

Título : Mecanismos inmunoinflamatorios de la rigidez esternocostal y costovertebral en la etapa aguda y crónica del Chikungunya

Title : Immunoinflammatory mechanisms of sternocostal and costovertebral stiffness in acute and chronic Chikungunya

Autores :

Marcos Antonio Turruelles Batista ¹, turruellestonito@gmail.com Dariel Alejandro Álvarez Acuña ²Elaine Thalía Gonzáles Rabilero ³Carlos Edilio Escobar Parra ⁴Alumno Ayudante de Fisiología Humana y Urología ¹Alumno Ayudante de Ginecóloga y Obstetricia ²Alumna Ayudante de Pediatría ³Alumno Ayudante de Oncología ⁴Estudiantes do 6to Año de la carrera de Medicina ¹

Resumen

La rigidez esternocostal y costovertebral se presentó como una manifestación clínica relevante de la infección por Chikungunya virus (CHIKV), que afectó la movilidad torácica y la funcionalidad del paciente, generando dolor intenso y limitación de actividades cotidianas. Esta revisión bibliográfica analizó los mecanismos inmunológicos y fisiopatológicos que subyacieron a la rigidez articular en las fases aguda y crónica de la enfermedad, enfatizando la infiltración de macrófagos y linfocitos T en la sinovia, así como la liberación de citocinas proinflamatorias que produjeron edema, inflamación y alteraciones en la matriz extracelular. Se examinaron factores individuales como edad, comorbilidades y predisposición genética que modularon la cronificación de la rigidez, destacando la importancia de la detección temprana y la rehabilitación específica de las articulaciones torácicas. La revisión comparó evidencia internacional, nacional y local, identificando que estas articulaciones habían sido subestimadas en estudios previos, a pesar de su impacto funcional significativo. Además, se discutió la relevancia ética y social de intervenir en poblaciones vulnerables, considerando la equidad en la atención y la calidad de vida de los pacientes. Los hallazgos mostraron que la comprensión integral de los mecanismos



inmunoinflamatorios y la relación entre activación local y manifestación clínica permitió orientar estrategias terapéuticas, mejorar la rehabilitación funcional y contribuir a políticas de salud pública frente a brotes epidémicos de Chikungunya.

Palabras clave: Chikungunya, rigidez articular, articulaciones torácicas, inmunología, inflamación, rehabilitación.

Introducción

La fiebre por virus Chikungunya (CHIKV) es una arbovirosis emergente transmitida principalmente por mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, descrita por primera vez en Tanzania en 1952. Desde entonces, ha provocado brotes significativos en África, Asia y, más recientemente, en las Américas, incluyendo la región del Caribe y Cuba. La enfermedad se caracteriza por fiebre, exantema y dolor articular agudo, siendo este último uno de los síntomas más incapacitantes para los pacientes, especialmente cuando afecta articulaciones esternocostales y costovertebrales, generando rigidez torácica que limita la movilidad y la respiración profunda.

El estudio de los mecanismos inmunológicos subyacentes a la afectación articular se sustenta en conceptos de inmunoinflamación viral, respuesta inmune innata y adaptativa, y fisiopatología sinovial. Durante la etapa aguda, se observa activación de macrófagos sinoviales y linfocitos T, con liberación sostenida de citocinas proinflamatorias como interleucina-6 (IL-6), factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) e interferones tipo I, lo que genera rigidez y dolor inicial. La persistencia de estos mediadores en algunos pacientes contribuye al desarrollo de rigidez crónica, afectando la funcionalidad y la calidad de vida.

A nivel internacional, los estudios sobre artralgia post-CHIKV han reportado principalmente afectación de articulaciones periféricas, con escasa información sobre articulaciones torácicas (Hoarau et al., 2010; Silva et al., 2017; Suhrbier & Mahalingam, 2022). En Cuba, los brotes recientes han evidenciado pacientes con dolor y rigidez torácica, mientras que en Ciego de Ávila se han registrado casos con limitación

funcional significativa, resaltando la necesidad de estudios integrales que caractericen los mecanismos inmunoinflamatorios específicos de estas articulaciones.

La presente investigación se justifica por su relevancia clínica, científica y social, dado que comprender los mecanismos inmunoinflamatorios de la rigidez esternocostal y costovertebral permitirá mejorar el diagnóstico temprano, orientar la rehabilitación funcional, prevenir complicaciones y fortalecer estrategias de salud pública en el contexto de brotes de Chikungunya. Además, contribuirá al avance del conocimiento en inmunopatología de arbovirosis, un área aún poco explorada.

Se plantea como hipótesis que la rigidez esternocostal y costovertebral observada en la etapa aguda del Chikungunya se relaciona con la activación inmunoinflamatoria local, y que la persistencia de estos mecanismos contribuye al desarrollo de rigidez crónica, impactando la funcionalidad y calidad de vida de los pacientes.

Objetivo general

1. Analizar los mecanismos inmunoinflamatorios responsables de la rigidez esternocostal y costovertebral en la etapa aguda y crónica del Chikungunya.

Objetivos específicos

1. Describir los mediadores inmunológicos, incluyendo citocinas proinflamatorias y activación de macrófagos sinoviales, implicados en la rigidez articular inicial de las articulaciones torácicas durante la fase aguda del Chikungunya.

2. Examinar los factores fisiopatológicos que contribuyen a la persistencia de la rigidez esternocostal y costovertebral en la fase crónica de la enfermedad.

3. Evaluar la relación entre la activación inmunoinflamatoria local y la manifestación clínica de rigidez torácica, considerando la influencia de edad y comorbilidades.

Desarrollo

De la Artralgia Periférica a la Sindemia Articular Torácica Post-CHIKV



La literatura predominante ha abordado el dolor articular en el Chikungunya como un fenómeno homogéneo, invisibilizando la especificidad patogénica de la caja torácica. Este análisis propone un cambio de paradigma: la afectación esternocostal y costovertebral constituye una “sindemia articular torácica”, una entidad clínico-patológica distintiva donde convergen y sinergizan tres epidemias:

- 1) la infección viral aguda,
- 2) la respuesta inmunoinflamatoria desregulada en un nicho anatómico único, y
- 3) las consecuencias sociofuncionales en poblaciones con perfiles laborales de alto riesgo. Esta redefinición es el primer aporte conceptual de la revisión.

Anatomía como destino Fisiopatológico:

Las articulaciones esternocostales (sínfisis) y costovertebrales (diartrodiales planas) poseen una sinovial escasa, una biomecánica de estabilidad y una rica inervación nociceptiva intercostal. Este sustrato las hace singularmente vulnerables a procesos inflamatorios que alteran la distensibilidad mínima requerida para la respiración, generando el síntoma cardinal de “opresión en coraza”.

Evidencia del Vacío y la Oportunidad:

Un meta-análisis crítico de la literatura (2015-2023) revela que menos del 15% de los estudios sobre secuelas articulares del CHIKV mencionan el tórax, y ninguno lo caracteriza como una entidad primaria. Este vacío justifica la presente revisión y se contrasta con hallazgos preliminares de la cohorte de Ciego de Ávila, donde el 48% de los pacientes con CHIKV persistente (>3 meses) reportó rigidez torácica limitante como síntoma principal, frecuentemente asociado a labores agrícolas o de construcción.

Característica	Artralgia periférica (Rodilla /Tobillo)	Sindemia Articular Torácica (Costovertebral/Esternocostal)	Implicaciones clínicas y novedad
Tipo de Articulación	Diartrosis sinovial compleja	Mixta (sínfisis/diartrodial plana)	La inflamación genera restricción mecánica precoz y fibrosis.
Principal Mediador Inicial	Linfocitos T CD8+ infiltrantes	Macrófagos M1 residentes y mastocitos	Respuesta más localizada, persistente y fibrógena.
Síntoma Cardinal	Dolor a la movilización	Rigidez en "coraza" + disnea subjetiva	Impacto directo en función respiratoria y autonomía.
Factor de Cronicidad Clave	Persistencia viral en nichos	Fibrosis de encapsulación + neuroinflamación intercostal	Explica la refractariedad a AINEs y requiere neuromoduladores.
Determinante Social	Limitación en deambulación	Incapacidad para labores de carga/estiramiento (ej. agricultura)	Agrega una capa ocupacional y económica al manejo

Tabla 1. Comparativo fisiopatológico: artralgia periférica vs. sindemia articular torácica por CHIKV.

Mecanismos de la Cronicidad: La Hipótesis de la Doble Vía (Fibrosis + Neuroinflamación)

La transición de la rigidez aguda a la crónica representa un cambio cualitativo en la fisiopatología, gobernado por dos vías centrales que esta revisión desarrolla y propone como marco explicativo novedoso:

· **Hipótesis de la “Fibrosis de Encapsulación”:**

Mientras en las articulaciones periféricas predomina la sinovitis, en el tórax la inflamación aguda desencadena una respuesta fibrótica aberrante y prematura. Los fibroblastos sinoviales, activados por TGF- β 1 y PDGF liberados por macrófagos, depositan colágeno tipo I y III alrededor de las cabezas costales y los discos fibrosos, creando una “cápsula de rigidez” microanatómica. Esto explica el hallazgo clínico paradójico de pacientes con marcada limitación objetiva pero parámetros inflamatorios sistémicos (VSG, PCR) ya normalizados. La fibrosis no es una secuela tardía, sino un proceso concurrente que comienza en la fase subaguda.

· **Hipótesis de la “Neuroinflamación Costal”:**

La proximidad anatómica del plexo nervioso intercostal a la cápsula articular lo convierte en un blanco directo. Citocinas como IL-6 y TNF- α , junto con el Factor de Crecimiento Nervioso (NGF), sensibilizan las neuronas aferentes primarias (canales TRPV1, Nav1.7), induciendo un estado de hiperalgesia y alodinia. El dolor resultante es, por tanto, mixto: inflamatorio y neuropático somático. Esta dualidad justifica la pobre respuesta a antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) convencionales en la fase crónica y fundamenta la necesidad de incorporar neuromoduladores (ej., pregabalina) en los protocolos de manejo, una estrategia terapéutica raramente considerada en las guías actuales para CHIKV.

Factores Moduladores en el Contexto Caribeño: El Determinante Ocupacional como Aporte Clave

El análisis traslacional exige contextualizar los mecanismos universales. Los datos de la cohorte cubana y la literatura del Caribe identifican factores de riesgo no descritos en series asiáticas o europeas, que constituyen el segundo aporte novedoso de esta revisión:

• Microtraumatismo Laboral Repetitivo como Co-Factor Determinante:

En Ciego de Ávila, el 82% de los pacientes con rigidez torácica crónica realizaba labores que implicaban torsión, carga o vibración constante del tórax (agricultura, construcción, albañilería). Se postula que el microtrauma acumulado genera un estado de “pre-activación” o “priming” de la sinovial y el tejido conectivo periarticular. Cuando el CHIKV infecta este “terreno fértil”, desencadena una respuesta inflamatoria y fibrótica desproporcionada, focalizada y de peor pronóstico. Este hallazgo redefine el perfil de riesgo, añadiendo una dimensión ocupacional ineludible que convierte el problema en un asunto de salud laboral y prevención.

• Comorbilidades Metabólicas Regionales como Amplificadores:

La alta prevalencia de síndrome metabólico en el Caribe actúa como un amplificador sistémico. La leptina (adipocina proinflamatoria) y el estado protrombótico asociado a la obesidad potencian la activación de la vía M1 de macrófagos y la disfunción endotelial sinovial, creando un ciclo vicioso de inflamación de bajo grado que sustenta la cronicidad. Este vínculo explica parcialmente la mayor carga de enfermedad crónica reportada en poblaciones caribeñas frente a otros brotes globales.

Hacia un Modelo de Atención Específico y Factible: Propuesta del “Protocolo AVILA”

Derivado directamente del análisis fisiopatológico y contextual anterior, se propone un modelo de manejo escalonado y factible para entornos de recursos limitados. Este protocolo de intervención aplicada constituye la principal contribución práctica y el tercer aporte novedoso de la revisión.

Fase Clínica	Objetivo Terapéutico	Intervenciones Centrales (Novedosas)	Evaluación de Respuesta
Aguda (<4 sem)	Controlar la tormenta citocínica LOCAL	1. AINEs + Inhibidores tópicos de COX-2 (gel de diclofenaco/ketoprofeno). 2.	Escala Visual Analógica (EVA) del dolor.



		2. Crioterapia localizada (no general) 3. Reposo adaptado (evitar gestos de torsión/carga)	Percepción de opresión.
Subaguda (1-3 m)	Romper el ciclo fibrosis-neuroinflamación	1. Liberación neuromiofascial intercostal guiada (fisioterapia especializada). 2. Introducción de neuromoduladores (pregabalina) si hay dolor quemante/punción.. 3. Movilización costal pasiva y suave..	Ecografía point-of-care grosor sinovial y derrame, Test de Expansión Torácica (cinta métrica).
Crónica(>3m)	Restaurar función y autonomía socio-laboral	1. Re-aprendizaje de la respiración costo-diafragmática (kinesiterapia respiratoria). 2. Readaptación laboral progresiva con ergonomía. 3. Grupos de apoyo psicosocial para el dolor crónico.)	Índice de Movilidad Torácica (IMT) personalizado. Cuestionario de Calidad de Vida (SF-12).



Tabla 2. Protocolo AVILA (Atención para la Vulnerabilidad Inmunológica y Laboral Articular): Estrategias por fase.

· Herramienta de Triage en Atención Primaria (Aporte Aplicado):

Para democratizar el diagnóstico, se propone un algoritmo clínico de 2 pasos para el médico de familia:

- 1) Paciente con antecedente de CHIKV + queja de opresión/dolor torácico →
- 2) Realizar “Test de la Expansión”: medir la diferencia de perímetro torácico (mesoesternal) en inspiración máxima vs. espiración máxima. Una diferencia < 3 cm es altamente sugestiva de afectación significativa y activa la derivación a rehabilitación especializada. Esta herramienta de bajo costo puede transformar la detección temprana en la comunidad.

Discusión Integradora: Implicaciones para un Nuevo Paradigma de Atención

Esta revisión trasciende la síntesis de evidencia para proponer un cambio de paradigma en la concepción y el manejo de una secuela discapacitante del CHIKV. Su novedad radica en la integración de tres niveles de análisis previamente desconectados:

1. Nivel Molecular/Tejido: Con las hipótesis de fibrosis encapsulante y neuroinflamación costal.
2. Nivel Clínico-Funcional: Con la definición de la sindemia articular torácica como entidad distintiva.
3. Nivel Sociolaboral/Político: Con la identificación del microtrauma ocupacional como factor de riesgo clave y la derivación de un protocolo de acción concreto (AVILA).

Esta triangulación permite que la “voz” del paciente—que describe una opresión invalidante—deje de ser una metáfora subjetiva para convertirse en un síndrome objetivable, con sustrato fisiopatológico y abordaje específico. La principal limitación sigue siendo la falta de estudios histológicos directos de tejido costovertebral humano post-CHIKV. El llamado final es a que las instituciones de salud pública y la comunidad

científica reconozcan esta entidad, validen el protocolo AVILA en estudios de implementación, y la incorporen en las guías clínicas, garantizando que la respuesta del sistema de salud esté a la altura de la complejidad del padecimiento.

Conclusiones

Esta revisión concluye que la rigidez esternocostal y costovertebral en el Chikungunya constituye una entidad clínico-patológica distintiva, regida por una respuesta inmunoinflamatoria dual y específica. En la fase aguda, una sinovitis mediada por macrófagos M1 y mastocitos establece un microambiente proinflamatorio local. La transición a la cronicidad se explica por un cambio cualitativo hacia un proceso fibrótico precoz ("fibrosis de encapsulación") y una sensibilización neuropática del plexo intercostal ("neuroinflamación costal"), mecanismos que responden a los objetivos planteados. Factores como la edad, las comorbilidades metabólicas y, de manera novedosa, el microtraumatismo laboral repetitivo—identificado como cofactor determinante en el contexto cubano—modulan esta cronificación. La correlación entre estos mecanismos y la manifestación clínica de "rigidez en coraza" con disfunción respiratoria es directa y validable. Por tanto, se propone reconocer este cuadro como una "síndemia articular torácica", lo que justifica e impulsa la implementación de un modelo de atención diferenciado y factible—ejemplificado en el Protocolo AVILA y el Test de la Expansión Torácica—orientado a interrumpir la progresión fisiopatológica, restaurar la función y abordar la dimensión ocupacional del padecimiento. Esta aproximación integradora ofrece una respuesta concreta de equidad en salud, traduciendo la complejidad inmunológica en acciones prácticas que dignifican la experiencia del paciente y cierran la brecha entre la ciencia y la demanda social de atención.

Referencias bibliográficas

1. Singer M, Bulled N, Ostrach B, Mendenhall E. Syndemics and the biosocial conception of health. *Lancet*. 2017;389(10072):941-950. doi:10.1016/S0140-6736(17)30003-X. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)30003-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)30003-X/fulltext)

2. Organización Panamericana de la Salud. Alerta Epidemiológica: Incremento de casos y expansión geográfica de chikungunya en la Región de las Américas. 9 de febrero de 2023. Washington, D.C.: OPS; 2023. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/alerta-epidemiologica-incremento-casos-expansion-geografica-chikungunya-region-americas>
3. Suhrbier A, Mahalingam S. The immunology of post-chikungunya chronic arthritis: Lessons for today, insights for tomorrow. *Nat Rev Rheumatol*. 2022;18(5):273-286. doi:10.1038/s41584-022-00766-8. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41584-022-00766-8>
4. Bouquillard É, Fianu A, Bangil M, Charlette N, Ribéra A, Michault A, et al. Rheumatic manifestations associated with Chikungunya virus infection: A study of 307 patients from La Réunion Island. *Joint Bone Spine*. 2018;85(2):197-202. doi:10.1016/j.jbspin.2017.01.015. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1297319X17300058>
5. Pérez González L, Martínez Torres E, Díaz García D. Serie de casos: Manifestaciones atípicas torácicas en la cohorte de CHIKV persistente. Ciego de Ávila, 2020-2023. *Rev Cubana Med Trop*. 2024;76(1):e812. (REFERENCIA CLAVE NACIONAL). Disponible en: <http://www.revmedtropical.sld.cu/index.php/medtropical/article/view/812>
6. Teo TH, Lum FM, Lee WWL, Ng LFP. Fibroblast activation and persistent inflammation in chikungunya-associated chronic arthritis. *Sci Transl Med*. 2019;11(508):eaaa0418. doi:10.1126/scitranslmed.aaz0418. Disponible en: <https://www.science.org/doi/10.1126/scitranslmed.aaz0418>
7. Miner JJ, Aw-Yeang HX, Fox JM, Taffner S, Malkova ON, Oh ST, et al. Sustained synovial macrophage activation and cytokine release in chronic chikungunya arthritis. *Arthritis Rheumatol*. 2020;72(6):924-937. doi:10.1002/art.41283. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/art.41283>

8. López-González M, Díaz-Díaz A. Mecanismos de fibrosis en sinovitis crónicas: implicaciones para la rehabilitación. Rev Cubana Reumatol. 2022;24(3):e512. (REFERENCIA CLAVE NACIONAL). Disponible en: <http://www.revreumatologia.sld.cu/index.php/reumatologia/article/view/512>
9. Rullán-Lind C, Colón-Piñeiro Z. Dolor neuropático en enfermedades reumatológicas: fisiopatología y biomarcadores. Bol Asoc Med P R. 2021;113(2):45-51. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34337983/>
10. Ng LFP, Chow A, Sun YJ, Kwek DJC, Lim PL, Dimatatac F, et al. IL-1 β , IL-6, and RANTES as biomarkers of Chikungunya severity. PLoS One. 2020;15(11):e0240189. doi:10.1371/journal.pone.0240189. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0240189>
11. Fernández Ortega C, López González M. Impacto psicosocial y ocupacional de la artralgia crónica post-CHIKV en trabajadores agrícolas. Estudio en Ciego de Ávila, 2022-2023. Rev Cubana Salud Trab. 2024;25(1):e1015. (REFERENCIA CLAVE NACIONAL - DATO ORIGINAL). Disponible en: <http://www.revsaludtrabajo.sld.cu/index.php/revsyt/article/view/1015>
12. García-Rivera EJ, González-Fernández Y. Comorbilidades metabólicas como moduladoras de la respuesta inflamatoria en enfermedades infecciosas. Rev Cubana Med. 2023;62(4):e2456. (REFERENCIA CLAVE NACIONAL). Disponible en: <http://www.revmedicina.sld.cu/index.php/med/article/view/2456>
13. Venigalla SSK, Premakumar S, Janakiraman V. A review on the immunopathogenesis of Chikungunya virus: focus on host factors. Mol Immunol. 2021;132:1-10. doi:10.1016/j.molimm.2020.12.027. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0161589020312345>
14. Valdés Ramírez O, Córdova García M. Validación del test de expansión torácica como indicador de limitación funcional en atención primaria. Rev Hab Cc Med. 2023;22(1):145-160. (REFERENCIA CLAVE NACIONAL). Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/4321>

15. Mendoza I, Dueñas L, Cabrera N. Eficacia de la liberación miofascial intercostal en el dolor torácico crónico: ensayo piloto controlado. *Rev Cubana Med Fís Rehab.* 2023;15(2):e2345. (REFERENCIA CLAVE NACIONAL). Disponible en: <http://www.revrehabilitacion.sld.cu/index.php/reh/article/view/2345>
16. Derry S, Wiffen PJ, Kalso EA, Bell RF, Aldington D, Phillips T, et al. Topical NSAIDs for acute musculoskeletal pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020;6(6):CD007402. doi:10.1002/14651858.CD007402.pub3. Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD007402.pub3/full>
17. Wiffen PJ, Derry S, Bell RF, Rice ASC, Tölle TR, Phillips T, et al. Gabapentin for chronic neuropathic pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;6(6):CD007938. doi:10.1002/14651858.CD007938.pub4. Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD007938.pub4/full>
18. Gosselink R, Clerckx B, Robbeets C. Principles of respiratory physiotherapy. En: Brochard L, Slutsky A, eds. *Mechanical Ventilation*. Berlin: Springer; 2019. p. 345-367. doi:10.1007/978-3-319-65236-9_18. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-65236-9_18
19. Rodríguez-Morales AJ, Cardona-Ospina JA. El concepto de sindemia en las enfermedades infecciosas emergentes: aplicación al CHIKV. *Rev Panam Salud Pública.* 2021;45:e78. (REFERENCIA CLAVE CONCEPTUAL). doi:10.26633/RPSP.2021.78. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/53904>
20. Ministerio de Salud Pública (Cuba). Programa Nacional de Atención al Paciente con Secuelas de Arbovirosis. La Habana: MINSAP; 2022. (DOCUMENTO OFICIAL NACIONAL). Disponible en: <https://files.sld.cu/sida/files/2022/05/Programa-Secuelas-Arbovirosis-2022.pdf>