



Universidad Abierta Interamericana

Facultad de Medicina Doctorado en Ciencias Médicas

Efectos terapéuticos y biológicos de las terapias
acupunturales en el tratamiento de la salud, la disminución del
dolor y la mejora de la respuesta clínica.
Revisión Sistemática.

Autor: Lamari Mariana
Tutor: Orlando Vai

Resumen

En el presente trabajo de investigación se realiza una recopilación y análisis crítico de la rigurosidad metodológica de los estudios disponibles que aportan evidencia científica sobre las técnicas acupunturales en el ámbito de la salud. Mediante la revisión sistemática de la literatura, siguiendo criterios de calidad y validez, se identificaron resultados relacionados con los efectos de la acupuntura en distintos niveles, a saber, cambios biológicos comprobables, modificaciones neurológicas, beneficios en el tratamiento del dolor y la constatación de efectos terapéuticos mensurables, más allá de la percepción subjetiva. Los hallazgos obtenidos aportan a la comprensión de los mecanismos fisiológicos de la acupuntura y respaldan su potencial integración al campo biomédico. Se incluyeron 43 estudios; 13 investigaciones sobre cambios biológicos, de las cuales 12 mostraron efectos positivos, y sentaron las bases para concluir, entre otros, que la acupuntura tendría efectos de modulación celular, activación y producción de marcadores moleculares orientados a disminuir la inflamación y aumentar la inmunidad. Para los efectos neurológicos, se identificaron 28 estudios positivos de un total de 30, con resultados definidos en la modulación del dolor desde el sistema nervioso central y la modulación de redes motoras y red de modo por defecto. En estos casos, el test exacto binomial (prueba de una proporción) empleado para analizar la hipótesis principal de este estudio arrojó valores de $p < 0,001$, lo que representó un resultado estadísticamente significativo y permitió, de este modo, rechazar la hipótesis nula.

Se concluye que la acupuntura tendría efectos positivos en los tratamientos de salud, y que, estos efectos pueden ser corroborados a través de respuestas neurológicas y biológicas objetivas.

Palabras Claves: acupuntura, estudios complementarios, modulación del dolor, efectos biológicos, efectos neurológicos.

Índice

Introducción.....	5
Planteo del problema.....	6
Justificación.....	7
Hipótesis.....	9
Objetivos.....	9
Marco referencial.....	10
Estado del Arte.....	21
Material y método.....	24
Resultados estadísticos.....	28
Discusión.....	47
Conclusiones.....	52
Referencias Bibliográficas.....	54
Anexo.....	60

Lista de abreviaturas

ACV — Accidente cerebrovascular
ALFF — Amplitud de fluctuaciones de baja frecuencia
BDNF — Factor neurotrófico derivado del cerebro
COKIBA — Colegio de kinesiólogos Provincia de Buenos Aires
CRP — Proteína C reactiva
EA — Electroacupuntura
EAV — Escala Analógica Visual
ECA — Ensayo clínico aleatorizado
EEG — Electroencefalograma
EPOC — Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
HLA-DR — Antígeno leucocitario humano subtipo DR
IC — Intervalo de confianza
IDO / ODI — Índice de Discapacidad de Oswestry
IL — Interleucina
MMP — Metaloproteinasa de matriz
fMRI — Resonancia magnética funcional
OMS — Organización Mundial de la Salud
PET — Tomografía por emisión de positrones
PRISMA — Preferred Reporting items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
ReHo — Homogenidad Regional
ROI — Región de interés
SNC — Sistema nervioso central
TNF — Factor de necrosis tumoral
UTI — Unidad de terapia intensiva
VAS — Escala visual analogica (equivalente a EAV)

Introducción

Esta revisión sistemática propone indagar y examinar la evidencia empírica de los efectos fisiológicos cuantificables de los tratamientos acupunturales en el cuerpo humano.

Tradicionalmente, se ha sostenido que las técnicas con agujas, tendrían un efecto limitado a la sugestión o placebo, atando sus resultados, principalmente, a la subjetividad y creencia de los pacientes.^{1,2}

En la actualidad, la técnica se ha oficializado en el ámbito de la salud pública de la República Argentina mediante la ley 859/2008²⁴ y respaldado por organismos internacionales como OMS.^{19,23}

A lo largo del tiempo han existido formaciones destinadas a profesionales de la salud en este tipo de tratamiento, tanto en el ámbito público como en el privado.^{3,4,5,6,7}, por lo tanto, es menester analizar sus alcances, beneficios reales, saber si se trata solo de una terapia con efectos placebos o es una terapia que produce cambios biológicos en el cuerpo con modificaciones reales en la actividad fisiológica y neuronal general del organismo.

En este contexto se ha decidido investigar qué evidencia científica se encuentra actualizada sobre esta terapia para así lograr obtener una visión más amplia, con bases sólidas, sobre los alcances y efectos que la comunidad científica ha documentado, dando marco a su aplicación, utilización e integración dentro del ámbito de la salud.

Problema

En la actualidad, se considera a la acupuntura como una terapia alternativa en el ámbito de la medicina y la rehabilitación. Se acude a ella cuando las terapias tradicionales no dan buenos resultados, y en algunos casos, se toma su efectividad solamente como efecto placebo.^{1,2}

El primer interrogante que surge es ¿es inocuo punzar el cuerpo con una aguja? Indagando en esta situación se cae en controversias: mientras que, por un lado, la OMS, ya en el año 1999, estableció a la acupuntura y medicina complementaria válidas para el uso de tratamientos sobre la salud, en Argentina el Ministerio de Salud en el 2008 validó a los kinesiólogos a punzar con agujas para tratamientos en los consultorios, y Universidades como Favaloro³ y la Universidad Nacional de Rosario⁴ ya dictan cursos de acupuntura para profesionales, así como también los colegios de kinesiólogos, la Asociación Argentina Kinesiólogos⁵, COKIBA (colegio de kinesiólogos de la provincia de Buenos Aires)⁶ y la Universidad Abierta Interamericana que certifica la Diplomatura de Acupuntura por la Escuela Medicina China AN MO.⁷ y organizaciones internacionales validan su uso y práctica, por el otro aun en el cotidiano del trabajo se continúa pensando que es una medicina alternativa sin efecto comprobado.

Las preguntas que han motivado la hipótesis y la investigación fueron: ¿existen evidencias científicas sobre los efectos benéficos para la salud de la aplicación de acupuntura en el cuerpo? ¿Qué alcances en los tratamientos fueron cuantificados? ¿Existen cambios en biomarcadores y en la actividad neuronal que convaliden su acción?

Justificación

En la actualidad, la acupuntura y las terapias afines continúan siendo consideradas como terapias "alternativas". Sin embargo, existen investigaciones científicas que evalúan los efectos de estas prácticas sobre el dolor y otras diversas patologías, proporcionando evidencia objetiva sobre sus beneficios en contextos específicos.^{8,9}

En el año 2008 fue publicado en el Boletín Oficial la Resolución 859/2008, e instaurado por ley, que los kinesiólogos pueden realizar terapias que impliquen una punción con aguja. Al avalar el Ministerio de Salud de la Nación prácticas de esta índole se ha considerado enmarcar su aplicación dentro de la práctica clínica recomendable teniendo un sustento científico y no una simple utilización como placebo. El Ministerio de Salud de la Nación subraya la importancia de enmarcar la aplicación de la acupuntura dentro de un enfoque clínico bien fundamentado. Cuando se la utiliza correctamente y con base en estudios científicos, no debe considerarse “una alternativa” sino una opción terapéutica válida, con un sustento sólido.

Esta investigación se propone esclarecer mecanismos biológicos y cambios fisiológicos subyacentes de la acupuntura, relacionados con la disminución del dolor y la mejora de la salud del paciente tratado; esto permitirá integrar o descartar su uso dentro de protocolos médicos con mayor confianza, brindando una contribución al conocimiento médico y científico.

Se ha empleado como metodología la revisión sistemática, un tipo de estudio que permite sintetizar la evidencia científica disponible de manera rigurosa, estructurada y organizada, se ha buscado identificar y evaluar los efectos de la acupuntura en el cuerpo, sus beneficios y alcances en el tratamiento de diversas condiciones.

La revisión sistemática ha permitido analizar datos más allá de las percepciones subjetivas del paciente, tales como escalas de dolor o la sensación de mejora, las cuales, aunque útiles, no siempre ofrecen la robustez necesaria para convencer a la comunidad médica.²⁵

Lograr una validación científica contundente, exige recurrir a estudios complementarios que utilicen métodos rigurosos para evaluar la efectividad de las técnicas acupunturales. Estos estudios pueden incluir ensayos controlados aleatorios (ECA), meta-análisis y otros enfoques metodológicos que ayuden a medir el efecto real de la acupuntura, tales como cambios en biomarcadores y actividad neuronal, sin depender únicamente de la percepción del individuo tratado.²⁵

El propósito de este análisis ha sido demostrar que la acupuntura es una terapia invasiva, que tiene un sustento científico y que, dentro del marco legal de la profesión, puede ser utilizada según el criterio del profesional, siempre en beneficio del paciente. Al mismo tiempo, se ha buscado contribuir a la eliminación del estigma de que la acupuntura es solo una terapia "alternativa", validando su aplicación dentro de la fisioterapia moderna.

El objetivo principal de este trabajo es mostrar que la acupuntura constituye una terapia en sí misma y una intervención eficaz para el alivio de diversos síntomas.

En el campo de la fisioterapia, la resolución legal que habilita a los kinesiólogos a realizar terapias de punción con aguja, junto con la validación de estos tratamientos a través de la investigación científica, puede transformar a la acupuntura en una herramienta legítima y valiosa dentro de la medicina basada en evidencia. Para ello, es esencial el análisis de estudios rigurosos que evalúen los efectos de la acupuntura de manera objetiva, y que estos se utilicen como base para su incorporación oficial en las prácticas clínicas.

Pregunta de investigación

¿Existen cambios biológicos y fisiológicos tras la aplicación de tratamientos de acupuntura y punción seca, respaldados por evidencia científica?

¿Se evidencian mejoras en los niveles de dolor y en la salud de los pacientes tras tratamientos acupunturales, según estudios complementarios?

Objetivos generales

Establecer efectos fisiológicos y biológicos de la punción y la acupuntura en los tratamientos orientados a la salud, disminución del dolor y mejora de la respuesta clínica.

Objetivos específicos

Investigar las bases científicas sobre los efectos biológicos de la punción con agujas.

Evaluar los resultados de tratamientos con acupuntura o punción seca.

Evaluar si existen cambios de conductividad eléctrica, muscular o nerviosa y modificaciones en la actividad fisiológica general del organismo.

Analizar las reacciones del sistema nervioso ante la aplicación de agujas y la modulación de respuestas asociadas.

Examinar el impacto de tratamientos acupunturales a través de estudios complementarios.

Hipótesis

La acupuntura y la punción seca son intervenciones terapéuticas eficaces en la reducción del dolor, así como también en la generación de efectos biológicos y neurológicos positivos en la salud, respaldadas por evidencia científica sólida.

Marco Teórico

La acupuntura es una técnica de la medicina china tradicional ampliamente utilizada en oriente para tratamientos de diversas patologías, sin embargo, en occidente es tomada como terapia alternativa a la medicina alopática.²

En su libro ‘Acupuntura Teoría y Práctica’, Sussmann describe el proceso histórico por el cual la técnica de acupuntura fue introducida y conocida en occidente. Expone que Ten Rhyne, cirujano holandés, y Kaempfer, médico alemán, comenzaron con la aplicación de estas técnicas que pudieron observar en Japón en el siglo XVII. Más tarde aparecen publicaciones de Dujardin en un libro que habla sobre acupuntura.⁸

La técnica fue aplicada por primera vez de forma documentada por Berlioz J. en el año 1809, quién, en base a los libros de los otros autores, comienza su práctica, pero tras 10 años de aplicación cae en desuso. Este método fue utilizado principalmente en Francia, aunque también se extendió a otros países europeos.

En el año 1930 se gestiona un servicio en el Hospital Bichat, en el cual los médicos Morat y Ferreyrolles comienzan la atención basada en acupuntura. Se genera en Francia un interés creciente por la técnica, que devino en la apertura de sociedades de acupuntura dedicadas a la investigación y propagación de este tratamiento.⁸

En su artículo en 1979, Lewit especifica la eficacia de la punción en base a la resolución de síntomas en los pacientes o la desaparición del dolor. Se comienza entonces a enmarcar a la punción como tratamiento con conceptos científicos y médicos similares a los términos de la medicina tradicional.⁹

En la actualidad existen estudios que comprueban los efectos y mecanismos de la punción con agujas en el cuerpo humano, y que pueden explicar los resultados y alcances que posee este tratamiento.^{10,47}

Las investigaciones y análisis realizados de la matriz extracelular en cadáveres han establecido una conexión cercana entre los puntos de acupuntura y

las fascias, el 80% de los puntos acupunturales se correlaciona con el paquete vasculo nervioso, determinando que las fascias son la representación del meridiano.⁴¹

En las últimas décadas han adquirido importancia estudios destinados a desentramar los mecanismos de neuromodulación de la nocicepción y los niveles centrales de acción de la acupuntura; se han especificado mediante métodos neurofisiológicos, neuro farmacológicos, neuroquímicos y neuro imagenológicos, arribando a conclusiones tales como que la acupuntura activa fibras aferentes de nervios periféricos generando impulsos nerviosos que ascienden hacia el cerebro desde la médula espinal. Estos estudios destacan una neuromodulación que abarca tanto eventos periféricos, mecanismos espinales y supraespinales, como también cascadas de liberación de neurotransmisores y sus efectos correspondientes dentro del cuerpo humano.⁴⁸

En la aplicación de las técnicas o métodos que se emplean en los tratamientos en la actualidad , bajo el término “acupuntura”, se deben determinar cinco formas : la acupuntura propiamente dicha (empleo de agujas metálicas sobre puntos específicos de la piel), punción seca (empleo de agujas metálicas sobre determinados puntos reactivos de la piel o partes blandas), electro acupuntura (aplicación de corrientes eléctricas especiales en las agujas de acupuntura), auriculoterapia (estimulación de puntos reflejos del pabellón auricular), electroestimulación (corrientes eléctricas en agujas percutáneas, no insertadas en puntos de acupuntura), moxibustión (calentamiento de los puntos de acupuntura por medio de la hierba artemisa).⁴⁸

Recientemente se han planteado dos mecanismos de acción; por un lado, la correlación entre la mecanotransducción de la manipulación mecánica del punto, y por otro, actos locales con efectos analgésicos in situ. El primer caso adquiere importancia porque explica, el fenómeno de latencia del efecto acupuntural y, la propagación de dicho efecto, por transmisión de señales mecánicas.⁴⁸ Cuando el cuerpo es punzado por una aguja se producen cambios y estímulos en la membrana celular. El desplazamiento de la membrana celular es traducido, lo que lleva a una

cascada de reacciones metabólicas y a la activación proteica; cascada de activación.⁴⁹

Los fibroblastos del tejido conectivo se ven también estimulados por la acción mecánica de la aguja. Se sugiere que la señal mecánica creada por la manipulación de agujas de acupuntura puede inducir reordenamientos del citoesqueleto intracelular en el fibroblasto y posiblemente en otras células presentes dentro tejido conjuntivo, como las células endoteliales capilares. En la reorganización del citoesqueleto se ha demostrado que se generan señales de carga que inducen la contracción celular, la migración y la síntesis de proteínas. Se suman también el efecto celular autocrino y paracrino, con modificación de la matriz extracelular circundante. En la investigación, se remarcen también, la comprobación del reordenamiento del citoesqueleto visto bajo el microscopio luego de la punción con agujas.⁴⁹

Como se ha mencionado, introducir la aguja en el tejido desencadena efectos con modificación de la matriz extracelular circundante que provocan una contracción de los fibroblastos y con ella una mayor tracción de fibras de colágeno, dando como resultado la deformación de la matriz y contracción celular.^{42, 49}

Existen investigaciones que describen algunos de los efectos al punzar. En la zona local de la punción existe una mecanotransducción con bloqueo de la señal nociceptiva. A nivel segmentario se produce liberación de encefalinas, factor angiogénico y neurotrófico que provoca la regeneración tisular. A nivel sistémico se produce una liberación de opioides endógenos que desencadenan una modulación del dolor en la corteza.¹⁰

Una de las células más estudiadas para la descripción de la acción de la acupuntura sobre el cuerpo es el mastocito, glóbulo blanco, que se encuentra en el tejido conectivo. La investigación hacen hincapié en la vinculación de la acción y el efecto sobre el cuerpo de esta célula.⁵⁰

Al poseer una amplia cantidad de receptores, el mastocito, es rico en la recepción de estímulos, la activación y la respuesta sobre ellos. Merced a la activación del mastocito se producen en el cuerpo los ajustes necesarios para lograr la homeostasis del ambiente interno.

A través de resonancias magnéticas y tomografías computarizadas se ha podido observar que los puntos de acupuntura se encontraban, principalmente, en áreas ricas en fibras de colágeno, como el tejido conectivo intermuscular, el tejido conectivo peri-neurovascular y el tejido conectivo perineural. Mastocitos, vasos sanguíneos, tractos nerviosos y vasos linfáticos, conjuntamente con el tejido conectivo, se constituyen para dar forma a un sistema estructural complejo.⁵⁰

Los efectos que se producen en la zona local tras la introducción de las agujas de acupuntura podrían estar explicados por los efectos de la mecanotransducción y transducción de señales a través del tejido conectivo.^{10, 50}

La manipulación mecánica del tejido conjuntivo por estiramiento o puntura puede desencadenar la activación de distintas vías de señalización. Se ha demostrado que la aplicación de fuerzas mecánicas a las células favorece la fosforilación de proteínas asociadas al citoesqueleto.⁵⁰

Al tratarse de una técnica de puntura, la aguja produce una pequeña herida. La contracción del tejido conjuntivo observada tras la punción es comparable a la situación observada frente una herida y su cicatrización. En ella, los fibrocitos modifican su fenotipo y pasan a ser miofibroblastos contráctiles.⁵⁰

Las integrinas son moléculas que hacen posible la interacción de las fibras del tejido conectivo con los fibroblastos conectados a la membrana celular mediante un citoesqueleto. Cuando reciben un estímulo al comunicarse con otras células se produce la remodelación de la matriz extracelular. Investigaciones in vitro, han demostrado que se induce particularmente la síntesis y secreción de factores locales de crecimiento, citocinas, sustancias vasoactivas, enzimas destructoras de la matriz y componentes de la misma.⁵⁰

La introducción de una aguja en el cuerpo no es inocua. Se genera un tipo de estímulo. En el análisis de la mecanotransducción se busca dilucidar cómo la célula procesa y reacciona este estímulo externo.

La mecanotransducción celular es definida como el proceso por el cual las células convierten señales mecánicas en señales eléctricas o bioquímicas. Este proceso implica la percepción de las fuerzas mecánicas por parte de las células, a través de receptores específicos; la deformación del citoesqueleto genera

estimulación en el citoplasma de la célula e incluso en el núcleo.¹¹ Se produce la posterior transducción de estas señales en respuestas celulares, como la remodelación del citoesqueleto, la secreción de moléculas bioactivas y la expresión génica.¹²

La mecanotransducción celular juega un papel importante en muchos procesos biológicos, como la diferenciación celular, la remodelación tisular, la angiogénesis y la respuesta inmunitaria, entre otros. También está involucrada en la patogénesis de varias enfermedades, incluyendo el cáncer, la osteoporosis y la enfermedad cardiovascular.¹²

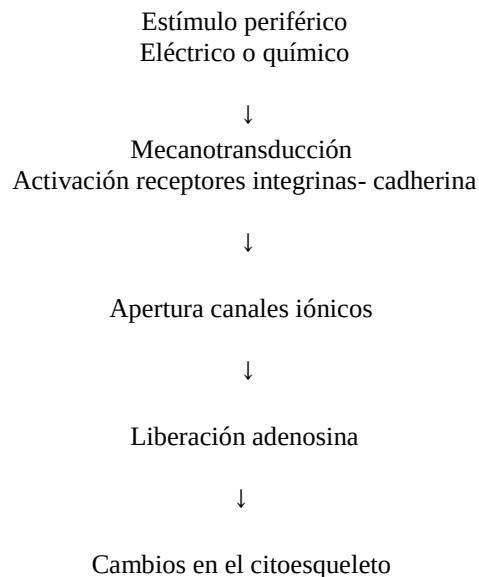
El mecanismo por el cual ocurre la mecanotransducción puede ser mecánico eléctrico o mecano químico. Los mecanismos mecano eléctricos son producidos por estímulos que provocan que la célula abra sus canales iónicos de voltaje activado, permitiendo que el estímulo pase a través de la membrana. En los mecanoquímicos, las fuerzas físicas son aplicadas a la superficie de células y activan receptores como integrinas y cadherinas que proporcionan adhesión celular a la matriz extracelular o células vecinas. Estos receptores de adhesión focal están conectados al citoesqueleto, siendo éste el actor principal en los procesos intracelulares mecanotransductivos. Ambos estímulos, los químicos por la aplicación de una fuerza o los eléctricos por la apertura de canales iónicos estimulan al citoesqueleto, encargado de la remodelación mecánica y la continuación del estímulo hacia el núcleo.¹² (Esquema 1)

Dentro de la cascada de estimulación, los mecanosensores son los primeros elementos celulares que perciben las fuerzas y transducen las señales al interior celular, en este ámbito las proteínas integrales de la membrana, que forman las uniones intercelulares, los canales iónicos, las proteínas de adhesión, las integrinas, la membrana celular e incluso el propio citoesqueleto, son los elementos encargados de esta función. La respuesta de la célula a estos estímulos está dada por la intensidad, frecuencia, magnitud y duración de las fuerzas del estímulo percibido.^{11,12}

Las fuerzas mecánicas alteran simultáneamente las actividades de múltiples moléculas en varios sitios del citoplasma y el núcleo, generan reacciones intracelulares y respuestas concomitantes, cruciales para el control de la fisiología celular y el desarrollo de tejidos.¹²

Estudios que parten de investigaciones anteriores han registrado que la punción con agujas libera adenosina. En estos estudios se estimularon células in vitro de tal manera que liberaran adenosina, con el fin de estudiar el mecanismo de acción. Se halló que la activación de receptores purinérgicos, activados a su vez por la liberación de adenosina, indujo cambios en el citoesqueleto de la matriz extracelular. La observación sugirió activación del colágeno mediante esta cascada de acción.⁴³ (esquema 1)

Esquema 1: vías de respuesta fisiológica



Dentro de los efectos divulgados y más conocidos de la acupuntura, se encuentran la modulación del sistema nervioso vegetativo, la estimulación del sistema endocannabinoide y la activación de la circulación sanguínea. Estos fenómenos podrían basarse en el orden de la producción de la mecano transducción. Las manipulaciones mecánicas provocan un cambio transitorio en las fibras de colágeno y fibrocitos principalmente, en consecuencia, las cascadas de transducción de señales y las expresiones génicas inducidas en los fibrocitos podrían representar la base fundamental de todos los procesos subsiguientes.⁴⁴

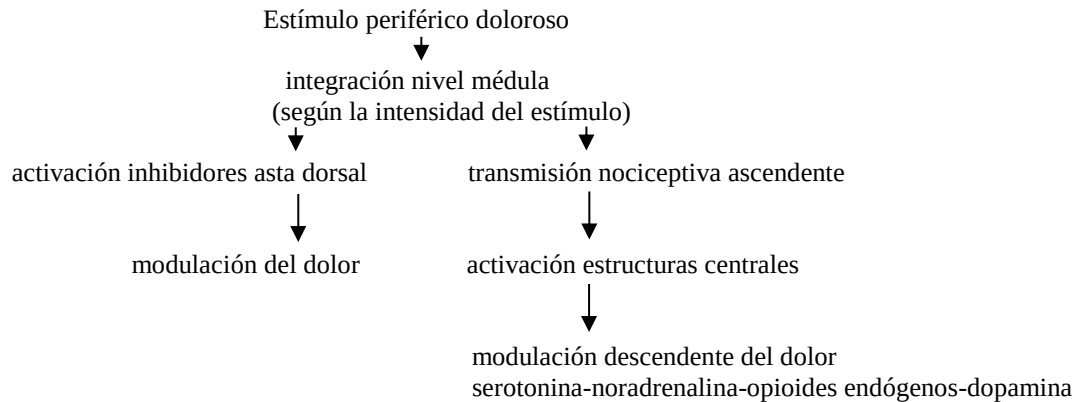
En referencia a la transmisión al sistema nervioso central del estímulo que provoca la punción, varias investigaciones analizaron que ésta se realiza mediante el impulso nervioso de las vías nerviosas periféricas, que se inicia cuando los receptores transforman una estimulación mecánica, térmica o eléctrica en un mensaje aferente. La estimulación provoca, en primer lugar, una despolarización localizada en el receptor, llevando este potencial a una propagación del impulso nervioso que llega a las astas posteriores de la médula espinal donde la información se seguirá procesando.^{46, 47}

La inserción de agujas en puntos de acupuntura está relacionada con la inervación sensitiva de las estructuras. Se activan fibras aferentes de nervios periféricos que reflejan cambios funcionales en el cerebro observados en resonancias nucleares magnéticas. Estos estudios mostraron cómo se activaron, luego de la punción, ciertas áreas del sistema límbico, el hipotálamo y del núcleo accumbens y se desactivaron la amígdala, el hipocampo y la corteza cingulada anterior (área rostral); vías inhibitoras descendentes.⁵⁰

Los estímulos dolorosos pueden, como se ha dicho, resolverse a nivel celular o generar un input mayor que llegue con la información a la médula y al SNC. La transmisión del dolor por los nociceptores que se encuentran en el cuerpo, puede tener varios caminos. Algunos estímulos llegan solamente a la médula espinal y por acciones de las neuronas inhibitorias del asta dorsal de médula se resuelve la modulación del dolor en esa sección del sistema nervioso, sin embargo, otros llegan al mesencéfalo, el tálamo y a la corteza, donde la infraestructura para inhibición del

dolor involucra un proceso más complejo con neurotransmisores específicos, opioides endógenos, dopamina, noradrenalina y serotonina .^{9,14} (Esquema 2)

Esquema 2: de vías de respuesta neurológica.



Los estímulos nociceptivos son detectados por terminaciones nerviosas libres de neuronas periféricas de tipo A y C, cuyos somas se ubican en los ganglios de las raíces dorsales de los nervios espinales o en ganglios sensitivos somáticos.

La asta dorsal de la médula espinal permite el primer nivel de integración en el SNC y su modulación por medio de las interneuronas espinales, dirigiendo y excusando la información a través de las vías ascendentes.^{13,15}

A este nivel también se ejerce el control eferente a través de las vías descendentes, pudiendo generar estímulos inhibitorios del dolor, dependiendo de la intensidad del estímulo.^{13,15}

Si la información continua por las vías nociceptivas ascendentes que corresponden a los tractos espinoreticulares y espinotalámico, llegan a las estructuras subcorticales y allí se activan las neuronas de tercer orden ubicadas en el tálamo, estas envían el estímulo hacia la corteza somatosensorial.^{13,15}

El haz espinotalámico es la vía más importante para el ascenso de las señales aferentes del dolor desde la médula espinal a la corteza. Se subdivide en neoespinotalámico y paleoespinotalámico. El haz neoespinotalámico, es la vía primaria de la señal del dolor rápido; discrimina los diferentes aspectos del dolor,

localización, intensidad, duración. El haz paleoespinotalámico transmite el dolor lento, crónico y la percepción emocional no placentera.^{13,15}

A partir de allí comienza una cascada de respuestas dada por neurotransmisores desde el sistema nervioso central. Una de estas respuestas es la vía inhibitoria del dolor, la cual se origina en las neuronas a nivel del tálamo, hipotálamo y el córtex. Estas neuronas liberan neurotransmisores como la serotonina, noradrenalina y opioides endógenos por la estimulación nociceptiva como fenómenos de contra estimulación.^{13,15}

Las sustancias liberadas para generar la neuromodulación abren los canales de potasio o calcio, lo cual resulta en una disminución de su gradiente de concentración. Estos mecanismos dan lugar a una hiperpolarización, que reduce la excitabilidad celular atenuando la transmisión neuronal y la activación de los nociceptores.^{11,17}

El sistema de modulación descendente es una interconexión neuronal, activado alrededor de la sustancia gris periacueductal del mesencéfalo por los opioides (encefalinas, β -endorfinas, dinorfina, hidromórficas y la nociceptiva) como neurotransmisor. Las neuronas que son parte de este sistema, se proyectan a la formación reticular medular y al locus coeruleus, donde se producen serotonina y norepinefrina respectivamente. Las fibras descendentes luego se proyectan hasta el funículo dorsolateral de la asta dorsal de la médula espinal, las vías descendentes moduladoras inducen cambios en la polaridad de la membrana neuronal (aumento de la negatividad del potencial de membrana) favoreciendo la hiperpolarización de los nociceptores y la inhibición de la liberación de neurotransmisores excitatorios como el glutamato y la sustancia P, lo que contribuye a la disminución de la transmisión nociceptiva.¹⁴

La formación reticular-mesencefálica presenta relación entre la amígdala y el hipotálamo. Encierra reacciones emocionales y reacciones neuroendocrinas de liberación de hormonas de estrés.¹⁴

El cuerpo amigdalino integra la información nociceptiva con el contenido afectivo, pudiendo ser modificada por emociones negativas o positivas, que a su vez pueden inhibir o facilitar el dolor. El núcleo central de la amígdala, establece conexiones directas e indirectas con sistemas de modulación descendente, amalgamando la percepción del dolor con las emociones y, a su vez, con la

producción de una respuesta dada por ese sistema nervioso frente a la situación de estrés que capta.^{13,16}

Se puede evidenciar que existen en las células mecanismos de respuesta frente a los estímulos, que desencadenan reacciones en el medio interno, tanto a nivel fisiológico como neurológico.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha documentado una creciente difusión y utilización de las medicinas complementarias como un fenómeno global. En su documento, menciona terapias acupunturales, terapias manuales, ejercicios y hasta terapias con hierbas. Cabe destacar que este organismo ha mantenido un rol activo tendiente a incorporar estas terapias dentro de las prácticas médicas para la salud.¹⁹

Como ya se ha mencionado, en el año 1999 la OMS, estableció que la acupuntura y la medicina complementaria son válidas para su uso en tratamientos relacionados con la salud y recomendó promover actividades que apoyen el mejor conocimiento de las mismas, con el fin de identificar estrategias que contribuyan a la estructuración y prestación de sistemas de salud integrales y culturalmente apropiados.¹⁹

En publicaciones sobre el tipo de implementación requerida a la hora de llevar esta actividad a cabo, la OMS destaca que, en países como Australia, China y algunos países de África, la consulta a profesionales de la salud que incursionan en el uso de este tipo de terapias ha ascendido exponencialmente. Debido a este creciente aumento presentó un documento donde se aclara que es necesario que la puesta en práctica sea un ejercicio responsable realizado por personal de la salud. Promueve la instauración de estas terapias dentro de centros de salud para que la población pueda tener un fácil acceso y fomenta la continua investigación sobre estos procedimientos para aumentar las bases científicas, respetando la idiosincrasia y leyes de cada nación y de las diferentes culturas.¹⁹

En el año 2014 la OMS publicó la estrategia 2014 -2023, donde remarca que es de suma importancia la recopilación, el análisis y la síntesis de datos sobre la utilización de la medicina tradicional complementaria, establece estas acciones como prioridades, junto con una estrategia de gestión de la información que asegure

su actualización y su máxima calidad.²³ A este respecto, afirma que es relevante conseguir información mediante encuestas nacionales sobre la incorporación de la medicina tradicional complementaria; la utilización de bases de datos existentes; el establecimiento de centros de investigación especializados y, o, el desarrollo de redes nacionales de investigación y de otros múltiples sectores interesados.²³

Con respecto a la utilización de la acupuntura y la punción dentro del ámbito de nuestra Nación, en el año 2001 el Ministerio de Salud de la Nación estableció mediante la Resolución 997 que la acupuntura es un “acto médico” que sólo podía ser realizado por los profesionales de la salud regidos por la Ley 24.317. Las autoridades sanitarias y Colegios Médicos de la mayoría de las provincias convalidaron esta normativa. En el año 2008, la Resolución Ministerial 859/08 amplió la autorización a kinesiólogos y fisioterapeutas.²⁴

En dicho documento se contempló su aplicación y uso dentro de hospitales y centros comunitarios y nomenclo en qué locaciones ya se había puesto en marcha el uso de estas terapias. Se destacó asimismo la creciente implementación de este tipo de tratamientos y la adhesión de los pacientes a ellos en paralelo a la medicina alopática. Se puso en relieve que en nuestro país es notorio el apego al recurso de la medicina tradicional complementaria para la atención de la salud por amplios sectores de la población con resultados mayoritariamente satisfactorios, aun cuando no existan estudios cualitativos ni cuantitativos lo suficientemente extendidos que den cuenta cabalmente de la situación.²⁴

Con estas medidas se favoreció la incorporación de la acupuntura en el sistema de salud tanto en establecimientos privados como públicos, aunque dicha integración ha sido muy lenta y ha presentado una gran disparidad provincial. El apoyo del Ministerio ha convergido con algunas pocas políticas de salud provinciales que han propiciado la utilización de la acupuntura en su esquema asistencial público, tanto en hospitales como en centros de salud comunitarios.²³

Estado del Arte

En la actualidad se ha sugerido que la acupuntura es eficaz para una amplia gama de condiciones, como dolor, trastornos musculoesqueléticos y una gran variedad de enfermedades metabólicas y neurológicas.^{31,32,36, 37,38}

Con respecto a las investigaciones a nivel mundial se pueden visualizar los efectos de la utilización de la acupuntura y la punción dentro del ámbito médico.

Estudios básicos y ensayos clínicos demuestran que al punzar con una aguja existe un efecto que incluye cambios a nivel fisiológicos.

En una investigación que se realizó con ratas, en un modelo de depresión, se buscaron los efectos de la acupuntura para esta problemática, se analizaron los niveles de BDNF (factor neurotrófico) sérico dentro del hipocampo y se demostró que luego de la acupuntura se revirtió la regulación descendente de BDNF sérico en el mismo; siendo este un factor importante asociado a los procesos de aprendizaje, memoria, función cognitiva y formación de circuitos. Dentro de los procesos de patogénesis sus niveles alterados se encuentran involucrados con trastornos psiquiátricos como la depresión.²¹

Estudios puestos en práctica para comprender el funcionamiento de la acupuntura en los estados de ansiedad utilizaron ratas macho para evaluar los niveles de serotonina; se halló que en los animales tratados con acupuntura verdadera la reducción de serotonina fue menor. Asimismo se observó un decrecimiento en lipopolisacáridos, lo que llevó a concluir que el tratamiento ayudó a disminuir la ansiedad.²²

Investigaciones fisiopatológicas posibilitaron ver que el tratamiento acupuntural disminuyó el cortisol salival producido en aumento por la fatiga.³⁰ Al investigar el rol local de la acupuntura se descubrió que la punción en las fibras de colágeno desempeñó un papel importante en la analgesia inducida por la acupuntura, al ser estimulada por las agujas aumentó la degranulación de mastocitos liberando histamina y produciendo analgesia.^{31,32}

La acupuntura puede excitar los mecanorreceptores del tejido alrededor del punto de acupuntura, así como las terminaciones nerviosas llevando información por vía fibras A bloqueando la señal de dolor conducida por las fibras C.³¹

El tratamiento con acupuntura en humanos analizado mediante resonancia magnética, se correlacionó con la activación de regiones asociadas con el procesamiento sensoriomotor y cognitivo especialmente la corteza prefrontal dorsomedial, así como con la desactivación en regiones de la red de modo por defecto incluyendo el cíngulo posterior, precuneus.

La red de modo por defecto constituye un conjunto de regiones cerebrales compuesta por el lóbulo prefrontal medial, la amígdala, el hipocampo y el parahipocampo en el lóbulo temporal medial, el cíngulo posterior, el precúneo, la corteza retrosplenial, la corteza parietal medial, polo frontal. Estudios describieron que la terapia con agujas modulo esta red, cuya función principal se vincula con el control pasivo en las tareas que no requieren una atención específica, así como con en la memoria episódica y en el control de la emociones y la cognición.^{33,34}

El aumento de la carga cognitiva y de la actividad de la corteza prefrontal dorsomedial fue un indicador de analgesia. En este contexto, las sensaciones se orientan hacia la atención y se intensifica la conciencia corporal, lo que contribuye a mejorar la modulación descendente de cualquier aferencia nociceptiva y de las redes centrales del dolor.^{27,29}

La acupuntura modulo la actividad cerebral límbica, paralímbica, neocortical y la red de modo por defecto.^{29,33,34} Se produjo activación hipotalámica y disminución de la actividad de la amígdala. La actividad hipotalámica puede inhibir la inflamación a través de la regulación simpátovagal, fomentando la respuesta antiinflamatoria.²⁹

Otros efectos específicos corroborados por resonancias magnéticas funcionales, mostraron activación de regiones cerebrales asociadas al movimiento y corteza visual, cambios en la amígdala, en la nocicepción, en la activación endógenas frente al dolor y cambios en la red neuronal de descanso que abarcan estructuras que están implicadas en la modulación y sensación del dolor.^{36, 37,38.}

En esta misma línea de acción, otras investigaciones han hallado que la acupuntura provocó la estimulación de la corteza cingulada posterior, centro de bandas delta y gamma, dando esto una explicación más a la modulación de la red de modo por defecto y a los alcances de esta técnica a nivel del sistema nervioso central.³⁵

También se ha investigado la electroacupuntura, hallando que existe una modulación del sistema límbico y zonas prefrontal en sus conexiones funcionales y que estos circuitos se encuentran asociados con estructuras de regulación de las emociones y la cognición.³⁹

Se puede ver así que la acupuntura activa y desactiva ciertas zonas del cerebro, especialmente la red límbico-paralímbica neocortical y áreas relacionadas con el dolor y las emociones. La aplicación de agujas en estas prácticas desactiva ciertas redes cerebrales más profundas que el contacto simple (tacto). Cuando se aplicó la acupuntura para el dolor agudo el efecto de desactivación fue menos intenso que frente al dolor crónico.⁴⁰

En un estudio reciente, se analizaron los efectos en el dolor crónico lumbar y el dolor de los miembros inferiores mediante la escala analógica visual (EAV, medida en mm, de 0 a 100 mm) y el Índice de Discapacidad de Oswestry (IDO). Los resultados de un total de 216 pacientes fueron para la escala EAV que el dolor de los miembros inferiores disminuyó 30,8 mm en el grupo de acupuntura verdadera (utiliza los puntos correctos descriptos por esta técnica) y 14,9 mm en el grupo de acupuntura simulada (utiliza punción en zonas anatómicas alejadas de los puntos reales de acupuntura) en la semana 4 (diferencia media, -16,0; IC del 95%, -21,3 a -10,6), mientras que el ODI disminuyó 13,0 puntos en el grupo de acupuntura verdadera y 4,9 puntos en el grupo de acupuntura simulada en la semana 4 (diferencia de medias, -8,1; IC del 95%, -11,1 a -5,1). Este ensayo clínico aleatorizado concluyó que, en los pacientes con ciatalgia crónica por hernia discal, la acupuntura redujo dolor y mejor función en comparación con la acupuntura simulada en la semana 4.²⁸

Con respecto a nuestro país, se desarrolló una investigación en un hospital público del noroeste argentino. El artículo no especifica la institución ni la localidad,

ya que las autoras indican que dichos datos fueron omitidos deliberadamente para preservar el anonimato del personal y del servicio.

Mediante la realización de encuestas a los pacientes se obtuvieron datos de un alto grado de adhesión a los tratamientos acupunturales y que se utilizaron de manera complementaria a los tratamientos médicos realizados en el hospital, con el fin de disminuir el dolor. Según este estudio, los pacientes aceptaban el tratamiento acupuntural, debido a que era menos agresivo y con menos consecuencias iatrogénicas que la medicina convencional y las cirugías.²⁰

Desde 1999 la acupuntura y las terapias complementarias han crecido en práctica y utilización para fines médicos. En la actualidad existen varios estudios en base a la percepción del paciente sobre la aplicación de una medicina alternativa, sin embargo, es necesario que se continúe fomentando la investigación y la indagación de este tipo de terapias para mejorar, aumentar y construir el sustento científico que valide aún más la utilización de este tipo de terapias en el ámbito de hospitales, clínicas y centros de salud.

Material y Metodología

Se realizó una revisión sistemática teniendo en cuenta las guías propuestas por la metodología PRISMA 2020.²⁶

Búsqueda Bibliográfica:

Se recopilaron investigaciones publicadas en los últimos 15 años, con corte a noviembre del 2023 (período 2008-2023).

Las bases de datos seleccionadas para la búsqueda fueron: Scopus, EBSCO, SciELO, PubMed y Google Académico.

Se analizaron aquellos estudios que investigaron la aplicación de la acupuntura o la punción seca en el tratamiento de diversas alteraciones de la salud, siempre que fueran evaluados los resultados de forma cuantitativa, como consecuencia directa de la intervención.

Se considera como variables dependientes los siguientes tipos de efectos:

*Cambios fisiológicos y biológicos: variaciones en los niveles de sustancias en sangre (como endorfinas, cortisol, citoquinas).

*Cambios de conductividad eléctrica muscular o nerviosa y modificaciones en la actividad fisiológica general del organismo.

*Cambios neurológicos: activación o modulación de regiones cerebrales específicas, observadas mediante técnicas de neuroimagen funcional (fMRI, EEG).

*Percepción del dolor y síntomas clínicos, evaluados mediante escalas estandarizadas, cuestionarios de calidad de vida siempre que estuvieran acompañados de al menos una medición objetiva complementaria que respalde el resultado.

Motor de búsqueda

Se empleó la siguiente cadena de búsqueda para la recolección de artículos de investigación. (“Acupuncture” OR “Dry needling” OR “Trigger point dry needling”) AND (“Biological response” OR “Physiological changes” OR “Inflammation” OR “Neural activity” OR “Endorphins” OR “Cortisol” OR “Blood flow” OR “Muscle activity” OR “Cytokines” OR “Pain modulation”) AND (“Humans” OR “Patients”) AND (“Randomized controlled trial” OR “Clinical trial”)

Criterios inclusión

Se incluyeron aquellos estudios que hayan aplicado un tratamiento con punción seca o acupuntura, acompañados de pruebas complementarias que evaluaron la actividad o el impacto fisiológico o neurológico del tratamiento, tales como análisis de laboratorio (biomarcadores, hormonas, parámetros inmunológicos, etc.), evaluaciones fisiológicas (frecuencia cardíaca, tensión arterial, etc), técnicas de neuroimagen funcional o estructural (fMRI, EEG, PET, entre otras); estudios que combinen encuestas o reportes subjetivos con al menos una prueba diagnóstica complementaria que corrobore cambios fisiológicos o neurológicos.

Diseño metodológico aceptado, ensayos clínicos aleatorizados (ECA), estudios clínicos pragmáticos, diseños cuasiexperimentales, estudios pre experimentales con diseño pre-post

Ensayos clínicos realizados en humanos, con alguna patología susceptible de tratamiento.

Revisiones sistemáticas y metaanálisis, que cumplan criterios de calidad y aborden efectos fisiológicos o neurológicos de la intervención mencionada.

Criterios de exclusión

Estudios cuya única forma de comprobación se basa en encuestas, escalas de percepción subjetivas sin respaldo de mediciones fisiológicas o neurológicas objetivas.

Intervenciones de acupuntura realizadas exclusivamente mediante láser u otros dispositivos que no incluyan la inserción de agujas.

Ensayos realizados en modelos animales o personas sanas, sin diagnóstico clínico.

Proceso de Selección de Estudios

Revisión Inicial: Se llevó a cabo una revisión de títulos y resúmenes para determinar la relevancia de cada estudio respecto a los criterios de inclusión.

Evaluación de Calidad: aplicación de la escala de Jadad para valorar la calidad metodológica de los estudios seleccionados.

Extracción de Datos: construcción de una tabla para registrar la información relevante de cada artículo, incluyendo:

Título del estudio, autor(es), año de publicación, tipo de estudio, tamaño de la muestra, objetivos, estudios, metodología y comprobaciones, resultados, efectos biológicos alcanzados, conclusiones.

Análisis de Datos

Cuadro Descriptivo: Resumen general de los estudios analizados, indicando los efectos principales y los resultados alcanzados. Se analizaron los valores p y de acuerdo con su procedimiento se observó el marcador biológico elegido por cada investigación y se analizaron las medias y desvíos estándar con respecto a los resultados descritos en cada uno y su correlación con los grupos placebos y controles. Se extrajeron media de edad de los pacientes, sexo y patologías principales tratadas, para contextualizar los resultados obtenidos dentro de una población.

Datos Complementarios: Recolección y análisis de la evidencia procedente de las pruebas complementarias que demuestren los efectos fisiológicos y biológicos de la acupuntura y la punción seca. Se analizaron los resultados de los estudios biológicos, donde se obtuvieron datos sobre indicadores como niveles de cortisol salival antes y después de la práctica acupuntural, análisis de sangre (niveles de citoquinas, células inmunitarias, expresión PI3K, epinefrina), fuerza alcanzada en máquina isocinética, niveles de saturación de oxígeno y análisis de presión arterial sistólica y diastólica. Para los estudios donde la investigación se realizó en relación a los efectos neurológicos se observaron indicadores dentro de la resonancia magnética funcional en áreas específicas del cerebro (ROI) para medir cambios de señal y conectividad funcional, tomografías de regiones del cerebro que mostraron receptores opioides y electroencefalograma observando actividad eléctrica de zonas cerebrales.

Análisis Estadístico: Se empleó estadística frecuentista y representación gráfica para describir:

- la proporción de estudios que muestran efecto positivo y negativos en sus tratamientos

- la prevalencia de las zonas del SNC que reflejan los estudios y que se activan con tratamiento acupuntural
- porcentaje de efectos fisiológicos y biológicos registrados
- porcentaje de estudios que reportan disminución del dolor
- Mejoras clínicas observadas tras el tratamiento.

Prueba de proporción: se aplicó el Test exacto binomial, dado que esta revisión sistemática no contempla la realización de un metaanálisis, debido a la heterogeneidad metodológica y de objetivos de los estudios incluidos, se complementa el análisis con esta herramienta estadística. Esto permitirá determinar si la proporción estudios que informaron resultados positivos como la disminución del dolor o la obtención de efectos biológicos favorables debido a la acupuntura es estadísticamente superior a la proporción esperada por azar

Resultados

Se identificaron un total de 43 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión establecidos en la metodología (figura 1). De estos, 13 estudios evaluaron los efectos de la acupuntura en relación con marcadores biológicos, mientras que 30 estudios analizaron efectos neurológicos observados principalmente mediante técnicas de neuroimagen funcional.

Los hallazgos fueron organizados de acuerdo con el tipo de efecto evaluado: biológicos o neurológicos. A continuación, se presentan los resultados de manera cuantitativa y cualitativa, considerando la dirección del efecto observado (positivo o nulo), así como la relación entre la aplicación de acupuntura y la presencia de un efecto comprobado por evidencia objetiva (estudios con rigor metodológico).

Figura 1: Diagrama de flujo de esta revisión.

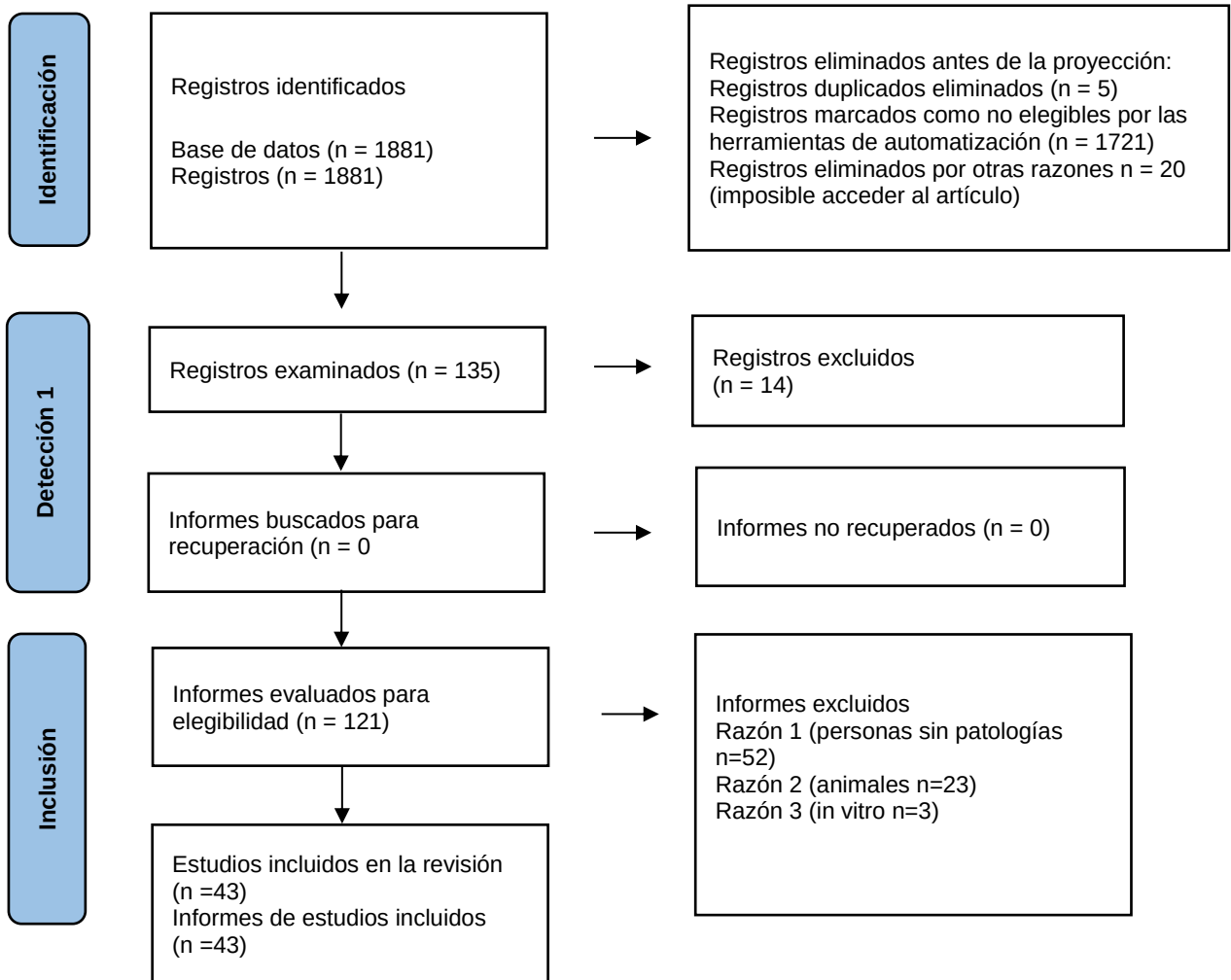


Tabla 1
Estudios Científicos analizados, detalles de información de los 43 estudios.

AUTOR	AÑO	TIPO DE ESTUDIO	MUESTRA	RESULTADOS	EFECTOS BIOLÓGICOS ALCANZADOS	TIPO DE EFECTO
Yang G,et al.	2016	Estudio clínico pragmático	56 pacientes con sepsis y con una permanencia en UTI de más de 72 hs. Media edad 72.55	La electroacupuntura mejoró la regulación del sistema inmune en pacientes con sepsis.	Aumento de Linfocitos T (CD3 +, CD4 +, CD8 +, CD4 +/CD8 +) y los monocitos antígenos HLA - DR. CD3+	Biológico
Haser CH, et al.	2016	Estudio clínico pragmático	30 jugadores de fútbol de élite de Bundesliga. Media edad 18.4	La punción mostró aumento y mejoría en el rango de movimiento de la cadera y la fuerza máxima en los extensores de la rodilla.	Fuerza muscular máquina, isocinética, extensión de rodilla en M1, M2 y M3. Rango de movimiento de flexión de cadera en máquina isocinética	Biológico
Meng J, et al.	2017	Estudio clínico pragmático	82 pacientes de 18 a 80 años con disfunción intestinal por sepsis con síndrome de obstrucción intestinal. Media edad 65.5	La electroacupuntura atenúa la respuesta inflamatoria a través de la reducción de los niveles séricos de TNF alfa, IL 1 beta y IAP en pacientes con sepsis intestinal	Reducción de los niveles séricos de TNF alfa, IL 1 beta y IAP	Biológico
Term Linchan V, et al.	2019	Estudio clínico pragmático	80 personas ambulatorias con hipertensión primaria. Media edad 50.5	El efecto de la acupuntura sumado a la medicación es más eficaz para disminución de la presión arterial sistólica, diastólica y presión arterial media que sólo el tratamiento con medicación.	Disminución presión la presión sistólica y diastólica	Biológico
Wu H, et al	2019	Estudio clínico pragmático	66 mujeres, infértiles. Media edad 33,73	La EA (electroacupuntura) mejora la regulación del microambiente de desarrollo del ovocito contribuyendo al c Incremento de la tasa de embarazo clínico	la regulación de la expresión de PI3K/Akt/Foxo3a en las células granulosas	Biológico
Yang S, et al.	2019	Estudio cuasi experimental con, grupo sin aleatorizar	40 personas, sujetos mayores de edad con craneotomía realizada para el recorte de aneurisma. Media edad 57.8	Alivia la inflamación al atenuar la citocina proinflamatoria.	Disminución de los niveles IL, 1B, Il 6, TNF CRP	Biológico
Yi L, et al.	2019	Estudio clínico pragmático	91 personas con EPOC que fueron trasladadas al Hospital del distrito. Media edad 65.9	La acupuntura mejora la capacidad de ejercicio en pacientes con EPOC. Es una terapia adyuvante.	Aumento de la saturación de oxígeno	Biológico

Almeida T, et al.	2019	Estudio clínico pragmático	56 personas, adultos mayores de 18 años que concurren al servicio de odontología con dolor severo o moderado. Media edad 35.14	La acupuntura no provocó mejora clínica comprobable, los tratamientos reales y placebos pueden inducir efectos especialmente psicológicos.	No hubo descenso de cortisol significativo. Si en la escala VAS (percepción)	Biológico
Arriaga Pizano et al.	2020	Estudio clínico pragmático.	60 atletas, con sobreentrenamiento. Media edad 22 años	La electroacupuntura es eficaz para la disminución del dolor porque activa el sistema simpático,	liberación de epinefrina (adrenalina)	Biológico
Guang Xia et al.	2020	Estudio clínico pragmático	58 personas entre 52 y 78 años de edad, que sufren osteoartritis en la rodilla con dolor intenso. Media edad 58.89	Se mostró que ambas técnicas son efectivas en la reducción del dolor y la inflamación.	Reducción significativa de las sustancias proinflamatorias (TNF- α , IL-1 β) y biomarcadores de degradación del cartílago (MMP-3, MMP-13) y un aumento significativo de la citocina antiinflamatoria IL-13.	Biológico
Amorin D, et al.	2022	Estudio clínico pragmático	56 personas, ambos sexos mayores de edad y con ansiedad validada por 3 escalas. Edades entre 21 y 82 años.	La acupuntura y electroacupuntura son efectivas para el tratamiento de la ansiedad	Descenso cortisol salival por la mañana	Biológico
Sun D, et al.	2023	Estudio clínico pragmático	155 personas con rinitis alérgica. Media edad 39,42	La terapia con agujas pudo reducir el proceso desinflamación y mejorar la función inmunológica, junto a los síntomas clínicos de la rinitis	Disminución factor inflamatorios, linfocitos T, IgE y Eosinófilos	Biológico
Jia H, et al.	2023	Estudio clínico pragmático	83 personas con un Glasgow inicial de 12 puntos. Media edad 51.9	Mejora de la Hipoxia cerebral y el alivio de la lesión cerebral. Alcance de recuperación cognitiva.	Mayor saturación de oxígeno en el cerebro. No se registraron cambios en la enzima glucolítica específica de las neuronas.	Biológico
Harris R, et al.	2009	Estudio clínico pragmático	20 pacientes con fibromialgia con una media de edad de 44,3 años	La acupuntura activa los receptores opioides centrales	Aumento de receptores opioides con $p < 0,001$ en corteza prefrontal dorsolateral, corteza cingulada, corteza cingulada anterior, putamen, caudado. Con un $p < 0,05$ amígdala, polo temporal y corteza prefrontal	Neurológico

Chen H, et al.	2013	Estudio pragmático clínico	30 pacientes con hipertensión arterial entre 30 y 75 años de edad. Media edad 56.73	La acupuntura a corto plazo no disminuye la hipertensión arterial significativamente, pero disminuye el dolor corporal y la falta de vitalidad.	Conexiones con el hipotálamo aumento correlaciones cerebelo, sistema límbico (ínsula, giro hipocampal y corteza cingulada media y anterior) tálamo y lóbulo frontal. Desactivación: lóbulo temporal, cingulado posterior izquierdo, lóbulo parietal derecho	Neurológico
Chen S, et al.	2013	Estudio pragmático clínico	24 sujetos, 12 pacientes con deterioro cognitivo leve y 12 personas saludables. Media edad 59.3	Se demostró correlación entre aplicaciones de acupuntura y mejoras de la conexión en las regiones del cerebro relacionadas a la cognición.	Conexiones significativas ínsula con corteza cingulada anterior, putamen con giro precentral, giro temporal superior y giro precentral, corteza cingulada posteromedial con giro fusiforme y corteza prefrontal medial	Neurológico
Bai L, et al.	2014	Estudio cuasi experimental con grupo sin aleatorizar	17 personas, 9 personas que sufrieron un ACV (accidente cerebro vascular) y 8 personas sanas. Media de edad 57,5 años	La acupuntura induce la reorganización de la red neuronal relacionada con la motricidad.	Zonas activadas por la acupuntura ínsula, tálamo, área motora suplementaria, corteza primaria motora, cerebelo y ganglios basales.	Neurológico
Chen J, et al.	2014	Estudio clínico pragmático	24 pacientes con accidente cerebrovascular isquémico. Media edad 56.10	La acupuntura ayuda a la regulación de la conectividad funcional entre las áreas sensoriomotoras de los hemisferios intra e inter, así como el cerebelo y cerebro.	Aumento de conectividad en área precumens, ganglio basal, área motora, área somatosensorial, giro frontal, putamen y cerebelo.	Neurológico
Chen X, et al.	2014	Estudio clínico pragmático	30 pacientes entre 40 y 70 años con diagnóstico de osteoartritis crónica de rodilla. Media edad 58	La acupuntura puede mejorar y modelar las vías de modulación del dolor descendente	Conectividad funcional, aumento en zonas gris periacueductal, estriado ventral, corteza anterior prefrontal media y pregenual cingulada anterior.	Neurológico
He X, et al.	2014	Estudio cuasi experimental con grupo sin aleatorizar	48 personas, 28 pacientes con parálisis y 20 personas sanas, de entre 19 a 70 años de edad.	La acupuntura regula la conectividad funcional de regiones asociadas a la red de modo por defecto.	Aumento de la conectividad funcional del giro postcentral, lóbulo parietal inferior, giro frontal inferior, giro angular, precuneus y corteza cingulada posterior.	Neurológico

Ling Z, et al.	2014	Estudio clínico pragmático	80 adultos entre 18 y 55 años con migrañas. Media edad 33.35	La acupuntura tuvo un potencial efecto en las zonas en el cerebro que regulan el dolor en la migraña	Aumento conectividad en las zonas: corteza cingulada anterior, hipocampo, ínsula, tálamo, giro frontal medio y medial, área motora suplementaria, giro temporal superior, medio e inferior, cuneos y giro lingual. Disminución conectividad en corteza cingulada posterior	Neurológico
Napadow V, et al.	2014	Estudio clínico pragmático	14 personas, adultos entre 18 y 60 años, con diagnóstico de dermatitis atópica. Media edad 25.4	La EA aminoro la sensación de picazón en los pacientes, la activación ínsula, el estrés. Hubo una disminución marcada del picor post tratamiento por reducción de la respuesta del putamen	Menor activación de la ínsula anterior derecha, claustrum, putamen, globus pallidus, caudado y núcleo accumbens.	Neurológico
Nina Theysohn, et al.	2014	Estudio cuasi experimental con grupo sin aleatorizar	14 personas de ambos sexos, con edad entre 18 y 65 años. Media edad 39	Las áreas del cerebro asociadas al dolor se modularon en respuesta directa al tratamiento acupuntural	Conectividad funcional aumentada en giro cingulado, ínsula, corteza somatosensorial primaria y áreas prefrontal	Neurológico
Zhang Y, et al.	2014	Estudio cuasi experimental con grupo sin aleatorizar	18 personas, 8 pacientes que sufrieron ACV y 10 personas sanas. Media edad 59.1	La acupuntura indujo mayor conectividad funcional en la corteza cingulada posterior y anterior; se interpreta como una mejora en la capacidad cognitiva y motora en personas con ACV	La conectividad funcional aumentó en la corteza cingulada posterior, giro temporal medio y superior izquierdo. Decreció en giro postcentral izquierdo	Neurológico
Zhiqun W, et al.	2014	Estudio cuasi experimental con grupo sin aleatorizar	28 personas, 14 sujetos con alzhéimer y 14 sanos con una media de 66.07 años.	La acupuntura mejora conectividad del hipocampo en personas que padecen la enfermedad	Conectividad funcional aumento corteza prefrontal medial-hipocampo, hipocampo derecho y giro temporal inferior. Giro temporal superior	Neurológico

Chen X, et al.	2015	Estudio clínica pragmática	30 pacientes entre 40 y 70 años con diagnóstico de osteoartritis crónica de rodilla. Media edad 58	La acupuntura mejora la conectividad de la vía descendentes de modulación del dolor	Conectividad funcional aumentó ínsula anterior izquierda, ínsula posterior izquierda putamen izquierdo, giro temporal superior y medio, parahipocampo izquierdo, cerebelo. En la red control ejecutivo no hubo cambios.	Neurológico
Egorova N, et al.	2015	Estudio pragmático clínico	30 mujeres con osteoartritis con media edad de 57,5	La acupuntura restaura el equilibrio en la conectividad de las regiones cerebrales claves para el dolor.	Aumento de la conectividad funcional del área gris periacueductal e hipocampo	Neurológico
Fang J, et al.	2015	Estudio cuasi experimental con grupo sin aleatorizar	60 pacientes adultos con dispepsia funcional. Media edad 48.38	La conectividad de los pacientes aumentó luego del tratamiento con acupuntura verdadera; la acupuntura probablemente normalice el eje cerebro-intestino asociado a la dispepsia funcional.	Aumento de la Conectividad funcional: hipocampo con hemisferio izquierdo relacionado, corteza prefrontal lateral, inferior, giro supramarginal, corteza cingulada anterior y posterior corteza prefrontal media. Ínsula anterior izquierda con corteza cingulada anterior, área motora suplementaria, giro supramarginal, giro temporal superior y medio. La ínsula derecha se correlacionó con corteza prefrontal medial, área suplementaria medial y giro temporal medio.	Neurológico
Wu H, et al.	2015	Estudio cuasi experimental con grupo sin aleatorizar	48 personas, 28 personas con parálisis de Bells y 20 personas sanas (grupo control). Edad desde 19 a 70 años.	Los resultados indican que la acupuntura podría contribuir a la recuperación de la parálisis de Bells derivado de la reorganización de la conectividad funcional dentro de la red motora somatosensorial	Aumento de la conectividad funcional en corteza cingulada anterior con giro temporal superior, corteza cingulada anterior con la ínsula, corteza cingulada anterior con giro temporal superior y la corteza cingulada anterior con el putamen	Neurológico

Zhengjie L, et al.	2015	Estudio clínico pragmático	80 personas que sufren dolor migraña en edades de 17 a 45 años. Media edad 21.29	La acupuntura produjo cambios significativos en la conectividad funcional entre área periacueductal y la corteza cingulada anterior y corteza prefrontal media, asociados a la disminución del dolor por migraña.	Aumento de conectividad en corteza cingulada media -corteza cingulada anterior, giro frontal superior izquierdo, área motora suplementaria derecha y premotora, giro medio derecho, putamen izquierdo, caudado, tálamo y Cerebelo izquierdo	Neurológico
Bao Ch, et al.	2016	Estudio clínico pragmático	52 personas con enfermedad de Crohn entre 18 y 50 años de edad y 36 sujetos sanos. Media edad 30.85	Los tratamientos con electro acupuntura y moxibustión fueron eficaces en la normalización de la disminución del acoplamiento cortical -subcortical del cerebro.	ReHo (homogeneidad regional) fueron mayores los valores en zona: corteza cingulada medial bilateral, hipocampo, tálamo, corteza precentral, lóbulo paracentral, corteza temporal superior, paladar y cerebelo, ínsula, corteza motora suplementaria, putamen corteza postcentral. Se Observó disminución ReHo en corteza cingulada anterior, corteza temporal inferior polo temporal, corteza occipital media corteza parietal superior izquierda, corteza angular, cuneus, corteza frontal media derecha y núcleo caudado.	Neurológico
Bian Y, et al.	2016	Estudio cuasi experimental con grupo sin aleatorizar	39 personas, 17 pacientes con parálisis de bell s y 22 pacientes sanos de control. Media edad 33.5	La acupuntura regula algunas funciones y conexiones anormales en pacientes con parálisis de Bell s, siendo coherente con la recuperación del paciente.	Regulación conectividad funcional giro frontal medio, área motora suplementaria, giro frontal superior, corteza primaria motora, área motora cingulada, área motora suplementaria	Neurológico
Chang j, et al.	2016	Estudio clínico pragmático	70 personas con insomnio con edades de 20 a 70 años. Media edad 52	La acupuntura mostró actividad eléctrica significativa en el ryodoraku, pero no se encontraron diferencias en el electroencefalograma antes y después del tratamiento	No se registraron cambios significativos en ondas delta, theta	Neurológico
De Mao D, et al.	2016	Estudio cuasi experimental con grupo sin aleatorizar	29 pacientes con primer trastorno de depresión sin medicación y 29 pacientes sanos. Media edad 26.76	La acupuntura tuvo efecto de intervención sobre la red de modo por defecto, ayudando a los pacientes con depresión.	Aumento de conectividad funcional: corteza prefrontal medial, giro angular, corteza cingulada anterior, hipocampo, parahipocampal	Neurológico

Wang X, et al.	2016	Estudio clínico pragmático	46 mujeres, con diagnóstico de depresión entre 30 y 60 años de edad. Media edad 44.5	La acupuntura ayudó al tratamiento de la depresión, modulando la conectividad funcional de la amígdala.	Conectividad Funcional aumento en la corteza cingulada anterior subgenual-amígdala izquierda -corteza anterior pregenual y la corteza cingulada anterior derecha, amígdala derecha	Neurológico
Zheng Y, et al.	2016	Estudio pragmático clínico	28 pacientes con hipertensión arterial entre 45 y 65 años de edad. Media de edad 56.5	La conectividad funcional estuvo aumentada en regiones del lóbulo frontal, cerebelo, e ínsula con respecto a regiones semilla.	Cambio de conectividad: frontal, límbico, cingulado, ínsula, tálamo.	Neurológico
Juel J, et al.	2017	Estudio clínico pragmático	15 personas con dolor crónico pancreas entre 44 y 70 años. Media 61,8	La estimulación con agujas no provocó cambio en las ondas cerebrales	No se encontraron	Neurológico
Maeda Y, et al.	2017	Estudios clínicos pragmático	79 personas de entre 20 y 65 años con síndrome del túnel carpiano. Media de edad, 48.5	La acupuntura mejoró los síntomas y fisiopatología por mecanismos locales y central correspondientes al SNC que involucra la neuroplasticidad	En córtex somatosensorial primarios, aumento de grosor y representación. Anisotropía de la materia blanca en zona cortical aumento y el nervio mediano mejora su latencia.	Neurológico
Yeo S, et al.	2018	Estudio cuasi experimental pre post sin grupo control	10 pacientes con Parkinson con una media de edad de 56,9	La acupuntura generó efectos en las funciones cerebrales de los pacientes con parkinson	Mayor respuesta tálamo, giro cingulado, cingulado anterior, parahipocampo, giro temporal, giro fusiforme, giro lingual y cerebelo.	Neurológico
Zhang J, et al.	2019	Estudio clínico pragmático	30 pacientes adultos con hipertensión. Edad 40- 65 años.	La acupuntura combinada activa áreas del cerebro cuyas funciones incluyen el procesamiento de emociones, cognición, sensación somática, orientación espacial y producción del lenguaje	Aumento de conectividad en lóbulo occipital izq, giro lingual, giro frontal inferior izq y lóbulo parietal inferior	Neurológico

Kang B, et al.	2022	Estudio clínico pragmático	31 personas promedio de edad 68,8, 10 hombres y 21 mujeres, con artroplastía en la rodilla que acuden por elevado dolor. Media edad 68.8	Las actividades funcionales de las regiones cerebrales relacionadas al dolor agudo disminuyeron con la aplicación de EA.	Baja frecuencia (ALFF) en precuneo bilateral comunes derecho, la circunvolución angular derecha, la circunvolución occipital media bilateral y la circunvolución temporal media izquierda	Neurológico
Lu L, et al.	2022	Estudio clínico pragmático	40 pacientes con trastorno de dolor de cabeza, entre 18 y 65 años. Media edad 36	La acupuntura tuvo efecto de intervención sobre la red de modo por defecto, ayudando a los pacientes con dolor de cabeza.	Aumento conectividad funcional en amígdala con el giro temporal izq y corteza cingulada media y giro temporal izq	Neurológico
Zhang J, et al.	2023	Estudio clínico pragmático	40 pacientes (mujeres y hombres) que sufrieron ACV, la edad varía entre 55 a 60 años. Media edad 57.87	Se comprobó que la acupuntura regula la función de la corteza cerebral y el desequilibrio excitatorio entre ambos hemisferios, disminuyendo el estado de inhibición del lado afectado. Mejora de la función motora luego del accidente cerebro vascular.	Aumento del potencial evocado motor, aumento de la hemoglobina en regiones motoras primarias.	Neurológico

Nota: En la Tabla 1 se puede encontrar una comparación de todos los estudios incluidos con respecto a las enfermedades tratadas, cantidad de sujetos, resultados obtenidos desde la aplicación de la acupuntura y los efectos alcanzados.

Del análisis de las investigaciones publicadas sobre patologías y tratamientos con acupuntura, se identificaron, como se mencionó anteriormente, un total de 43 artículos que cumplieron con los criterios de elegibilidad establecidos. De ellos, 13 estudios contenían evaluaciones complementarias mediante análisis de sangre, pruebas de fuerza, medición de cortisol salival, toma de presión arterial y niveles de saturación de oxígeno, evidenciando cambios de índole biológica.

Por otro lado, los 30 estudios restantes emplearon, como metodología principal la resonancia magnética funcional (fMRI), en las cuales se observaron

modificaciones en la conectividad y el funcionamiento de diversas estructuras del sistema nervioso central luego de la aplicación del tratamiento con acupuntura.

Se identificaron tres estudios que reportaron ausencia de efectos terapéuticos: una investigación sobre insomnio, una sobre dolor pancreático crónico y una sobre intervenciones en odontología.^{57,69,91} El resto de los estudios analizados presentó evidencia de algún tipo de efecto inducido por la acupuntura, ya sea mediante estudios complementarios o a través de cambios en la conectividad funcional, liberación de neurotransmisores, hormonas, linfocitos o reguladores de expresión genética (tabla 2)

Tabla 2
Resumen de los estudios incluidos según efectos observados de la acupuntura

Tipo de efecto	Con efecto	Sin efecto	Total
Efectos biológicos	12	1	13
Efectos neurológicos	28	2	30
Total	40	3	43

Nota. Esta tabla resume los estudios incluidos en la revisión sistemática, clasificados de acuerdo con la presencia o ausencia de efectos biológicos o neurológicos tras la aplicación de acupuntura.

Es posible observar en los rangos etarios, donde las investigaciones fueron hechas en adultos, un porcentaje mayor entre las medias de 30 a 65 años de edad, 4 de los estudios especificaron solo rangos etarios, ya que las características principalmente observadas y las medidas estipuladas de estos estudios fueron peso, talla, presión arterial.

El tamaño muestral de las investigaciones es en un 65 % de 30 sujetos o más; sólo 2 estudios, que reflejan un 4,6%, se realizaron con más de 100 sujetos y, del 30%, 13 estudios fueron realizados con menos de 30 personas. La media que corresponde al tamaño muestral fue de 41 personas. Con respecto al género, la mayoría se ha realizado sobre ambos sexos. (tabla 3)

Tabla 3:
Resumen características de las muestras

Media edad grupos estudio	Cantidad de investigaciones	Tamaño muestral	Cant investigaciones	Sexo indicado	Cantidad de grupos
< 30 años	5	<30	13	Solo mujeres	3
30 a 45 años	10	> o = 30	28	Mixto (mujeres y hombres)	39
45 a 65 años	19	>100	2	solo varones	1
65 a 80 años	5				
No especificado	4				

Nota: esta tabla resume las características de la población de los estudios analizado

La mayor cantidad de las investigaciones publicadas, con las características específicas que requiere la metodología de esta revisión, se realizó en los años 2014 y 2016 con 9 artículos. (gráfico 1)

Gráfico 1
Cantidad de artículos científicos publicados por cada año



Nota: eje Y cantidad de estudios publicados, eje X años de la publicación. Fuente: elaboración propia en base al análisis de los estudios incorporados en esta revisión sistemática.

Con el objetivo de evaluar la significancia estadística de los efectos reportados, se aplicó el test exacto binomial (prueba de una proporción). Se definió como hipótesis nula (H_0) que la acupuntura no tiene efecto, considerando un 50% de estudios positivos proporción: $p=0,5$, y como hipótesis alternativa (H_1), que la acupuntura produce efectos, con una proporción de estudios positivos superior al 50%. ($p>0,5$)

Los resultados fueron los siguientes: en el caso de los efectos biológicos, se reportaron 12 estudios positivos (la acupuntura generó un cambio biológico en el tratamiento de la patología) de un total de 13 (92,3%); mientras que, para los efectos neurológicos, se identificaron 28 estudios positivos (la acupuntura generó cambios de conectividad y activación en la regulación del sistema nervioso en la resolución de la patología) de un total de 30 (93,3%).

En ambos casos, los p-valores obtenidos fueron significativamente bajos y la proporción de estudios con resultados positivos es significativamente mayor al 50% esperado por azar, lo que permitió rechazar la hipótesis nula. (tabla 4)

Tabla 4:
Test exacto binomio

Tipo de efecto	Éxitos (estudios positivos)	Total, estudios	Proporción observada	p-valor
Biológicos	12	13	92.3%	0.0017
Neurológicos	28	30	93.3%	< 0.000001

Nota: en esta tabla se puede observar los valores de la proporción de los estudios analizados y el p-valor de cada uno para rechazar la hipótesis nula

En la tabla 5 se pueden observar las patologías tratadas, entre ellas metabólicas, cognitivas, osteoarticulares, musculares, neurológicas, algias (dolor): qué resultados se obtuvieron luego de la aplicación de la acupuntura y la agrupación de personas según la cantidad de estudios que dieron ese mismo resultado.

Dentro de la descripción de los resultados se puede observar la variedad de patologías tratadas. Esta heterogeneidad dificulta hallar una cantidad relevante de

estudios de una misma patología que cumplieran con una evaluación de resultados dada por algún estudio complementario. Gran parte de las investigaciones utiliza escalas de percepción y uno de los objetivos principales de esta revisión es la de cuantificar cambios biológicos y neurológicos en relación a la aplicación de la acupuntura.

Con respecto a los resultados extraídos de las investigaciones analizadas se pudo observar, en la tabla 6, qué tipo de efecto alcanza, el porcentaje y cantidad de efectos reportados.

Tabla 5:
Patologías tratadas en las investigaciones y efectividad en ellas

Patologías tratadas	Cantidad de estudios específicos	Efectividad en el estudio en los estudios reportados	N total de los estudios
Musculoesqueléticas	2	2	90
Hipertensión	4	1	168
Alergias	2	2	169
Sepsis	1	1	56
Fertilidad	1	1	66
Obstrucción pulmonar	1	1	91
Odontológicas	1	0	56
Depresión /ansiedad	3	3	133
Trastornos			
Gastrointestinales	3	3	194
Algias (dolor)	5	13	229
ACV	4	4	99
Cognición	2	2	107
Osteoartritis de			
rodilla	5	5	179
Parkinson	1	1	10
Fibromialgia	1	1	20
Insomnio	1	0	70
Alzheimer	1	1	28
Parálisis	3	3	135
Túnel carpiano	1	1	79
Craneotomía	1	1	40

Nota: esta tabla presenta la cantidad de estudios identificados por patología, el número de ellos que reportan efectividad y población total analizada.

Tabla 6:*Resultados alcanzados en las investigaciones con respecto efectos sobre salud*

Resultados alcanzados	Cantidad efectos reportados	Porcentaje
Disminución dolor	13	30,2
Disminución inflamación	4	9,3
Normalización presión arterial	1	2,3
Mejora inmunidad	3	7,0
Saturación oxígeno	2	4,7
Muscular/ motor	2	4,7
Mejora capacidad cognitiva	2	4,7
Activación área motoras	4	9,3
Conectividad funcional	12	27,9
Modulación red modo por		
Defecto	2	4,7
Activación celular	1	2,3
Ninguno	3	7,0

Nota: esta tabla muestra los efectos más frecuentes reportados en las investigaciones analizadas. La disminución del dolor y la mejora de la conectividad funcional son los resultados con mayor frecuencia. El porcentaje fue calculado sobre el total de estudios reportados.

Continuando con el análisis de los datos aportados por los estudios, se podría desglosar con qué tipo de análisis o pruebas se intentó comprobar la acción de la acupuntura sobre las patologías tratadas. En la mayoría de los estudios relacionados al sistema neurológico se implementó resonancias magnéticas funcionales, en las cuales, mediante ROI y semillas se buscó saber si se registraron cambios en las conexiones neuronales, zonas o funciones. Cuando el objetivo fue investigar procesos de curación a nivel metabólico las pruebas de sangre, buscando la estimulación y concentración de linfocitos, fue la más elegida. Los marcadores moleculares de activación celular se utilizaron en el estudio que intentó corroborar si la acupuntura servía en problemas de fertilidad en mujeres.⁵⁴ Para el análisis de procesos de curación, inflamación y ansiedad, las tomas se focalizaron en el cortisol y la adrenalina. Existen también mediciones de presión, fuerza muscular y saturación de oxígeno. Tabla 7

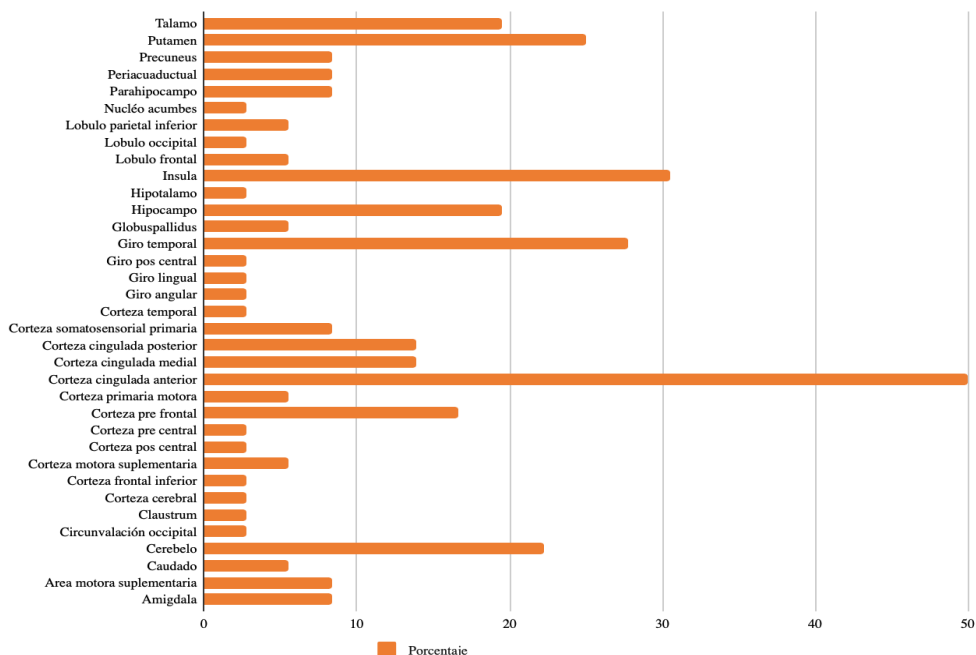
Tabla 7:
Sistemas analizados y marcadores utilizados para identificar el efecto

Sistemas analizados	Marcadores efectos biológicos	Estudios realizados
Neurotransmisores/hormonas	adrenalina, cortisol	2
Presión arterial	presión sistólica y diastólica	1
Saturación de oxígeno	saturación oxígeno	2
Marcadores moleculares	il, 1b, tnfr, p13k	5
Sistema inmunológico	linfocitos t, ige, eosinófilos, tcd3, cd4, cd8	2
Fuerza muscular	evaluación isocinecia fuerza	1
Neuronal	frmn conectividad funcional /electroencefalograma/	30

Nota: esta tabla recopila los sistemas analizados para evaluar los efectos de la acupuntura, los marcadores utilizados para analizar la efectividad en el tratamiento y la cantidad de estudios que reportados según el tipo sistema.

En un análisis más profundo de los datos obtenidos en los resultados de la investigaciones sobre el efecto de la acupuntura en el sistema nervioso (tabla 8), se desarrolló una tabla de frecuencia y proporción de la activación de las zonas del cerebro que se proyectaron en la resonancia magnética funcional, siendo las zonas del cerebro más destacadas por su funcionamiento la corteza cingulada anterior con un porcentaje de 50% de activación, seguido de la ínsula con un porcentaje de 31%, el giro temporal con un porcentaje de 28% de las activaciones del total de áreas modificadas con respecto a la conexión funcional luego del tratamiento con acupuntura. (gráfico 2)

Gráfico 2:
Porcentajes de activación de zonas del sistema nervioso en respuesta al tratamiento acupuntural



Nota: eje Y: zonas cerebrales activadas tras la acupuntura, eje X: porcentajes de activación. Fuente: elaboración propia a partir de los datos recopilados sobre estudios de neuroimagen funcional post-acupuntura.

Por otro lado, es posible visibilizar qué zonas se activaron según la función destacada en cada estudio. Se puede observar que en la patología donde se destacó reducción del dolor, las áreas activadas fueron corteza cíngulo anterior, hipocampo, tálamo, corteza prefrontal, giro temporal, ínsula, cerebelo y putamen.

En las patologías como ACV y parálisis de Bells los resultados obtenidos fueron funciones motoras activadas. Las áreas destacadas, giro temporal, ínsula, tálamo, corteza cingulada anterior y posterior, cerebelo, área motora suplementaria y corteza motora primaria.

En el análisis de las modificaciones en la Red de modo por defecto, se mostró activación y conectividad funcional; se registraron mejoras en el estado de la salud de los sujetos, en las siguientes áreas destacadas: amígdala, corteza prefrontal,

corteza cingulada anterior, medial y posterior, giro temporal, hipocampo, parahipocampo, lóbulo parietal inferior y precuneus.

La acupuntura mostró efectos multisistémicos, con una incidencia mayor específicamente en las zonas relacionados a la conectividad funcional y la modulación del dolor, dando una cantidad de 21 zonas activadas para la modulación del dolor, 14 zonas activadas para modulación de la red modo por defecto, 13 zonas en la modulación de la función motora y 25 zonas en la activación para el aumento y modulación de conectividad funcional.

Las zonas que más se activaron mediante los tratamientos y que se registraron en los diferentes tipos de modulación fueron, corteza cingulada anterior, giro temporal, hipocampo, parahipocampo, precuneus y putamen, destacando que varios de ellos coinciden con las áreas de mayor porcentaje activadas. Analizando un poco más las estructuras se podría decir que funcionan como nodos centrales en los efectos de la acupuntura facilitando la integración emocional, sensorial y motora. Al agrupar las áreas activadas por regiones anatómicas se pudo observar la activación del sistema límbico (amígdala, hipocampo, parahipocampo, ínsula, tálamo) vinculados al dolor y las emociones; corteza motora y somatosensorial (corteza precentral, postcentral, motora suplementaria) relacionada a la función motora y la red de modo por defecto (precuneus, corteza cingulada posterior, corteza prefrontal) compatible con estados de atención interna. El cerebelo por su parte reflejó activaciones en la modulación del dolor, función motora y la conectividad tras los tratamientos con acupuntura.

Por último, en las investigaciones donde el hallazgo fue la mejora de la conectividad funcional para resolver las patologías planteadas, las áreas más activas fueron: giro temporal, ínsula, corteza cingulada anterior, medial y posterior, ínsula, núcleo accumbens, lóbulo occipital, giro lingual, corteza temporal, corteza precentral y postcentral, corteza frontal inferior, claustrum, putamen, tálamo, amígdala, área motora suplementaria, corteza prefrontal, cerebelo.

Se estima que la variabilidad metodológica observada en los estudios, especialmente en los de tipo cuasiexperimental, donde no se aplicó aleatorización de los grupos, se debe a la intención de comparar las activaciones cerebrales y

los beneficios terapéuticos obtenidos por el grupo tratado con acupuntura, en relación con un patrón funcional adecuado de las áreas cerebrales.

En particular, la inclusión de un estudio con diseño pre-post en pacientes con enfermedad de Parkinson, además de cumplir con los criterios de elegibilidad, fue considerada relevante debido a que su objetivo fue demostrar, en los mismos pacientes, los cambios en la conectividad cerebral posteriores a la aplicación del tratamiento acupuntural.

Tabla 8
Análisis de frecuencia de activación

Zonas activadas conexión funcional después de la acupuntura	Cantidad de activaciones luego de acupuntura	Porcen taje (%)	Modulación dolor	Red modo defecto	Función motora	Conectividad funcional
Amígdala	3	8	x	x		x
Área motora suplementaria	3	8	x		x	x
Caudado	2	6	x			x
Cerebelo	8	22	x		x	x
Circunvalación occipital	1	3	x			
Clastrum	1	3				x
Corteza cerebral	1	3			x	
Corteza frontal inferior	1	3				x
Corteza motora suplementaria	2	6			x	x
Corteza pos central	1	3				x
Corteza precentral	1	3				x
Corteza prefrontal	6	17	x	x		x
Corteza primaria motora	2	6			x	
Corteza cingulada anterior	18	50	x	x	x	x
Corteza cingulada medial	5	14		x		x
Corteza cingulada posterior	5	14		x	x	

Corteza somatosensorial primaria	3	8	x			x
Corteza temporal	1	3				x
Giro angular	1	3				
Giro lingual	1	3				x
Giro postcentral	1	3		x		
Giro temporal	10	28	x	x	x	x
Globus Pallidus	2	6			x	x
Hipocampo	7	19	x	x		x
Hipotálamo	1	3	x			
Ínsula	11	31	x		x	x
Lóbulo frontal	2	6	x			x
Lóbulo occipital	1	3				x
Lóbulo parietal inferior	2	6		x		x
Núcleo accumbens	1	3				x
Parahipocampo	3	8	x	x	x	x
Periacueductal	3	8	x			x
Precuneus	3	8	x	x		x
Putamen	9	25	x		x	x
Tálamo	7	19	x		x	x

Nota: esta tabla presenta las zonas activadas después de la aplicación de acupuntura, así como las funciones neurológicas asociadas. Los porcentajes se calculan sobre el total de activaciones reportadas. Las “x” indican una relación entre la zona activada y la función correspondiente.

Discusión

Se investigaron las bases científicas sobre las respuestas biológicas y del sistema nervioso de la punción con agujas, con el objetivo de hallar efectos neurofisiológicos cuantificables en el organismo. Se encontró que la aplicación de la acupuntura podría favorecer la activación de la función celular y la modulación de zonas del sistema nervioso relacionados a la coordinación, el dolor y emociones. Con un p-valor 0,001 en el test binomial para los estudios orientados a cambios

biológicos y con un p-valor $<0,000001$ en estudios neurológicos, que indica que las investigaciones obtenidas son significativas para análisis de sus resultados.

Se pudo observar cómo la acupuntura fue utilizada en diferentes patologías teniendo confluencia algunos efectos como la disminución del dolor, la producción de factores celulares, la activación de zonas de la corteza cerebral relacionadas con mejora de conectividad funcional y con la modulación del dolor.

Dentro de los resultados alcanzados como efectos biológicos se distinguen aumento de linfocitos, activación del sistema inmunológico, descenso de niveles de adrenalina y cortisol y modificación de interleucinas, descenso del factor necrosis tumoral y la disminución de la inflamación, mejora de los procesos inmunitarios y la disminución del dolor.

Analizando los procesos que se describieron en el marco teórico, la introducción de una aguja con las técnicas de acupuntura sugiere señales intracelulares y en la matriz del fibroblasto.^{42,49} esto regularía componentes inmunitarios, hormonales e inflamatorios. Tanto en patologías más clásicas como una rinitis alergias, donde se produjo después del tratamiento, una reducción de los procesos inflamatorios y una mejora en los niveles de los linfocitos como señal de activación inmunológica,⁵³ como en patologías más complejas y severas como la sepsis⁵⁴ se evidenciaron regulación del sistema inmune y aumento de la producción de linfocitos y mastocitos.

Con respecto a la inflamación se ha observado la regulación y disminución de sustancias proinflamatorias, lo que predeciría el descenso del nivel del dolor.^{56,61}

Como ya se ha mencionado, existe un papel central en la relación entre la estimulación de los puntos de acupuntura y las respuestas biológicas que se desencadenan. Gracias a la gran cantidad de receptores que poseen, los mastocitos son altamente sensibles a distintos estímulos y capaces de generar múltiples respuestas. Su activación, tanto en condiciones normales como en procesos de reparación, favorece los ajustes necesarios para conservar la homeostasis interna.⁵⁰

El efecto al punzar con la aguja en la zona local genera una mecanotransducción con bloqueo de la señal nociceptiva.⁴⁶ Este proceso podría

explicar los resultados de algunos de los estudios en la resolución de patologías donde se estimuló la liberación de marcadores moleculares y sus cascadas de acción, dando así la relación entre los efectos de la acupuntura y sus resultados entendiendo que la matriz extracelular se ve estimulada y ésta, a su vez, realiza una cascada de reacciones mecánicas, químicas y eléctricas para mantener el equilibrio y funcionamiento del cuerpo humano.

Las reacciones biológicas de los tratamientos acupunturales podrían estar dadas por la estimulación que reciban las células donde se ingresa la aguja dando respuestas locales y sistémicas orientadas a tres pilares básicos, la disminución de la inflamación, la regulación y aumento de la inmunidad y la disminución el dolor percibido, regulando los procesos inflamatorios que se registran por una enfermedad o procesos traumáticos.

La aplicación de la acupuntura registró descenso del cortisol, aumento de la degranulación de mastocitos, liberando histamina y produciendo analgesia.^{30,31,32}

Esta información puede ser respaldada por los estudios analizados que mostraron que la aplicación de la acupuntura llevó a la disminución del dolor, cambios en la cantidad de cortisol y disminución de los factores celulares pro inflamatorios.^{46,47,49,52,53}

En función a la respuesta obtenida en los estudios sobre la acupuntura relacionada con la activación de zonas del sistema nervioso, es importante tener en cuenta que la estimulación mediante la aguja provoca en primer lugar, una despolarización localizada en el receptor, llevando este potencial a una propagación del impulso nervioso que llega a las astas posteriores de la médula espinal donde se seguirá procesando la información.^{46,47}

Las zonas de la corteza con relevancia en su activación, en referencia a la cantidad de los estudios realizados y los efectos positivos sobre la patología tratada en la investigación fueron: corteza cingulada anterior, ínsula, giro temporal, cerebelo, corteza prefrontal, hipocampo, putamen y tálamo.

Como se ha señalado previamente, la evidencia disponible sugiere que la acupuntura podría contribuir a la modulación descendente del dolor. La integración de las zonas de la corteza cerebral activadas por el tratamiento daría un resultado

más prometedor en la resolución de las situaciones de algias que atraviesan las personas con una patología.^{13,15, 16}

Diversos estudios han evaluado hallazgos mediante la resonancia magnética funcional, como la activación en regiones asociadas con el procesamiento sensoriomotor y cognitivo (corteza prefrontal dorsomedial) y la desactivación en regiones de la red de modo por defecto, cíngulo posterior y precuneus. Se demostró una mayor actividad de conectividad funcional en regiones corticales cognitivas y emocionales e interoceptivas (corteza prefrontal dorsomedial anterior). El procesamiento de la analgesia se centra en sensaciones de atención y se acentúa la conciencia corporal, lo que contribuiría a mejorar la modulación descendente de cualquier aferencia nociceptiva y de las redes centrales del dolor.^{27,29}

Estudios como el del Dr Mao (2016) o el Dr Lu I (2022) demuestran cómo se produjo la modulación de red de modo por defecto y la disminución del dolor en patologías como la depresión y trastorno de dolor de cabeza respectivamente. La acupuntura modularía la actividad cerebral límbica, paralímbica, neocortical y la red de modo por defecto.^{29,33,34} Las investigaciones analizadas han reportado que, en patologías como la depresión, el dolor crónico, la osteoartritis y la dispepsia se activan regiones cerebrales asociadas al movimiento, corteza visual y cambios en la amígdala.^{36,37,38} Especialmente, este tipo de patrón ha sido descrito en patologías como ACV o parálisis Bell s en las que las zonas activadas fueron principalmente áreas cerebelo, corteza motora suplementario, corteza primaria motora, área motora cerebral, giro temporal y tálamo.

Asimismo, y, ahondando en los resultados obtenidos se podrían evaluar las zonas del cerebro activadas y su correspondiente función.

Cuando se habla de modulación del dolor se encuentra que las zonas más activas y con aumento de la conectividad funcional son la corteza cingulada anterior, la corteza pre frontal, la ínsula y el hipotálamo.^{78,92} En los estudios donde la mejora se presentó en la conectividad motora las zonas más destacadas fueron la corteza cingulada anterior y posterior, giros temporal, la corteza motora suplementaria, la corteza primaria motora, el cerebelo y los ganglios basales, mientras que, respecto a la conectividad funcional y aumento de actividad y procesamiento de la

información en la corteza se encuentran las área de corteza la cingulada anterior, medial, cerebelo, corteza prefrontal, amígdala, ínsula, hipocampo, parahipocampo, tálamo, putamen, giro lingual, globus pallidus, lóbulo frontal y occipital.^{72,74,81,85,93}

Estas áreas, en su mayoría, intervienen en los procesos de regulación de la memoria, regulación emocional, acciones motoras y su planificación, procesamiento sensoriomotor, conciencia, modulación de dolor y toma de decisión.

Se destacó en la aplicación de acupuntura la aparición de modulación de la conectividad funcional en regiones del cerebro, equilibrio de la conectividad en zonas claves del cerebro para el dolor, intervención en la red de modo por defecto y reorganización conectividad funcional.

El efecto con mayor frecuencia reportado fue la modulación del dolor, desde los cambios en la modulación desde la corteza a los cambios locales por la liberación de factores celulares. Por otra parte, cabe destacar que, dentro de los resultados obtenidos en los reportes neurológicos, la modulación de zonas de la corteza cerebral en funcionamiento con procesos de información y las respuestas que brinda al sistema, va más allá de áreas de la percepción por la introducción de una aguja, sino que se genera una interconexión que dirigirá procesamientos del dolor y respuesta de funcionales.

En base a todo este análisis se podría vislumbrar que aun cuando las patologías fueron variadas, con respecto a sus causas (traumatológicas, metabólicas, neurológicas) o el tipo de resultado utilizado para el análisis estadístico, cambios biológicos o neurológicos, se reportaron algún tipo de modificación en el cuerpo humano a raíz de la atención de una enfermedad con acupuntura; estos datos que se extrajeron de estudios médicos complementarios, se fusionaron para constituir un factor no subjetivo de evaluación y ratificación de los avances del paciente en la patología estudiada.

Unas de las limitaciones de los estudios revisados es que solo incluyeron adultos de 30 a 65 años, lo que restringe la generalización y especialmente la comprobación en el ámbito pediátrico. Por otra parte, la heterogeneidad de las patologías estudiadas dificulta extraer conclusiones uniformes, aunque los mecanismos subyacentes parecen converger.

En síntesis, la evidencia disponible sugiere que la acupuntura no solo producirá efectos clínicos percibidos, sino también modificaciones biológicas y neurológicas objetivamente verificables, lo que la posicionaría como una intervención con bases fisiológicas comprobables y no únicamente como un efecto placebo o una práctica basada en la creencia subjetiva del paciente. Estos resultados refuerzan la necesidad de continuar investigando sus mecanismos y posibles aplicaciones clínicas.

Conclusiones

A partir de esta revisión se podría concluir que existiría un efecto real sobre el cuerpo humano al realizar acupuntura y que ambos, acción y efecto, estarían dados por reacciones biológicas locales o neurológicas en el procesamiento de la información y las respuestas, destacando que uno de los principales usos de la misma es atenuar y tratar el dolor en los pacientes.

Sin embargo, es necesario continuar investigando, en especial con estudios complementarios, para poder seguir descubriendo y entendiendo sus mecanismos de acción y respuesta de los tratamientos, como así también poder agrupar según patología y resultado, para que en el futuro se puedan estandarizar ciertos protocolos de acción según la enfermedad que cursa el paciente, dejando un orden y una protocolización de los tratamientos bajo evidencia científica.

La variabilidad de los objetivos y las patologías estudiadas en cada investigación generan que los resultados no sean uniformes y concluyente en un tratamiento y una enfermedad específicos, y, como ya se ha destacado la población, en todos los estudios, fue integrada por adultos, por lo que es imposible trasladar o inferir algún efecto pediátrico. En cuanto a la metodología de esta revisión, la

inclusión de estudios cuasi experimentales fue ineludible, varias investigaciones que utilizaban grupos controles no fueron aleatorizados, pero debido a la precisión que estos mostraban en los cambios neurológicos en la conectividad funcional fueron un aporte valioso de datos a esta revisión. La existencia de una vasta cantidad de artículos sin estudios complementarios, el uso habitual de animales para realizar las pruebas y la utilización de personas sanas para explorar efectos de la acupuntura en el cuerpo hicieron que el número de artículos para analizar fuera más reducido. En cuanto a la presente investigación, la principal dificultad fue la heterogeneidad en los artículos hallados, limitando la producción de un metaanálisis y afirmaciones orientadas a tratamientos específicos y protocolización del mismo como guía de prácticas.

Conflictos de Interés

El autor no tiene intereses personales, financieros ni institucionales que pudieran influir en la investigación. Se deja constancia de que el trabajo fue realizado de manera independiente, objetiva y sin presiones externas.

Agradecimientos

A las personas que ayudaron en la obtención de archivos, el aporte en el diseño virtual y material para realizar esta investigación Lamari Patricia, Lamari Daniela, Sandez Claudio, Razzeto Candelaria, Farías Clara, Gago Galvagno Lucas, Romero Lorena.

Referencias Bibliográficas

1. Haake, M., Müller, H. H., Schade-Brittinger, C., Basler, H. D., Schäfer, H., Maier, C., Endres, H., & Trampisch, H. J. (2007). German acupuncture trials (GERAC) for chronic low back pain: Randomized, multicenter, blinded, parallel-group trial with 3 groups. **Archives of Internal Medicine**, 167(17), 1892–1898. <https://doi.org/10.1001/archinte.167.17.1892>
2. Bunge, M. (2012). Filosofía para médicos. Editorial Gedisa.
3. Fundación Favaloro. (s.f.). **Curso de acupuntura para el dolor en kinesiología**. https://www.favaloro.edu.ar/informacion/kinACUP_curso-de-acupuntura-para-el-dolor-en-kinesiologia/
4. Universidad Nacional del Rosario, Facultad de Ciencias Médicas. (s.f.). **Curso superior universitario de acupuntura 2025**. <https://fcm.unr.edu.ar/curso-superior-universitario-de-acupuntura-2025/>
5. Asociación Argentina de Kinesiología. (s.f.). **Capacitación**. <https://www.aak.org.ar/capacitacion>
6. Colegio de Kinesiólogos de la Provincia de Buenos Aires. (s.f.). **Cursos**. <https://www.cokiba.org.ar/cursos>
7. Escuela de Acupuntura Buenos Aires. (s.f.). **Inscripción – Medicina China Buenos Aires**. <https://www.escueladeacupuntura.com.ar/inscripción-medicina-china-buenos-aires>
8. Sussmann, D. (s. f.). Acupuntura: Teoría y práctica: La antigua terapéutica china al alcance del medio práctico (8ª ed.). Editorial Kier
9. Lewit, K. (1979). The needle effect in the relief of myofascial pain. In Pain (pp. 83–90). Elsevier/North-Holland Biomedical Press
10. Cobos Romana, R. (2013). Acupuntura, electroacupuntura, moxibustión y técnicas relacionadas en el tratamiento del dolor. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 20(5), 263–271. <https://doi.org/10.4321/S1134-80462013000500004>
11. Díaz-Chiguer, D., Rodríguez-Hernández, A., Buendía-Padilla, M., Reynoso-Ducoing, O., Fernández-Retana, J., & Ambrosio, J. (2015). Mecanotransducción: Cómo la célula percibe los estímulos. *Revista Tamé*, 4(11), 396-401. https://www.uan.edu.mx/d/a/publicaciones/revista_tame/numero_11/Tam1511-07r.pdf
12. Wang, N., Tytell, J., & Ingber, D. E. (2009). Mechanotransduction at a distance: Mechanically coupling the extracellular matrix with the nucleus. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 10(1), 75–82. <https://doi.org/10.1038/nrm2594>
13. Jaime, W., & Zegarra Pi, H. (2007). Bases fisiopatológicas del dolor. *Acta Médica Peruana*, 24(2), 35–38.
14. Wen, S., Muñoz, J., Mancilla, M., Bornhardt, T., Riveros, R., & Iturriaga, G. (2020). Mecanismos de modulación central del dolor: Revisión de la literatura. *International Journal of Morphology*, 38(6), 1803–1809. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022020000601803>
15. Romera, E., Perena, M. J., Pereña, M. F., & Rodrigo, M. D. (2000). Neurofisiología del dolor. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 7(Supl. II), 11–17.
16. Kroll, H. R. (2015). Exercise therapy for chronic pain. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 26(2), 263–281. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2014.12.003>
17. Rice, D., Nijs, J., Kosek, E., Wideman, T., Hasenbring, M. I., Koltyn, K., et al. (2019). Exercise-induced hypoalgesia in pain-free and chronic pain populations: State of the art and future directions. *The Journal of Pain*, 20(11), 1249–1266. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2019.03.005>
18. Peyron, R., Faillenot, I., Mertens, P., Laurent, B., & Garcia-Larrea, L. (2006). Motor cortex stimulation in neuropathic pain: Correlations between analgesic effect and hemodynamic changes in the brain: A PET study. *NeuroImage*, 31(2), 985–993. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.12.039>
19. Organización Mundial de la Salud. (2002). Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2002–2005. Organización Mundial de la Salud. Recuperado de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67314/WHO_EDM_TRM_2002.1_spa.pdf
20. Freidin, B., & Abrutzky, R. (2011). Acupuncture in a hospital setting in Argentina: Users' experiences and perspectives. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, 15(37), 505–518. Recuperado

- de https://www.researchgate.net/publication/262462450_Acupuncture_in_a_hospital_setting_in_Argentina_Users'_experiences_and_perspectives
21. Jiang, H., Zhang, X., Lu, J., Meng, H., Sun, Y., Yang, X., et al. (2018). Antidepressant-like effects of acupuncture: Insights from DNA methylation and histone modifications of brain-derived neurotrophic factor. *Frontiers in Psychiatry*, 9, 102. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00102>
 22. Young, T., Young, E., Ryu, Y., Won, G., Byeol, E., Chang, S., et al. (2017). Effect of acupuncture on lipopolysaccharide-induced anxiety-like behavioral changes: Involvement of serotonin system in dorsal raphe nucleus. *BioMed Central*, 17, 528. <https://doi.org/10.1186/s12906-017-2039-y>
 23. Organización Mundial de la Salud. (2014). Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014–2023. Organización Mundial de la Salud. ISBN: 978-92-4-350609-8. Recuperado de <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241506096>
 24. Congreso de la Nación Argentina. (2018). Proyecto de Ley Senado y Cámara de Diputados. Título y disposiciones generales. Expediente 4780-D-2018. Recuperado de <https://www.hcdn.gob.ar/comisiones/permanentes/casyspublica/proyecto.html?exp=4780-D-2018>
 25. Argimon Pallas, J., & Jiménez Villa, J. (2019). Métodos de investigación clínica y epidemiológica (5ª ed.). Elsevier España.
 26. PRISMA. (s.f.). **PRISMA Statement**. <https://www.prismastatement.org>
 27. Napadow, V., Dhond, R., Kim, J., LaCount, L., Vangel, M., Harris, R., et al. (2009). Brain encoding of acupuncture sensation—Coupling on-line rating with fMRI. *NeuroImage*, 47(3), 1055–1065. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.04.027>
 28. Feng, J., Xia, G., Yan, Y. S., Xia, N. G., Ting, Y., Wei, G., et al. (2024). Acupuncture vs sham acupuncture for chronic sciatica from herniated disc: A randomized controlled trial. *Frontiers in Neurology*, 15, 1023. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1023>
 29. Napadow, V., Kettner, N., Liu, J., Kwong, K., Vangel, M., Makris, N., et al. (2007). Hypothalamus and amygdala response to acupuncture stimuli in Carpal Tunnel Syndrome. *Pain*, 130(3), 254–266. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2007.01.021>
 30. Akimoto, T., Nakahori, C., Aizawa, K., Kimura, F., Fukubayashi, T., Kono, I. (2003). Acupuncture and responses of immunologic and endocrine markers during competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(5), 694–699. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000057018.23469.E7>
 31. Yin, N., Yang, H., Yao, W., Xia, Y., & Ding, G. (2018). Mast cells and nerve signal conduction in acupuncture. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018, 7852898. <https://doi.org/10.1155/2018/7852898>
 32. Yu, X., Ding, G., Huang, H., Lin, J., & Yao, W. (2009). Role of collagen fibers in acupuncture analgesia therapy on rats. *Connective Tissue Research*, 50(2), 110–120. <https://doi.org/10.1080/03008200802435484>
 33. Qiu, W. Q., Claunch, J., Kong, J., Nixon, E., Fang, J., Li, M., Vangel, M., & Hui, K. S. (2010). The effects of acupuncture on the brain networks for emotion and cognition: An observation of gender differences. *Brain Research*, 1362, 56–67. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.09.009>
 34. von Deneen, K. M., Qin, W., Liu, P., Dong, M., Chen, P., Xie, H., Zhang, Y., Gold, M. S., Liu, Y., & Tian, J. (2015). Connectivity study of the neuromechanism of acute acupuncture needling during fMRI in “overweight” subjects. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, Article ID 384389. <https://doi.org/10.1155/2015/384389>
 35. You, Y., Bai, L., Dai, R., Cheng, H., Liu, Z., Wei, W., & Tian, J. (2013). Altered hub configurations within default mode network following acupuncture at ST36: A multimodal investigation combining fMRI and MEG. *PLOS ONE*, 8(5), e64552. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064552>
 36. Zhu, H., Nan, S., Suo, C., Zhang, Q., Hu, M., Chen, R., Wan, J., Li, M., Chen, J., & Ding, M. (2019). Electro-acupuncture affects the activity of the hypothalamic-pituitary-ovary axis in female rats. *Frontiers in Physiology*, 10, Article 466. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00466>
 37. Qin, W., Tian, J., Bai, L., Pan, X., Yang, L., Chen, P., Dai, J., Ai, L., Zhao, B., Gong, Q., Wang, W., von Deneen, K., & Liu, Y. (2008). fMRI connectivity analysis of acupuncture effects on an amygdala-associated brain network. *Molecular Pain*, 4, 55. <https://doi.org/10.1186/1744-8069-4-55>
 38. Zhu, B., Wang, Y., Zhang, G., Ouyang, H., Zhang, J., Zheng, Y., Zhang, S., Wu, C., Qu, S., Chen, J., Huang, Y., & Tang, C. (2015). Acupuncture at KI3 in healthy volunteers induces specific

- cortical functional activity: An fMRI study. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15, 361. <https://doi.org/10.1186/s12906-015-0881-3>
39. Fang, J., Wang, X., Liu, H., Wang, Y., Zhou, K., Hong, Y., Liu, J., Wang, L., Xue, C., Song, M., Liu, B., & Zhu, B. (2012). The limbic-prefrontal network modulated by electroacupuncture at CV4 and CV12. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, Article ID 515893. <https://doi.org/10.1155/2012/515893>
 40. Hui, K. K. S., Marina, O., Claunch, J. D., Nixon, E. E., Fang, J., Liu, J., Li, M., Napadow, V., Vangel, M., Makris, N., & Chan, S.-T. (2009). Acupuncture mobilizes the brain's default mode and its anti-correlated network in healthy subjects. *Brain Research*, 1287, 84–103. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.06.061>
 41. Maurer, N., Nissel, H., Egerbacher, M., Gornik, E., Schuller, P., & Traxler, H. (2019). Anatomical evidence of acupuncture meridians in the human extracellular matrix: Results from a macroscopic and microscopic interdisciplinary multicentre study on human corpses. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2019, Article ID 6976892. <https://doi.org/10.1155/2019/6976892>
 42. Julias, M., Edgar, L., Buettner, H., & Shreiber, D. (2008). An in vitro assay of collagen fiber alignment by acupuncture needle rotation. *BioMedical Engineering OnLine*, 7, 19. <https://doi.org/10.1186/1475-925X-7-19>
 43. Goldman, N., Chandler, D., Langevin, H., & Nedergaard, M. (2013). Purine receptor-mediated actin cytoskeleton remodeling of human fibroblasts. *Cell Calcium*, 53(4), 256–264. <https://doi.org/10.1016/j.ceca.2013.01.004>
 44. Giebel, J. (2008). Mecanotransducción y transducción de señales a través del tejido conjuntivo: Mecanismos que explicarían el efecto terapéutico de la acupuntura. *Revista Internacional de Acupuntura*, 2(1), 23–28. [https://doi.org/10.1016/S1887-8369\(08\)70045-9](https://doi.org/10.1016/S1887-8369(08)70045-9)
 45. Cai, R., Shen, G., Wang, H., & Guan, Y. (2017). Brain functional connectivity network studies of acupuncture: A systematic review on resting-state fMRI. *Journal of Integrative Medicine*, 15(12), 841–849. [https://doi.org/10.1016/S2095-4964\(17\)60362-1](https://doi.org/10.1016/S2095-4964(17)60362-1)
 46. Yuan, Q., Wang, P., Liu, L., Sun, F., Cai, Y., Wu, W., et al. (2016). Acupuncture for musculoskeletal pain: A meta-analysis and meta-regression of sham-controlled randomized clinical trials. *Scientific Reports*, 6, Article 30675. <https://doi.org/10.1038/srep30675>
 47. Bai, L., Jie, T., Chongguang, Z., Ting, X., Youbo, Y., Zhenyu, L., & others. (2010). Acupuncture modulates temporal neural responses in wide brain networks: Evidence from fMRI study. *Molecular Pain*, 6(1), 73. <https://doi.org/10.1186/1744-8069-6-73>
 48. Gubitosi Moya, E. (2005). Bases científicas de la analgesia acupuntural. *Revista Médica del Uruguay*, 21(4), 282–290.
 49. Langevin, H. M., Churchill, D. L., & Cipolla, M. J. (2001). Mechanical signaling through connective tissue: A mechanism for the therapeutic effect of acupuncture. *FASEB Journal*, 15(12), 2275–2282. <https://doi.org/10.1096/fj.01-0015hyp>
 50. Li, Y., Yu, Y., Liu, Y., Yao, W. (2022). Mast cells and acupuncture analgesia. *Cells*, 11(5), 860. <https://doi.org/10.3390/cells11050860>
 51. Arriaga-Pizano, L., Gómez-Jiménez, D. C., Flores-Mejía, L. A., Pérez-Cervera, Y., Solórzano-Mata, C. J., López-Macías, C., & Torres-Rosas, R. (2020). Low back pain in athletes can be controlled with acupuncture by a catecholaminergic pathway: Clinical trial. *Acupuncture in Medicine*, 38(6), 388–395. <https://doi.org/10.1177/0964528420912251>
 52. Vilaval, T., Sasinan, W., Mayuree, C. H., Chananum, P., & Sonchai, S. (2019). Effect of acupuncture on blood pressure control in hypertensive patients. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 39(5), 735–741. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>
 53. Yang, G., Hu, R., Deng, A., Huang, Y., Li, J. (2016). Effect of electro-acupuncture at Zusanli (ST36) and Guanyuan (CV4) for sepsis patients and its mechanism through immune regulation. *Medicine*, 95, Article 2462. <https://doi.org/10.1007/s11655-016-2462-9>
 54. Wu, H.-C., Zhang, J.-W., Sun, Z.-G., Xiang, S., Qiao, Y., & Lian, F. (2019). Effects of electroacupuncture on expression of PI3K/Akt/Foxo3a in granulosa cells from women with Shen (kidney) deficiency syndrome undergoing in vitro fertilization–embryo transfer. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, 25(3), 252–258. <https://doi.org/10.1007/s11655-018-2924-0>

55. . Yang, S.-B., Cho, S.-Y., et al. (2020). Acupuncture attenuates postoperative inflammation in patients after craniotomy: A prospective, open-label controlled trial. *Medicine*, 99(13), e19071. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000019071>
56. Y., Xiong, C., Zeng, Y., Wei, H., Zhuang, G., Zhao, L., Qin, L., & Fu, J. (2019). Acupuncture treatment of lung-spleen Qi deficiency in stable chronic obstructive pulmonary disease: A randomized, open-label, controlled trial. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 39(6), 885–891. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>
57. Almeida, B., Vera, L., Zotelli, R., & Wada, M. (2019). Comparative analgesia between acupuncture and dipyrone in odontalgia. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 12(4), 217–222. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>
58. Perea-Milla, E., Olmos, I., et al. (2022). Electroacupuncture and acupuncture in the treatment of anxiety: A double-blinded randomized parallel clinical trial. [Journal details completos y DOI disponibles en PMC]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc>
59. Meng, J.-B., Jiao, X.-Y., et al. (2018). Electro-acupuncture attenuates inflammatory responses and intraabdominal pressure in septic patients: A randomized controlled trial. *Medicine*, 97(17), e10555. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000010555>
60. Guang-Xia, J., Jian-Feng, T., Tian-Qi, L., Li-Qiong, L., Lu-Lu, Y., Yong, C. (2020). Effect of electroacupuncture and manual acupuncture on markers of inflammation in knee osteoarthritis. *Journal of Pain Research*, 13, 2171–2179. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32904642>
61. Jia, H., Chen, Y., Wang, Y., Jia, L., Tian, Y., & Jiang, H. (2023). The neuroprotective effect of electro-acupuncture on cognitive recovery for patients with mild traumatic brain injury: A randomized controlled clinical trial. *Medicine*, 102(6), e32885. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000032885>
62. Haser, C., Stöggel, T., Kriner, M., Mikoleit, J., Wolfahrt, B., Scherr, J., Halle, M., & Pfab, F. (2017). Effect of dry needling on thigh muscle strength and hip flexion in elite soccer players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(2), 378–383. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001111>
63. Theysohn, N., Kyung, C. H., Gizewski, E., Wen, M., Ramp, T., Gasser, T., Dobos, G., Frosting, M., & Musial, F. (2015). Acupuncture-related modulation of pain-associated brain networks during electrical pain stimulation: A functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 21(6), 346–352. <https://doi.org/10.1089/acm.2014.0105>
64. Zhang, J., Huang, W., Chen, Z., Jiang, H., Su, M., & Wang, C. (2023). Effect of auricular acupuncture on neuroplasticity of stroke patients with motor dysfunction: A fNIRS study. *Neuroscience Letters*, 812, Article 137398. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2023.137398>
65. Napadow, V., Li, A., Loggia, M. L., Kim, J., Schalock, P. C., Lerner, E., Tran, T.-N., Ring, J., Rosen, B. R., Kaptchuk, T. J., & Pfab, F. (2014). The brain circuitry mediating antipruritic effects of acupuncture. *Cerebral Cortex*, 24(4), 873–882. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs363>
66. Kang, B., Zhao, C., Ma, J., Wang, H., Gu, X., Xu, H., Zhong, S., Gao, C., Xu, X., X., A., X., Xie, J., Du, M., Shen, J., & Xiao, L. (2023). Electroacupuncture alleviates pain after total knee arthroplasty through regulating neuroplasticity: A resting-state functional magnetic resonance imaging study. *Brain and Behavior*, 13(3), e2913. <https://doi.org/10.1002/brb3.2913>
67. Maeda, Y., Kim, H., Kettner, N., Kim, J., Cina, S., Malatesta, C., Gerber, J., McManus, C., Ong-Sutherland, R., Mezzacappa, P., Libby, A., Mawla, I., Morse, L. R., Kaptchuk, T. J., Audette, J., & Napadow, V. (2017). Rewiring the primary somatosensory cortex in carpal tunnel syndrome with acupuncture. *Brain*, 140(4), 914–927. <https://doi.org/10.1093/brain/awx015>
68. Bao, C., Liu, P., Liu, H., Jin, X., Calhoun, V. D., Wu, L., ... Wu, H. (2016). Different brain responses to electro-acupuncture and moxibustion treatment in patients with Crohn's disease. *Scientific Reports*, 6, Article 36636. <https://doi.org/10.1038/srep36636>
69. Chang, J.-S., Lin, W.-Y., & Liu, H.-P. (2016). Acupuncture at SP6 point in lower extremities improved patients' insomnia, which was also shown through Ryodoraku electrical measurements. *Acupuncture & Electro-Therapeutics Research*, 41(2), 79–93. <https://doi.org/10.3727/036012916X14666839504550>
70. Wang, X., Wang, Z., Liu, J., Chen, J., Liu, X., Guangning, N., Seok, B. J., Liang, Y., Park, J., Huang, R., Liu, M., Liu, B., Nie, G., & Kong, J. (2016). Repeated acupuncture treatments modulate amygdala resting state functional connectivity of depressive patients. *NeuroImage: Clinical*, 12, 746–752. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2016.07.011>

71. Zhang, Y., Liang, J., Qin, W., Liu, P., von Deneen, K. M., Yu, C., & Tian, J. (2014). Acupuncture modulates the functional connectivity of the default mode network in stroke patients. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2014/769064>
72. Chen, X., Han, Z., Wang, Y., & Zhu, Y. (2014). Acupuncture modulates cortical thickness and functional connectivity in knee osteoarthritis patients. *Scientific Reports*, 4, 6482. <https://doi.org/10.1038/srep06482>
73. Chen, X., Spaeth, R. B., Freeman, S. G., Scarborough, D. M., Hashmi, J. A., Wey, H. Y., Egoro, N., Vangel, M., Mao, J., Wasan, A., Edwards, R., Gollub, R., & Kong, J. (2015). The modulation effect of longitudinal acupuncture on resting state functional connectivity in knee osteoarthritis patients. *Molecular Pain*, 11, 67. <https://doi.org/10.1186/s12990-015-0067-2>
74. Chen, X., Spaeth, R. B., Retzepi, K., Ott, D., & Kong, J. (2014). Acupuncture modulates cortical thickness and functional connectivity in knee osteoarthritis patients. *Scientific Reports*, 4, 6482. <https://doi.org/10.1038/srep06482>
75. He, X., Zhu, W., Li, Q., Wu, B., Wang, J., Chen, Y., Park, K., Mohamed, A., Wang, L., Yang, J., Qiu, B., & Zhang, J. (2014). Acupuncture-induced changes in functional connectivity of the primary somatosensory cortex varied with pathological stages of Bell's palsy. *NeuroImage: Clinical*, 6, 399–406. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2014.09.009>
76. Zhiqun, W., Hui, L., Peipeng, L., Zhao, Z., Han, Y., Song, H., Xu, J., Kuncheng, L., Jing, W. (2014). Acupuncture modulates resting state hippocampal functional connectivity in Alzheimer's disease. *PLoS ONE*, 9(3), e91160. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091160>
77. Fang, J., Wang, D., Zhao, Q., Hong, Y., Jin, Z., Liu, J., Zhou, K., Jing, X., Yu, X., Pan, R., Chang, A., Liu, H., & Zhu, B. (2015). Brain–gut axis modulation of acupuncture in functional dyspepsia: A preliminary resting-state fMRI study. *NeuroImage: Clinical*, 8, 258–264. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2015.04.016>
78. Chen, S., Bai, L., Xu, M., Wang, F., Yin, L., Peng, X., Chen, X., & Shi, X. (2013). Multivariate Granger causality analysis of acupuncture effects in mild cognitive impairment patients: An fMRI study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 377. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00377>
79. Egorova, N., Gollub, R. L., & Kong, J. (2015). Repeated verum but not placebo acupuncture normalizes connectivity in brain regions dysregulated in chronic pain. *NeuroImage: Clinical*, 9, 430–435. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2015.09.012>
80. Egorova, N., Gollub, R. L., Kong, J., & Dougherty, D. D. (2015). Repeated verum but not placebo acupuncture normalizes connectivity in brain regions dysregulated in chronic pain. *NeuroImage: Clinical*, 9, 430–435. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2015.09.012>
81. Chen, H., Dai, J., Zhang, X., Wang, K., Huang, S., Cao, Q., Wanh, H., Liang, Y., Shi, Y., Li, M., Ha, T., Ai, L., Li, S., Ma, J., Wei, W., You, Y., Liu, Z., Tian, J., & Bai, L. (2013). Hypothalamus-related resting brain network underlying short-term acupuncture treatment in primary hypertension. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2013/808971>
82. Zheng, Y., Zhang, J., Wang, Y., Wang, Y., Zhang, W., Qu, S., Tang, C., & Huang, Y. (2016). Acupuncture decreases blood pressure related to hypothalamus functional connectivity with frontal lobe, cerebellum and insula: A study of instantaneous and short-term acupuncture treatment in essential hypertension. *Journal of the American Society of Hypertension*, 10(9), 741–749. <https://doi.org/10.1016/j.jash.2016.06.020>
83. Chen, J., Wang, Z., Huang, Y., Lai, X., Tang, C. H., Yang, J., Wu, J., Zeng, T., & Qu, S. (2014). Modulatory effect of acupuncture at Waiguan (TE5) on the functional connectivity of the central nervous system of patients with ischemic stroke in the left basal ganglia. *Neural Plasticity*, 2014, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2014/495327>
84. Bian, Y., He, J., Zhang, H., Ma, J., Sheng, H., Xu, C., Li, C. H., Kan, H., Xue, Q., Yang, J., & Qiu, B. (2016). Functional connectivity modulation by acupuncture in patients with Bell's palsy. *Neural Plasticity*, 2016, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2016/5928758>
85. Yeo, S., Noort, V., Bosch, L., & Lim, S. (2018). Acupuncture on Parkinson's disease: A study of the effects of 8-week acupuncture treatment on patients with Parkinson's disease. *Complementary Therapies in Medicine*, 41, 261–268. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.09.011>
86. Bai, L., Tao, J., Wang, D., Wang, J., Sun, C. H., Hao, N., Chen, S., & Lao, L. (2014). Acupuncture induces time-dependent remodelling of brain networks in stroke patients: A combined diffusion

- tensor and functional MRI study. *NeuroImage: Clinical*, 6, 478–485. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2014.10.005>
87. Z., Liu, M., Lan, L., Zeng, F., Makris, N., Liang, Y., Guoi, T., Wu, F., Gao, Y., Dong, M., Yang, J., Li, Y., Gong, Q., & Liang, F., Kong, J. (2015). Altered periaqueductal gray resting state functional connectivity in migraine and the modulation effect of treatment. *Human Brain Mapping*, 36(9), 3975–3987. <https://doi.org/10.1002/hbm.22893>
 88. Deng, D., Liao, H., Duan, G., Liu, H., Liu, Y., He, Q., Liu, H., Tang, L., Pang, Y., & Tao, J. (2016). Modulation of the default mode network in first-episode, drug-naïve major depressive disorder via acupuncture at Baihui (GV20) acupoint. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 230. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00230>
 89. Zhao, L., Liu, J., Zhang, X., Dong, X., Peng, Y., Qin, W., Li, Y., Yuan, K., Deneen, K., Gong, Q., Tang, Z., & Liang, F. (2014). Effects of long-term acupuncture treatment on resting-state brain activity in migraine patients: A randomized controlled trial on active acupoints and inactive acupoints. *PLoS ONE*, 9(6), e99538. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099538>
 90. Liu, L., Lyu, T., Yang, F., Wang, L., Chen, Y., Hong, J., Chen, Q., Zhu, Y., Tan, Z., Liu, D., Chen, Z., & Kong, Y. (2022). Changes in brain connectivity linked to multisensory processing of pain modulation in migraine with acupuncture treatment. *Frontiers in Neuroscience*, 16, 851276. <https://doi.org/10.3389/fnins.2022.851276>
 91. Juel, J., Liguori, S., Liguori, A., Poulsen, J. L., Valeriani, M., Graversen, C., Olesen, S. S., & Drewes, A. M. (2017). Acupuncture for pain in chronic pancreatitis: A single-blinded randomized crossover trial. *Pancreas*, 46(2), 170–176. <https://doi.org/10.1097/MPA.0000000000000749>
 92. Harris, R. E., Zubieta, J.-K., Scott, D. J., Napadow, V., Gracely, R. H., & Clauw, D. J. (2009). Traditional Chinese acupuncture and placebo (sham) acupuncture are differentiated by their effects on μ -opioid receptors (MORs). *NeuroImage*, 47(3), 1077–1085. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.05.083>
 93. Wu, H., Kan, H., Li, C., Xu, C., Q., Yang, J., Park, K., Zhu, A., Xu, C., Wu, Y., Zhang, W., & Yang, J., Qiu, B. (2015). Effect of acupuncture on functional connectivity of anterior cingulate cortex for Bell's palsy patients with different clinical duration. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, Article 646872. <https://doi.org/10.1155/2015/646872>
 94. Zhang, J., Jin, Z., Cai, Y., Wang, Y., Wang, Z., Zheng, Y., Zhang, Z., Yao, Z., Chen, G., Tang, C., & Huang, Y. (2009). Different brain activation after acupuncture at combined acupoints and single acupoint in hypertension patients: An Rs fMRI study based on ReHo analysis. *Brain Research*, 1279, 103–113. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.04.04>
 95. Bao, C., Liu, P., Liu, H., Jin, X., Calhoun, V., Wu, L., Shi, Y., Zhang, J., Zeng, X., Ma, L., Qin, W., Zhang, J., Liu, X., Tian, J., & Wu, H. (2019). Different brain activation after acupuncture at combined acupoints and single acupoints in hypertension patients: An Rs-fMRI study based on ReHo analysis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2019, Article 5262896. <https://doi.org/10.1155/2019/5262896>