

Diálisis y Trasplante

Zonas Neurovasculares, propuesta conceptual en el tratamiento del dolor crónico

Pedro Marco Aznar^{a,b}, Ramon Foraster Lloret^{b,c}

a.- Licenciado en Medicina y Cirugía. Universitat de Manresa, Universitat Central de Catalunya

b.- OktoClinic Barcelona

c.- Diplomado en Fisioterapia y Osteopatía.

Palabras Clave

dolor, estimulación,
áreas anatómicas.

Keywords

pain, stimulation,
anatomical areas.

Resumen

Distintas disciplinas terapéuticas basan sus efectos en la estimulación de zonas anatómicas precisas. En este artículo se describen las zonas neurovasculares (ZNV), como aquellas localizaciones que, por sus características anatómicas, pueden ser usadas como zonas de especial interés para dichas terapias en especial para el tratamiento del dolor. Los pacientes hemodializados y también los enfermos aquejados de dolor crónico de otros orígenes podrían beneficiarse de tratamientos específicos dirigidos a dichas ZNV.

Neurovascular zones, conceptual proposal in the treatment of chronic pain

Abstract

Different therapeutic disciplines base their effects on the stimulation of precise anatomical areas. This article describes the neurovascular zones (ZNV), as those locations that can be used as areas of special interest for different kind of therapies, especially for pain treatments due to their anatomical characteristics- they are precise locations of reduced dimensions on the cutaneous plane and they are also, considered peripheral receptors of the nervous system. So that, not only hemodialysis patients, but also patients suffering from chronic pain of other origins, could benefit from specific treatments directed at these ZNVs.

In conclusion, in order to optimize the different useful techniques for the chronic pain treatment based on the stimulation of certain anatomical points, the ZNVs are defined as the places that, due to the physical characteristics above mentioned, and the application of a stimulus -which can be invasive or non-invasive, electrical, thermal, chemical or mechanical- can generate therapeutic effects that act by activating the neuromodulation mechanisms of biological systems and are effective, under the appropriate parameters control, in the treatment of chronic pain pathology, hemodialysis and also all other patients with some kind of chronic pain.

Introducción

El paciente hemodializado ve su calidad de vida mermada, agravada por su predisposición a manifestar distintos tipos de dolor: agudo, crónico, neuropático isquémica o mialgias (1). La prevalencia del dolor, en estos pacientes, según la revisión bibliográfica de Murtagh et al. (2) era del 47% en 2007. Su tratamiento implica el uso de fármacos que en los estadios finales suelen incluir los opiáceos (3). Facilitar tratamientos alternativos a la farmacología puede permitir evitar o retrasar la escalada farmacológica, mejorando con ello la calidad de vida de dichos pacientes, evitando los efectos secundarios de los mismos. De entre las terapias complementarias cabe destacar aquellas que se aplican en puntos energéticos como: acupuntura (4), puntos reflejos (5), puntos gatillo (6), zonas de Head (7) o las dermalgias reflejas de Jarricot (8). Todos estos puntos y zonas descritas se basan en la actividad terapéutica que desarrollan tras su estimulación y son especialmente definidas por el tipo de estímulo aplicado.

La utilización de técnicas basadas en la aplicación de corrientes radiofrecuencia (RF) no invasiva han sido referidas en el tratamiento de las lesiones vasculares de los pacientes hemodializados y el dolor asociado (9).

Su efectividad no sólo cualitativa, sino también cuantitativa, se basa en la estimulación de localizaciones anatómicas precisas. Se han descrito puntos, zonas y trayectos sobre la superficie del cuerpo humano con propiedades específicas para vehicular diferentes estímulos con fines terapéuticos y en los cuales se basan las terapias anteriormente citadas. Todos estos puntos y zonas descritas se basan en la actividad terapéutica que desarrollan tras su estimulación y son especialmente definidas por el tipo de estímulo aplicado.

Es interesante a raíz de estudios y trabajos de investigación recientes (10-12), conocer cuáles pueden ser los sistemas o estructuras anatómicas que sustentan las actividades de estos puntos o zonas mencionados. En los últimos años se han estudiado de forma exhaustiva los mecanismos de acción (13, 14) y las relaciones neuroanatómicas de los puntos energéticos, por tanto, pueden ser la referencia para elaborar los criterios de relación anatómica.

Los puntos energéticos descritos por la acupuntura (15) se han utilizado para la analgesia, para tratar trastornos de la función visceral y para mejorar las funciones motoras. Esto induce a pensar que la estimulación sobre estos puntos actúa sobre los receptores nerviosos de las fibras aferentes cutáneas y musculares. Kagitani et al. (16) revisan en primer lugar, la evidencia experimental que muestra que los efectos del estímulo sobre estos puntos, está mediada por la activación de fibras nerviosas aferentes que inervan la piel y los músculos, es decir las fibras A α y A β mielinizadas gruesas (grupos I y II), A δ mielinizadas delgadas (grupo III) y fibras C amielínicas más delgadas (grupo IV). Y, en segundo lugar, intentan establecer los criterios para discriminar qué tipos de fibras nerviosas aferentes, están involucradas en los efectos sobre las funciones somatomotoras y viscerales.

En el trabajo realizado por Álvarez-Prats et al. (17) sobre la identificación de vasos sanguíneos perforantes en 144 puntos de acupuntura y 144 puntos control mediante termografía, los resultados son concluyentes, los puntos energéticos mostraron un porcentaje del 87,5% en vasos sanguíneos perforantes, frente al 18,1% de los puntos cutáneos de control. Todos los puntos calificados de acupuntura presentaron un mayor porcentaje de vasos sanguíneos perforantes respecto a sus puntos de control respectivos, con diferencias estadísticamente significativas en todos los puntos.

Los puntos gatillo descritos por Donnelly et al. (18) se ubican en las uniones neuromusculares y concluyen en que la contracción de las sarcómeras y por tanto la producción de un síndrome de dolor miofascial, es la consecuencia de una continua y excesiva liberación de acetilcolina en la hendidura sináptica por parte de una terminal nerviosa disfuncional.

En cuanto a las reflexoterapias, tenemos una muy extendida y significativa como es la Auriculoterapia, que es la utilización del pabellón auricular con fines terapéuticos (19). Existen dos modelos para explicar este procedimiento, uno basado fundamentalmente en la proyección somatotópica de las diferentes estructuras y funciones orgánicas en el pabellón auricular de una forma experimental y en ocasiones empírica y otro modelo más reciente basado en la

inervación del mismo pabellón auricular (19). Este criterio ha establecido las bases para determinar zonas relacionadas con terminaciones nerviosas y que pueden justificar la actividad terapéutica de la llamada Neuromodulación Auricular (20). El pabellón auricular esta innervado por tres tipos de nervios, en relación a su procedencia; trigeminal (nervio auriculotemporal), vagal (nervio auricular del vago) y espinal (nervio auricular mayor, procedentes de las raíces nerviosas C2-C3). Es importante destacar la amplia innervación vagal del pabellón auricular y su cercanía a los núcleos del tronco cerebral, sobre todo si la relacionamos con la teoría polivagal, elaborada por Stephen W. Porges (21), donde desarrolla el papel del sistema autonómico en general y del sistema vagal en particular. Esta teoría considera que el sistema vagal no solo es un nervio, el vago, sino un conjunto de vías neurales que se originan en diversas áreas del tronco cerebral, concretamente en el núcleo dorsal del vago (NDV) y en el núcleo ambiguo (NA). Las fibras vagales de estos dos núcleos del tronco cerebral, están diferenciadas en estructura y en su función. Por un lado, las fibras vagales del NA están mielinizadas y las NDV son amielínicas.

También es importante, señalar que neuroanatómicamente el componente motor del vago comparte orígenes evolutivos con cuatro nervios craneales: trigémino, facial, accesorio y glossofaríngeo (21, 22). La teoría polivagal reconoce que el sistema vagal, es un sistema complejo y que debería organizarse en términos de los núcleos de origen comunes y de sus relaciones con estructuras del sistema nervioso central.

Por tanto, se puede considerar que la base anatómica de origen de estos procedimientos es el sistema nervioso periférico, el sistema vascular y su integración con el sistema nervioso central y proponemos, considerando el contenido del sistema energético como el más definido, hacer una extensión del mismo y elaborar criterios para establecer las relaciones neuroanatómicas que permitan utilizarlas independientemente del estímulo aplicado.

Zonas neurovasculares

Los criterios para la definición de las que denominamos Zonas Neurovasculares (ZNV) a partir de las descritas en el sistema energético son, por una parte, la corrección de la denominación de punto- dimensiones de un diámetro alrededor de 2-3 mm- por la denominación de zona -dimensiones más amplias alrededor de 6 mm de diámetro, dependiendo de la ZNV-, justificando esta modificación por la propia distribución del paquete vasculonervioso. Por otra parte, la corrección del punto en función de la relación nerviosa y vascular de la ZNV y por tanto su posible modificación en cuanto a su localización anatómica. Por último, la denominación de la ZNV en relación con las estructuras nerviosas y vasculares que le son propias.

Algunas investigaciones científicas contemporáneas han demostrado que el subcutis subyacente a la ZNV dispone de gran cantidad de terminaciones nerviosas y paquetes vasculares, así Bossy et al. (23) definen el substrato macroscópico de un punto energético y por consiguiente por extensión a una ZNV, como un paquete vasculo-nervioso envuelto por pequeños haces nerviosos que forman los nervi vasorum, formado por un nervio del sistema nervioso cerebroespinal (42%), una arteria con un plexo nervioso perivascular (18%) y una vena con su plexo nervioso (40%). La naturaleza de estos haces nerviosos que se encuentran debajo o cerca de las ZNV es diversa: haces cutáneos (puramente sensitivos o sensitivos y simpáticos), vasculares (mezcla de simpático y sensorial) o musculares (mezcla de sensitivo y motor) (24).

En su localización específica, en algunos casos la ZNV descubre un mayor número de receptores sensitivos, en otros, un entramado de comunicaciones vasculo-nerviosas, y en todos los casos una mayor conductividad eléctrica. La resistencia eléctrica de las ZNV es un fenómeno a considerar. Las primeras experiencias sobre la medida de resistencia cutánea de ciertas zonas puntiformes fueron realizadas por los doctores Gras y Niboyet a principios de la década de 1950 (25). Las ZNV de alta conductividad eléctrica se asocian con los enlaces en el epitelio, mediante complejas proteínas hexagonales, que forman canales entre células adyacentes y facilitan la comunicación intercelular. La ZNV presenta, a diferencia del resto de la epidermis, un aumento de la conductividad, o lo que es lo mismo, una caída a la resistencia eléctrica superficial: en condiciones normales, la piel seca presenta una resistencia eléctrica del orden de 200-2.000 KW, mientras que los estudios sobre las propiedades de los puntos de acupuntura

y por tanto de las ZNV (26) señalan que en ellos no se alcanzan los 50-100 KW. Además, la resistencia eléctrica disminuye a medida que las ZNV se alejan de la espina dorsal, alcanzando su valor más bajo de 50 KW en los puntos localizados en las extremidades.

Cabe destacar que la cúpula de la ZNV está generalmente relacionada con un tramo del tejido conjuntivo de la hipodermis que contiene los elementos vásculo-nerviosos con destinación cutánea. Se puede decir que no existe una estructura específica y, por lo general, hay varios tipos de terminaciones nerviosas que se encuentran situadas a este nivel y que deberán ser estimuladas simultáneamente.

Por tanto, de forma concluyente, en relación a las características anatómicas, morfológicas y eléctricas las ZNV, se puede describir a éstas como los lugares sobre la piel, más idóneos para transmitir un determinado impulso. El estímulo de los mecanismos de modulación nociceptiva, tanto segmentarios como suprasegmentarios, son traducidos y codificados por el sistema nervioso tanto periférico como central (27). Por ello cualquier estímulo (eléctrico, térmico, químico o mecánico) sobre las ZNV y su repercusión sobre el paquete vásculo-nervioso provocará un bloqueo en la transmisión del impulso doloroso (neuromodulación nociceptiva). La incidencia sobre diferentes estaciones que presentan los mecanismos de neuromodulación, a través de la estimulación de las ZNV, se presentan como un procedimiento terapéutico de gran valor y eficacia en el tratamiento de la patología dolorosa. En la práctica clínica, sobre todo en el tratamiento de la patología dolorosa de origen articular, se estimulan varias ZNV simultáneamente, para conseguir el efecto de neuromodulación deseado (28).

Además de los tratamientos sobre puntos de dolor muscular, como por ejemplo los puntos gatillo o trigger points y del tratamiento sobre el dolor articular, las ZNV se pueden utilizar desde un punto de vista segmentario. En el eje vertebral y sus componentes medulares se concentra gran parte de la información sensitiva, motora y autonómica del organismo. El asta posterior de la médula es el primer centro de procesamiento de la información sensorial aferente, que se modula continuamente por los reflejos intersegmentarios y por los estímulos descendentes desde los centros nerviosos superiores (29, 30). Las ZNV de referencia segmentaria están situados a partir de la línea media posterior e íntimamente relacionadas con la inervación de la espalda según Wong (31), concretamente con las ramas nerviosas anteriores y posteriores. La rama posterior que sale del nervio raquídeo, se divide en las ramas medial, intermedia y lateral, la rama medial inervará la duramadre y el cuerpo vertebral, la rama intermedia inervará la musculatura paravertebral profunda y las facetas y la rama lateral inervará la musculatura paravertebral superficial y, por tanto, reciben la información sensible de esta zona. El objetivo terapéutico de la estimulación de estas ZNV de referencia es la disminución de dolor mediante una limitación de la transmisión de la información algica desde los tejidos lesionados. Con esta actividad segmentaria se puede obtener una reducción del componente inflamatorio, un aumento de la reparación tisular y una restauración funcional por la normalización del tono vasomotor en el área alterada, así como un aumento de la fuerza muscular por la supresión de la inhibición motora secundaria a la lesión (32).

Las ZNV también están relacionadas con el área de influencia del asta lateral autonómica, que conforma el origen de la inervación simpática de la médula espinal y que tiene una función importante, en muchas de las reacciones segmentarias. En algunas circunstancias, las fibras somato-sensoriales aferentes y las fibras simpáticas eferentes pueden influirse mutuamente. Una activación prolongada de las fibras C o tipo IV, responsables de la transmisión del dolor más crónico e impreciso a nivel topográfico, puede incrementar la actividad simpática y sensibilizará las fibras nerviosas pequeñas a nivel del mismo segmento, por lo tanto, puede ser importante observar este nivel de influencia, para modular la señal nociceptiva. En este sentido y en relación a la zona a tratar, se atiende a la distribución de la cadena simpática preganglionar a nivel paravertebral, que, para la cabeza y zona cervical alta, se extiende aproximadamente de C8 a T4; para la zona cervical baja y dorsal, de T4 a T11, y para la zona lumbosacra, de T11 a L5. Posiblemente en los casos de dolor agudo en los que existe un tono simpático demasiado elevado y por tanto la regulación de este sistema autonómico puede ser importante para la modulación del dolor y para la percepción a nivel cortical de este (33, 34).

Por otra parte, también parece importante la participación del sistema autonómico en los síndromes de dolor miofascial, estas disfunciones generan los llamados puntos gatillo y que, según la hipótesis integrada de estos puntos, son generados por una alteración en la liberación de acetilcolina por parte de la placa neuromuscular disfuncional. Varias líneas de evidencias experimentales sugieren que la actividad del sistema nervioso autónomo, especialmente del simpático pueden modular intensamente la liberación anormal de acetilcolina en la terminación nerviosa. Por tanto, se puede plantear este tratamiento segmentario desde el punto de vista autónomo, observando para su realización la distribución del sistema simpático, descrito anteriormente en este mismo texto, en la cadena simpática preganglionar a nivel paravertebral.

Conclusión

En conclusión, con objeto de optimizar las distintas técnicas de tratamiento del dolor crónico basadas en el estímulo de ciertos puntos anatómicos, se definen las ZNV como los lugares que, por las características físicas que presentan, la aplicación de un estímulo, que puede ser invasivo o no invasivo, eléctrico, térmico, químico o mecánico, puede generar efectos terapéuticos que actúen activando los mecanismos de neuromodulación propios de los sistemas biológicos y se muestren eficaces, bajo el control de los parámetros adecuados, en el tratamiento de la patología dolorosa crónica, hemodializados y también todos los otros pacientes aquejados de dolor crónico.

Conflictos de interés

El presente artículo no ha sido soportado económicamente por ninguna empresa ni representa ningún tipo de conflicto de intereses al no promocionarse ningún tipo de tratamiento, sino que se limita a la definición y descripción de puntos anatómicos.

Bibliografía

1. Dos Santos PR, Mendonça CR, Hernandes JC, Borges CC, Barbosa MA, Romeiro AMS, et al. Pain in Patients With Chronic Kidney Disease Undergoing Hemodialysis: A Systematic Review. *Pain management nursing : official journal of the American Society of Pain Management Nurses*. 2021.
2. Murtagh FE, Addington-Hall J, Higginson IJ. The prevalence of symptoms in end-stage renal disease: a systematic review. *Advances in chronic kidney disease*. 2007;14(1):82-99.
3. Kalim S, Lyons KS, Nigwekar SU. Opioids in Hemodialysis Patients. *Seminars in nephrology*. 2021;41(1):24-32.
4. Gao Z, Zhang J, Liu GF, Ji LX. Research Trends from 2010 to 2020 for Pain Treatment with Acupuncture: A Bibliometric Analysis. *Journal of pain research*. 2021;14:941-52.
5. Ben H, Li L, Rong PJ, Jin ZG, Zhang JL, Li YH, et al. Observation of Pain-Sensitive Points along the Meridians in Patients with Gastric Ulcer or Gastritis. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2012;2012:1-7.
6. McPartland JM. Travell trigger points--molecular and osteopathic perspectives. *The Journal of the American Osteopathic Association*. 2004;104(6):244-9.
7. Navarro K, Pinilla L. The contributions of Henry Head to neuroanatomical and physiological bases of therapy segment. *Médicas Universidad Industrial de Santander*. 2013;26(2):33-44.
8. Rodríguez-Nogueira O, González-Caminal G, Morera-Balaguer J, Rodríguez-Ferreira J. Jarricot Dermatome Pain Test Validation as a Diagnostic Test of Organic Stress. *Psychology Research*. 2014;4(10):770-8.
9. Calpe J, García C, Hernández R, Gaspar M, Rotellar E. Nuestra experiencia con un recuperador electrónico en lesiones vasculares de pacientes hemodializados. *Rev Soc Esp Dial Trasplant*. 1998;19(2):19-22.
10. Langevine HM, Churchill DL, Wu J, Balder GJ, Yandow JA, Fox JR, et al. Evidence of connective tissue involvement in acupuncture. *FASEB J* 2002;16(8):872-4.
11. Langevine HM, Yandow JA. Relations of acupuncture points and meridians to connective tissue plane. *Anat Rec* 2002;69(6):257-65.
12. Jiang XM, Zhang XQ, Yuan L. [Advances in the study on the role of connective tissue in the mechanical signal transduction of acupuncture]. *Zhen ci yan jiu = Acupuncture research*. 2009;34(2):136-9.
13. Yamamura Y, Tabosa A, Mello LE, Ishida A, Guimarães CM. [Neurophysiological basis of acupuncture]. *Revista da Associacao Medica Brasileira (1992)*. 1995;41(4):305-10.
14. Goldman N, Chen M, Fujita T, Xu Q, Peng W, Liu W, et al. Adenosine A1 receptors mediate local anti-nociceptive effects of acupuncture. *Nature neuroscience*. 2010;13(7):883-8.
15. *Fundamentos De Acupuntura y De Moxibustion De China*. Beijing: Foreign Languages Press 2003. 461 p.
16. Kagitani F, Uchida S, Hotta H. Afferent nerve fibers and acupuncture. *Auton Neurosci*. 2010;157(1-2):2-8.
17. Álvarez-Prats D, Carvajal-Fernández O, Valera Garrido F, Pecos-Martín D, García-Godino A, Santafe MM, et al. Acupuncture Points and Perforating Cutaneous Vessels Identified Using Infrared Thermography: A Cross-Sectional Pilot Study. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2019;9:7126439.
18. Donnelly JM, Fernández De Las Peñas C, Freeman J, Finnegan M. Travell, Simons & Simons *Dolor y disfunción miofascial (3ª Ed.): el manual de los puntos gatillo*. 3rd ed: Lippincott Williams & Wilkins; 2019.

19. Hou PW, Hsu HC, Lin YW, Tang NY, Cheng CY, Hsieh CL. The History, Mechanism, and Clinical Application of Auricular Therapy in Traditional Chinese Medicine. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2015;2015:495684.
20. Mercante B, Deriu F, Rangon CM. Auricular Neuromodulation: The Emerging Concept beyond the Stimulation of Vagus and Trigeminal Nerves. *Medicines (Basel, Switzerland)*. 2018;5(1).
21. Porges SW. La Teoría Polivagal. *Fundamentos Neurofisiológicos de las emociones, el apego, la comunicación y la autorregulación*: Ediciones Pléyades; 2017.
22. Netter FH. *Atlas de anatomía humana*: Elsevier España, S.L.U.; 2019.
23. Bossy J, Maurel JC, Godlewski G. [Macroscopic substratum of acupuncture points]. *Bulletin de l'Association des anatomistes*. 1975;59(165):357-62.
24. Bossy J. *Bases neurobiológicas de las reflexoterapias*: Mason, S.A.; 1985.
25. Niboyet EH. La moindre resistance a l'électricité de surfaces punctiformes et de trajets cutanés concordants avec les points et meridiens bases de l'acupuncture. *Marseille: Gap / imprimerie Louis Jean*; 1963.
26. Niboyet JEH. *Nouveau traité d'acupuncture*: Maisonneuve et Larose 2015.
27. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science*. 1965;150(3699):971-9.
28. Marco-Aznar P, Foraster Lloret R. *Zonas neurovasculares para el tratamiento del dolor muscular y articular*. 1st ed. *Barcelona: Adam Edicions* 2021.
29. Mayor DF. *Electroacupuncture a practical manual and resource*: Churchill Livingstone; 2007.
30. Lefaucheur JP. Clinical neurophysiology of pain. *Handb Clin Neurol*. 2019;161:121-48.
31. Wong JY. *A Manual of Neuro-Anatomical Acupuncture, Volume I: Musculo-Skeletal Disorders*: Redwing Book Company 1999.
32. Fillingim RB, Loeser JD, Baron R, Edwards RR. Assessment of Chronic Pain: Domains, Methods, and Mechanisms. *The journal of pain : official journal of the American Pain Society*. 2016;17(9 Suppl):T10-20.
33. Abad-Alegria F, Pomarón C, Aznar C, Muñoz C, Adelantado S. Evaluación objetiva de la acción simpaticolítica del punto de acupuntura Nei Guan. *Am J Chin Med* 2001;29(2):201-10.
34. Olyaei GR, Talebian S, Hadian MR, Bagheri H, Momadjed F. The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on sympathetic skin response. *Electromyography and clinical neurophysiology*. 2004;44(1):23-8.