

Acupuncture & moxibustion

www.acupuncture-moxibustion.org

Juana María Peláez Pérez

Acupuntura médica: más allá de la neuromodulación - hacia una visión neuro-inmuno-endocrina integrada en el tejido conectivo

Resumen. La acupuntura médica se entiende hoy como una intervención multisistémica que actúa mucho más allá del efecto analgésico local. Los datos recientes en neuroimagen, inmunología, endocrinología y biomecánica fascial muestran que modula simultáneamente las redes cerebrales, las respuestas inmunoinflamatorias, el eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal (HPA) y la mecánica tisular. La estimulación de los puntos de acupuntura modifica la actividad de regiones centrales implicadas en el dolor, las emociones y el control autónomo, al tiempo que regula diversos neuromediadores y el equilibrio simpático-parasimpático. Paralelamente, la acupuntura reduce IL-6, TNF- α , IL-1 β y la PCR, aumenta la IL-10 y favorece fenotipos celulares reparadores. También normaliza la actividad del eje HPA e influye en las vías vagales antiinflamatorias. Por último, el tejido conectivo (fascias) proporciona una base fisiológica para los efectos distales y las modificaciones de la tensión tisular. En conjunto, estos mecanismos ofrecen un marco biomédico coherente que respalda la eficacia clínica de la acupuntura en el dolor crónico, los trastornos inflamatorios, las patologías relacionadas con el estrés y ciertas afecciones metabólicas. **Palabras clave:** Acupuntura – Neuromodulación – Regulación neuroinmune – Eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal (HPA) – Fascia – Inflamación – Dolor crónico – Sistema nervioso autónomo.

Medical acupuncture: beyond neuromodulation - towards a neuro-immuno-endocrine vision integrated with connective tissue

Abstract. Medical acupuncture is increasingly recognized as a multisystem intervention acting through coordinated neuro-immune-endocrine mechanisms. Current evidence shows that needling activates afferent A δ and C fibers and modulates central networks involved in pain, emotion, and autonomic regulation. Neuroimaging studies demonstrate reproducible changes in the insula, thalamus, anterior cingulate cortex, and limbic structures, reflecting central neuromodulation. Beyond the nervous system, acupuncture exerts measurable anti-inflammatory actions, reducing IL-6, TNF- α , IL-1 β , and CRP, while enhancing IL-10 and promoting reparative macrophage phenotypes. Regulation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and vagal anti-inflammatory pathways further contributes to stress reduction and immune homeostasis. Mechanotransduction within the connective (fascial) system provides an additional physiological basis for distal effects and for the modulation of tension and nociception. Together, these interconnected mechanisms offer a coherent biomedical framework supporting the clinical effectiveness of acupuncture in chronic pain, inflammatory conditions, stress-related disorders, and metabolic dysfunctions.

Keywords: Acupuncture – Neuromodulation - Neuro-immune regulation - HPA axis – Fascia – Inflammation - Chronic pain- Autonomic nervous system.

Introducción

La acupuntura médica, antes interpretada principalmente según modelos energéticos tradicionales, se beneficia hoy de una nueva comprensión gracias a los avances de la neurofisiología, la inmunología, la endocrinología y la biología del tejido conectivo [1-8,21,31-38]. Los progresos en la neuroimagen funcional, el análisis de citocinas y marcadores de estrés, así como los estudios sobre mecanotransducción del tejido conectivo, han permitido describir mecanismos fisiológicos precisos que explican sus efectos terapéuticos [1-8,12-16,21-38].

La neuromodulación constituye uno de los campos mejor documentados: la estimulación de un punto de acupuntura activa fibras aferentes específicas y modifica la actividad de redes cerebrales implicadas en la nocicepción, la regulación emocional y el control autónomo [4-8]. Paralelamente, trabajos

recientes muestran efectos inmunomoduladores significativos, incluyendo la reducción de citocinas proinflamatorias y la modulación de células como macrófagos, microglía o mastocitos [21-25].

La acupuntura también influye en el eje hipotálamo–hipófisis–suprarrenal y en la respuesta al estrés, contribuyendo a la regulación del cortisol y al equilibrio neurovegetativo [26-30]. Por último, la comprensión moderna del tejido conectivo —un continuum mecanosensible que conecta todas las estructuras corporales— explica los efectos distales y las mejoras funcionales observadas en la clínica [31-38].

Así se perfila una visión integrada de la acupuntura, basada en mecanismos neuro-inmuno-endocrinos y en los tejidos conectivos (fascias), que respaldan su uso en numerosas enfermedades crónicas.

Neuromodulación

La neuromodulación constituye uno de los mecanismos mejor documentados de la acupuntura médica. La estimulación de un punto de acupuntura activa tanto fibras aferentes de gran calibre (A- α y A- β) como de pequeño calibre (A- δ y C), provenientes de la piel, el músculo y el tejido conectivo, que proyectan hacia el asta dorsal de la médula espinal y luego hacia estructuras supraespinales implicadas en la nocicepción, la regulación emocional y las funciones autónomas. Cabe señalar que los trabajos de Ardem Patapoutian (Premio Nobel de Medicina y Fisiología otorgado el 4 de octubre de 2021) sobre los canales mecanosensibles PIEZO1 y PIEZO2, relacionados con la mecanotransducción celular en el tejido conectivo y las neuronas sensoriales, confirmaron los trabajos de Langevin y colaboradores en 2001, quienes coincidieron en que el mecanismo de acción del punto de acupuntura resulta de la mecanotransducción a nivel del tejido conectivo [1-3]. Los receptores PIEZO son canales iónicos mecanosensibles, catiónicos, especialmente permeables al Ca^{2+} , que desempeñan un papel importante en la regulación del sistema nervioso central. PIEZO1 modula la neuroinflamación, la activación glial, la permeabilidad de la barrera hematoencefálica y la progresión de enfermedades neurodegenerativas. PIEZO2 transmite señales mecánicas periféricas (tacto, propiocepción, dolor) hacia el sistema nervioso central. En conjunto, constituyen un sistema esencial de mecanotransducción que influye en la fisiología y la patología del sistema nervioso central [1,2].

El estudio pionero de Hui et al., utilizando resonancia magnética funcional (fMRI) (figura 1) en sujetos sanos, mostró que la estimulación acupuntural modifica la actividad del tálamo, la ínsula, la corteza cingulada anterior, la corteza prefrontal y diversas estructuras subcorticales límbico-hipotalámicas, proporcionando una prueba directa de que la acupuntura modula las redes cerebrales del dolor y del afecto [4].

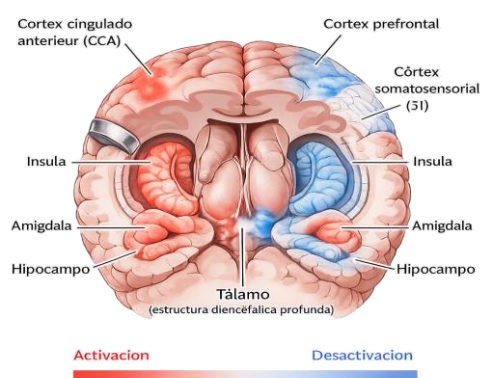


Figura 1. Esquema original de la neuromodulación cerebral inducida por la acupuntura. Representa un corte coronal profundo a nivel medial simplificado del cerebro humano. Las zonas en rojo-naranja indican una activación funcional a nivel de la ínsula, el tálamo, la amígdala, el hipocampo y la corteza cingulada anterior, regiones implicadas en la modulación del dolor, la integración emocional y las respuestas nociceptivas. La zona en azul corresponde a una desactivación de la corteza somatosensorial. La escala de color a la derecha ilustra el gradiente de activación (naranja) a desactivación (azul). Esta figura sintetiza los mecanismos centrales de neuromodulación descritos en la literatura contemporánea sobre la acupuntura. Ilustración original del autor, inspirada en los estudios de fMRI de Hui et al.

Estos resultados contribuyeron a superar la idea de un efecto puramente local, situando la acupuntura en el marco de una neuromodulación central multisistémica, ilustrada de manera ejemplar por la modulación cerebral observada durante la estimulación del punto LI4 (Hegu) (figura 2).

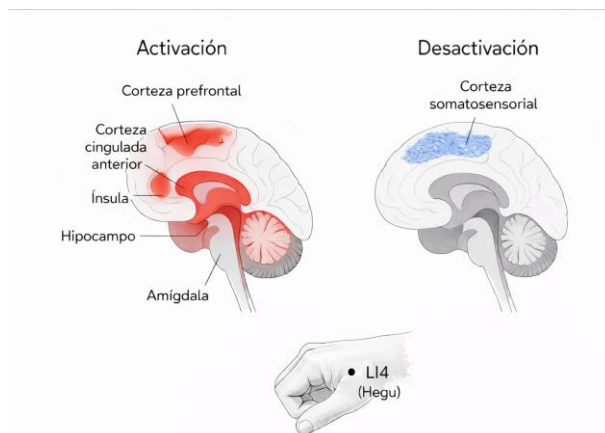


Figura 2. Modulación cerebral inducida por la estimulación del punto LI4 (IG4 - Hegu). Esquema original que ilustra las principales regiones cerebrales cuya actividad se modifica durante la estimulación acupuntural del punto LI4. Las zonas activadas incluyen la corteza prefrontal, la corteza cingulada anterior, la ínsula, el hipocampo y la amígdala, reflejando la implicación de redes relacionadas con la modulación del dolor, las emociones y el control cognitivo. La desactivación afecta principalmente a la corteza somatosensorial, sugiriendo una inhibición de las vías aferentes sensoriales. La localización anatómica del punto LI4 (Hegu) se representa para situar la estimulación periférica. Esta figura pone de manifiesto el papel de la acupuntura en la neuromodulación central multimodal. Ilustración original del autor, inspirada en los estudios de fMRI de Hui et al.

A nivel medular, la estimulación de las aferencias procedentes de los puntos de acupuntura influye en interneuronas inhibitorias GABAérgicas y glicinérgicas y activa las vías descendentes inhibitorias provenientes de la sustancia gris periacueductal (PAG) y de los núcleos del rafe. Zhao sintetizó numerosos datos experimentales que muestran que la analgesia inducida por la acupuntura y la electroacupuntura se acompaña de una liberación segmentaria de endorfinas, encefalinas y dinorfinas, de una modulación de los receptores glutamatérgicos NMDA/AMPA (N-metil-D-aspartato / ácido α -amino-3-hidroxi-5-metil-4-isoxazolpropiónico) y de una interacción con las células gliales medulares [5].

En el plano neuroquímico central, la acupuntura modula varios sistemas de neuromediadores: opioides endógenos, serotonina, noradrenalina, dopamina, GABA y glutamato. Estas modificaciones se inscriben en una red compleja donde interactúan el dolor, el estado de ánimo, la atención y la cognición. Bai y Lao, en una revisión de estudios de neuroimagen, muestran que la acupuntura induce una reorganización funcional de las redes cerebrales implicadas en la percepción del dolor, el control cognitivo y la regulación emocional, respaldando la idea de un “recalibrado” neurofuncional más que de un simple efecto analgésico periférico [6,7].

La acupuntura también tiene un impacto demostrado sobre el sistema nervioso autónomo. Li et al. mostraron, en una síntesis experimental y clínica, que la estimulación acupuntural puede modular la presión arterial, la frecuencia cardíaca, la variabilidad de la frecuencia cardíaca, la sudoración, la temperatura cutánea y las actividades simpáticas musculares, favoreciendo un reequilibrio parasimpático/simpático [8]. Esta modulación autónoma es particularmente relevante para comprender los efectos de la acupuntura en los síndromes dolorosos crónicos, los trastornos funcionales y los estados de estrés prolongado. En el plano clínico, estos mecanismos se traducen en efectos robustos sobre el dolor crónico. El metaanálisis de Vickers et al., basado en datos individuales de más de 20.000 pacientes, muestra que la acupuntura es significativamente superior al placebo y a los cuidados habituales en la lumbalgia, la cervicalgia, la artrosis y las cefaleas crónicas, con efectos que se mantienen en el tiempo [9]. De manera convergente, Yuan et al. y Paley y Johnson confirman, en metaanálisis y revisiones sistemáticas, la pertinencia de la acupuntura como tratamiento no farmacológico del dolor musculoesquelético y crónico [10,11].

Trabajos más recientes —bibliometría, metaanálisis de neuroimagen, estudios de VFC (variabilidad de la frecuencia cardíaca) en tiempo real, revisiones de electroacupuntura— refinan esta visión y ponen de manifiesto la solidez de las firmas de neuromodulación cerebral y autónoma [12-20]. Para ilustrar el alcance clínico de la neuromodulación inducida por la acupuntura, se presenta a continuación una selección de ensayos aleatorizados y metaanálisis recientes (tabla I).

Tabla I. Principales estudios humanos recientes sobre la neuromodulación inducida por la acupuntura. Abreviaturas: ECA, ensayo clínico aleatorizado; RS/MA, revisión sistemática y metaanálisis; CCA, corteza cingulada anterior; HRV, *Heart Rate Variability* (variabilidad de la frecuencia cardíaca); fMRI, resonancia magnética funcional; SII, síndrome del intestino irritable.

Área / Estudio	Población (humanos)	Tipo de estudio	Principales resultados clínicos	Mecanismos de neuromodulación observados	Ref.
Insomnio (2024)	60 pacientes + 30 controles	ECA + fMRI	Mejora del sueño, ansiedad y estado de ánimo	↑ Conectividad CCA–amígdala–hipocampo; normalización talámica	[13]
Dolor crónico (2022)	Pacientes con diversos síndromes dolorosos	Metaanálisis fMRI	↓ Dolor	Activación coherente: ínsula, tálamo, CCA; modulación de las vías descendentes	[14]
Punto LR3 (2024)	Voluntarios + pacientes	Metaanálisis coordinado fMRI	Mejora sintomática variable	Activación: giro postcentral, tálamo, corteza frontal superior	[15]
Cervicalgia crónica (2024)	Pacientes con dolor cervical crónico	Metaanálisis de ECA	↓ Dolor e incapacidad; efectos mantenidos > 3 meses	Recalibración de la red central del dolor	[16]
Síntesis global (2017–2022; pub. 2025)	Adultos con patologías diversas	Revisión sistemática (RS/MA)	Eficacia positiva o potencial en dolor, cefaleas, artrosis, etc.	Convergencia con mecanismos centrales moduladores	[17]
Sistema nervioso autónomo – HRV (2024)	Poblaciones diversas	Revisión clínica	↓ Estrés; mejora de la disautonomía	↑ Tono parasimpático; ↓ índices simpáticos	[18]
HRV en tiempo real – ST36 (2025)	Adultos jóvenes bajo estrés físico	ECA con HRV en tiempo real	↓ Carga de estrés; ↑ variabilidad cardíaca	Activación vagal aguda; modulación simpático-vagal	[19]
Electroacupuntura + fMRI (2024)	Pacientes (fibromialgia, SII, Crohn, obesidad...)	Revisión sistemática de ECA	↓ Dolor y síntomas	↓ Actividad del CCA; modulación somatosensorial y límbica	[20]

Los datos clínicos humanos de los últimos cinco años refuerzan la posición de la acupuntura como una intervención neuromoduladora. Tres puntos principales se desprenden:

- **La convergencia de las firmas de la RMf**
Las regiones moduladas son reproducibles entre estudios, independientemente del punto o de la patología [4,6,7,13-16,20].
- **El acoplamiento clínico-mecanístico**
Las mejoras del sueño, del dolor o del estado de ánimo se corresponden con modificaciones cuantificables de la conectividad cerebral [4,6,7,13-16,19,20].
- **La integración del sistema nervioso autónomo (SNA)**
La modulación del SNA (VFC) aporta un marco explicativo a los efectos sobre los síndromes dolorosos crónicos y los trastornos funcionales [8,12,18-20].

Estos elementos son coherentes con la visión oriental tradicional de un reequilibrio global de las funciones corporales, pero ahora descritos en un lenguaje neurofisiológico contemporáneo.

Modulación inmunitaria

Más allá de la neuromodulación, un número creciente de trabajos pone de manifiesto el impacto de la acupuntura sobre el sistema inmunitario, revelando la existencia de una auténtica **neuro-inmunomodulación integrada**. Li et al. realizaron una síntesis exhaustiva de los mecanismos antiinflamatorios de la acupuntura, desde la estimulación de los puntos de acupuntura hasta los órganos diana. Sus trabajos muestran que la acupuntura modula varias vías clave de señalización, en particular **TLR4/MyD88** (Toll-Like Receptor 4 / Myeloid Differentiation Primary Response 88), **NF-κB** (Nuclear Factor kappa-B), **MAPK** (Mitogen-Activated Protein Kinase) y **JAK/STAT** (Janus Kinase / Signal Transducer and Activator of Transcription), así como la regulación de la producción de citocinas pro- y antiinflamatorias [21].

Los estudios preclínicos indican que la acupuntura reduce de manera significativa las concentraciones de citocinas proinflamatorias como la interleucina-6 (IL-6), el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y la interleucina-1 β (IL-1 β), al tiempo que aumenta la interleucina-10 (IL-10), citocina clave en el control de la inflamación y la resolución tisular [21-25]. Esta acción se ejerce tanto a nivel local (tejido doloroso o inflamado) como de forma sistémica, a través del eje neuro-inmunitario. Liu et al. publicaron recientemente una revisión sistemática y un metaanálisis en pacientes con cáncer, mostrando que la acupuntura se asocia con una disminución significativa de IL-6, IL-1 y CRP, así como con una mejora de los parámetros inmunitarios (CD4+, relación CD4+/CD8+) [22]. Estos datos sugieren que la acupuntura puede contribuir a corregir el estado inflamatorio crónico y la inmunosupresión funcional que se observan con frecuencia en estos pacientes.

En las patologías reumatológicas e inflamatorias, varios estudios y revisiones muestran resultados concordantes. Trabajos clínicos y preclínicos indican una reducción de la IL-6, del TNF- α y de la IL-17, así como un aumento de la IL-10 tras la acupuntura o la electroacupuntura, con una mejora correlacionada del dolor, de la función articular y de los marcadores biológicos inflamatorios [23]. Desde el punto de vista mecanístico, se ha prestado especial atención al inflamasoma **NLRP3**, un complejo citoplasmático implicado en la activación de la IL-1 β y de la IL-18 en numerosas patologías inflamatorias, metabólicas y neurodegenerativas. Diversos estudios experimentales muestran que la electroacupuntura puede reducir la activación de NLRP3 en la médula espinal, los ganglios dorsales o los tejidos periféricos, acompañándose de una disminución de la alodinia mecánica y de las citocinas proinflamatorias locales [24].

A nivel del sistema nervioso central, Kuang et al. sintetizaron los datos disponibles sobre los mecanismos inmunomoduladores de la acupuntura en la isquemia cerebral y el accidente cerebrovascular, mostrando una reducción de la microgliosis proinflamatoria y una disminución de TNF- α e IL-1 β en las regiones cerebrales lesionadas [25]. Estos efectos pueden resumirse en la siguiente tabla II.

Tabla II. Efectos inmunomoduladores de la acupuntura. **Abreviaturas:** TLR4, receptor Toll-like 4; MyD88, *myeloid differentiation primary response 88*; NF- κ B, factor nuclear kappa B; MAPK, proteína quinasa activada por mitógenos; JAK-STAT, Janus quinasa–transductor y activador de la transcripción; IL-6 / IL-1 β / IL-10 / IL-18, interleucinas; TNF- α , factor de necrosis tumoral alfa; PCR (CRP), proteína C reactiva; linfocitos; linfocitos T CD4+, CD8+; NLRP3, inflamasoma NOD-like receptor family pyrin domain containing 3.

Marcador / Vía	Efecto de la acupuntura	Función principal	Tipo de estudio	Referencia
TLR4 / MyD88	↓ activación de la vía	Reducción de la respuesta inflamatoria inicial	Síntesis mecanística	[21]
NF- κ B	↓ activación	Disminución de las citocinas proinflamatorias	Síntesis mecanística	[21]
MAPK / JAK-STAT	Modulación	Regulación de la inflamación sistémica	Síntesis mecanística	[21]
IL-6	↓ significativo	Citocina proinflamatoria sistémica	Preclínico + clínico	[21,23]
TNF- α	↓ significativo	Mediador principal de la inflamación crónica	Preclínico + clínico	[21,23]
IL-1 β	↓ significativo	Citocina clave del inflamasoma NLRP3	Preclínico + clínico	[21,22,24]
IL-10	↑ significativo	Citocina antiinflamatoria	Preclínico + clínico	[21,23]
PCR (CRP)	↓ significativo	Marcador sistémico de inflamación	Metaanálisis clínico	[22]
CD4+ / cociente CD4+/CD8+	↑ y normalización	Mejora de las funciones inmunitarias	Metaanálisis clínico	[22]
IL-17	↓ significativo	Mediador autoinflamatorio	Preclínico + clínico	[23]
Inflamasoma NLRP3	↓ activación	↓ IL-1 β , ↓ IL-18; reduce la alodinia mecánica	Preclínico	[24]
Microglía proinflamatoria	↓ activación	Neuroprotección; ↓ TNF- α e IL-1 β cerebrales	Síntesis mecanística	[25]

La modulación inmunitaria no se limita a las citocinas. La acupuntura también influye en diferentes tipos de células inmunitarias, incluyendo macrófagos, linfocitos T, microglía, mastocitos, entre otras. Se ha demostrado que la estimulación acupuntural reduce el fenotipo proinflamatorio M1 (secretor de IL-6, TNF- α y monóxido de nitrógeno [NO]) y favorece el fenotipo M2, asociado con la reparación tisular y la resolución de la inflamación [21]. La microglía, los mastocitos y las células dendríticas también son modulados, contribuyendo a una disminución de la hiperexcitabilidad nociceptiva y de los procesos autoinflamatorios.

Desde una perspectiva clínica y didáctica, la Tabla III resume los efectos conocidos de la acupuntura sobre las principales células inmunitarias implicadas en la respuesta inflamatoria.

Tabla III. Efectos de la acupuntura sobre las células inmunitarias. **Abreviaturas:** M1/M2, fenotipos macrófagicos; NF- κ B, factor de transcripción; TLR4, receptor innato; MyD88, proteína adaptadora; IL-10 / IL-1 β , interleucinas; HO-1, hemo oxigenasa-1; TNF- α , mediador inflamatorio; CD4+, linfocitos T cooperadores; Th1/Th2, subtipos de linfocitos T helper.

Célula	Efecto principal observado	Mecanismos propuestos	Referencia
Macrófagos M1	↓ fenotipo proinflamatorio	Inhibición NK- κ B, TLR4/MyD88	[21]
Macrófagos M2	↑ fenotipo reparador	↑ IL-10, HO-1, factores pro-resolución	[21]
Microglía	↓ activación proinflamatoria	↓ TNF- α , ↓ IL-1 β en el SNC	[25]
Linfocitos CD4+	↑ y modulación Th1/Th2	Reequilibrio del perfil de citocinas	[22]
Mastocitos	↓ degranulación	↓ histamina, ↓ mediadores locales	[21]

En conjunto, estos datos convergen hacia la idea de que la acupuntura ejerce una acción antiinflamatoria e inmunorreguladora sistémica, en estrecha relación con sus efectos neuromoduladores y neurovegetativos [8,21,25].

Modulación neuroendocrina y eje estrés–inflamación

La regulación del eje hipotálamo–hipófisis–suprarrenal (HPA) y de los sistemas neuroendocrinos constituye otro pilar de la acción de la acupuntura. El estrés crónico y la disregulación del eje HPA se asocian a un aumento del cortisol, una alteración del ritmo circadiano, una inflamación de bajo grado y una exacerbación de los dolores crónicos. Diversos estudios experimentales y clínicos muestran que la acupuntura es capaz de normalizar la hiperactividad del eje HPA, reduciendo la expresión hipotalámica de la hormona liberadora de corticotropina (CRH), la secreción de ACTH (hormona adrenocorticotropa) y los niveles de cortisol circulante [26]. Trabajos recientes en contextos perioperatorios o en trastornos ansio depresivos han puesto de manifiesto una disminución de los marcadores de estrés, asociada a una mejoría de los síntomas y a una reducción de las citocinas inflamatorias [27].

La acupuntura también interfiere con el sistema nervioso autónomo a través de la activación del nervio vago. Estudios experimentales muestran que la estimulación acupuntural de determinados puntos puede activar circuitos vagales eferentes, provocando una disminución de la producción esplénica de TNF- α mediante el «reflejo antiinflamatorio colinérgico» [28]. En el plano metabólico, la acupuntura se ha asociado a una mejoría de la resistencia a la insulina, de la glucemia en ayunas y del perfil lipídico, especialmente en el síndrome metabólico y la diabetes tipo 2 [29].

Una revisión reciente que sintetiza los efectos de la acupuntura sobre el eje hipotálamo–hipófisis–suprarrenal en diversos trastornos relacionados con el estrés concluye que existe una reducción significativa del cortisol, en ocasiones también de la hormona adrenocorticotropa, asociada a mejoras clínicas correlacionadas y a una modulación de marcadores inflamatorios como la proteína C reactiva y la interleucina-6 [30] (figura 3).

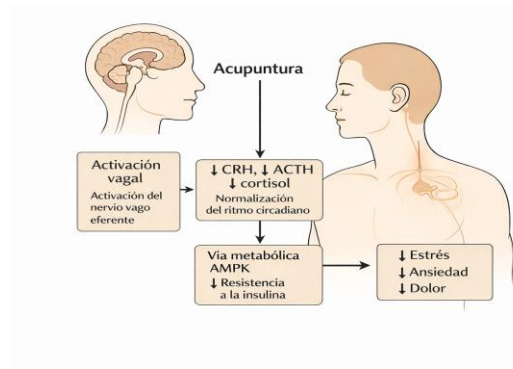


Figura 3. Modulación neuroendocrina e inflamatoria inducida por la acupuntura. Esquema simplificado que ilustra los principales mecanismos fisiológicos implicados en la modulación del estrés y de la inflamación mediante la acupuntura. Imagen inspirada en los datos publicados por Li et al. y Wang et al. en la literatura neuroendocrinológica e inmunológica [26,29].

Abreviaturas: CRH: hormona liberadora de corticotropina; ACTH: hormona adrenocorticotropa; cortisol: hormona glucocorticoide suprarrenal; AMPK: proteína quinasa activada por AMP; IL-6: interleucina-6.

Así, lejos de ser una intervención puramente “analgésica”, la acupuntura actúa como un modulador del eje estrés–inflamación–metabolismo, lo que explica su relevancia en múltiples afecciones crónicas en las que estas dimensiones están interrelacionadas.

Estos mecanismos integrados, esenciales para comprender los efectos clínicos observados, se presentan de manera sintética en la tabla siguiente (Tabla IV).

Tabla IV. Efectos de la acupuntura sobre las células inmunitarias.

Mecanismo	Efecto de la acupuntura	Consecuencias clínicas	Referencias
Eje HPA (CRH, ACTH, cortisol)	↓ CRH, ↓ ACTH, ↓ cortisol; normalización del ritmo circadiano	↓ estrés fisiológico, ↓ ansiedad, ↓ dolor relacionado con el estrés	[27,30]
Activación vagal y reflejo antiinflamatorio	Activación eferente del nervio vago; ↓ TNF- α esplénico	↓ inflamación sistémica; beneficio en enfermedades metabólicas	[28]
Vía metabólica AMPK	↑ activación de AMPK; ↓ resistencia a la insulina; ↓ glucemia	Mejora del síndrome metabólico y de la DM2	[29]
Marcadores inflamatorios sistémicos	↓ PCR, ↓ IL-6; en algunos casos ↓ ACTH	Reducción de la inflamación de bajo grado	[30]

Así, lejos de ser una intervención puramente “analgésica”, la acupuntura actúa como un modulador del eje estrés–inflamación–metabolismo, lo que explica su relevancia en múltiples afecciones crónicas en las que estas dimensiones están interrelacionadas.

El papel del tejido conjuntivo en la acupuntura: mecanismos, dolor y aplicaciones clínicas

Los avances recientes en biomecánica y en biología del tejido conjuntivo han llevado a reconsiderar el **sistema fascial** como un órgano en sí mismo, mecanosensible e íntimamente ligado a la propiocepción, la nocicepción y el control postural [3,31-34] (figura 4).

Durante las dos últimas décadas, el sistema fascial ha pasado de ser considerado una simple envoltura anatómica a un órgano complejo, dinámico y altamente sensible. Esta evolución conceptual ha transformado profundamente la interpretación biomédica de la acupuntura [32-34]. El fascia constituye un tejido conjuntivo tridimensional, continuo y ricamente innervado, que conecta y pone en comunicación el conjunto de las estructuras corporales. Su estructura, compuesta por fibras de colágeno, fibroblastos, una matriz extracelular y una abundante innervación sensorial, lo convierte en un elemento esencial para comprender los mecanismos de acción de la aguja de acupuntura en el organismo [31-35].

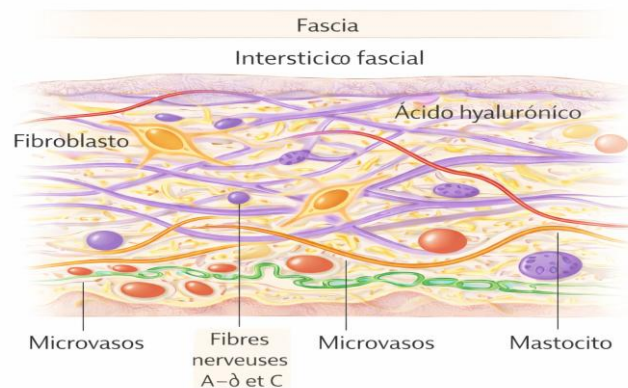


Figura 4. Representación esquemática de la organización del sistema fascial como un tejido conjuntivo tridimensional y mecanosensible. El fascia está constituido por una red de fibras de colágeno y elastina, fibroblastos y una matriz extracelular rica en ácido hialurónico, dentro de la cual se organizan elementos neurovasculares e inmunitarios, proporcionando un soporte biomecánico y neurofisiológico a los efectos de la acupuntura. Ilustración original del autor, inspirada en las observaciones histológicas descritas por Stecco, Stecco y Schleip .

La estimulación acupuntural induce así una interacción mecánica directa con el sistema fascial, permitiendo la transmisión de tensiones mecánicas y la activación de procesos de mecanotransducción a distancia, que vinculan la estimulación local con efectos tisulares y neurofisiológicos más amplios (figura 5).

Cuando la aguja se inserta y posteriormente se somete a una ligera rotación, se produce un fenómeno conocido como «**needle grasp**», descrito por Langevin [3,34].

Durante este proceso, las capas fasciales se enrollan progresivamente alrededor de la aguja, generando una tracción mecánica que se transmite a distancia a través del tejido conjuntivo. Esta deformación no es pasiva: desencadena respuestas celulares a nivel de los fibroblastos, que modifican su morfología, reorganizan su citoesqueleto y liberan mediadores capaces de modular la inflamación, la plasticidad tisular y la sensibilidad nociceptiva [3,34]. Mediante esta sutil biomecánica, el tejido conjuntivo actúa como un sistema de mecanotransducción, capaz de convertir estímulos mecánicos en señales bioquímicas con finalidad terapéutica [3,32-33].

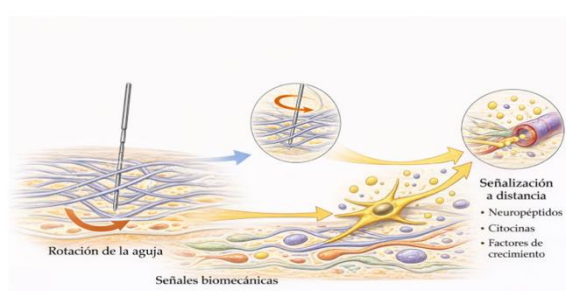


Figura 5. Esquema que ilustra los mecanismos de mecanotransducción en el tejido conjuntivo inducidos por la estimulación acupuntural. La inserción y movilización de la aguja provocan una deformación local de las capas fasciales, que se transmite a distancia a través del tejido conjuntivo. Esta tensión mecánica induce respuestas celulares a nivel de los fibroblastos, asociadas a la liberación de mediadores neuroactivos, inflamatorios y tróficos, contribuyendo a la modulación de la nocicepción, de la inflamación y de la plasticidad tisular. Ilustración original del autor, inspirada en los trabajos de Langevin, así como en las observaciones histológicas descritas por Stecco, Schleip y Redo [3,31,32,35].

Por otra parte, el tejido conjuntivo posee una rica inervación, que incluye fibras nociceptivas de tipo C y A δ , mecanorreceptores y fibras del sistema nervioso autónomo [31-33] (figura 6). Esto implica que una parte importante del dolor crónico de origen musculoesquelético no procede únicamente de los músculos o de las articulaciones, sino también del tejido conjuntivo, en particular de sus componentes fasciales. Numerosos estudios muestran que el tejido conjuntivo puede volverse rígido, inflamatorio o hipersensible, generando dolores difusos o referidos, característicos de cuadros clínicos como los síndromes miofasciales, la fibromialgia, las lumbalgias crónicas o las cervicalgias persistentes [32,33,35,37].

La acupuntura, al interactuar directamente con el tejido conjuntivo, modula esta hipersensibilidad, reduce la tensión tisular, restaura el deslizamiento intertisular y disminuye la activación de los nociceptores, contribuyendo así a un alivio del dolor tanto local como distal [9-11, 31-35].

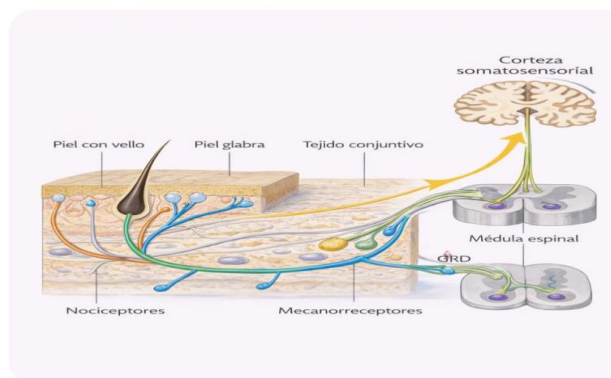


Figura 6. Esquema que ilustra la inervación sensorial de la piel y del tejido conjuntivo, incluyendo los nociceptores cutáneos, los mecanorreceptores y las vías aferentes que proyectan hacia el ganglio de la raíz dorsal (DRG), la médula espinal y la corteza somatosensorial.

Esta organización neuroanatómica pone de manifiesto el papel central del tejido conjuntivo en la detección, integración y modulación de la información nociceptiva implicada en el dolor musculoesquelético. Ilustración original del autor, inspirada en los modelos neurofisiológicos descritos por Zimmerman et al. y por Abraira y Ginty [38,39].

Este último punto es particularmente relevante: el tejido conjuntivo constituye una red tensional continua, de modo que un estímulo aplicado en una región determinada puede modificar la biomecánica y la percepción del dolor en otra parte del cuerpo. Esta propiedad ofrece una base fisiológica moderna para explicar efectos clínicos clásicos de la acupuntura, en los que puntos distales —por ejemplo, situados en las piernas o en los antebrazos— inducen mejorías en regiones alejadas como la espalda, el cuello o la cabeza. El sistema fascial permite así comprender por qué ciertas líneas de fuerza, descritas empíricamente en la medicina tradicional china, encuentran correlatos anatómicos en las «líneas miofasciales» puestas de manifiesto por la anatomía moderna (figura 7) [40].

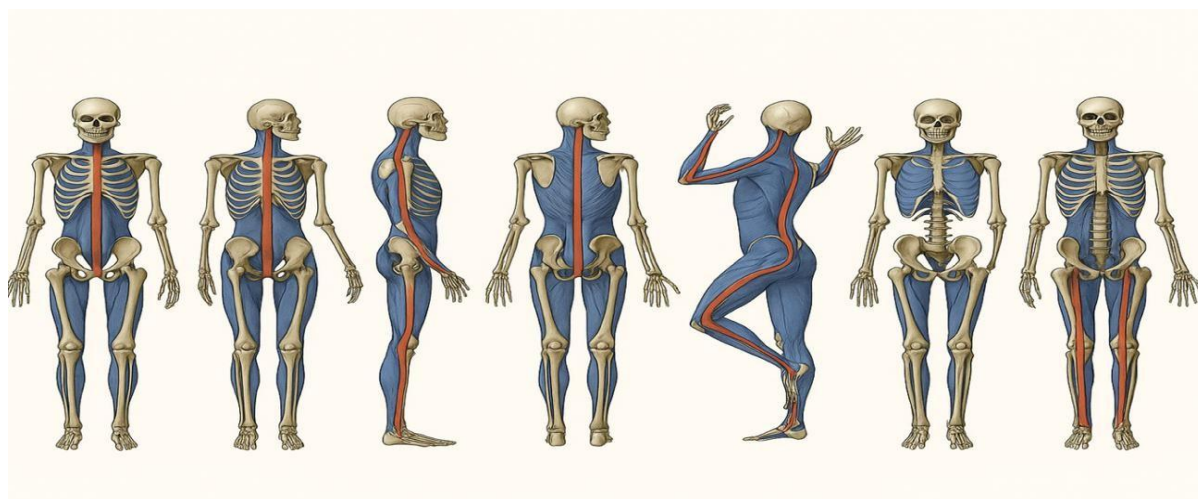


Figura 7. Representación de las principales líneas miofasciales longitudinales que ilustran la continuidad tensional del sistema fascial a escala de todo el cuerpo. Esta organización en red permite la transmisión a distancia de las tensiones mecánicas y la integración biomecánica entre diferentes segmentos corporales. Este modelo anatómico, derivado de la anatomía funcional moderna, proporciona un marco explicativo para los efectos clínicos distales observados en la acupuntura. Adaptado de Myers T.W., *Anatomy Trains*, 3.^a edición (licencia CC-BY). Ilustración modificada y traducida por el autor [40].

Schleip y colaboradores describieron el **fascia** como un continuo tridimensional de tejido conjuntivo, ricamente inervado, que desempeña un papel clave en la transmisión de fuerzas, la coordinación del movimiento y la percepción háptica [31]. Las cadenas fasciales que conectan las distintas regiones del cuerpo permiten la transmisión a distancia de tensiones mecánicas, lo que podría contribuir a explicar los llamados efectos «a distancia» de ciertos puntos de acupuntura sobre segmentos anatómicos alejados.

No obstante, el papel del fascia se extiende más allá de la biomecánica. Se reconoce como un espacio mayor de interacción entre el sistema nervioso, el sistema inmunitario y los procesos hormonales. Los fibroblastos son capaces de liberar citocinas pro- o antiinflamatorias, interactuar con los mastocitos, modular la sensibilidad nociceptiva y responder a la activación del sistema nervioso simpático [21,31-34,36]. De este modo, los efectos de la acupuntura no se limitan a la modulación del dolor, sino que también participan en la regulación de la inflamación, del tono autónomo y del eje estrés–inflamación, ampliando su campo de aplicación a numerosas patologías [21-23,26-30,31-35].

Desde un punto de vista clínico, la comprensión del papel del tejido conjuntivo (fascia) permite una integración más rigurosa de la acupuntura en el abordaje del dolor crónico, en particular en las afecciones musculoesqueléticas como las lumbalgias, las cervicalgias, los dolores miofasciales, las tendinopatías o la artrosis [9-11,33,35-37]. Asimismo, abre perspectivas terapéuticas en trastornos caracterizados por una alteración de la mecánica fascial asociada a una sensibilización nociceptiva persistente, como la fibromialgia o los síndromes de dolor crónico generalizado [31-36].

Por otra parte, en determinadas patologías viscerales o funcionales, el enfoque fascial mediante la acupuntura puede contribuir a la modulación de las aferencias somatoviscerales y autónomas, participando así en la mejoría sintomática observada en la práctica clínica [18–21,26–30].

En conjunto, el modelo fascial proporciona un marco fisiopatológico coherente para comprender los efectos terapéuticos de la acupuntura, integrando mecanismos relacionados con la biomecánica, la neurofisiología, la inmunomodulación y la regulación del sistema nervioso autónomo [21-23,26-35]. Contribuye a fundamentar la acupuntura sobre una base fisiológica contemporánea, compatible con los datos actuales de la medicina integrativa, y a posicionarla como una intervención capaz de actuar de manera coordinada sobre múltiples sistemas biológicos.

Implicaciones clínicas e integración en la práctica médica contemporánea

Los mecanismos descritos —neuromodulación central, modulación inmunitaria, regulación del eje HPA y acción sobre el sistema fascial— convergen hacia una visión integradora de la acupuntura médica, alejada de interpretaciones exclusivamente energéticas o simbólicas. Desde el punto de vista clínico, las evidencias procedentes de metaanálisis y revisiones sistemáticas de alta calidad metodológica [8-12] indican que la acupuntura es una opción terapéutica eficaz y segura en:

- el dolor crónico (lumbalgia, cervicalgia, artrosis, cefaleas);
- las afecciones reumatológicas e inflamatorias;
- determinados trastornos neurológicos (ictus, neuropatías dolorosas);
- las patologías metabólicas con inflamación de bajo grado;
- los trastornos relacionados con el estrés (ansiedad, depresión, trastornos funcionales).

Su excelente perfil de tolerancia —con acontecimientos adversos graves muy raros y efectos secundarios por lo general leves y transitorios— la hace particularmente interesante en un contexto de reducción del uso crónico de analgésicos, antiinflamatorios no esteroideos, opioides y psicofármacos.

Desde el punto de vista organizativo, la acupuntura puede integrarse en itinerarios asistenciales multimodales que asocien tratamientos farmacológicos, fisioterapia, ejercicio físico, psicoterapia e intervenciones sobre el estilo de vida. El uso de biomarcadores (HRV/VFC, IL-6, PCR/CRP, cortisol), así como de medidas del dolor, de la función y de la calidad de vida, permite objetivar los efectos e individualizar los protocolos.

Por último, la convergencia de los datos procedentes de la neuroimagen, la inmunología, la endocrinología y la biología fascial sitúa a la acupuntura como una terapia médica basada en mecanismos fisiológicos identificables, lo que responde a las exigencias de la medicina basada en la evidencia y abre el camino a una mejor integración en la práctica médica tanto hospitalaria como ambulatoria.



Dra. Juana María Peláez Pérez

Médica anestesióloga-reanimadora

Hospital Universitario Reina Sofía, Córdoba (España)

Médica acupuntora

Doctora en Medicina, especializada en hipnosis médica

ORCID: 0000-0002-8399-4770

✉: pelaezju@gmail.com

☎: +34 628 736 184

Conflicto de intereses: ninguno

Nota de la autora

El presente trabajo fue redactado con posterioridad a la comunicación titulada «Acupuntura médica: más allá de la neuromodulación», presentada por la autora en el Congreso anual del dolor en Andalucía, celebrado en noviembre de 2025 en Córdoba (España).

Agradecimientos

Agradezco a la dirección y al comité editorial de la revista francesa *Acupuncture & Moxibustion* la oportunidad de contribuir a la difusión y valorización de la acupuntura médica en España.

Referencias

1. Kefauver JM, Ward AB, Patapoutian A. Discoveries in structure and physiology of mechanically activated ion channels. *Nature*. 2020 Nov;587(7835):567-576. doi: 10.1038/s41586-020-2933-1.
2. Patapoutian A. Piezo channels in mechanotransduction: sensory biology to disease. Wu Tsai Neurosciences Institute; 2020. [cited 2025 Jan 14]. Available from: <https://neuroscience.stanford.edu/events/piezo-channels-mechanotransduction-sensory-biology-disease>
3. Langevin HM, Churchill DL, Cipolla MJ. Mechanical signaling through connective tissue: a mechanism for the therapeutic effect of acupuncture. *FASEB J*. 2001;15(12):2275–2282. doi:10.1096/fj.01-0015hyp.
4. Hui KKS, Liu J, Makris N, Gollub RL, Chen AJW, Moore CI, et al. Acupuncture modulates the limbic system and subcortical gray structures of the human brain: evidence from fMRI studies in normal subjects. *Hum Brain Mapp*. 2000;9(1):13–25. doi:10.1002/(SICI)1097-0193(2000)9:1<13::AID-HBM2>3.0.CO;2-F.
5. Zhao ZQ. Neural mechanism underlying acupuncture analgesia. *Prog Neurobiol*. 2008;85(4):355–375. doi:10.1016/j.pneurobio.2008.05.004.
6. Bai L, Harris RE, Kong J, Lao L, Napadow V, Zhao B. Neurobiological mechanisms of acupuncture. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2013;2013:652457. doi:10.1155/2013/652457.
7. Bai L, Lao L. Neurobiological foundations of acupuncture: the relevance and future prospect based on neuroimaging evidence. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2013;2013:812568. doi:10.1155/2013/812568.
8. Li QQ, Shi GX, Xu Q, 26 J, Liu CZ, Wang LP. Acupuncture effect and central autonomic regulation. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2013;2013:267959. doi:10.1155/2013/267959.
9. Vickers AJ, Vertosick EA, Lewith G, MacPherson H, Foster NE, Sherman KJ, et al. Acupuncture for chronic pain: update of an individual patient data meta-analysis. *J Pain*. 2018;19(5):455–474. doi:10.1016/j.jpain.2017.11.005.
10. Yuan QL, Wang P, Liu L, Sun F, Cai YS, Wu WT, et al. Acupuncture for musculoskeletal pain: a meta-analysis and meta-regression of sham-controlled randomized clinical trials. *Sci Rep*. 2016;6:30675. doi:10.1038/srep30675.
11. Paley CA, Johnson MI. Acupuncture for the relief of chronic pain: a synthesis of systematic reviews. *Medicina (Kaunas)*. 2020;56(1):6. doi:10.3390/medicina56010006.
12. Chen B, Liu D, Li T, Zheng L, Lan L, Yang N, et al. Research hotspots and trends on acupuncture for anti-inflammation: a bibliometric analysis from 2011 to 2021. *J Pain Res*. 2023;16:1197–1217. doi:10.2147/JPR.S398393.
13. Jiang TF, Chen ZY, Liu J, Yin XJ, Wang GL, Li B, Guo J. Acupuncture modulates emotional network resting-state functional connectivity in patients with insomnia disorder: a randomized controlled trial and fMRI study. *BMC Complement Med Ther*. 2024;24:311. doi:10.1186/s12906-024-04612-0.

14. Yu Z, Wang RR, Wei W, Liu LY, Wen CB, Yu SG, Guo XL, Yang J. A coordinate-based meta-analysis of acupuncture for chronic pain: evidence from fMRI studies. *Front Neurosci.* 2022;16:1049887. doi:10.3389/fnins.2022.1049887.
15. Rao Y, Ge L, Wu J. A systematic review and coordinate-based meta-analysis of fMRI studies on acupuncture at LR3. *Front Neurosci.* 2024;18:1341567. doi:10.3389/fnins.2024.1341567.
16. Fang J, Shi H, Wang W, Chen H, Yang M, Gao S, Yao H, Zhu L, Yan Y, Liu Z. Durable effect of acupuncture for chronic neck pain: a systematic review and meta-analysis. *Curr Pain Headache Rep.* 2024;28(9):957–969. doi:10.1007/s11916-024-01267-x.
17. Hempen M, Hummelsberger J. The state of evidence in acupuncture: a review of meta-analyses and systematic reviews of acupuncture evidence (update 2017–2022). *Complement Ther Med.* 2025;89:103149. doi:10.1016/j.ctim.2025.103149.
18. Quiroz-González S, López-Espinosa E, Liu Z, Fossion R. Evidencias de los efectos parasimpáticos y simpáticos de la acupuntura mediante la variabilidad de la frecuencia cardíaca: implicaciones multisistémicas. *Rev Int Acupunt.* 2024;18(1):100288. doi:10.1016/j.acu.2024.100288.
19. Li L, Liang S, Bai J, Zeng Y, Zhang M, Li Z, Yan D, Hu Y, He L, Liu Y, Liu Q, Zhang Y, Feng M. Regulation of autonomic nervous system by acupuncture: a heart rate variability study on physical stress. *Front Hum Neurosci.* 2025;19:1676863. doi:10.3389/fnhum.2025.1676863.
20. Rodrigues JM, et al. Electro-acupuncture effects measured by functional magnetic resonance imaging on brain function in chronic pain and inflammatory disorders: a systematic review. *Healthcare (Basel).* 2024;12(1):2. doi:10.3390/healthcare12010002.
21. Li N, Guo Y, Gong Y, Zhang Y, Fan W, Yao K, et al. The anti-inflammatory actions and mechanisms of acupuncture from acupoint to target organs via neuro-immune regulation. *J Inflamm Res.* 2021;14:7191–7224. doi:10.2147/JIR.S341581.
22. Liu W, Zhong B, Wagner RW, Garcia MK, McQuade JL, Huang W, et al. Systematic review and meta-analysis of acupuncture for modulation of immune and inflammatory markers in cancer patients. *Integr Cancer Ther.* 2024;23:15347354241302072. doi:10.1177/15347354241302072.
23. Dong W, Wang B, Zhang R, Cao J, Wu R. Therapeutic effects of acupuncture in rheumatoid arthritis are associated with centromere protein F expression. *Allergol Immunopathol (Madr).* 2022;50(3):47–54. doi:10.15586/aei.v50i3.564.
24. Zhang Y, et al. Electroacupuncture ameliorates mechanical allodynia of a chronic post-ischemia pain model via suppressing NLRP3 inflammasome activation in spinal dorsal horn neurons. *Front Cell Neurosci.* 2022;16:826777. doi:10.3389/fncel.2022.826777.
25. Kuang H, Zhang S, Liu Y, et al. The effect and mechanism of acupuncture on ischemic stroke: immunomodulation and neuroprotection. *Front Immunol.* 2024;13:1319863. doi:10.3389/fimmu.2024.1319863.
26. Wang Y, et al. Electroacupuncture alleviates perioperative hypothalamus–pituitary–adrenal axis hyperactivity via modulation of the GluN2A/ERK/CREB signaling pathway. *Front Neurosci.* 2023;17:703044. doi:10.3389/fnins.2021.703044.
27. Zheng JY, Zhu J, Wang Y, Tian ZZ. Effects of acupuncture on hypothalamic-pituitary-adrenal axis: current status and future perspectives. *J Integr Med.* 2024;22(4):445–458. doi:10.1016/j.joim.2024.06.004.
28. Lim HD, Kim MH, Lee CY, Namgung U. Anti-inflammatory effects of acupuncture stimulation via the vagus nerve-mediated reflex. *PLoS One.* 2016;11(3):e0151882. doi:10.1371/journal.pone.0151882.
29. Li X, Luo Y, Chen Y, et al. Effects of acupuncture on insulin resistance and inflammatory markers in patients with metabolic disorders. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2019;12:127–138. doi:10.2147/DMSO.S190456.
30. Zhang Q, He Y, Wang X, et al. Effect of acupuncture on cortisol and related biomarkers in stress-related disorders: A systematic review. *Medicine (Baltimore).* 2022;101(2):e29113. doi:10.1097/MD.00000000000029113.
31. Schleip R, Jäger H, Klingler W. What is “fascia”? A review of different nomenclatures. *J Bodyw Mov Ther.* 2012;16(4):496–502. doi:10.1016/j.jbmt.2012.08.001.
32. Stecco C, Schleip R. Fascia as a sensory and emotional organ: theories and clinical implications. *Clin Anat.* 2016;29(8):952–965. doi:10.1002/ca.22720.
33. Tesarz J, Hoheisel U, Wiedenhöfer B, Mense S. Sensory innervation of the thoracolumbar fascia in chronic low back pain. *Neuroscience.* 2011;194:302–308. doi:10.1016/j.neuroscience.2011.07.066.
34. Langevin HM. Connective tissue: a body-wide signaling network? *Med Hypotheses.* 2006;66(6):1074–1077. doi:10.1016/j.mehy.2005.12.029.
35. Redo JV, Kaye AD, Wang J, Urman RD. The role of connective tissue in acupuncture and myofascial pain. *Clin Rev Allergy Immunol.* 2024;66(2):203–215. doi:10.1007/s12016-022-08965-6.
36. Slater AM, et al. Fascia as a regulatory system in health and disease. *Front Neurol.* 2024;15:1458385. doi:10.3389/fneur.2024.1458385.
37. Bai Y, Wang J, Wu J, Dai J, Shao X. Review of evidence suggesting that the fascia network could be the anatomical basis for acupoints and meridians. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2019;2019:6131845. doi:10.1155/2019/6131845.
38. Zimmerman A, Bai L, Ginty DD. The gentle touch receptors of mammalian skin. *Science.* 2014;346(6212):950–954. doi:10.1126/science.1254229.
39. Abaira VE, Ginty DD. The sensory neurons of touch. *Neuron.* 2013;79(4):618–639. doi:10.1016/j.neuron.2013.07.051.
40. Myers TW. *Anatomy Trains: Myofascial meridians for manual and movement therapists.* 3rd ed. London: Churchill Livingstone/Elsevier; 2014.