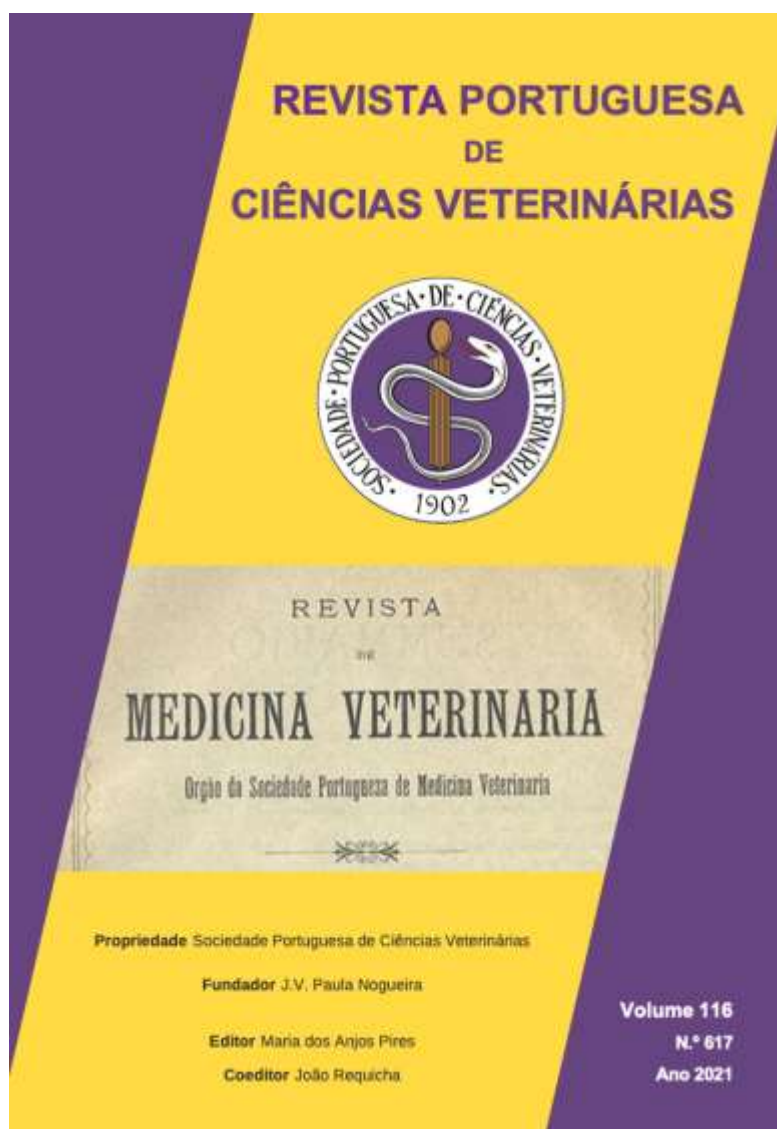


Bases neurofisiológicas da Acupuntura

Luís Resende, Ana Gomes, Ana Tavares, João Paulo Marques, Karla Pinto, Maria João Baldaia, Rui Elias, Cátia Mota e Sá

Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias
(2021) 116 (617)



Propriedade: Sociedade Portuguesa de Ciências Veterinárias | **Fundador:** J.V. Paula Nogueira | **Editor:** Maria dos Anjos Pires | **Coeditor:** João Filipe Requicha | **Contatos:** Faculdade de Medicina Veterinária, Pólo Universitário do Alto da Ajuda, Sala C3.66. Av. da Universidade Técnica. 1300-477 Lisboa – Portugal | ☎ +351 213 580 221/2 | @ spcv.pt@gmail.com | <http://www.spcv.pt/> | **Apoio:** Fundação para a Ciência e a Tecnologia | **Design gráfico:** Nelson Ribeiro | **ISSN 0035-0389.**

É permitida a reprodução do conteúdo desta revista - *The reproduction of the content of this publication is permitted* | Desejamos estabelecer permuta com outras publicações - *We wish to establish exchange with other publications* | Os trabalhos submetidos para publicação são analisados por especialistas - *Papers submitted for publication are peer reviewed*

Bases neurofisiológicas da Acupuntura

Neurophysiologic basis of Acupuncture

Luís Resende^{1*}, Ana Gomes¹, Ana Tavares¹, João Paulo Marques¹, Karla Pinto¹, Maria João Baldaia¹, Rui Elias¹, Cátia Mota e Sá¹

Associação Portuguesa de Acupuntura Médico Veterinária (APAMV), Rua Hermano Neves 18, pisos 3 e 7, 1600-477 Lisboa

Resumo

A acupuntura é uma técnica terapêutica que consiste na estimulação periférica, percutânea, de estruturas nervosas e pontos motores e a sua prática exige domínio de conhecimentos no âmbito da anatomia, fisiologia, patologia e dos princípios da medicina baseada na evidência (White *et al.*, 2008a; White *et al.*, 2008b). A neuromodulação, isto é, a influência exercida sobre a atividade de um nervo através de um estímulo em locais neurológicos específicos do corpo, é a base dos mecanismos pelos quais a acupuntura atua. Após a inserção da agulha e dependendo dos locais punterados e do método de estimulação, desencadeiam-se mecanismos de neuromodulação periférica e central, os quais interligam os eventos de transmissão nervosa que ocorrem desde o neurónio ao cérebro e vice-versa, afetando a atividade sensorial, motora e autónoma em função dos nervos visados (Mathews *et al.*, 2014). Os desenvolvimentos e avanços científicos têm permitido elucidar os mecanismos de ação da acupuntura (Robinson, 2016), sendo reconhecidos pela comunidade científica os seus efeitos neuromoduladores, tanto na dor como na função visceral.

Palavras-chave: acupuntura, neuromodulação, dor, sistema nervoso, veterinária.

Summary

Acupuncture is a therapeutic technique consisting on peripheral percutaneous stimulation of nerve structures and motor points, requiring a profound knowledge in anatomy, physiology, pathology and in the principles of evidence-based medicine (White et al., 2008a; White et al., 2008b). Neuromodulation, i.e., the influence on a nerve's activity through stimulation at specific neurological sites in the body, is the basis of the mechanisms by which Acupuncture acts. After insertion of the needle and depending on the punctured sites and the stimulation method, the peripheral and central neuromodulation mechanisms will be triggered, which will link the nerve transmission events between the nerve and the brain and vice versa, affecting sensory, motor and autonomic activity (depending on the targeted nerve) (Mathews et al., 2014). Scientific developments and advances have made it possible to understand the mechanisms of action of Acupuncture and its effects on the body (Robinson, 2016), enabling science to acknowledge its neuro modulatory effects on pain and visceral dysfunction.

Keywords: acupuncture, neuromodulation, pain, nervous system, veterinary.

1. Introdução

A aplicação de toda e qualquer intervenção terapêutica necessita sempre de fundamento científico e de uma base de conhecimento assente nos seus efeitos terapêuticos e mecanismos de ação. No que à acupuntura se refere, o conhecimento dos mecanismos fisiológicos desta técnica exige uma base de conhecimento prévio no âmbito dos mecanismos da nociceção, somática e visceral, assim como da anatomia neurofuncional dos sistemas viscerais e somáticos. Este conhecimento prévio é fundamental para a compreensão dos efeitos terapêuticos desta técnica e dos seus mecanismos de ação.

Atendendo a que em Medicina Veterinária se verifica uma aplicação crescente da acupuntura como intervenção terapêutica, e atendendo igualmente à necessidade de divulgar informação cientificamente válida que permita o esclarecimento dos Médicos Veterinários, os autores, em representação da Associação Portuguesa de Acupuntura Médico Veterinária (APAMV) consideraram necessário que se compreendam primeiramente os mecanismos neurofisiológicos desencadeados por esta técnica. O objetivo deste artigo consiste, assim, em trazer à classe Médico-Veterinária o conhecimento atual sobre as bases neurofisiológicas da acupuntura, no sentido de promover uma melhor compreensão dos seus mecanismos de ação e, conseqüentemente, contribuir para uma ponderação criteriosa da acupuntura como intervenção Médica Veterinária.

A acupuntura é então uma técnica terapêutica que consiste na introdução percutânea de agulhas finas e sólidas, promovendo, em resposta, efeitos fisiológicos a diferentes níveis (White *et al.*, 2008a; White *et al.*, 2008b). Estes efeitos são o reflexo de uma estimulação sensorial periférica e têm espelho a nível local, segmentar, hétero-segmentar e central, manifestando-se sobretudo ao nível da modulação da dor e da regulação das funções autónomas viscerais e neuroendócrinas (Lund e Lundberg, 2016), como se verá a seguir.

Adicionalmente, uma revisão sistemática também recente (Lee *et al.*, 2019) refere que existem, até à data da publicação, 31 trabalhos publicados no âmbito dos mecanismos centrais e periféricos da analgesia

visceral em animais (entre os quais se inclui o cão, o gato, o coelho e animais de laboratório). São, por isso, vários os mecanismos neurofisiológicos identificados que permitem explicar os efeitos analgésicos e neuromoduladores da acupuntura, tanto em humanos como em animais.

2. A nociceção

A nociceção traduz-se por um conjunto de mecanismos fisiológicos que integram distintas etapas tais como a transdução, a transmissão, a modulação, a projeção e a percepção do estímulo adverso (Todd e Koerber, 2013).

A transmissão da informação nocicetiva da periferia ao sistema nervoso central coexiste com mecanismos fisiológicos dinâmicos que modulam e inibem a nociceção a todo o momento. Este fenómeno de modulação traduz assim uma capacidade extraordinária do organismo para lidar com os vários estímulos nocicetivos, ocorrendo a 4 níveis distintos: local, segmentar (medula espinhal no segmento afetado), hetero-segmentar (diz respeito aos restantes segmentos medulares) e supra-segmentar ou central (respeitante à influência dos centros cerebrais). A nível segmentar e hetero-segmentar, a ativação dos feixes inibitórios descendentes constitui um dos mecanismos responsáveis por essa modulação inibitória da nociceção (Pertovaara e Almeida, 2006). Existem ainda fenómenos de competição para a transmissão espinotalâmica que inibem a nociceção a este nível (mecanismos explicados em parte pela Teoria do Portão da Dor). No que se refere aos feixes inibitórios descendentes,

refletem uma modulação central inibitória da dor. A ativação destes feixes resulta numa diminuição na aferência nocicetiva ao Sistema Nervoso Central (SNC), tornando a dor suportável, ou anulando-a, e impedindo-a de se tornar crónica ou patológica (Mathews, 2008). Têm origem em várias áreas do cérebro, sendo a substância cinzenta central, localizada no mesencéfalo, o local mais importante para o sistema de analgesia endógeno (Klaummann *et al.*, 2008; Mathews, 2008). Estes feixes de fibras nervosas percorrem os vários segmentos da medula espinhal (Mathews, 2008; Heinricher, 2009) ao nível dos quais exercem um efeito inibitório modulador segmentar e hetero-segmentar, através da libertação de neurotransmissores pró-analgésicos, dos quais se destaca a Noradrenalina (NA) e Serotonina (5-HT). Estes neurotransmissores estimulam, por sua vez, a libertação de opioides (encefalinas, endorfinas e dinorfinas) bloqueando, assim, a informação nocicetiva da periferia.

3. O efeito da Acupuntura na neuromodulação da dor

No que à acupuntura se refere, sabe-se que esta técnica potencia os mecanismos fisiológicos de inibição da dor (Epstein *et al.*, 2015) a nível local, segmentar, hetero-segmentar e central. Dos mecanismos envolvidos na analgesia promovida pela acupuntura, destacam-se a ativação dos feixes inibitórios descendentes e a ativação do sistema do Portão da Dor (Figura 1), dois mecanismos fisiológicos importantes na neuromodulação da dor (Lundberg e Lund, 2016).

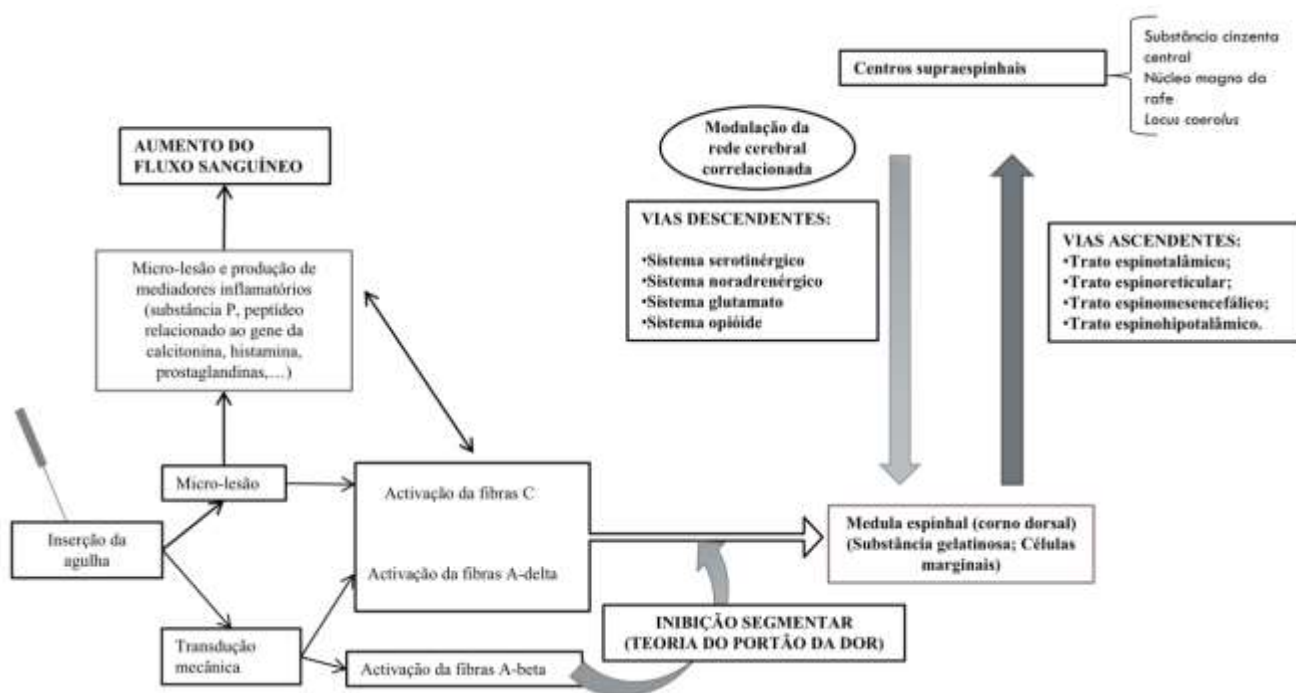


Figura 1. Mecanismos de neuromodulação da dor promovidos pela acupuntura (Adaptado de Cagnie *et al.*, 2013; Leung, 2012).

4. Efeitos a nível local

A nível local/periférico, a acupuntura é capaz de ativar todo o tipo de mecanorreceptores nos tecidos cutâneos, tecidos fasciais e musculares, superficiais ou profundos (Andersson e Lundberg, 1995). Existem evidências histológicas que demonstram que muitos dos pontos de acupuntura da medicina tradicional chinesa são zonas de densa inervação, onde se encontram vários tipos de recetores neurológicos periféricos, importantes para a mecanorrecepção e nociceção (Li *et al.*, 2004; Lundberg e Lund, 2016). Desta forma, os locais de “Acupontos” podem classificar-se como sendo (i) locais ricos em fusos musculares (*muscle-spindle-rich acupuncture sites*), (ii) locais ricos em recetores cutâneos (*cutaneous-receptor-rich acupuncture sites*), (iii) locais ricos em órgãos-tendinosos (*tendo-organ-rich acupuncture sites*). A forma como se procede à técnica de puntura permitirá estimular cada um destes distintos recetores: puntura superficial vs puntura profunda, puntura sem estimulação da agulha vs. puntura com estimulação/rotação da agulha e ainda puntura com eletroestimulação (Lundberg e Lund, 2016).

Baldry (1998) foi um dos proeminentes investigadores a constatar uma similaridade entre a localização de alguns pontos de acupuntura tradicionais e os pontos gatilho descritos na literatura ocidental. Segundo este autor, os tradicionais pontos “*Ah Shi*” - pontos dolorosos à palpação e que se encontram fora dos canais tradicionais - correspondem a pontos gatilho, reconhecidos pela ciência ocidental como sendo uma das principais causas de dor miofascial e de disfunção neuromuscular.

Ainda a este nível, a acupuntura promove também a libertação de neurotransmissores inibitórios (por exemplo: acetilcolina, noradrenalina (NA), ácido gama-aminobutírico, beta-endorfinas, óxido nítrico e substância P, os quais diminuem a excitabilidade dos recetores e das fibras aferentes no local da puntura. Este efeito inibitório atua localmente diminuindo a nociceção e contribuindo assim para o efeito analgésico periférico (Zang *et al.*, 2012; Lundberg e Lund, 2016). A acupuntura promove ainda, através da estimulação de ergorreceptores e mecanorreceptores musculares, a libertação local do neurotransmissor péptido relacionado com o gene da calcitonina (CGRP, do Inglês, *Calcitonin Gene Related Peptide*), o qual tem um potente efeito vasodilatador local (Jansen *et al.*, 1989; Shinbara *et al.*, 2013). Entre outras funções, este neurotransmissor atua na melhoria do fluxo sanguíneo muscular durante as atividades físicas que promovam isquemia muscular, tais como exercício ou carga muscular, pelo que é reconhecido o seu efeito autorregulatório no músculo (Sato *et al.*, 2000). Sabe-se ainda que este péptido tem ainda uma ação trófica sobre as células endoteliais, atuando como fator de crescimento e contribuindo assim para a angiogénese (Lundberg e Lund, 2016).

O estímulo mecânico da agulha promove também, em todos os tecidos punturados, uma resposta inflamatória local com conseqüente vasodilatação e chamada de mediadores pro-inflamatórios locais (citoquinas, prostaglandinas, bradicinina), contribuindo também para o acelerar do processo de cicatrização (White *et al.*, 2018b).

No tratamento de pontos gatilho e bandas tensas (síndromes de dor miofascial) a acupuntura atua localmente na sua desativação e no relaxamento muscular, através de um mecanismo similar ao reflexo de alongamento (Takakura *et al.*, 2010), sendo por este motivo, uma das técnicas de eleição no tratamento destas disfunções neuromusculares (Baldry, 1998; White *et al.*, 2018a).

5. Efeitos a nível segmentar

A introdução de uma agulha de acupuntura (fina e minimamente traumática) induz a estimulação de fibras A alfa, A beta e A delta localizadas na pele e correspondentemente de fibras Ia, Ib, II e III no músculo (Tabela 1). Este estímulo inicia uma aferência que vai competir, ao nível do corno dorsal da medula, com a transmissão da informação nociceptiva veiculada pelas fibras C/IV aos centros de processamento corticais/superiores - Teoria do Portão da Dor (Melzack e Wall, 1965). Este efeito será tanto mais potente quanto mais próxima a agulha for colocada da fonte de nociceção ou nos segmentos neurológicos afetados pela disfunção. Este mecanismo de modulação da dor também pode ser produzido por qualquer outro estímulo mecânico, nomeadamente a acupressão, a massagem e até a eletroterapia transcutânea. No entanto, ao invés de eletroterapia cumulativa da acupuntura com tratamentos consecutivos (White *et al.* 2018a), o efeito terapêutico destas técnicas tem uma duração limitada apenas ao tempo de permanência do estímulo (Kim *et al.*, 2004; Mayor, 2007; Silva *et al.*, 2011).

Dependendo da localização da agulha e do tipo de estímulo é também a este nível que ocorrem reflexos somato-viscerais os quais podem também contribuir para a modulação da função visceral através da puntura de estruturas somáticas que partilhem o mesmo segmento de inervação (Sato, 1997; Stener-Victorin *et al.*, 2008), como se verá a seguir (modulação do sistema visceral).

6. Efeitos a nível hetero-segmentar

A estimulação das fibras A delta/ III pela acupuntura promove a ativação dos feixes inibitórios descendentes, um mecanismo mais complexo que o sistema da Teoria do Portão da Dor e que, pelo envolvimento de neurotransmissores (nomeadamente opioides), promove uma analgesia mais potente e duradoura (White *et al.*, 2018c).

Após competir com as fibras C/ IV, a informação proveniente da puntura projeta-se no cérebro em

Tabela 1 – Classificação das diferentes fibras sensoriais, segundo o sistema de classificação Erlanger y Gasser e Lloyd y Hunt (Warren *et al.*, 2013a; Warren *et al.*, 2013b).

Classificação Erlanger y Gasser	Classificação Lloyd y Hunt	Diâmetro da fibra nervosa (µm)	Velocidade de condução (m/s)	Recetor nervoso associado e tipo de informação transmitida
A alfa	Ia	13-20	80-120	Recetor – Terminações anulo-espaciais do Fuso Muscular que detetam alongamento das fibras. Esta fibra transmite informação propriocetiva e sensação de vibração.
	Ib	13-20	80-120	Recetor – Aparelho tendinoso de Golgi que deteta alterações da tensão sobre o tendão.
A beta	II	6-12	35-75	Recetor – Terminações em ramallete do Fuso Muscular. Detetam alongamento. Recetor – Mecanorreceptores cutâneos (detetam pressão e tato fino/discriminativo).
A delta	III	1-5	5-30	Recetores – Mecanorreceptores, termo e nociceptores cutâneos. Transmitem informação relativa ao trato discriminativo, dor aguda/picada e sensação térmica para frio.

vários centros de processamento. É aqui que vai promover a ativação dos feixes inibitórios descendentes e conseqüente libertação de NA, 5-HT e opioides. Este efeito reflete-se em todos os segmentos medulares, independentemente do local da punção e tem uma ação mais prolongada no tempo. No entanto, sabe-se que será mais potente no segmento onde deu entrada a aferência, pelo que, tanto o diagnóstico como um conhecimento neuroanatômico são fundamentais na hora de eleger os locais a punção (White *et al.*, 2018c).

7. Efeitos a nível cortical

Sabe-se que em situações de dor crónica, para além da percepção consciente do estímulo nociceptivo, existe uma hiperexcitabilidade das células localizadas no córtex sensorio-motor e córtex pré-frontal de onde resultam comportamentos defensivos e reflexos motores inibitórios e excitatórios que atuam com vista à prevenção de maior lesão ou dano (fenómeno de catastrofização da dor) (Lazaridou *et al.*, 2018). O efeito central da acupuntura consiste na desativação das áreas envolvidas, não só na manutenção da dor crónica (Matriz da dor ou *Pain Matrix*), mas também nas implicações motoras da mesma, nomeadamente ao nível do sistema límbico (componente emocional da dor), córtex pré-frontal (componente cognitivo da dor) e córtex sensitivo (componente sensorial da dor), córtex motor e cerebelo (componente motor da dor) e hipotálamo (componente autonómico) (Menezes *et al.*, 2010; Kalid e Tubbs, 2017).

Se associarmos à acupuntura o estímulo da corrente elétrica em frequências alternadamente altas e baixas, será possível obter a libertação dos 3 tipos de opioides (meta-enkefalinas, β-endorfinas e dinorfinas) os quais atuam de forma sinérgica na potenciação do efeito analgésico da acupuntura (Kim

et al., 2004; Mayor, 2007; Silva *et al.*, 2011). Entre muitos achados recentes, destaca-se um trabalho de pesquisa levado a cabo por Ma *et al.* (2020) onde se identificou um dos possíveis mecanismos centrais envolvidos na analgesia promovida pela acupuntura em ratos. Outra publicação relevante remonta a 1982, quando Han (1982) demonstra a reversão do efeito terapêutico analgésico da acupuntura pela naloxona, comprovando assim o envolvimento de opioides na analgesia promovida por esta técnica.

8. Efeito da Acupuntura na neuromodulação do sistema nervoso autónomo

O Sistema Nervoso Autónomo (SNA) é um sistema difuso que inerva a musculatura lisa das estruturas viscerais, mioepitélio glandular, gordura e vasos (Thomson e Hahn, 2012), promovendo uma regulação e controlo funcional das mesmas (Sato *et al.*, 1997). O SNA é constituído por componentes aferentes, centrais e eferentes e subdivide-se nos sistemas craniosacral, parassimpático (“*rest and digest*”) e toracolombar, simpático (“*fight or flight*”) (Thomson e Hahn, 2012). A componente visceral aferente é estimulada por alterações de pressão, estiramento e químicas. A informação recebida pelos nervos cranianos III, VII, IX e X e pelos ramos periféricos autónomos e dos nervos espinhais (Thomson e Hahn, 2012), é transmitida para o SNC a partir do qual se desencadeia o processo de modulação da atividade e função autónoma eferente dos órgãos alvo (Stener-Victorian, 2016). Os centros de regulação dos reflexos somato-viscerais localizam-se no SNC, medula espinhal e encéfalo (Sato *et al.*, 1997).

O aumento do conhecimento da regulação dos reflexos somato-viscerais potenciou a compreensão dos mecanismos de ação das terapias físicas, incluindo, a acupuntura (Stener-Victorian, 2016).

Segundo Lundberg e Lund (2016), o SNA pode ser influenciado pela acupuntura na recepção periférica (já que muitos dos pontos de acupuntura apresentam também uma densa rede de fibras majoritariamente simpáticas, mas também parassimpáticas). Esta estreita relação também ocorre ao nível paraespinal, segmentar e central e permite explicar os mecanismos moduladores somáticos e autônomos da acupuntura.

A acupuntura apresenta também um efeito na homeostasia do reflexo somato-visceral, envolvendo os ramos simpáticos e parassimpáticos do SNA. Este efeito surge quer a nível das vias segmentares quer a nível encefálico. Está bem documentado que o principal mecanismo de ação dos efeitos viscerais da acupuntura consiste no reequilíbrio da atividade simpática e parassimpática via reflexos somato-visceral (Noguchi, 2010). Os sinais são transmitidos pelas múltiplas vias periféricas e centrais para diferentes regiões do SNC, hipotálamo, medula espinhal e tronco encefálico, relacionadas com os órgãos viscerais via fibras eferentes autônomas e sistema neuroendócrino e neuroimune (Zhang, 2012). Vários estudos sugerem o envolvimento do sistema coluna-dorsal lemnisco medial na modulação dos efeitos da acupuntura, em particular na regulação das funções viscerais (Zhang, 2012).

Uma das ligações mais importantes entre a anatomia (estrutura) e a fisiologia (função) está relacionada com os reflexos somato-viscerais, na qual se verifica que a medula espinhal conecta o sistema somático com o sistema visceral, através de interneurónios localizados nos vários segmentos medulares. Os pontos que intervêm nesta conexão estão localizados ao longo da musculatura paraespinal, desde a região torácica até à região sacral, denominados de pontos “*Back Shu*”, e na face lateral e cranial do tronco, denominados de pontos “*Front Mu*” (Robinson, 2016).

Os pontos “*Back Shu*” recebem inervação dos segmentos medulares espinhais que se sobrepõem com a inervação dos pontos “*Front Mu*”. Os primeiros são inervados pelos ramos dorsais dos nervos espinhais e os segundos surgem ao longo dos dermatômos do mesmo nervo espinhal, ou nervo vizinho, sendo inervados pelos ramos lateral ou ventral. A Tabela 2 expressa a relação existente entre o sistema nervoso autônomo simpático e os pontos “*Back Shu*” e “*Front Mu*” (Robinson, 2016).

Para além desta relação segmentar de pontos de acupuntura com a função autônoma existe também uma relação de pontos extra-segmentares com impacto no sistema nervoso autônomo. Esta modulação é realizada através de uma variedade de conexões, com envolvimento de regiões do tronco encefálico, tais como, o Núcleo do Trato Solitário (NTS) e a Medula Rostral Ventral Lateral (MRVL) (Robinson, 2016).

O NTS, localizado na medula oblonga, recebe informação periférica dos quimiorreceptores, barorreceptores, do trato gastrointestinal, sistema cardiovascular, pulmões e das vias aéreas (Zec e

Kinney, 2003). Alguma desta informação atinge o NTS via pares cranianos III, VII, IX e X, com componente parassimpática (Liu *et al.*, 2004). O NTS também recebe aferências da pele, tecido subcutâneo e músculo. A estimulação somática desencadeada pela acupuntura aumenta ou modula estas aferências no viscerótomo correspondente (Iwa *et al.*, 2007)

A MRVL também recebe informação somática e visceral e assiste o NTS no reflexo barorreceptor (Yu e Gordon, 1996). Esta é a principal fonte excitatória tónica para os neurónios pré-ganglionares simpáticos cardiovasculares da medula espinhal, modulando as respostas cardiovasculares de acordo com os sinais que recebe do soma e das vísceras (Robinson, 2016).

Existem vários estudos com diferentes graus de evidência científica, onde é demonstrada a ação da acupuntura no processo de modulação do SNA (Lee e Fan, 2009; Peters *et al.*, 2009; Petters *et al.*, 2010). Numa revisão sistemática recente (Lee *et al.*, 2019) os autores concluem que existe uma significativa melhoria da dor visceral após tratamento com acupuntura, tanto em humanos como em animais. No que se refere à Medicina Veterinária, podemos referir alguns dos artigos que se seguem.

Um dos pontos mais estudados é o Estômago (ST) 36, localizado, no cão, 2 cun (unidade de medida utilizada para localizar os pontos de acupuntura; esta medida é proporcional e relativa ao sujeito e região alvo) distal ao *plateau* tibial, 1 cun lateral à crista da tibia no ventre do músculo tibial cranial (Chrisman e Xie, 2007). Este ponto recebe inervação dos nervos fibular superficial e profundo e nervo cutâneo sural lateral. A estimulação do nervo fibular ao nível dos pontos ST36 e ST37 ascende até ao NTS e de seguida ao núcleo motor dorsal do nervo vago (NMDNV); a eletroacupuntura em ambos os pontos desencadeia uma regulação da motilidade gástrica, no entanto, o efeito desencadeado pela estimulação ao nível do ponto ST37, localizado, no cão, na face craniolateral do membro pélvico 6 cun distais ao ponto ST35 (localizado, no cão, numa depressão distal à patela e lateral ao ligamento patelar), 0,5 cun lateral à face lateral da tibia, sobre o músculo cranial tibial (Chrisman e Xie, 2007), é menor (Wang *et al.*, 2007a, Wang *et al.*, 2007b).

Num outro estudo, verificou-se que a estimulação do ponto ST36 promove a motilidade intestinal e o efeito inverso é conseguido estimulando o ponto Bexiga (BL) 27 (Choi *et al.*, 2001), localizado, no cão, lateralmente ao 1º forâmen sacral, entre o bordo medial da espinha ilíaca dorsal cranial e o sacro (Chrisman e Xie, 2007).

Comparando a estimulação do ponto ST25, localizado, no cão, 2 cun lateral ao centro do umbigo, no ventre do músculo reto abdominal (Chrisman e Xie, 2007), com a estimulação do ponto ST36 verifica-se que o ST36 ativa o NMDNV, enquanto que o ST25 influencia a atividade da MRVL (Iwa *et al.*, 2007). Assim, o ST25 desencadeia uma ação simpaticomimética e o ST36 tem um efeito parassimpaticomimético (Noguchi, 2010), reforçando o modo como a acupuntura induz efeitos regionais

Tabela 2 – Relação entre a aferência simpática e os pontos “*Back Shu*” e “*Front Mu*”, em humanos (Robinson, 2016).

Órgão	Níveis simpáticos pré-ganglionares	Local da sinapse pré ou pós-ganglionar dos neurônios simpáticos	Ponto “ <i>Back Shu</i> ” associado e nível vertebral	Ponto “ <i>Front Mu</i> ” associado e dermatomo
Pulmões (incluindo a traqueia e brônquios)	T2-T7, gânglios simpáticos torácicos craniais	T2-T6, gânglios simpáticos	BL13; T3	LU1; C4, T2
Pericárdio	T1-T5, gânglios simpáticos torácicos craniais e cervicais	Todos os gânglios simpáticos cervicais e gânglios simpáticos de T1-T5	BL14; T4	CV17; T4
Coração	T1-T5, gânglios simpáticos torácicos superiores e cervicais	Todos os gânglios simpáticos cervicais e gânglios simpáticos de T1-T5	BL15; T5	CV14; T7
Fígado	T5-T10, nervo esplâncnico maior e plexo celíaco	Gânglio celíaco	BL18; T9	LIV14; T8, T9
Vesícula biliar	T5-T10, nervo esplâncnico maior e plexo celíaco	Gânglio celíaco	BL19; T10	GB24; T9
Baço e Pâncreas	T5-T11, nervo esplâncnico maior e plexo celíaco	Gânglio celíaco	BL20; T11	LIV13; T10, T11
Estômago e Duodeno	T5-T11, nervos esplâncnicos maior e menor e plexo celíaco	Gânglio celíaco	BL21; T12	CV12; T10
“Triplo Aquecedor” (Adrenal)	T7-L2, nervos esplâncnicos maior, menor e mínimo e primeiro (e segundo) nervos esplâncnicos lombares	Células cromafins da medula adrenal	BL22; L1	CV5; T11, T12
Rim	T10-L2, nervos esplâncnicos menor e mínimo e primeiro (e segundo) nervos esplâncnicos lombares → plexos celíaco e renal	Gânglios celíaco e aorticorenal	BL23; L2	GB25; T12
Intestino grosso	Ceco e apêndice: T10-L2, nervos esplâncnicos maior e menor → plexos celíaco e mesentérico superior Cólon até à flexura esplênica: T10-L1, nervos esplâncnicos menor e mínimo e primeiro nervo esplâncnico lombar Flexura esplênica ao reto: gânglios sacrais L1, L2 – S2-S4, até aos nervos esplâncnicos lombares e sacrais → plexos mesentérico inferior e hipogástrico inferior	Gânglios mesentérico superior e inferior e gânglios dos plexos hipogástricos superior e inferior	BL25; L4 (recebe inervação simpática de T10-L2)	ST25; T10
Intestino delgado	T8-T12 direita, T8-T11 esquerda, nervos esplâncnicos maior e menor e plexo celíaco	Gânglios celíaco e mesentérico superior	BL27; (recebe inervação simpática de T10-T2)	CV4; T12
Bexiga	T11-L2, nervos esplâncnicos menor e mínimo	Gânglio mesentérico inferior e gânglio sacral paravertebral	BL28; S2 (recebe inervação simpática de T10-L2)	CV3; L1

Abreviaturas: BL, canal da bexiga; LU, canal do pulmão; CV, canal vaso conexão; LIV, canal do fígado; GB, canal da vesícula biliar; ST, canal do estômago; C, vértebra cervical; T, vértebra torácica; L, vértebra lombar; S, vértebra sagrada.

específicos que podem modular de forma diferente a atividade do SNS.

Acupuntura realizada no ponto Pericárdio (PC) 6, localizado, no cão, 2 cm proximal à articulação do carpo, entre os tendões dos músculos flexor digital superficial e flexor radial do carpo (Chrisman e Xie, 2007), ativa o giro frontal superior esquerdo, o giro cingulado anterior e núcleo dorsomedial do tálamo (Yoo, 2004). Apresenta também um efeito modulador de algumas estruturas cerebelares. A modulação da atividade da rede neural cerebelar vestibular pode explicar o efeito antiemético do ponto PC6 (Yoo, 2007; Bai *et al.*, 2010; Choi *et al.*, 2012;). Este efeito antiemético é também comprovado por estudos aleatórios controlados e por meta-análises (Lee e Done, 1999; Shen *et al.*, 2000, Smith *et al.*, 2002).

9. Conclusão

Os mecanismos neurofisiológicos da acupuntura são complexos e alguns dos quais não inteiramente esclarecidos ainda. No entanto, à luz do atual conhecimento, sabe-se que esta técnica tem uma ação inequívoca na neuromodulação da dor somática e visceral, assim como na modulação das funções viscerais e neuroendócrinas, tanto em seres humanos como em animais.

Esta revisão facilita uma melhor compreensão dos mecanismos neurofisiológicos da acupuntura e do seu potencial efeito analgésico para condições dolorosas.

Considera-se também que, tal como aqui evidenciado, é possível falar de acupuntura baseada na ciência e acredita-se que este é o primeiro passo para que se possa começar a discuti-la com o rigor necessário e merecido na classe médico-veterinária em Portugal.

Bibliografia

- Andersson S, Lundberg T (1995). Acupuncture – from empiricism to science: Functional background to acupuncture effects in pain and disease. *Med. Hypotheses*, 45, 271-281.
- Bai L, Yan H, Li L, Qin W, Chen P, Liu P, Gong Q, Liu Y e Tian J (2010). Neural specificity of acupuncture stimulation at pericardium 6: evidence from an fMRI study. *J Magn Reson Imaging*, 31, 71-77.
- Baldry PE (1998). Acupuncture, Trigger points and Musculoskeletal Pain. Churchill Livingstone (Edinburgh).
- Cagnie B, Dewitte V, Barbe T, Timmermans F, Delrue N, Meeus M (2013). Physiologic effects of dry needling. *Myofascial Pain. Curr Pain Headache Rep*, 17(8), 348
- Choi EM, Jiang F, Longhurst JC (2012). Point specificity in acupuncture. *Chin Med*, 7(4).
- Choi M, Jung J, Seo M, Lee K, Nam T, Yang I, Yoon Yoon J (2001). Ultrasonographic observation of intestinal mobility of dogs after acupunctural stimulation on acupoints St-36 and BI-27. *J. Vet. Sci.*, 2(3), 221-226.
- Chrisman C, Xie H (2007). Canine transpositional acupoints. In: *Veterinary Acupuncture*. Editores: H Xie, V Preast. Blackwell Publishing (Iowa, Osford, Victoria), 129-216.
- Epstein M, Rodan I, Griffenhagen G, Kadrlík J, Petty M, Robertson S, Simpson W (2015). AAHA/AAFP pain management guidelines for dogs and cats. *JAAHA*, 51(2).
- Han JS (1982). Neurochemical basis of acupuncture analgesia. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 22, 193-220.
- Heinricher MM, Tavares I, Leith JL, Lumb BM (2009). Descending control of nociception: specificity recruitment and plasticity - review. *Brain Research Reviews*, 60, 214-225.
- Iwa M, Tateiwa M, Sakita M, Fujimiya M (2007). Anatomical evidence of regional specific effects of acupuncture on gastric motor function in rats. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 137, 67-76.
- Jansen G, Lundberg T, Kjartansson J, Samuelson UE (1989). Acupuncture and sensory neuropeptides increase cutaneous blood flow in rats. *Neurosci. Lett*, 97, 305-309.
- Kim JH, Min BI, Na HS, Park DS (2004). Relieving effects of electroacupuncture on mechanical allodynia in neurophatic pain model in inferior caudal trunk injury in rat: mediation by spinal opioid receptors. *Brain Res*, 998(2), 230-236.
- Lazaridou A, Martel M O, Cahalan C M, Franceschelli O, Campbell C M, Haythornthwaite, JA, Smith, M, Riley J (2018). The impact of anxiety and catastrophizing on interleukin-6 responses to acute painful stress. *Journal of Pain Research*, 11, 637-647.
- Lee IS, Cheon S, Park JY (2019). Central and Peripheral Mechanism of Acupuncture Analgesia on Visceral Pain: A Systematic Review, Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. Vol. 2019.
- Lee A, Done ML (1999). The use of nonpharmacologic techniques to prevent postoperative nausea and vomiting: a meta-analysis. *Anesth Analg*, 88, 1362-1369.
- Lee A, Fan LT (2009). Stimulation of the wrist acupuncture point P6 for preventing postoperative nausea and vomiting. *Cochrane Database Syst Rev*, 15(2), CD003281.
- Leung L (2012). Neurophysiological basis of acupuncture-induced analgesia - an updated review. *J Acupunct Meridian Stud*, 5(6), 261- 270.
- Li AH, Zhang J M, Xie YK (2004). Human acupuncture points mapped in rats are associated with excitable/skin-nerve complexes with enriched nerve endings. *Brain Res*, 1012, 154-159.
- Liu J-H, Yan J, Chang X-R, Cui R-F, He J-F, Hu, J-M (2004). Expression of c-fos in the nucleus of the solitary tract following electroacupuncture at facial acupoints and gastric distension in rats. *Neurosciences Letters*, 366, 215-219.

- Lund I, Lundberg T. (2016). Mechanisms of Acupuncture. *Acupuncture and Related Therapies*, 4(4), 26-30.
- Lundberg T, Lund I (2016). Peripheral components of acupuncture stimulation – their contribution to the specific clinical effects of acupuncture. In: *Medical Acupuncture – A Western Scientific Approach*, 2^a edição. Editores: J Filshie, A White, M Cummings. Elsevier (Edinburgh, London, New York, Oxford, Philadelphia, St Louis, Sydney, Toronto), 22-58.
- Ma ZZ, Lu YC, Wu JJ, Xing XX, Hua XY, Xu JG (2020). Acupuncture induces reduction in limbic-cortical feedback of a neuralgia rat model: a dynamic causal modeling study. *Neural Plast*, 2020.
- Mathews K, Kronen PW, Lascelles D, Nolan A, Robertson S, Steagall PVM, Wright B, Yamashita K (2014). Guidelines for recognition, assessment and treatment of pain. *Journal of Small Animal Practice*, 55(6), 10-68.
- Mathews KA (2008). Neuropathic pain in dogs and cats: if only they could tell us if they hurt. *Vet Clin Small Anim*, 38, 1365-1414.
- Mayor DF (2007). *Electroacupuncture: a practical manual and resource*. Churchill Livingstone, Edinburgh. CD-Rom Version.
- Melzack R, Wall PD (1965). Pain mechanisms: a new theory. *Science*, 150(699), 971-979.
- Menezes CRO, Moreira ACP, Brandão WB (2010). Base neurofisiológica para compreensão da dor crônica através da acupuntura - artigo de revisão. *Rev. Dor*, 11(2), 161-168.
- Noguchi E (2010). Acupuncture regulates gut motility and secretion via nerve reflexes. *Autonomic Neuroscience*, 156(1-2), 15–18.
- Pertovaara A, Almeida A (2006). Descending inhibitory systems. In: *Handbook of Clinical Neurology*. Editores: F Cervero, TS Jensen Elsevier, 179-192.
- Peters KM, Carrico DJ, Perez-Marrero R, *et al* (2010). Randomized trial of percutaneous tibial nerve stimulation versus sham efficacy in the treatment of overactive bladder syndrome: results from the sumit trial. *J Uro*, 183, 1438-1443.
- Peters KM, MacDiarmid SA, Wooldridge LS, *et al.* (2009). Randomized trial of percutaneous tibial nerve stimulation versus extended release tolterodine: results from the overactive bladder innovative therapy trial. *J Urol.*, 182, 1055-1061.
- Robinson NG (2016). Function follows form. In: *interactive medical acupuncture anatomy*. Teton NewMedia, 13-33.
- Sato A, Sato Y, Schimura M, Uchida S (2000). Calcitonin gene-related peptide produces skeletal muscle vasodilation following antidromic stimulation of unmyelinated afferents in the dorsal root in rats. *Neurosci. Lett*, 283, 137-140.
- Sato A, Sato Y, Schmidt RF (1997). The impact of somatosensory input on autonomic functions. Springer-Verlag (Heidelberg).
- Shen J, Wenger N, Glaspy J, Hays RD, Albert PS, Chekelle PG (2000). Electroacupuncture for control of myeloablative chemotherapy-induced emesis. A randomized controlled trial. *JAMA*, 28, 2755-2761.
- Shinbara H, Okubo M, Kimura K, Mizunuma K, Sumiya E (2013). Participation of Calcitonin gene related peptide released via axon reflex in the local increase in muscle blood flow following manual acupuncture. *Acupunct. Med*, 31, 81-87.
- Silva JR, Silva ML, Prado WA (2011). Analgesia induced by 2 or 100Hz electroacupuncture in the rat tail flick test depends on the activation of different descending pain inhibitory mechanisms. *J. Pain*, 12(1), 51-60.
- Smith C, Crowther C, Beilby J (2002). Acupuncture to treat nausea and vomiting in early pregnancy: a randomized controlled trial. *Birth*, 29(1), 1-9.
- Stener-Victorin E (2016). Acupuncture and the autonomic nervous system. In: *Medical Acupuncture - A Western Scientific Approach*, 2^a edição. Editores: J Filshie, A White, M Cummings. Elsevier (Edinburgh, London, New York, Oxford, Philadelphia, St Louis, Sydney, Toronto), 86-98.
- Stener-Victorin E, Jedel E, Manneras L (2008). Acupuncture in polycystic ovary syndrome: current experimental and clinical evidence. *J. Neuroendocrinol*, 20, 290-298.
- Takakura N, Yajima H, Takayama M, Kawase A, Homma I (2010). Inhibitory effect of needle penetration on vibration-induced finger flexion reflex in humans. *Acupunct. Med*, 28, 78-82.
- Thomson C, Hahn C (2012). The autonomic nervous system. In: *Veterinary Neuroanatomy, A Clinical Approach*, Saunders Elsevier (Edinburgh, London, New York, Oxford, Philadelphia, St. Louis, Sydney, Toronto), 113-122.
- Todd, A. J., Koerber, R. (2013). Neuroanatomical substrates of spinal nociception. Capítulo 5. In: *Wall and Melzack's Textbook of Pain*, 6^a edição. Editores: SB McMahon, M Koltzenburg, I Tracey, DC Turk. Elsevier Saunders, 77-93.
- Wang JJ, Qin M, Liu XD, Huang YX, Chen LW, Qiu JY, Duan L, Cao R, Rao ZR (2007a). Electroacupuncture of Foot YangMing regulates gastric activity possibly through mediation of the dorsal vagal complex. *Am J Chin Med*, 35(3), 455-464.
- Wang JJ, Qin M, Liu XD, Huang YX, Chen LW, Qiu JY, Duan L, Cao R, Rao ZR (2007b). Electroacupuncture of Tsusanli and Shangchuhu regulates gastric activity possibly through mediation of the vagus solitary (sic) complex. *Hepatogastroenterology*, 54(78), 1862-1867.
- Warren S, Capra, NF, Yezierski RP (2013a). The Somatosensory System I: Tactile Discrimination and Position Sense. In: *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications 4^a edição*. Editores: DE Haines. Elsevier Saunders (Philadelphia), 226-240.
- Warren S, Yezierski, RP, Capra, NF (2013b). The somatosensory system II: nociception, thermal sense and touch. In: *Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications 4^a edição*.

- Editores: DE Haines. Elsevier Saunders (Philadelphia), 241-259.
- White A, Cummings M, Filshie J (2008a). An overview of Western Medical Acupuncture. In: An Introduction to western medical Acupuncture. Editores: A White, M Cummings, J Filshie. Churchill Livingstone Elsevier, 7- 16.
- White A, Cummings M, Filshie J (2008b). Neurological mechanisms I: local effects. In: An Introduction to western medical Acupuncture. Editores: A White, M Cummings M, J Filshie J. Churchill Livingstone Elsevier, 17- 26
- White A, Cummings M, Filshie J (2018a). An introduction to acupuncture technique. In: An overview of Western Medical Acupuncture. In: An Introduction to Western Medical Acupuncture, 2nd edition. Editores: A White, M Cummings, J Filshie. Elsevier, 27-34.
- White A, Cummings M, Filshie J (2018b). An overview of Western Medical Acupuncture. In: An Introduction to Western Medical Acupuncture, 2nd edition. Editores: A White, M Cummings, J Filshie. Elsevier, 9-15.
- White A, Cummings M, Filshie J (2018c). General effects I: descending analgesia. In: An overview of Western Medical Acupuncture. In: An Introduction to Western Medical Acupuncture, 2nd edition. Editores: A White, M Cummings, J Filshie. Elsevier, 69-76.
- Yu D, Gordon FJ (1996). Anatomical evidence for a bi-neuronal pathway connecting the nucleus tractus solitarius to caudal ventrolateral medulla to rostral ventrolateral medulla in the rat. *Neurosciences Letters*, 205, 21-24.
- Zang ZJ, Wang XM, McAlonan G M (2012). Neural Acupuncture Unit: a new concept for interpreting effects and mechanisms of Acupuncture. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, 429412.
- Zec N, Kinney HC (2003). Anatomic relationships of the human nucleus of the solitary tract in the medulla oblongata: a Dil labeling study. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 105, 131-144.

