

Rev Soc Esp Dolor
2012; 19(6): 325-331

Fundamentos actuales de la terapia acupuntural

E. Collazo

Unidad de Acupuntura. Clínica del Dolor. Hospital Universitario Reina Sofía. Córdoba

E. Collazo. Fundamentos actuales de la terapia acupuntural. Rev Soc Esp Dolor 2012; 19(6): 325-331.

ABSTRACT

Interest in the scientific basis of acupuncture has been increasing, as reflected by a dramatic rise in the number of scientific publications on medical and veterinary acupuncture. The mechanism of action remains unclear because it is not only one. Activation of the descending pain inhibitory system with spinal and supraspinal endorphin release as well as the involvement of other neurotransmitters like serotonin and norepinephrine have been analyzed. Acupuncture triggers a sequence of events involving the release of central endogenous opioid-like substances, as well as ACTH, vasopressin and cortisol, which modulate signals processed along the pathway and have effects on the immunoinflammatory response, the hypothalamic-pituitary axis and homeostasis. Central nervous system imaging techniques allow evaluate the events that occur after acupuncture-induced stimulation, including spinal gating and descending inhibitory pathways. The limbic system and thalamus play an important role in acupuncture-induced analgesia. Cortical somatosensory-evoked potentials have provided compelling evidence for the hypothesis that peripheral driver stimulation is the key element in producing propagated sensations along the meridians. Acupuncture has both local and distant analgesic effects that may be mediated by different mechanisms. The acupuncture points traditionally used for the treatment have a neuroanatomical significance from the viewpoint of western medicine; from that one can hypothesize a plausible mechanism of action as to how acupuncture achieves its therapeutic effects in terms of contemporary western medicine.

Recibido: 01-10-11.
Aceptado: 15-01-12.

Key words: Acupuncture. Electro acupuncture. Scientific basis. Analgesia. Nervous system.

RESUMEN

La acupuntura es una de las modalidades terapéuticas últimamente más estudiadas y documentadas en el campo de la medicina y la veterinaria. El mecanismo de acción de la acupuntura ha resultado controvertido durante bastante tiempo por el intento de identificación de un proceso único. La estimulación con acupuntura de las fibras nerviosas periféricas envía impulsos a la médula espinal y activa varios centros en el cerebro, para liberar neurotransmisores que ejercen un efecto homeostático en todo el cuerpo. Modula la actividad neural en el diencéfalo, que ejerce influencia en las funciones autonómica, endocrina e inmune a través del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, regulando la liberación circadiana de ACTH, vasopresina y cortisol, conduciendo igualmente a la homeostasis. Los estudios por imagen han mostrado que la estimulación por acupuntura activa estructuras de inhibición descendente del dolor, demostrando que la acupuntura asume una vía central en el control del dolor. Igualmente, la acupuntura actúa sobre el sistema límbico y la integración talámica. Los potenciales evocados corticales somatosensoriales han mostrado que los canales de acupuntura son pasajes bioeléctricos que permiten la transmisión de impulsos. Diversos mecanismos locales de acción explican algunos de los efectos de la acupuntura. Es preciso estudiar si el genotipo y la influencia de factores ambientales ejercen una influencia importante en predecir qué pacientes serán beneficiados por la terapia acupuntural.

Palabras clave: Acupuntura. Electroacupuntura. Bases científicas. Analgesia. Sistema nervioso.

INTRODUCCIÓN

La acupuntura ha demostrado tener cierto efecto terapéutico, pero existe una comprensión incompleta acerca

de la base teórica que la sustenta. Se observa que origina cambios en las funciones sensitivas, motoras y autonómicas, con resultados terapéuticos a nivel visceral, inmune, hormonal y de la función cerebral, a través de la neuromodulación, que es la capacidad que tiene el sistema nervioso de regular su propia actividad y la de todo el cuerpo (1-3). Anteriormente se pensaba que funcionaba por placebo pero las respuestas generadas en animales han descartado esta posibilidad (4). La OMS la avala y el Instituto Nacional para la Salud de EE.UU. reconoce desde 1997 sus beneficios en múltiples enfermedades.

El mecanismo de acción de la acupuntura y técnicas afines ha resultado controvertido por el intento en la búsqueda de un proceso único, siendo que el fenómeno es multifactorial y parte del sistema nervioso, el más complejo y diferenciado del ser humano.

Conforme avanza la investigación se dilucidan mejor estos mecanismos y se tiene una mayor y mejor apreciación de la cultura milenaria china, su filosofía y los misterios de la acupuntura. Las primeras comunicaciones entre científicos chinos se presentaron como las interrelaciones del Yin y el Yang, lo que hoy podemos explicar como el sistema nervioso simpático y parasimpático, permitiendo una visión más académica de esta medicina milenaria. Desde la apertura de China a occidente en los años 70, han sido publicados más de 8.000 artículos científicos que dan cuenta de su eficacia (1). Este trabajo se propone actualizar y resumir los mecanismos de acción conocidos acerca de la terapia acupuntural.

MECANISMOS DE ACCIÓN

Se contempla un doble nivel principal de actuación de la acupuntura: por una parte el nivel metamérico, medular, que controla aferencias sencillas, como el dolor, y por otra, un nivel cortical, de extraordinaria complejidad, con interacciones subcorticales muy verosímiles, aunque con notable autonomía y especificidad, que controla aferencias y eferencias subsecuentes al estímulo acupuntural mucho más complejas. Otros niveles de actuación neuronal, como el tronco encefálico o diencefalo, parecen menos importantes en este campo; sin embargo, tendrán un papel decisivo en el mecanismo humoral de acción de la acupuntura.

Los resultados que se obtengan de la acupuntura dependen del punto de acupuntura seleccionado, del método de estímulo empleado (manual o electroacupuntura) y de la duración del estímulo. A través de la RMf y PET es posible observar que el estímulo de puntos de acupuntura genera cambios específicos en el sistema nervioso central, actuando a nivel espinal, troncoencefálico y diencefálico. La inserción de la aguja activa estructuras de inhibición descendente del dolor, demostrando que la acupuntura tiene, principalmente, una vía central en el control del dolor (2). Los estudios de imagen han mostrado que la estimu-

lación por acupuntura afecta a diversas áreas del cerebro: ganglios basales, zona somatosensorial II, cerebelo, tálamo, hipotálamo, sistema límbico, ínsula y otras zonas (5-16).

El cambio generado es leve si solo se manejan agujas, pero se torna más pronunciado si se emplea electroacupuntura (1,17). Igualmente, a más duración del estímulo los cambios se tornan más acentuados. Estos efectos son específicos, ya que el estímulo de puntos conocidos generadores de analgesia activa áreas cerebrales específicas asociadas al dolor, mientras que el estímulo de puntos que no son de acupuntura no activa estas regiones cerebrales (1,18). Por otro lado, puntos de acupuntura asociados con el oído y la visión, por ejemplo, estimulan las respectivas áreas auditiva y visual primarias en el cerebro.

NIVEL MEDULAR

La neuromodulación de la nocicepción puede obtenerse cuando existe integridad de las vías que conducen la sensibilidad dolorosa y térmica. La mayor parte de las acciones de la analgesia por acupuntura se producen a nivel presináptico espinal, activando fibras aferentes de nervios periféricos: A- β (tipo II) y A- δ (tipo III) y produciendo el llamado "flujo de Qi" de la medicina tradicional china (19-21), que se refleja en cambios en la resistencia eléctrica de la dermis, alteraciones en parámetros de potenciales evocados somatosensoriales, imágenes funcionales del cerebro por resonancia magnética, elevación del cortisol sérico y modificaciones funcionales a distancia (22). Los impulsos nerviosos acupunturales ascienden vía fascículo ventrolateral, que conduce las sensaciones de dolor y de temperatura hacia el cerebro (23), trasladados por las fibras aferentes de mayor diámetro, que contienen información no-nociceptiva sobre presión, tacto, y vibración; arriban a la sustancia gelatinosa y contactan con interneuronas inhibitorias que cierran la puerta al dolor ascendente antes de que los impulsos lleguen, provenientes de fibras nociceptivas de menor velocidad de conducción. Ello impide que los impulsos nociceptivos alcancen los centros de percepción consciente del dolor en la corteza e hipotálamo.

La inhibición presináptica sobre las fibras A δ y C es debida probablemente al bloqueo de los canales de calcio en la membrana de las terminaciones de los nervios sensitivos (los receptores NMDA, N-methyl-D-aspartic acid, parecen ser cruciales, ya que la aplicación de sus antagonistas produce la abolición del efecto) (42); este bloqueo perdura por periodos prolongados. La densidad de estos receptores en la membrana post-sináptica puede ser alterada por estímulos aferentes, lo cual ocurre en horas o días con electroestimulación. Las células endorfinérgicas contactan con las neuronas del tracto espino-talámico; estas células son bloqueadas por inhibición post-sináptica. Cualquiera de estos mecanismos suprime el dolor (24).

La acupuntura, la electroacupuntura y las inyecciones en puntos gatillo (ashi) ejercen acción analgésica por hiperestimulación (17,24), activando fibras mayores como las A β . Los efectos de la electroacupuntura son generados aquí por estímulos eléctricos de baja intensidad y dado que los puntos gatillo son puntos de acupuntura en un 70% de los casos y que estos a la vez son en su mayoría puntos motores, se considera que estas fibras están involucradas en la transmisión de los estímulos eléctricos o estímulos generados por medios similares. Estos métodos también estimulan las fibras poco mielinizadas A δ y las no-mielinizadas fibras C. Una vez localizados los puntos ashí, se puede infiltrar un bloqueador de las fibras C (Sarraceniaceae) para desactivar la conducción periférica del dolor y lograr un efecto directo relajante, o inyectar un irritante leve (Vitamina B₁₂) para activar igualmente la inhibición (24).

Es importante señalar que el umbral de respuesta de las fibras A β es menor que el umbral de respuesta de las fibras A δ y C, por lo que el nivel de estimulación debe estar por encima del umbral de las fibras A β que se corresponde con el umbral de calambre, pero por debajo del umbral de las fibras A δ y C que se correspondería con el umbral de dolor, denominándose al área entre ambos umbrales zona terapéutica específica.

SISTEMA LÍMBICO

Por RMf, que mide la activación del cerebro, se ha visto que ciertas partes del sistema límbico (las que controlan emoción, motivación, memoria) y algunas áreas de la corteza implicadas en el proceso cognoscitivo parecen tranquilizarse durante la aplicación de acupuntura (5-9,11,12,15). Estas áreas se activan cuando una persona se centra en la ejecución de una tarea, sugiriendo que la acupuntura podría influir en ciertos mecanismos implicados en el estado de reposo mental. Esto es independiente del tipo de acupuntura o del lugar de colocación de las agujas.

NEUROTRANSMISORES

Existen varias sustancias que intervienen en la transmisión del estímulo doloroso como la serotonina, el ácido gammaaminobutírico (GABA), la sustancia P y la noradrenalina entre otras, que son modificadas por la acupuntura, interfiriendo en la conducción de dicho estímulo. La serotonina desempeña una función importante en el control del dolor crónico, mientras que la noradrenalina desempeña alguna función en el manejo del dolor agudo (25).

La vía serotoninérgica en el rafe dorsal desempeña un importante rol en la analgesia por electroacupuntura, a elevadas frecuencias de estimulación (26). La dopamina y noradrenalina antagonizan los efectos de la electroacupuntura

en el cerebro y los potencian a nivel medular. La vía descendente serotoninérgica ejerce una influencia inhibitoria sobre los reflejos nociceptivos espinales y está involucrada en la inhibición del dolor provocado por tracción visceral. Experimentalmente, se ha demostrado que cuando el tono vasoconstrictor neurogénico está ausente, la respuesta a la serotonina es presora; cuando la vasoconstricción neurogénica está aumentada, la respuesta es depresora. Este es el caso de los enfermos con enfermedad de Raynaud. La respuesta hipotensora ocasionada en pacientes hipertensos por la acupuntura parece tener una génesis similar: la activación de la serotonina cerebral conduce a una disminución del tono vascular simpático.

La noradrenalina a nivel central disminuye por la electroacupuntura al mismo tiempo que se produce el efecto analgésico. Las disminuciones y los aumentos selectivos de noradrenalina cerebral aumentan o disminuyen, respectivamente, la analgesia acupuntural, indicando el efecto supresor de la noradrenalina sobre los sistemas inhibidores del dolor.

Los aferentes primarios que contienen sustancia P median los impulsos nociceptivos, especialmente los referidos a estímulos de presión y químicos, no así a los térmicos. Cuando se emplea acupuntura disminuye la sustancia P, ocasionando una elevación del umbral doloroso. El papel funcional de la misma a nivel supramedular está aún en discusión.

La sustancia P a nivel medular está involucrada en la transmisión del impulso doloroso, con influencia en la despolarización postsináptica, así como también con la modulación del dolor a través de mecanismos de inhibición presináptico y postsinápticos, que involucran al GABA y facilita la analgesia acupuntural (26).

El principio de los estímulos eléctricos nerviosos transcutáneos (TENS) es el mismo que la electroacupuntura: su bioquímica es la misma. Implica la interacción compleja de los opioides endógenos con la sustancia P, la acetilcolina, serotonina, noradrenalina y el GABA. Tanto los TENS como la acupuntura estimulan terminaciones nerviosas que alteran las vías espinales segmentarias y supra-segmentarias, produciendo cambios a nivel cerebral y cortical que alteran todo el eje neural (2,3).

Los estímulos de baja frecuencia y alta intensidad liberan β -endorfinas y ACTH a nivel del eje hipotálamo-hipofisario, mientras que en el cerebro medio y la médula espinal solo aparecen las encefalinas. Sin embargo, cuando se invierte la intensidad y frecuencia de la estimulación solamente se liberan encefalina y serotonina a nivel del cerebro medio y la médula espinal, a frecuencias de 100 Hz; estímulos superiores producen la liberación de dinorfina y GABA en el líquido cefalorraquídeo.

La analgesia segmentaria producida por la acupuntura utiliza varios sistemas neuroquímicos, dependiendo del estímulo aplicado. La utilización de agujas filiformes, so-

las o con electricidad a baja frecuencia (4-20 Hz), genera liberación de endorfinas desde el nivel central hacia la circulación sanguínea y la activación de neuronas dinorfinérgicas. Ambas, endorfinas y dinorfinas, interaccionan con receptores opioides μ y σ en el sistema nervioso central, y pueden ser bloqueadas por naloxona. Se consigue así una analgesia de instauración lenta y larga duración, útil en el dolor crónico. El estímulo de 2 Hz parece activar el núcleo arcuato del hipotálamo (neuronas β -endorfinérgicas), la SGP, la medula (neuronas liberadoras de encefalinas), y el asta dorsal para suprimir la transmisión nociceptiva.

Si empleamos frecuencias de alrededor de 100 Hz, el principal mediador de la analgesia es la encefalina, que no es bloqueada por la naloxona. También promueve la liberación de dinorfina en la médula espinal, que interacciona con receptores kappa en el asta posterior, ya que activa la vía del núcleo parabraquial corto, la SGP y el asta dorsal de la médula espinal. La electroacupuntura a 100 Hz durante 30 minutos produce un aumento de 10 veces en la concentración de dinorfina en el asta dorsal, pero no en el asta anterior.

Si se aplican frecuencias aún mayores (200 Hz), los efectos segmentarios son influenciados por neuronas serotoninérgicas, que pueden ser bloqueados por antagonistas de la serotonina (dicloroparafenilamina); la analgesia conseguida es de instauración rápida y de corta duración, por lo que es útil en el dolor agudo. Esto explica los diferentes resultados reportados en diversos estudios (27).

La estimulación acupuntural prolongada, superior a una o dos horas, conduce a una disminución del efecto analgésico, fenómeno conocido como tolerancia a la acupuntura, debido a la liberación incrementada del octapéptido colecistoquinina que anula el efecto de los péptidos opioides endógenos (28,29).

INTEGRACIÓN TALÁMICA

Ante un estímulo doloroso se producen descargas nociceptivas en el núcleo parafascicular del tálamo, que son enviadas al núcleo ventromedial y desde aquí hasta la corteza cerebral. Al estimular los puntos de acupuntura, el núcleo ventromedial del tálamo, bajo los efectos de las endorfinas, envía estímulos inhibitorios al núcleo parafascicular, cerrándose así la transmisión del dolor (30).

CANALES

Al aplicar acupuntura a un sujeto, sano o enfermo, este nota una sensación propagada a lo largo del correspondiente canal o meridiano (SPC). Se utiliza un mapa topográfico de potenciales evocados corticales somatosensoriales (PECS) para determinar si la expansión del estímulo

aparece en el área I somatosensorial cuando la sensación aparece en sujetos con una evidente SPC. Dicha sensación puede bloquearse mecánicamente por compresión y puede ser imitada en sujetos sin SPC. Se obtiene una señal de alto potencial en el área representativa de los miembros inferiores, en individuos con evidencia de SPC, cuando la sensación del canal de vesícula biliar pasa a la cabeza y la cara. Esta área está cerca de la línea media del mapa topográfico PECS, y también aparece una señal de alto potencial, que salta sobre el área representativa de los miembros superiores, en el área representante de la cara, que se encuentra en la región lateral externa del mapa topográfico PECS.

En los sujetos que no presentan una evidente SPC, solo aparece una señal de alto potencial en el área representativa del miembro inferior. Cuando se estimula Hegu (punto 4 del canal de intestino grueso) en sujetos sin SPC, aparece la respuesta evocada solo en el área representativa del miembro superior. Sin embargo, cuando se estimula Hegu en sujetos con SPC el campo de respuesta es más grande en el área representativa del miembro superior y se extiende al área representante de la cara.

Si se estimula Guangming (punto 37 del canal de vesícula biliar) en sujetos con SPC, desaparece la respuesta en el área representativa de la cara, quedando confinada a la representación del pie en el área somatosensorial I, cuando la SPC es bloqueada por compresión mecánica. Por tanto, la compresión mecánica bloquea la SPC, apareciendo los correspondientes cambios en el mapa topográfico del PECS, por lo que se deduce que la estimulación de la conducción periférica es la llave de la SPC (31).

La resistencia eléctrica de la piel es de 200.000 ohmios, pero alrededor de los puntos de acupuntura es de 50.000 ohmios (24). Los canales o meridianos en acupuntura se consideran pasajes bioeléctricos, que permiten la transmisión de impulsos de baja resistencia eléctrica, al igual que ha sido descrito para los signos electrónicos producidos y transmitidos por las células perineurales, de Schwann, satélites y gliales (3,17). La inserción de una aguja metálica en un punto de acupuntura aumenta la transmisión de esa corriente eléctrica.

En los años 80, del siglo pasado, se descubrió una red interna de túbulos (36), estudiados en profundidad años más tarde, diferenciándolos de los conductos linfáticos (37). Se considera que sirven para la comunicación en el sistema de defensa del organismo y para la comunicación celular a grandes distancias; podría relacionarse directamente con los meridianos y puntos de acupuntura. Ello explicaría el hecho de que si se usa una décima parte de la dosis de xylacina en el punto Yintang en el perro se obtiene un efecto sedativo similar al uso de la dosis completa intramuscularmente. Estos nanotubos conducen en su interior gránulos y podrían ser las vías energéticas de las que habla la milenaria acupuntura (1).

EFFECTOS LOCALES

Incluyen el aumento en el flujo sanguíneo, la disminución del dolor y de las contracturas de estructuras tales como fascias, tendones, ligamentos y músculos. En el sitio de penetración de la aguja se libera potasio por el daño celular realizado por la acupuntura, y se activa la calicreína, que moviliza a la bradiquinina. Se genera igualmente un aumento de la respuesta inmune local debido al gran número de mastocitos presentes en cada punto de acupuntura. Los mastocitos al romperse liberan histamina, que ocasiona vasodilatación (eritema alrededor de la aguja) y una mayor afluencia de células para combatir la infección o eliminar detritus locales (17). Las células de la inflamación también segregan diferentes endorfinas en el tejido dañado por la aguja, lo que explica una analgesia opioide periférica que aparece varios días después de la puntura.

La concentración de los neuropéptidos VIP y CGRP (péptido relacionado con la calcitonina), en la saliva de pacientes con xerostomía, aumenta después de ser tratados con acupuntura; además tienen efecto de crecimiento sobre el tejido glandular, conduciendo a su regeneración y a una mejora en la salivación a largo plazo.

Una reducción de la densidad de fibras nerviosas en los puntos en que las agujas han sido insertadas varias veces para tratar el dolor (desensibilización periférica) es una de las explicaciones para el alivio del dolor en algunas patologías nociceptivas dolorosas (32): existe un alivio más prolongado del dolor después de varios tratamientos de acupuntura. Para el estudio sensorial de las fibras nerviosas no mielinizadas, que transmiten dolor y picor nociceptivos, se ha utilizado anticuerpos de proteínas marcadoras pan-neuronales (antibodies to the panneuronal marker protein gene product, PGP 9.5), CGRP, receptor 1 vaniloide (VR1) y δ -receptores opioides.

Estudios realizados en humanos sanos mostraron que la acupuntura manual en Hegu inducía un incremento gradual en la tolerancia al dolor, que alcanzaba una meseta a los 30 minutos, se mantenía durante 50 minutos y desaparecía después de la retirada de la aguja con una vida media entre 15-17 minutos (33). Este característico efecto analgésico tiempo-dependiente es abolido totalmente después de la infiltración de anestesia local en la profundidad del punto (capa muscular y tendinosa), pero no si la infiltración es subcutánea, demostrando la importancia de la inervación distribuida en las estructuras profundas del punto. Este efecto aparece también en pacientes hemipléjicos cuando la aguja se inserta en el lado sano, pero no se produce en el lado paralizado, demostrando la participación de los nervios sensoriales periféricos y de las vías aferentes en la médula espinal.

Las fibras de colágeno también parecen estar involucradas en el proceso de información relacionado con la acupuntura (34,35).

El estrato córneo de la piel es más delgado (5-15 micras frente a 20-25 micras) en el 87,4% de las líneas de los canales o meridianos (2,24). La presencia de vías de menor resistencia eléctrica sugiere que cualquier estímulo eléctrico inducido por agujas, moxibustión, presión, estimulación nerviosa, etc., preferiblemente sigue estas vías: la activación neural lograda por la introducción de la aguja en un punto de acupuntura genera una sensación de propagación eléctrica, como se advirtió anteriormente.

La adenosina se ha identificado como otro mecanismo de acción de la acupuntura (38). Es un derivado del ATP que interviene en procesos como la regulación del sueño o de la función cardiaca, y que tiene propiedades antiinflamatorias y analgésicas. Se libera en la piel después de sufrir una herida e inhibe los impulsos nerviosos aliviando el dolor. Durante el tratamiento con acupuntura, el dolor disminuye en dos tercios en ratones con molestias en una de sus patas, y los niveles de adenosina cerca del punto de inserción crecen hasta ser 24 veces superiores al basal, interactuando con el receptor A1, localizado alrededor de los nervios aferentes, interfiriendo con la transmisión de las señales nociceptivas. Es un efecto local auténtico, ya que la estimulación del punto no produce el mismo efecto en el lado contralateral ni a distancia. En un grupo de roedores alterados genéticamente para ser insensibles a la adenosina, la acupuntura no tuvo efecto alguno, reforzando la idea de que su papel es crucial para aliviar el dolor.

CONCLUSIONES

La acupuntura es una de las modalidades terapéuticas últimamente más estudiadas y documentadas. Miles de artículos de valor científico inundan la comunidad de acupuntadores médicos y veterinarios, estando al alcance de aquellos que deseen abrir el abanico de posibilidades terapéuticas para sus pacientes.

La estimulación con acupuntura de las fibras nerviosas se produce en los músculos, fascias, tendones o tejido periarticular y óseo, enviando impulsos a la médula espinal y activando varios centros en el cerebro, para la liberación de neurotransmisores que ejercen un efecto homeostático en todo el cuerpo. Modula la actividad neural en el diencefalo, que, a su vez, ejerce influencia en las funciones autonómica, endocrina e inmune a través del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, regulando la liberación circadiana de ACTH, vasopresina y cortisol, conduciendo a la homeostasis.

El dolor está íntimamente relacionado con las expectativas. La acupuntura afecta a las estructuras relacionadas con el dolor mediante dos mecanismos, uno específico y otro inespecífico, que se corresponden con sus efectos clínicos específicos y con el efecto de las propias expectativas sobre el alivio del dolor, respectivamente (39). Un reciente estudio (40) ha mostrado algunas de las características de

los pacientes que obtienen más beneficios al tratar su dolor crónico con acupuntura: mujeres, que viven en familia o acompañadas, en las que han fallado otros tratamientos y con experiencia previa positiva de tratamientos con acupuntura. Por la variabilidad interpersonal en la respuesta al dolor y en la analgesia por acupuntura, se plantea (41) que el genotipo de las personas, así como la influencia de factores ambientales, pueden ser de gran importancia en predecir qué pacientes serán beneficiados por esta modalidad analgésica, aunque está por descubrir un método que lo pronostique.

Se han expuesto una serie de hallazgos experimentales que nos acercan a una comprensión mayor de la acupuntura desde un enfoque efectivo. No obstante el camino es aún muy largo y son necesarios nuevos conocimientos y métodos de estudio para poder seguir avanzando en esta línea de comprensión, pues quedan aún inexplicados muchos de los fundamentos de la medicina tradicional china, que son indispensables para mejorar la utilización práctica de la misma.

CORRESPONDENCIA:

Eliseo Collazo
Unidad de Acupuntura. Clínica del Dolor
Hospital Universitario Reina Sofía
Avenida Menéndez Pidal, s/n
14008 - Córdoba
E-mail: ecollazo@comcordoba.com

BIBLIOGRAFIA

- Clemmons RM. What's acupuncture: scientific basis. In: Veterinary Acupuncture. Mixed Practice Class #8, Session 1. The Chi-Institute. 24 al 27 de junio de 2004. Gainesville, Florida, EUA. 2004.
- Cho ZH, Wong EK, Fallon J. Neuro-acupuncture. Neuroscience basis. Q-puncture, Inc. Los Angeles, California, USA. 2001.
- Noris M. The biological mechanisms of acupuncture. In: 29th International Congress on Veterinary Acupuncture Proceedings. 20-23rd August, 2003. Santos, SP., Brasil. 2003. p. 83-92.
- Ridgway K. Seminario-Taller sobre terapia alternativa en equinos. 18 al 19 de junio, 2001. Escuela de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 2001.
- Hui KKS, Liu J, Makris N, et al. Acupuncture modulates the limbic system and subcortical gray structures of the human brain: evidence from fMRI studies in normal subjects. *Hum Brain Mapp.* 2000;9:13-25.
- Hui KKS, Liu J, Marina O, et al. The integrated response of the human cerebro-cerebellar and limbic systems to acupuncture stimulation at ST 36 as evidenced by fMRI. *Neuroimage.* 2005;27:479-96.
- Zhang W, Jin Z, Huang J, et al. Modulation of cold pain in human brain by electric acupoint stimulation: evidence from fMRI. *Neuroreport.* 2003;14:1591-6.
- Biella G, Sotgiu ML, Pellegata G, et al. Acupuncture produces central activations in pain regions. *Neuroimage.* 2001;14:60-6.
- Wu MT, Hsieh JC, Xiong J, et al. Central nervous pathway for acupuncture stimulation: localization of processing with functional MR imaging of the brain-preliminary experience. *Radiology.* 1999;212:133-41.
- Pariante J, White P, Frackowiak RSJ, et al. Expectancy and belief modulate the neuronal substrates of pain treated by acupuncture. *Neuroimage.* 2005;25:1161-7.
- Newberg AB, Lariccia PJ, Lee BY, et al. Cerebral blood flow effects of pain and acupuncture: a preliminary single-photon emission computed tomography imaging study. *J Neuroimaging.* 2005;15:43-9.
- Zhang WT, Jin Z, Cui GH, et al. Relations between brain network activation and analgesic effect induced by low vs. high frequency electrical acupoint stimulation in different subjects: a functional magnetic resonance imaging study. *Brain Res.* 2003;982:168-78.
- Hsieh JC, Tu CH, Chen FP, et al. Activation of the hypothalamus characterizes the acupuncture stimulation at the analgesic point in human: a positron emission tomography study. *Neurosci Lett.* 2001;307:105-8.
- Alavi A, LaRiccia P, Sadek Ah, et al. Neuroimaging of acupuncture in patients with chronic pain. *J Altern Complement Med.* 1997;3:S41-53.
- Wu MT, Sheen JM, Chuang KH, et al. Neuronal specificity of acupuncture response: an fMRI study with electroacupuncture. *Neuroimage.* 2002;16:1028-37.
- Wang S-H, Kain ZN, White P. Acupuncture Analgesia: I. The Scientific Basis. *Anesth Analg.* 2008 Feb;106(2):602-10.
- Kendall DE. Dao of Chinese Medicine. Understanding an Ancient Healing Art. Oxford University Press, Inc. New York, USA. 2002.
- Wolf L. The role of complementary techniques in managing musculoskeletal pain in performance horses. *Vet. Clinics of North America: Equine Practice.* 2002;18(1):107-15.
- Pomeranz B, Stux GS. Scientific bases of Acupuncture. Berlin: Springer-Verlag, 1989. p. 94-9.
- Chen-Yu C, Jen-Yi L, Teh-Hsing C, et al. Studies of spinal ascending pathways for effects of acupuncture analgesia in rabbits. *Sci Sin.* 1975;18(5):651-8.
- Lu GW. Characteristics of afferent fiber innervation on acupuncture point zusanli. *Am J Physiol.* 1983;245(4):R606-12.
- Abad-Alegria F, Pomaron MA, Barcala-Simo MA. Control de la somestesia por estímulo neuroreflejo: cuantificación de estímulo-respuesta frente a la energía. *Rev Neurol.* 2003;37(5):421-5.
- Chen GB, Li SC, Jiang CC. Clinical studies on neurophysiological and biochemical basis of acupuncture analgesia. *Am J Chin Med.* 1986;14(1-2):84-95.
- Alfaro AA. Medical and Acupuncture treatment of back problems. En: Resúmenes. Conferencia Internacional del Caballo de Deporte. CICADE. 2007. 6-10. Febrero 9-12, 2007. San José, Costa Rica.
- Mok YP. Acupuncture-assisted anesthesia. *Med Acupunct Online J.* 2000;12(1):123-31.
- Kwon YB. Different frequencies of electroacupuncture modified the cellular activity of serotonergic neurons in brainstem. *Am J Chin Med.* 2000;28(3-4):435-41.
- Xie H. Curso: Veterinary Acupuncture: Mixed Class #8. Third Session, September 27-30, 2004. Chi-Institute, Gainesville, Florida, EUA.

28. Han JS, Ding XZ, Fan SG. Cholecystokinin octapeptide (CCK-8)-antagonism to electroacupuncture analgesia and a possible role in electroacupuncture tolerance. *Pain*. 1986;27:101-15.
29. Han JS. Cholecystokinin octapeptide (CCK-8): a negative feedback control mechanism for opioid analgesia. *Prog Brain Res*. 1995;105:263-71.
30. Mok YP. Acupuncture-assisted anesthesia. *Med Acupunct Online J*. 2000;12(1):123-31.
31. Xu J, Pan X, Zheng S, et al. Formation mechanism of propagated sensation along the meridians, as verified by cortical somatosensory-evoked potential topographic maps. *Neural Regen Res*. 2011;6(6):435-9.
32. Carlsson CP, Sundler F, Wallengren J. Cutaneous innervation before and after one treatment period of acupuncture. *Br J Dermatol*. 2006 Nov;155(5):970-6.
33. Research Group of Acupuncture Anesthesia, Beijing Medical College. Effect of acupuncture on the pain threshold of human skin. *Chin Med J*. 1973;3:151-7.
34. Ahn AC, Park M, Shaw JR, McManus CA, Kaptchuk TJ, Langevin HM. Electrical impedance of acupuncture meridians: the relevance of subcutaneous collagenous bands. *PLoS One*. 2010;5:e11907.
35. Fung PCW. Probing the mystery of Chinese medicine meridian channels with special emphasis on the connective tissue interstitial fluid system, mechanotransduction, cells durotaxis and mast cell degranulation. *Chin Med*. 2009;4:10.
36. Ridgway K. Acupuncture as a treatment modality for back problems. *Vet. Clinics of North America: Equine Practice*. 1999;15(1):211-21.
37. Stelio P. Avances em Acupuntura Veterinaria. *Revista Cães & Gatos*. 1999 Mai/Jun; 14(82).
38. Goldman N, Chen M, Fujita T, et al. Adenosine A1 receptors mediate local anti-nociceptive effects of acupuncture. *Nat Neurosci*. 2010;13(7):883-8. doi:10.1038/nn.2562.
39. Han JS. Acupuncture analgesia: Areas of consensus and controversy. *Pain*. 2011;152:S41-8. doi:10.1016/j.pain.2010.10.012.
40. Witt CM, Schützler L, Lüdtke R, et al. patient characteristics and variation in treatment outcomes. *Clin J Pain*. 2011; 27(6):550-5.
41. Wan Y. The effect of genotype on sensitivity to electroacupuncture analgesia. *Pain*. 2001;91(1-2):5-13.
42. Pérez-Otaño I, Ehlers MD. Homeostatic plasticity and NMDA receptor trafficking. *Trends Neurosci*. 2005;28:229-38.