una infección de vías respiratorias altas.

Se ha reportado que el VSR es el virus más frecuentemente identificado en niños hospitalizados por bronquiolitis, con tasas de detección que alcanzan hasta un 70-85 % durante las épocas de invierno, según sostienen Galeano et al., (2011) de la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá (SDS).

Evidencias recientes han sugerido que hay una fuerte asociación entre algunos factores meteorológicos y la actividad del VSR en la comunidad (SDS, 2012); se ha reportado que la actividad del virus en climas fríos está inversamente relacionada con la temperatura, posiblemente debido a una mayor estabilidad del VSR en secreciones en ambientes fríos. En contraste, en países tropicales, aunque la actividad del VSR ha mostrado ser continua durante todo el año, se ha conocido que es directamente proporcional a la temperatura ambiental, humedad absoluta y precipitación

(SDS, 2012; D'Amato, Cecchi, D'Amato, M. y Annesi-Maesano, 2014).

Contar con información acerca de los parámetros meteorológicos asociados con el VSR podría ser muy útil en la programación de estrategias preventivas dirigidas a los grupos poblacionales de alto riesgo durante los períodos de alta ocurrencia de actividad del virus. Este trabajo se propuso realizar una revisión sobre el virus en mención, los aspectos generales y los factores de riesgos asociados a las condiciones climáticas en niños menores de cinco años.

2. Metodología

Diseño: revisión sistemática

Para la realización de esta revisión se utilizó bases de datos electrónicos a través de diferentes buscadores, como Medline, Embase, CINAHL, Global Health, Web of Science, WHOLIS, LILACS, Ind-Med y SIGLE (base de literatura gris), usando los siguientes términos: Respiratory Syncytial Viruses OR Respiratory Virus Infections OR Respiratory Syncytial Virus Infections OR Respiratory Syncytial Virus OR Respiratory Syncytial Virus, Human OR RSV AND Pneumonia, Viral OR bronchiolitis OR Bronchiolitis, Viral OR Respiratory Tract Diseases OR Respiratory Tract Infections OR Acute Respiratory Illness AND Aetiology OR Etiology OR Cause AND Morbidity OR Mortality, Limit to human and all child, sin restricciones de publicación o idioma. Adicionalmente, se revisó las referencias bibliográficas de los estudios incluidos.

De los resultados obtenidos en la revisión de literatura, se tomó como criterios de inclusión, los siguientes:

- a) Virus con mayor frecuencia Virus Sincicial Respiratorio.
- b) Reporte de niños menores de cinco años.
- c) Cuadro clínico compatible con VSR del tracto respiratorio.

Como criterios de exclusión, se tomó:

- a) Condición inmune crónica asociada al tracto respiratorio superior.
- b) Antecedentes etiológicos no-asociados a VSR.

3. El VSR (virus ARN de simple cadena y polaridad negativo)

Se ha descrito dos grupos de VSR: A y B, dentro de los cuales existen subgrupos (López, Escobar, Palomino y Avendaño, 2005). Ambos grupos pueden circular simultáneamente durante las epidemias invernales, y han sido detectados en todas las regiones del mundo. A diferencia del virus influenza y de los rinovirus (del resfrío común), las diferentes cepas del VSR tienen menos variabilidad genética (Ayllón, Valdivia, Mas, Trespalacios y Cordero, 2006; López et al., 2005; Prieto, Russ y Reitor, 2000).

El VSR es transmitido por secreciones contaminadas de un contacto cercano, en forma directa o por medio de fomites (Lagos, Avendaño y Levine, 1999; Ayllón et al., 2006; López et al., 2005; Martínez, Concha, Martínez y Miranda, 2005). En pacientes ambulatorios, la vía más frecuente de contagio es por el contacto con un enfermo, mientras que en pacientes hospitalizados, son las manos contaminadas del personal asistencial, la principal vía (Ayllón et al., 2006; López et al., 2005). La enfermedad es altamente contagiosa y ocurre con más frecuencia en épocas frías, con un tiempo de incubación de dos a ocho días, aunque puede prolongarse en niños pequeños e inmunosuprimidos; ocurre esporádicamente como brotes localizados o en epidemias (Lagos et al., 1999; Vila y Soto-Quirós, 2004). Alrededor del 50 % de los niños hospitalizados con VSR presentan episodios subsecuentes de sibilancias, con reclutamiento de linfocitos TH-2, eosinófilos, y la liberación de mediadores solubles tales como histamina, kininas y leucotrienos.

El VSR pertenece a la familia Paramyxoviridae, subfamilia Pneumovirinae, y dentro de ella al género Pneumovirus. Cuenta con una envoltura lipídica cuya información genética está codificada en forma de RNA no segmentado de cadena sencilla de polaridad negativa. La nucleocápside del VSR tiene entre 150 - 300 nm de diámetro y presenta glicoproteínas ancladas a su membrana: la proteína G que participa en la adhesión, y la proteína F que le permite fusionarse con las células hospederas; éstas son las proteínas que participan en la formación de sincitios, principal efecto citopático característico de este virus. Adicionalmente, el virus codifica para la proteína de la matriz M que está involucrada con la

morfogénesis del virión, dos proteínas no estructurales NS1 y NS2 que participan en la replicación del virus y, la proteína SH, cuya función aún no está muy clara, ya que al hacer una delección de este gen, el virus no pierde su viabilidad, aunque es ligeramente menos virulento (Ávila y Castellanos, 2013).

El RNA viral está asociado a la nucleoproteína (NP), fosfoproteína (P) y la polimerasa viral (L), (Figura 1) las cuales conforman la nucleocápside helicoidal. La replicación del genoma y síntesis de proteínas son llevadas a cabo en el citoplasma de la célula del hospedero, y luego, las nuevas partículas virales salen de la célula, propagándose y alcanzando nuevos hospederos. En relación con el VSR, se ha identificado dos grupos antigénicos: A y B, que difieren en la secuencia de aminoácidos de las glicoproteínas de superficie y principalmente la proteína G (Ávila y Castellanos, 2013).

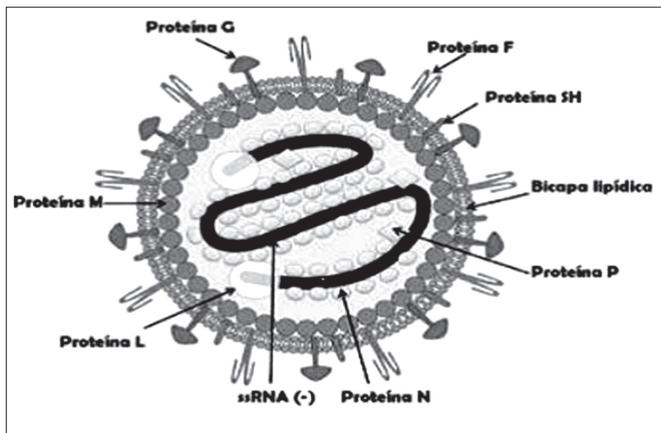


Figura 1. Diagnóstico virológico de la infección por virus sincitial respiratorio.

Fuente: Ávila y Castellanos (2013, p. 24).

El noventa por ciento de los niños se infecta con VSR durante los primeros dos años de vida, y hasta un 40 % mostrará compromiso de las vías aéreas inferiores, posterior a la primoinfección (American Academy of Pediatrics, 2014). El cuadro clínico que resulta de la infección por VSR es típicamente una inflamación leve a moderada de vías respiratorias altas, sin embargo, es también una de las principales causas de bronquiolitis, laringotraqueobronquiolitis y neumonía, y puede llegar a requerir manejo en Unidad de Cuidado Intensivo (UCI) y ventilación mecánica (Tang y Loh, 2014).

Fisiopatológicamente se caracteriza por inflamación aguda, edema y necrosis de las células epiteliales que tapizan las vías aéreas de menor calibre, con subsecuente hipersecreción mucosa que incrementa la obstrucción. La Figura 2 esquematiza los principales eventos en la infección por VSR. El cuadro clínico habitualmente inicia con rinitis y tos, que posteriormente puede progresar a taquipnea, aleteo nasal, sibilancias, crépitos y uso de músculos accesorios de la respiración (American Academy of Pediatrics, 2014).

Los pacientes menores de un año de edad son el grupo etario con el mayor riesgo de presentar manifestaciones severas, hospitalizaciones y muerte (Turner et al., 2014). La infección por VSR no confiere inmunidad permanente o a largo plazo por lo que las reinfecciones son frecuentes a lo largo de la vida (American Academy of Pediatrics, 2014).

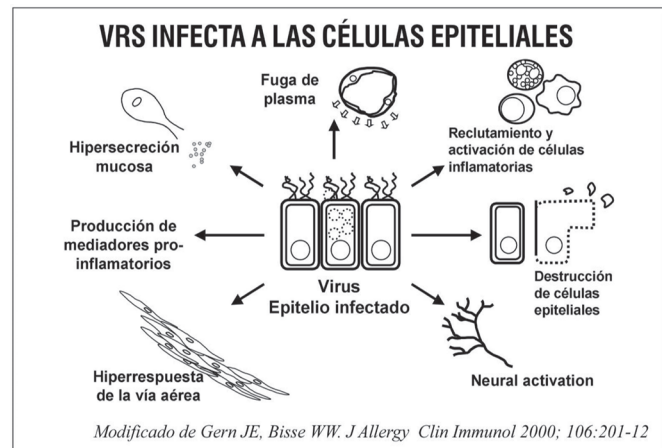


Figura 2. Infección respiratoria por VSR.

Fuente: Callejón A., Oliva, Callejón G., Marrero y Rodríguez (2004, p. 252).

Factores ambientales y VSR

Al respecto, Gamba (2014) sostiene que:

Aún no se ha logrado definir claramente cuáles son los factores que determinan la variación en la presentación de infecciones por VSR en la comunidad, sin embargo varios estudios han encontrado que los factores ambientales [representan] un papel fundamental (Noyola y Mandeville, 2008). En climas templados (latitud >40 °N o S), es decir, aquéllos con clara diferenciación estacional, las infecciones por VSR típicamente se presentan como picos epidémicos anuales que comienzan en otoño y finalizan en la

primavera. Sin embargo, el inicio de cada pico puede tener variaciones significativas, no solo de año a año, sino también entre las diferentes regiones (Mullins, Lamonte, Bresee y Anderson, 2003). La temperatura, uno de los factores más estudiados, ha mostrado una relación inversamente proporcional con la actividad del VSR, aunque la mayor cantidad de casos no necesariamente coincide con la temperatura más baja (Noyola y Mandeville, 2008).

Las epidemias de infección por VSR están relacionadas con factores climáticos y geográficos, pero aún no está claro si esta relación está dada por su impacto en la diseminación del virus, en el aumento del número de personas en espacios cerrados, o en la susceptibilidad inmunológica de la población (Sloan, Moore y Hartert, 2011).

En los países de los hemisferios norte y sur, tradicionalmente se ha relacionado las epidemias del virus con la estación de invierno, mientras que en los climas tropicales puede presentarse en todo el año (Du Prel et al., 2009).

A nivel del trópico, ya desde la década del 60 se hacía cuestionamientos acerca del comportamiento del virus y su asociación con el clima. Sin embargo, hasta el momento los estudios en estas latitudes han mostrado gran variabilidad entre los factores meteorológicos más influyentes, sugiriendo que otros situaciones como el comportamiento humano frente a los cambios climáticos podría predisponer a la transmisión (Tang y Loh, 2014). Aun así, una multitud de otros determinantes que se escapan al objeto de la presente investigación, son importantes en la epidemiología respiratoria y son actualmente objeto de estudio.

Al revisar la literatura actual, se evidencia que los factores climáticos más frecuentemente estudiados en relación con la actividad de VSR son la temperatura, la humedad relativa, la humedad absoluta, el punto de rocío, la radiación, la presión barométrica y la precipitación o pluviosidad. La Tabla 1 muestra las definiciones detalladas para cada uno de ellos (Tang y Loh, 2014).

Tabla 1. Factores climáticos más frecuentemente estudiados en relación con el virus sincicial respiratorio

Parámetro	Definición
Temperatura	Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente. La temperatura ambiente es un parámetro importante que determina la formación de las nubes, afecta la cantidad de vapor de agua que se encuentra en el aire (humedad atmosférica) e influye en la fuerza que ejerce el peso del aire sobre la superficie terrestre (presión atmosférica).
Humedad relativa	Cantidad de vapor de agua en el aire dividida en la máxima cantidad de agua que podría contener el aire a esa temperatura. Se expresa como un porcentaje de esa capacidad máxima.
Humedad absoluta	Cantidad de vapor de agua (generalmente medida en gramos) por unidad de volumen de aire ambiente (medido en metros cúbicos). Es uno de los modos de valorar la cantidad de vapor contenido en el aire, lo que sirve, con el dato de la temperatura, para estimar la capacidad del aire para admitir o no mayor cantidad de vapor.
Punto de rocío	Temperatura a la cual una muestra de aire debe ser enfriada para alcanzar un 100 % de humedad.

Fuente: Gamba (2014, pp. 14-15).

Un estudio realizado por Yusuf et al., (2007) durante un año en nueve ciudades con diferencias marcadas en localización y clima (Miami, Houston, Tucson, Buffalo, Winnipeg, Bethel, Yukon, Delhi y Santiago) correlacionó las condiciones climáticas con los casos de VSR semanales o mensuales. Los resultados mostraron que la actividad semanal del virus se relacionó con la temperatura en una forma bimodal, con picos de actividad a temperaturas por encima de 24-30 °C y a 2-6 °C. Así mismo, la actividad fue mayor a una humedad relativa entre 45-65 %. Se encontró una relación inversamente proporcional con la radiación UVB, lo cual sugiere que la radiación podría inactivar al VSR en el ambiente o influenciar la susceptibilidad al virus al alterar la resistencia del huésped. En las

ciudades con temperaturas cálidas y alta humedad permanentes, la actividad del VSR fue continua durante el año, con picos en el verano e inicios de otoño. En climas templados, posiblemente como resultado de la mayor estabilidad del virus en las secreciones en un ambiente frío, la actividad máxima ocurrió durante el invierno. En áreas donde el clima fue predominantemente frío durante el año, el virus se presentó casi de manera continua.

Adicionalmente, se encontró que la actividad del VSR en la comunidad es muy alta cuando coexisten mayores temperaturas y humedad relativa, probablemente reflejando una mayor estabilidad del virus en aerosoles (Yusuf et al., 2007).

[Por otra parte, el estudio llevado a cabo por Meerhoff, Paget, Kimpen y Schellevis (2009)] en once laboratorios en Holanda, recolectó datos sobre VSR en el período 1998-2005. Para ajustarse al periodo de incubación y los posibles efectos tardíos del clima, incluyeron cuatro retrasos de tiempo en el modelo, para evaluar la relación entre el cambio en el clima y la actividad posterior del virus. Se encontró que el inicio de la actividad del VSR ocurrió alrededor de la semana 44 y el pico se presentó alrededor de la semana 52. La humedad relativa se asoció positivamente con la actividad del VSR. La temperatura mínima se asoció negativamente y la nubosidad positivamente con la actividad del virus. La interacción entre la temperatura mínima y la humedad relativa se observó en un retraso de 0,1 y 2 semanas, indicando que la combinación de baja temperatura y alta humedad contribuye más a la actividad del VSR que cada parámetro individualmente. Se concluyó que la humedad relativa, la temperatura mínima y la nubosidad son predictores importantes de la actividad del VSR en esa población, siendo el efecto de la humedad relativa, el más consistente. Así mismo, los autores resaltan que la mayoría de modelos climáticos en los estudios recientes no incluye un efecto retrasado de las variables climatológicas sobre el VSR.

Uno de los primeros estudios específicos en el tema, llevado a cabo en una región tropical, fue el publicado por Sung, Chan, Tam, Cheng y Murray (1992) en Hong Kong (22.30 °N, 114.17 °E) entre 1985 y 1987, en el cual evaluaron pacientes entre un mes y 12 años de edad, encontrando que la incidencia de VSR se correlacionó positivamente con la pluviosidad total

mensual, la humedad relativa promedio y la temperatura promedio. Posteriormente, en el mismo hospital, incluyendo pacientes hasta los 14 años, atendidos entre 1985 y 1988, obtuvieron los mismos hallazgos.

Llama la atención el planteamiento de los autores con respecto a la importancia de otros factores asociados al clima. Sugieren que el verano cálido, húmedo y lluvioso de Hong Kong podría inducir a la población a permanecer más tiempo en sus casas u otros recintos cerrados, comportamiento similar al que muestran las personas en climas templados cuando llegan los meses fríos de invierno. En espacios cerrados con más personas, las condiciones son óptimas para la transmisión del VSR (Tang y Loh, 2014).

A nivel de Latinoamérica, y en especial en países considerados tropicales (0–23.5 °N o S), es escasa la literatura que explora específicamente el comportamiento del VSR, sin incluir otros virus, y los que han sido publicados, presentan resultados muy variables entre regiones. (Gamba, 2014, p. 17).

[En el estudio llevado a cabo por Noyola y Mandeville (2008) en la población mexicana del] San Luis Potosí (22.16 °N, 100.98 °W) desde octubre de 2002 hasta mayo de 2006, se encontró que la incidencia del VSR estaba correlacionada negativamente con la temperatura, y positivamente con la humedad relativa, aunque esta última correlación no fue estadísticamente significativa.

En 2010, Nascimento-Carvalho et al., realizaron un trabajo investigativo en la ciudad de Salvador, Brasil (12.98 °S, 38.52 °W). Evaluaron niños menores de cinco años con diagnóstico radiológico de neumonía desde septiembre de 2003 a mayo de 2005, y correlacionaron la incidencia viral con factores meteorológicos. Encontraron que las infecciones por VSR no tenían correlación significativa con la humedad relativa, pero eran inversamente proporcionales a la temperatura y directamente proporcionales a la precipitación.

Alonso et al., [llevaron] a cabo un análisis de la incidencia de VSR y factores climáticos en niños entre 1 y 16 años en Fortaleza, Brasil (3.77 °S, 38.57 °W), desde enero de 2001 hasta diciembre de 2008. No fue claro si los pacientes correspondían en su mayoría a un ambiente hospitalario o ambulatorio. Para el diagnóstico viral [emplearon] inmunofluorescencia

indirecta. Los resultados evidenciaron que el VSR tenía una fuerte correlación positiva con la precipitación semanal. La temperatura tuvo una relación inversamente proporcional previa al establecimiento de la temporada de mayor pluviosidad, haciéndose directamente proporcional una vez iniciaron las lluvias (Tang y Loh, 2014). (pp. 13-17).

Se ha comprobado que el VSR es muy sensible tanto al interferón alfa como al gamma, los cuales inhiben su proliferación; sin embargo, estudios *in vitro* y clínicos han demostrado que la producción de interferón parece ser suprimida por el VSR. También se ha correlacionado los altos niveles de anticuerpos de clase Ig E y la liberación de células y mediadores de la inflamación bronquial, tal como ocurre en el asma alérgico (López et al., 2005; Martínez et al., 2005; Vignau y Schamber, 2006). La capacidad de respuesta antiviral define la susceptibilidad a una infección viral sintomática. Diversos factores, tanto endógenos como exógenos, colocan a un niño en mayor riesgo de desarrollar una infección por VSR; sin embargo, un porcentaje no presenta ninguno de los principales factores de riesgos reconocidos, de tal manera que deben existir otros factores inherentes que aún se desconoce. (D'elia, Siqueira, Portes y Sant'anna, 2005).

Factores de Riesgo

Hospedador: 1. Lactantes (0-5 años); 2. Falta de lactancia materna; 3. Vacunación incompleta; 4. Prematurez, bajo peso al nacer; 5. Desnutrición; 6. Edad (menor de 3 meses); 7. Atopías y 8. Raza.

Del medio: 1. Hacinamiento; 2. Invierno; 3. Asistencia a guarderías; 4. Madre analfabeta funcional; 5. Contaminación domiciliar (tabaco, biomasa para calefacción y cocina).

Edad y Sexo: "son más frecuentes las infecciones por VSR en niños < de 5 años y en especial los < de 3 meses y 2 años, siendo el sexo masculino el más afectado" (Benítez, Brac, Frías y Aguirre, 2007, p. 8).

Lactancia materna

[...] parece conferir cierto grado de protección contra enfermedades de las vías respiratorias, y en particular por VSR, aunque el papel esencial de la alimentación con seno materno no es la prevención de

la infección, sino la reducción de la gravedad de la enfermedad. Se ha detectado en el calostro una gran actividad neutralizante contra el VSR que se debe en gran medida a la presencia de Ig A secretora y de interferón alfa (Vignau y Schamber, 2006; López et al., 2005; Martínez et al., 2005; D'elia et al., 2005, citados por Benítez et al., 2007, p. 9).

Atopías

En realidad no es un factor de riesgo, sino más bien, el niño con antecedente de atopías en la familia, en especial la madre, tienen en promedio infecciones menos severas. Tampoco se ha encontrado asociación significativa entre la severidad de la infección por VSR a exposición del niño a alérgenos caseros (Martínez et al., 2005; Vignau y Schamber, 2006, citados por Benítez et al., 2007, p. 9).

Raza: "las bronquiolitis por VSR parecen ser más severas en niños blancos que en niños negros (Martínez et al., 2005; Vignau y Schamber, 2006, citados por Benítez et al., 2007, p. 9).

Factores socioeconómicos

El riesgo de padecer enfermedad grave por VSR es mucho mayor en lactantes de familia de bajo recursos, y la causa más probable se relaciona con condiciones de hacinamiento, familia numerosa y/o madre analfabeta funcional. La presencia de hermanos mayores aumenta el riesgo por infección por VSR en la mayoría de los casos. El riesgo también es elevado en niños que asisten a guardería de asistencia diurna, sin embargo el cuidado diurno en estos centros tiene un efecto protector, si la madre es una fumadora asidua, más de un atado de cigarrillo por día (López et al., 2005; Martínez et al., 2005; Vignau y Schamber, 2006, citados por Benítez et al., 2007, p. 9).

Tabaquismo pasivo

La exposición al humo de cigarrillo incrementa 4 veces el riesgo de sufrir infección por VSR, y 3 veces de contraer cualquier enfermedad de las vías respiratoria. El riesgo se relaciona con el tabaquismo materno más que paterno, y podría deberse en parte al mayor tiempo que las madres suelen pasar con sus hijos. (López et al., 2005; Martínez et al., 2005; Vignau y Schamber, 2006; Muraira et al., 2007, citados por Benítez et al., 2007, p. 9).

Prematurez: “los niños pre término mostraron mayor predisposición a la infección, aunque sin ninguna significancia estadística” (Martínez et al., 2005, citados por Benítez et al., 2007, p. 9).

Efectos de los factores climáticos en el VSR

Las infecciones respiratorias agudas representan un problema prioritario de salud a nivel mundial (Avendaño, 1997; Avendaño, Céspedes, Stecher y Palomino, 1999). Se presentan en forma de epidemias anuales en estaciones frías y aumentan la demanda de atención de salud (Noyola y Mandeville, 2008). Las infecciones respiratorias agudas bajas (IRAB) que incluyen a la bronconeumonía, el síndrome bronquial obstructivo, la bronquiolitis, la neumonitis, entre otras, representan la primera causa de mortalidad infantil tardía (Avendaño et al., 1999). Estudios como los de Papic, Rodríguez, Larrañaga y Avendaño (1992) y Avendaño et al., (1991) han asociado las IRAB a brotes estacionales de virus respiratorios, especialmente VSR y la influenza.

El VSR se presenta generalmente como una epidemia anual en los climas templados. En países como México (Noyola y Mandeville, 2008) se detectó que el VSR entre los años 2002 y 2006 se correlaciona con la temperatura del ambiente, la presión, la humedad relativa, el punto de rocío y la precipitación, utilizando series de tiempo y un análisis de regresión, encontrando que el 32,5 % de los casos se explica mediante las variables meteorológicas.

El conocimiento de cómo se inicia y cómo se sostiene la epidemia de VSR está incompleto en las regiones geográficas con climas templados; las epidemias de VSR son notificadas en periodo de invierno, tanto en el hemisferio norte como en el sur (Laham et al., 2004; Dowell, Whitney, Wright, Rose y Schuchat, 2003; Denny y Clyde, 1986). Esto sugiere que el clima frío puede aumentar la actividad de este tipo de virus; en contraste, se ha descrito que durante todo el año en las zonas ecuatoriales la temperatura no puede ser el único factor que influye en la actividad del virus (Ye et al., 2009; Omer et al., 2008; Chew, Doraisingham, Ling, Kumarasinghe y Lee, 1998; Chan, Chew, Tan, Chua y Hooi, 2002).

Stensballe, Devasundaram y Simoes (2003) afirman que en los climas templados, las epidemias de VSR

hacen presencia en el final del otoño, el invierno y la primavera, pero en los países ecuatoriales son observadas durante casi todo el año, incrementándose durante los meses más secos. Puede presentarse picos asociados a bajas temperaturas y mayor precipitación; estas características meteorológicas pueden ser analizadas con promedios semanales o teniendo un rango razonable de estas variables (Yusuf et al., 2007). La información existente de estudios realizados con respecto al VSR y la correlación con variables meteorológicas, en su mayoría provienen de Asia (Tang y Loh, 2014), encontrándose algunos estudios en México (Noyola y Mandeville, 2008) y en Colombia (Gamba-Sánchez, Rodríguez y Sossa, 2016; Gamba, 2014).

El conocimiento del impacto de las condiciones de la variación meteorológica en la proliferación del VSR permite un entendimiento tanto de la enfermedad como de los métodos de prevención asociados al manejo pre y pos contagio (Yusuf et al., 2007). A pesar de que las bajas temperaturas no necesariamente son las causantes de los brotes, se ha identificado que sumadas a otros factores climáticos como la precipitación y la humedad relativa, pueden influenciar en la interacción entre el huésped, el patógeno y el ambiente, aumentando la probabilidad de exposición, susceptibilidad e infección (Du Prel et al., 2009).

A pesar de tener claras las consecuencias de las variaciones climáticas mensuales durante los últimos 20 años, ha habido poca documentación sobre la correlación con las enfermedades de tipo viral (Lapeña et al., 2004), encontrando muy pocos artículos que analizan la influencia de factores climáticos sobre la infección de las vías respiratorias inferiores por VSR (De Silva y Hanlon, 1986; Stensballe et al., 2003).

El patrón estacional de la infección del tracto respiratorio inferior por VSR es un hecho ya aceptado, existiendo una gran cantidad de referencias en las bases de datos de Medline y Embase (Lapeña et al., 2004). La cantidad de personas ingresadas en los hospitales con la patología de la infección del tracto respiratorio inferior causada por el VSR es reportada de manera similar en casi todas las investigaciones publicadas que coinciden con los patrones estacionales de invierno (Hall, 2001).

Finalmente, se considera el reciente reporte del *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), quien recomienda el fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana en salud, como una de las principales intervenciones de adaptación al cambio climático (2014). Algunas amenazas pueden provenir de eventos extremos singulares o de combinaciones de amenazas, mientras que otras pueden describirse como subrepticias o acumulaciones de eventos (Correal, Marthá y Sarmiento, 2015).

La WHO (2018), la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y otras agencias de Naciones Unidas están trabajando para establecer un sistema de alerta temprana de amenazas múltiples debidas a riesgos complejos como las olas de calor, las amenazas a la seguridad alimentaria y las epidemias (IPCC, 2014 (b)). El continuo mejoramiento de los sistemas de predicción climática, así como un mayor conocimiento sobre las interacciones entre las condiciones meteorológicas y las enfermedades infecciosas, han motivado iniciativas para el desarrollo de modelos que permitan predecir cambios en las enfermedades infecciosas propensas a generar brotes y epidemias. Estos modelos apuntan a generar alertas tempranas en caso de probables brotes epidémicos, lo que es de gran valor para la preparación y la prevención de epidemias (Kuhn, Campbell-Lendrum, Haines y Cox, 2005). Los modelos de series de tiempo han servido para identificar los periodos de incubación o latencia de ciertas enfermedades infecciosas y predecir sus tendencias, ya que los métodos tradicionales de predicción de variables de respuesta discretas son estáticos y no abordan de una manera adecuada la posible dependencia de la serie de datos ni la dinámica del evento; de ahí la necesidad de aplicar modelos dinámicos que consideren las posibles correlaciones e interacciones a nivel temporal.

4. Conclusiones

La infección respiratoria aguda (IRA) en niños ha sido un problema de salud pública no resuelto en el país; es una de las patologías más frecuentes en menores de cinco años en todo el mundo y anualmente mueren más de dos millones de niños por esta enfermedad. Es la principal causa de consulta en los servicios de urgencias y el principal diagnóstico de egreso hospitalario en las salas pediátricas de nuestras instituciones.

Cada año nos vemos enfrentados a grandes congestiones en los servicios de urgencias, falta de camas hospitalarias pediátricas, recurso humano en salud escaso y dificultades para obtener equipos y medicamentos necesarios. Esto genera un gran impacto social y económico, ya que la población de menores recursos económicos es la más afectada por esta enfermedad. (Hernández, 2016, párr. 5).

En los países desarrollados se conoce claramente los virus predominantes y su circulación en los diferentes periodos epidemiológicos, así como las épocas de aumento de la IRA. En nuestro medio, la IRA coincide con los meses de lluvias; en Bogotá se observa picos epidemiológicos durante los meses de marzo, abril y mayo y posteriormente se presenta un segundo pico mucho menos intenso en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

5. Conflicto de intereses

Los autores de este artículo declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses del trabajo presentado.

Referencias

- American Academy of Pediatrics. (2014). Clinical Practice Guideline: The Diagnosis, Management, and Prevention of bronchiolitis. Recuperado de <http://pediatrics.aappublications.org/content/early/2014/10/21/peds.2014-2742>
- Avendaño, L. (1997). Resfrío común, influenza y otras infecciones respiratorias víricas. En: J. Meneghello, *Pediatría*. (5ª ed.) (pp. 1264-68). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Avendaño, L., Céspedes, A., Stecher, X. y Palomino, M. (1999). Influencia de virus respiratorios, frío y contaminación aérea en la infección respiratoria aguda baja del lactante. *Revista Médica de Chile*, 127(9).
- Ávila, L. y Soto-Quirós, M. (2004). Sibilancias en pediatría. *Revista Médica del Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera*, 39(166-72).
- Ávila, L. y Castellanos, J. (2013). Diagnóstico virológico de la infección por virus sincicial respiratorio. *Revista Salud Bosque*, 3(1), 23-36.
- Ayllón, L., Valdivia, Á., Mas, M., Trespalcios, L. y Cordero, G. (2006). Algunos aspectos básicos de evolución de virus ARN: importancia médica. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 25(3).

- Benítez, J., Brac, E., Frías L. y Aguirre, O. (2007). Virus sincitial respiratorio. Aspectos generales y básicos sobre la evolución clínica, factores de riesgo y tratamiento. *Revista de Posgrado de la VIª Cátedra de Medicina*, (171).
- Callejón, A., Oliva, C., Callejón, G., Marrero, C. y Rodríguez, E. (2004). Infección respiratoria por virus respiratorio sincitial. Bronquiolitis. *BSCP Can Ped.* 28, 2 y 3, 249-264.
- Chan, P., Chew, F., Tan, T., Chua, K. & Hooi, P. (2002). Seasonal variation in respiratory syncytial virus chest infection in the tropics. *Pediatric Pulmonology*, 34(1), 47-51.
- Chew, F., Dorasingham, S., Ling, A., Kumarasinghe, G. & Lee, B. (1998). Seasonal trends of viral respiratory tract infections in the tropics. *Epidemiology and Infection*, 121(1), 121-128.
- Correal, M., Marthá, J. y Sarmiento, R. (2015). Influencia de la variabilidad climática en las enfermedades respiratorias agudas en Bogotá. *Revista Biomédica*, 35(2), 130-138.
- D'Amato, G., Cecchi, L., D'Amato, M. & Annesi-Maesano, I. (2014). Climate change and respiratory diseases. *European Respiratory Review*, 23(161-169).
- D'elia, C., Siqueira, M., Portes, S., Sant'anna, C. (2005). Infecções do trato respiratório inferior pelo vírus sincicial respiratório em crianças hospitalizadas menores de um ano de idade. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 38(1), 7-10.
- Denny, F. & Clyde, W. (1986). Acute lower respiratory tract infections in nonhospitalized children. *The Journal of Pediatrics*, 108(5), 635-646.
- De Silva L. & Hanlon, M. (1986). Respiratory syncytial virus: a report of a 5-year study at a children's hospital. *Journal of medical virology*, 19(4), 299-305.
- Dowell, S., Whitney, C., Wright, C., Rose, C. & Schuchat, A. (2003). Seasonal patterns of invasive pneumococcal disease. *Emerging infectious diseases*, 9(5), 573-579.
- Du Prel, J., Puppe, W., Gröndahl, B., Knuf, M., Weigl, J., Schaaff, F. & Schmitt, H. (2009). Are meteorological parameters associated with acute respiratory tract infections? *Clinical and infectious disease*, 49(6), 861-868
- Galeano, D., Cuellar, A., Fonseca A., Galeano, M., Montoya, S., Gómez, L. y Moyano, L. (2011). Boletín Semanal de VSP de Era Se 26 Año 2011. Recuperado de <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Boletines%20ERA/Boletin%20ERA%20S.E.%2026.pdf>
- Gamba, N. (2014). *Asociación entre variables meteorológicas y la actividad del virus sincicial respiratorio en una población de pacientes pediátricos en la ciudad de Bogotá* (Trabajo de grado). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/47069/1/05599540.2015.pdf>
- Gamba-Sánchez, N., Rodríguez, C. y Sossa, M. (2016). Asociación entre variables meteorológicas y la actividad del virus sincicial respiratorio en una población de pacientes pediátricos en la ciudad de Bogotá. *Revista Médica Sanitas* 19(1), 7-15.
- Hall, C. (2001). Respiratory syncytial virus and parainfluenza virus. *The new England Journal of medicine*, 344(25), 1917-1928.
- Hernández, L. (2016). Incidencia de la infección de vías respiratorias altas en niños menores de cinco años en el Centro Infantil Fantasías de las Américas. Recuperado de fundacionredcolsi.org/.../CienciasdeSaludyelDeporte/.../Incidencia_de_la_infeccion_
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). Climate Change 2014. Impacts adaptation and vulnerability. Recuperado de https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-IntegrationBrochure_FINAL.pdf
- Izurieta, H., Thompson, W., Kramarz, P., Shay, D., Davis, R., DeStefano, F., et al. (2000). Influenza and the rates of hospitalization for respiratory disease among infants and young children. *N Engl J Med.* 342, 232-239. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM200001273420402>
- Kuhn, K., Campbell-Lendrum, D., Haines, A. & Cox, J. (2005). Using climate to predict infectious disease epidemics. Recuperado de <http://www.who.int/globalchange/publications/infectdiseases/en/>
- Laham, F., Israelle, V., Casellas, M., Garcia, A., Lac, P., Hoffman, S.... Polack, F. (2004). Differential production of inflammatory cytokines in primary infection with human metapneumovirus and with other common respiratory viruses of infancy. *The Journal of Infectious Diseases*, 189(11), 20 47-2056.
- Lagos, R., Avendaño, L. y Levine, M. (1999). Vigilancia sistemática de virus influenza, respiratorio sincicial, parainfluenza y adenovirus, en niños ambulatorios

- con infecciones respiratorias agudas. *Revista Médica de Chile*, 127(9), 10-12.
- Lapeña, S., Robles, M., Castañón, L., Martínez, J., Reguero, S., Alonso, M. & Fernández, I. (2004). Climatic factors and lower respiratory tract infection due to respiratory syncytial virus in hospitalised infants in northern Spain. *European Journal of Epidemiology*, 20(3), 271-276.
- López, B., Escobar, L., Palomino, A. y Avendaño, L. (2005). Gravedad clínica de la infección respiratoria aguda baja primaria por Metapneumovirus humano y virus respiratorio sincicial. *Revista Pediatría Electrónica*, 2(3).
- Martínez, F., Concha, M., Martínez, F. y Miranda, C. (2005). Apoyo ventilatorio no invasivo en paciente críticamente enfermo VSR (+), menor de 2 años. Revisión de 5 años. *Revista Pediatría Electrónica*, 2(3).
- Meerhoff, T., Paget, J., Kimpen, J. & Schellevis, F. (2009). Variation of respiratory syncytial virus and the relation with meteorological factors in different winter seasons. *The Pediatric infectious disease journal*, 28(10), 860-866.
- Mullins, J., Lamonte, A., Bresee, J. & Anderson, L. (2003). Substantial variability in community respiratory syncytial virus season timing. *The Pediatric infectious disease journal*, 22(10), 857-862.
- Muraira, A., Quiroga, A., Villarreal, E., Abrego, V., Flores, O., Aranda, C. y Rangel, M. (2001) Virus sincicial respiratorio en la temporada invernal 1999-2000 en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México. *Bol. méd. Hosp. Infant. Méx.*, 58(441-447). Recuperado de <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=306702&indexSearch=ID>
- Nair, H., Nokes, D., Gessner, B., Dherani, M., Madhi, S., Singleton, R.... Campbell, H. (2010). Global burden of acute lower respiratory infections due to respiratory syncytial virus in young children: a systematic review and meta-analysis. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20399493>
- Nascimento-Carvalho, C., Cardoso, M., Barral, A., Araújo-Neto, C., Oliveira, J., Sobral, L. ... Ruuskanen, O. (2010). Seasonal patterns of viral and bacterial infections among children hospitalized with community-acquired pneumonia in a tropical region. *Scandinavian Journal of Infectious Disease*, 42(11-12), 839-844.
- Noyola, D. & Mandeville, B. (2008). Effect of climatological factors on respiratory syncytial virus epidemics. *Epidemiology and Infection*, 136(10), 1328-1332.
- Omer, S., Sutanto, A., Sarwo, H., Linehan, M., Djelantik, I. ... Steinhoff, M. (2008). Climatic, temporal, and geographic characteristics of respiratory syncytial virus disease in a tropical island population. *Epidemiology and Infection*, 136(10), 1319-1327.
- Papic, Z., Rodríguez, L., Larrañaga, C. y Avendaño, L. (1992). Virus respiratorios en lactantes con infecciones respiratorias altas y bajas. *Revista Chilena de Pediatría*, 63(5), 256-261.
- Prieto, M., Russ, G. y Reitor, L. (2000). Factores de riesgo de infecciones respiratorias agudas en menores de 5 años. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 16(2), 106-164.
- Restrepo, N. (2013). Infección Respiratoria Aguda en niños. Un problema de Salud Pública no resuelto. *Revista Médica Sanitas*, 16(2), 6-7.
- Secretaría Distrital de Salud (SDS). (2012) Guía de promoción y atención en Enfermedad Respiratoria Aguda. (ERA). Recuperado de https://issuu.com/scpbogota/docs/guia_era
- Sloan, C., Moore, M. & Hartert, T. (2011). Impact of pollution, climate, and sociodemographic factors on spatiotemporal dynamics of seasonal respiratory viruses. *Clinical and translational science*, 4(1), 48-54.
- Stensballe, L., Devasundaram, J. & Simoes, E. (2003). Respiratory syncytial virus epidemics: the ups and downs of a seasonal virus. *The Pediatric Infectious Disease Journal*, 22(2), 21-32.
- Sung, R., Chan, R., Tam, J., Cheng, A. & Murray, H. (1992). Epidemiology and aetiology of acute bronchiolitis in Hong Kong infants. *Epidemiology and infection*, 108(1), 147-154.
- Tang, J. & Loh, T. (2014). Correlations between climate factors and incidence -a contributor to RSV seasonality. *Reviews in Medical Virology*, 24(1), 15-34.
- Turner, T., Kopp, B., Paul, G., Landgrave, L., Hayes, D. & Thompson, R. (2014). Respiratory syncytial virus: current and emerging treatment options. *ClinicoEconomics and outcomes research: CEOR*, 6, 217-225.
- Vignau, G. y Chamber, L. (2006). Diagnóstico y tratamiento del croup respiratorio. *Revista de Posgrado de la VIª Cátedra de Medicina*, (159), 23-25.

World Health Organization (WHO). (2018). Health statistics and information systems. Global Health Estimates (GHE). Recuperado de http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/en/#

Ye, Y., Zulu, E., Mutisya, M., Orindi, B., Emina, J. & Kyobutungi, C. (2009). Seasonal pattern of pneumonia mortality among under-five children in Nairobi's informal settlements. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 81(5), 770-775.

Yusuf, S., Piedimonte, G., Auais, A., Demmler, G., Krishnan, S., Van Caesele, P.... Welliver, R. (2007). The relationship of meteorological conditions to the epidemic activity of respiratory syncytial virus. *Epidemiology and Infection*, 135(7), 1077-1090.