

REVISTA PORTUGUESA DE CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



Propriedade Sociedade Portuguesa de Ciências Veterinárias

Fundador J.V. Paula Nogueira

Editor Maria dos Anjos Pires

Coeditor João Requicha

Volume 116

N.º 617

Ano 2021

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/>

Publicidade
Sociedade Portuguesa de Ciências Veterinárias

Subsídios

FCT Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia

Fundação para a Ciência e a Tecnologia

Design gráfico
Nelson Ribeiro

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

ISSN 0035-0389

A Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias está inscrita na Direção-Geral da Comunicação Social sob o registo n.º 105 080 e a sua proprietária, Sociedade Portuguesa de Ciências Veterinárias, sob o n.º 205 079

Índice

Editorial	3
Evidências de infecção por <i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i> em ruminantes de uma região de produção leiteira intensiva	
<i>Evidences of Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis infection in ruminants from an intensive dairy production region</i>	
Célia Leão, Ana J. Oliveira, Catarina Cruz, Ana Amaro, Carlos Pinto, João Inácio, Ana Botelho Figueiredo	4
Bases neurofisiológicas da Acupuntura	
<i>Neurophysiologic basis of Acupuncture</i>	
Luís Resende, Ana Gomes, Ana Tavares, João Paulo Marques, Karla Pinto, Maria João Baldaia, Rui Elias, Cátia Mota e Sá	11
Terminologia científica: do Grego e Latim às línguas vernáculas	
<i>Scientific terminology: from Greek and Latin to vernacular languages</i>	
Gonçalo Fernandes	20
Resumos do Ciclo de Webinários de Comunicação em Ciência	
<i>Abstracts of the Cycle of Webinars of Science Communication</i>	
O papel da ilustração científica no avanço das ciências médicas	25
Terminologia científica: do Grego e Latim às línguas vernáculas	25
Comunicação de ciência e escrita científica	26
Comunicação clínica: uma dimensão essencial do pensamento crítico na área médica	26
A importância da terminologia médica nas competências linguísticas e de comunicação de um médico veterinário	26
Licenças <i>Creative Commons</i> : ferramentas para ciência, educação e publicação académica	27

Editorial

Um ano passado sobre o início da Pandemia, julgávamos poder estar já, nesta altura, na nossa vida dita “normal”. O normal da nossa atividade, dos nossos convívios, dos nossos congressos. Mas, infelizmente, nada disso foi ainda possível.

Neste ano passado, a palavra mais ouvida foi “adiad@”. Todos os nossos projetos, todas as atividades presenciais tiveram de ser sucessivamente adiadas.

Podemos pensar que tudo passou a ser diferente, mais difícil, mais complicado, mas a melhor forma de ultrapassar este estado de espírito é inovar, tirando partido desta nova condição! E foi com essa intenção que foi promovido pela SPCV o “**Ciclo de Webinários de Comunicação em Ciência**”, organizado pelos docentes do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária da UTAD, João Requicha e Maria dos Anjos Pires. Este ciclo, à distância de um clique no nosso computador, ou mesmo do telemóvel, contou com a presença de mais de 60 congressistas, entre estudantes da UTAD e de outras instituições de ensino superior e profissionais provenientes de vários pontos do país. Tivemos como convidados Diogo Guerra, Filipe Martinho, Gonçalo Fernandes, Alexandra Sanfins, Rita Payan Carreira, Carlos Viegas e Hugo Matos Pereira, que abordaram vários tópicos relacionados com a comunicação científica, por esta ordem, a ilustração digital e analógica, a terminologia científica, a escrita médica, o pensamento crítico, a terminologia médica e as licenças *Creative Commons*. Estes webinários estão ainda disponíveis *online*, para serem revistos a qualquer hora.

Neste primeiro número de 2021, a Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias publica três novos artigos científicos (dois dos quais *online* desde janeiro) e o livro de resumos deste ciclo de webinários.

O trabalho de Célia Leão e seus colaboradores (página 4) versa sobre o *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (Map), agente infeccioso com um impacto negativo na produção animal, nomeadamente, na indústria leiteira.

Luis Resende e colegas (página 11) apresentam-nos uma revisão sobre os princípios anatómicos e fisiológicos da Acupuntura Veterinária aplicada à estimulação periférica, percutânea, de estruturas nervosas e pontos motores.

Finalmente, Gonçalo Fernandes, um dos nossos convidados no webinário, analisa os processos de formação da terminologia científica desde as línguas clássicas (Grego e Latim) até à sua incorporação nas línguas vernáculas (modernas), em particular o Português (página 20).

Mais uma vez, com este número (já o 617) da RPCV, a diversidade de assuntos divulgados demonstra o alcance e a transversalidade das Ciências Veterinárias no seio das Ciências Médicas.

Continuamos a contar convosco!

Bem hajam e fiquem bem!

**A Editora,
Maria dos Anjos Pires**

Evidences of Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis infection in ruminants from an intensive dairy production region

Evidências de infecção por *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* em ruminantes de uma região de produção leiteira intensiva

Célia Leão^{1,2*}, Ana J. Oliveira¹, Catarina Cruz³, Ana Amaro¹, Carlos Pinto¹, João Inácio^{4,5}, Ana Botelho^{1*}

¹Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV, I.P.), Unidade Estratégica de Investigação e Serviços de Produção e Saúde Animal (National Reference Laboratory for Animal Health), Lisboa, Portugal. ²MED - Mediterranean Institute for Agriculture, Environment and Development, Instituto de Investigação e Formação Avançada, Universidade de Évora, Pólo da Mitra, Évora, Portugal. ³Faculdade de Ciências Agrárias e do Ambiente, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, Portugal. ⁴Unidade de Microbiologia Médica, Instituto de Higiene e Medicina Tropical, Universidade Nova de Lisboa, Portugal. ⁵School of Pharmacy and Biomolecular Sciences, University of Brighton, United Kingdom.

Resumo

A paratuberculose é uma doença causada por *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (Map) que afeta negativamente a produção animal apresentando um grande impacto na indústria leiteira. Neste estudo, foram colhidas amostras de fezes de bovinos (n=58) e caprinos (n=17) com suspeita de infecção por Map de acordo com sinais clínicos e/ou dados epidemiológicos para deteção, identificação e genotipagem do agente etiológico. As amostras foram testadas por cultura bacteriológica e por PCR em tempo real baseado na deteção da sequência de inserção IS900, específica de Map, no DNA das amostras de fezes. Observou-se o crescimento bacteriano de Map e detectou-se o seu DNA em 78,7% e 73,3% das amostras, respectivamente. Um conjunto de 53 isolados foram genotipados usando um painel de oito locus MIRU-VNTR, tendo-se obtido dez perfis diferentes INMV, sendo INMV2 e INMV3 os mais predominantes em isolados de amostras bovinas e INMV16 em caprinas. Posteriormente, a análise de 13 SNPs foi usada para genotipagem de 21 isolados (11 de bovinos e 10 de caprinos), indicando que todos os isolados pertencem ao tipo C e subgrupo A, e permitido a diferenciação dos isolados de bovinos em duas linhagens, designadas por Clade4 e Clade11, e os isolados de caprinos em apenas uma linhagem, Clade3. Este resultado evidencia que os isolados de Map de origem caprina pertencem à mesma linhagem clonal, sugerindo a possibilidade de transmissão horizontal entre os animais. Este estudo focou-se no isolamento, identificação e caracterização de Map em explorações agrícolas portuguesas, suportando a necessidade de mais estudos de investigação de modo a ter acesso à real prevalência da infecção no país.

Palavras-chave: Paratuberculose, Map, IS900; VNTR, SNP.

Summary

Production-limiting diseases such as paratuberculosis, caused by Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis (Map) have a great impact in the milk industry. In this study, 58 bovine and 17 caprine faecal samples were collected from animals suspected of being infected, based on clinical signs and/or epidemiological data, in order to detect, identify and genotype Map isolates. Samples were tested for

bacteriological culture and direct nested IS900-targeted real time PCR assay. Map was isolated from 78.7% of samples and DNA from the agent was detected by PCR in 73.3% of total samples. Isolates were genotyped with a panel of eight MIRU-VNTR loci, revealing ten different INMV profiles, being INMV2 and INMV3 the most predominant in bovine isolates and INMV16 in caprine ones. A subset of 21 isolates (11 from bovine and 10 from caprine) was further genotyped by the analysis of 13 SNPs, which identified two subtypes in cattle isolates, designated Clade4 and Clade11, and one lineage in caprine strains, Clade3, all belonging to the type C and sub-group A. This confirmed that Map strains isolated from caprine samples belong to the same clonal lineage, suggesting the possibility of horizontal transmission. This study focused on the isolation, identification and characterization of Map in Portuguese farms, supporting the need for more investigation in order to access the real prevalence of the infection.

Keywords: Paratuberculosis, Map, IS900, VNTR, SNP.

Correspondência: celia.leao@iniav.pt, ana.botelho@iniav.pt
Disponível online: 31 de janeiro de 2021

1. Introdução

Paratuberculosis is considered worldwide as one of the most important diseases for livestock industry, due to its considerable economic impact triggered by a progressive and fatal weight loss of the animals and a diminution of milk production (Atreya et al., 2014). This widely-recognized chronic enteric wasting disease of domestic ruminants is caused by *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (Map). Transmission is mainly fecal-oral during the animals first months of life, although infectious animals can also shed bacteria in colostrum and milk and in utero transmission has been shown to occur (Atreya et al., 2014; Salem et al., 2012).

In Portugal the true herd-level prevalence of paratuberculosis is unknown and the disease is considered under diagnosed. The seroprevalence of paratuberculosis at flock/herd level in sheep may be high, with values ranging from 47% to 67% (Coelho *et al.*, 2007). According to preliminary studies about paratuberculosis prevalence in cattle from São Miguel Island (SMI) at the Azores archipelago (Cruz, 2015; Oliveira, 2016), 39 out of 56 studied farms have infected animals and, with the exception of two counties in the Northeast of the Island, all counties have at least one infected farm.

Shedding animals can be detected by the isolation of Map from biological samples such as faeces using specific media supplemented with mycobactin, and by the detection of specific nucleic acid sequences of the agent by PCR assays (OIE, 2014; Salem *et al.*, 2012). The multi-copy *IS900* and the single-copy *F57* elements are the most used Map-specific genomic targets for molecular detection (Timms *et al.*, 2011). Map strains with distinct phenotypes and genotypes have been isolated from different host species: type C (type II), associated with multiple host's infections, predominantly cattle; type S (type I and III), associated with primarily sheep and goats, and Bison type associated with buffalo, cattle, goats, humans and other hosts (Stevenson, 2015).

Since shedding contributes to the silent maintenance of the infection cycle of Map in the environment (Leão *et al.*, 2015), the aim of this study was to appraise the presence of this agent in faecal samples of ruminants from a Portuguese dairy production region, in Azores, using culture and molecular approaches, and to characterize a set of isolates by MIRU-VNTR and SNP analysis.

2. Materials and Methods

2.1. Collection of samples

Seventy-five faecal samples, from bovine (n=58) and caprine (n=17) suspected of being infected with paratuberculosis based on serology, histopathology and epidemiological data, were collected directly from each animal's rectum. All caprine samples were collected from the same farm while bovine samples were collected in farms and at the slaughterhouse from São Miguel Island (SMI), at the Azores archipelago, Portugal. Samples were kept at 4°C and sent to the National Reference Laboratory for Animal Health in INIAV, I.P., in 48-72h, where they were stored at -20°C until being processed.

2.2. Isolation and identification of Map by culture and F57-targeted real time PCR

Samples were processed for culture assays to detect Map according to the OIE manual (2014) with minor modifications, using 1 g of faeces and 0.9% of hexadecylpyridinium chloride (HPC). Briefly, after decontamination for 18 hours at room temperature,

the sediment was carefully transferred to a new tube, washed with 10 ml of sterile distilled water and centrifuged at 900 ×g for 30 minutes. The pellet was resuspended in 500 µL of sterile distilled water and volumes of 100 µL were inoculated on Herrold's egg yolk medium (HEYM) slants with and without mycobactin J. Incubation was performed at 37°C for up to 6 months. Isolated colonies were confirmed to be acid-fast bacilli by auramine-rhodamine staining (Bird and Madison, 2000). DNA from suspected colonies was extracted by a simple boiling method at 95°C for 45 minutes.

A new *F57*-targeted TaqMan-based real time PCR assay for Map identification was designed in our laboratory, in the scope of a PhD thesis (Leão, 2015), using the forward primer *F57_F* (GCA GCT CCA GAT CGT CAT TC), reverse primer *F57_R* (GTC CAG TTC GCT GTC ATC GA) and probe *TqF57b_FAM* (AGC ACG CAG GCA TTC CAA GTC C-BHQ1). Primers and probe were tested for their *in silico* specificity using the Basic Local Alignment Search Tool from NCBI-GenBank (BLAST - <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) showing 100% identity with the homologous *F57* sequences in Map, confirming the specificity of this molecular procedure. To assess the analytical specificity of primers and probes, 19 reference clinical and environmental strains of *Mycobacterium avium* complex (MAC), non-MAC mycobacteria and non-mycobacterial species maintained at INIAV, I.P., were used. The analytical sensitivity of the assay was determined by the construction of a standard curve based on the analysis of 10-fold serial dilutions of Map ATCC 19698^T DNA. The limit of detection (LOD) of the real time PCR was also assessed using faecal Map spiked samples, with ten-fold dilutions of a suspension of either Map type C and type S strains, in a range of 10⁴ to 10¹ cells per gram of faeces. Each sample was tested in triplicate and the LOD corresponds to the highest dilution at which the assay could not detect a positive result in at least one of the replicates (Leão, 2015). Reactions were carried out in a total volume of 20 µl containing 1× SSO Fast Super Mix (Bio-Rad), 0.4 µM of each primer, 0.15 µM of probe and 5 µl of DNA (5 ng/µL). Thermal cycling, fluorescent data collection, and data analysis were performed in a CFX96 (Bio-Rad) detection system real time PCR instrument under the following conditions: 1 cycle at 95 °C for 2 minutes, followed by 45 cycles at 95 °C for 5 seconds and 60 °C for 10 seconds. DNA extracted from *M. avium* subsp. paratuberculosis ATCC 19698^T was used as positive control.

2.3. DNA extraction from faecal samples and detection of Map by nested IS900-targeted real time PCR assay

DNA extraction from faecal samples was performed using the commercially available Invisorb® Spin Tissue Mini Kit (Strattec Biomedical AG), after previous steps of concentration and mechanical disruption of the cells. Five millilitres of the uppermost

suspension obtained in the processing of samples for culture were centrifuged for 20 minutes at 3800 ×g and 4 ml of the supernatant was discarded. The pellet was resuspended in the remaining 1 ml volume and 250 µL of the suspension was transferred to a new tube. Zirconium beads (1 mm) and 400 µL of the lysis buffer were added followed by mechanical disruption of cells using a FastPrep FP120 Bio101 bead shaker (Savant Instruments Inc., Holbrook, NY) two times at 6.5 msec⁻¹ for 45 seconds. Disrupted samples were cooled on ice for 15 minutes, followed by the addition of 50 µL of proteinase K solution and incubation overnight at 52°C. The procedure continued according to the manufacturer's instructions. The genomic DNA was eluted with 100 µL of elution buffer and stored at -20°C until tested.

Map direct detection in biological samples was performed by a novel nested IS900-targeted real time PCR assay targeting IS900, developed at INIAV, I.P. in the scope of a PhD thesis (Leão, 2015). This system combines a conventional PCR and a real time PCR based on the work of Sidoti *et al.* (2011) in order to increase diagnostic sensitivity in animal samples (Cunha *et al.*, 2020; Leão, 2015; Leão *et al.*, 2017). For the first amplification the forward EXT-IS900-FW (TGA TCT GGA CAA TGA CGG TTA CGG A) and reverse EXT-IS900-RV (GGC GTT GAG GTC GAT CGC CCA CGT GAC) primers were designed flanking the Map specific 67 bp IS900 sequence (Sidoti *et al.*, 2011). For the real time PCR, primers and probe were selected from literature (Sidoti *et al.*, 2011): IS900Q F (CCGGTAAGGCCGACCATTA), IS900Q R (ACCCGCTGCGAGAGCA), IS900Q P (FAM-CATGGTTATTAACGACGACGCGCAGC-TAMRA) and the 224 bp fragment from the first reaction was used as target.

The first amplification reaction was carried out in a 25 µl reaction mix containing 200 µM of each dNTP (Applied Biosystems), 2.0 mM of MgCl₂ (Life Technologies), 0.4 µM of each primer, 1 U of Taq DNA polymerase, 1× of the respective buffer (Life Technologies), and 5 µl of the extracted DNA solution. Initial denaturation was made at 94°C for 3 min, followed by 40 cycles at 94°C for 45 s, 55°C for 30 s and 72°C for 90 s, with a final step at 72°C for 10 min. The second real time amplification reaction, using as DNA template the 224 bp amplified product from the first PCR, was carried out in a total volume of 20 µl containing 1× SSO Fast Super Mix (Bio-Rad), 0.4 µM of each primer, 0.15 µM of probe and 5 µl of the PCR product obtained in the first reaction. As internal PCR control β-actin gene-targeted probe/primers were used (Costa *et al.*, 2013). Thermal cycling, fluorescent data collection, and data analysis were performed as described above.

2.4. MIRU-VNTR characterization of Map isolates

For the molecular discrimination of a set of 53 isolates (n = 43 bovine and n = 10 caprine), eight VNTR loci were tested: VNTR-292, MIRU-3 (alias X3), VNTR-25, VNTR-47, VNTR-3, VNTR-7, VNTR-10,

VNTR-32 (Thibault *et al.*, 2007). PCR reactions were carried out in a total volume of 25 µl containing 1× buffer (Promega), 200 µM of each dNTP (Promega), 2.0 mM of MgCl₂ (Promega), 1 µM of each forward and reverse primers, 2.5 U of GoTaq® DNA polymerase and 1 µl of DNA. Amplification was performed in a thermal cycler with an initial step at 95°C for 10 minutes, followed by 38 cycles at 98°C for 10 seconds, 60°C for 30 seconds and 72°C for 1 minute, ending with a step at 72°C for 7 minutes. DNA from Map ATCC 19698^T was used as positive control and amplicon size reference. Allele calling tables available (Castellanos *et al.*, 2010) and the INMV database (<http://mac-inmv.tours.inra.fr>) were used to assign the estimated size of each PCR product to their correspondent tandem repeat copy number.

2.5. SNP-based genotyping of Map isolates

A set of 21 Map isolates (n = 11 bovine and n = 10 caprine), were randomly selected for SNP-based genotyping, according to Leão *et al.* (2016). Using a decision tree, the combined results of 14 SNPs can distinguish type C from type S strains; within type S, type I from type III; and within type C, Byson group from sub-group A and from sub-group B. Sub-group A can also be distinguished in 10 clades.

After the purification of amplified fragments containing each SNP, with the NZY Gelpure (NZYTech) kit, sequencing was achieved by GATC Biotech, Germany, with the same primers used in the amplification reaction. Verification of the presence or absence of the SNP in the expected position of the genome was made using BLAST tool. The phylogenetic profile for each isolate was obtained by combining the results for all SNPs.

3. Results

3.1. Isolation and identification of Map by culture and F57-targeted real time PCR

From the 75 faecal samples, 59 (78.7%) showed growth of colonies after two to three months of incubation, suggesting to belong to type C Map strains according to growth characteristics. Fourteen samples (18.7%) were considered culture negative, after six months of incubation, and two (2.6%) were discarded due to the heavy contamination. All the 59 cultures were confirmed to be acid-fast bacilli by auramine-rhodamine staining and identified as Map by the newly designed F57-targeted real-time PCR assay.

The F57 PCR system showed 100% sensitivity and specificity with a limit of detection of one cell per reaction mixture. None of the MAC members, with exception of Map strains, non-MAC mycobacteria or non-mycobacteria yielded any amplification (results not shown).

3.2. DNA extraction from faecal samples and detection of *Map* by nested IS900-targeted real time PCR assay

When using the nested IS900 PCR approach 73.3% (55/75) of samples gave a positive result. There was agreement between culture and nested IS900 real-time PCR in 62 samples (51 positive and 11 negative in both tests). Additionally, 11 samples showed discrepant results between culture and nested IS900 PCR: three samples were positive in PCR, but negative in culture and eight samples were negative in PCR but positive in culture. One of the two samples that were heavily contaminated and discarded in the culture assay was positive in nested IS900 real-time PCR.

To discard the presence of inhibitors, co-amplification of the β -actin gene was used, as an internal control in the real time PCR reactions. Amplification of this target was observed in all samples confirming the absence of inhibition.

3.3. MIRU-VNTR characterization of *Map* isolates

Based on the size of the amplified fragments analysed by agarose gel electrophoresis, the number of repeats and INMV profiles were assessed (Table 1). Ten different profiles were obtained for all 53 tested strains, according to the INMV database, being the INMV3 (28%), INMV2 (24%) and INMV16 (19%), the most common ones in isolates from bovine samples. Therefore, INMV16 was obtained in all isolates from caprine faeces, collected from the same farm.

3.4. SNP-based genotyping of *Map* isolates

To evaluate the performance of SNP-based genotyping for the discrimination of *Map* strains, 11 isolates from bovine and 10 from caprine samples, randomly selected, belonging to seven INMV profiles (INMV3, INMV74, INMV2, INMV117, INMV141, INMV14 and INMV16), were further characterized according to Leão *et al.* (2016). Since snp3842359 can distinguish between type I and III, and all *Map* isolates belong to type II, this SNP was not tested. The 11 bovine isolates from six INMV profiles were distributed in two clades: two isolates belong to Clade 11 and the remaining to Clade 4. All the caprine isolates were characterized in the same INMV profile (INMV16) and in the same SNPs clade (Clade3), suggesting to have the same clonal origin (Table 1).

Tabela 1 - Genotyping results based on VNTR and SNPs analysis of, respectively, 53 and 21 *Map*

N. of Isolates	VNTR Loci								INMV profile	SNPs assay*	
	Number of repeats									N. of Isolates	SNP Clade
	292	X3	25	47	3	7	10	32			
15	3	2	3	3	2	2	1	8	INMV3	4	Clade 4
8	3	3	3	3	2	2	2	8	INMV74	2	Clade 4
13	3	2	3	3	2	2	2	8	INMV2	2	Clade 11; Clade 4
1	3	2	3	2	2	2	2	8	INMV117	1	Clade 4
2	3	3	3	3	2	2	1	8	INMV140	0	ND
1	2	2	3	3	2	2	2	8	INMV13	0	ND
1	4	2	3	2	2	2	2	8	INMV141	1	Clade 11
1	3	2	3	3	2	1	2	8	INMV6	0	ND
1	4	3	3	3	2	2	2	8	INMV14	1	Clade 4
10	3	2	3	3	2	5	2	8	INMV16	10	Clade 3 [#]

Legend: ND – not determined; * within seven INMV profiles a set of 21 isolates was randomly selected for the SNPs assay; # previously published by Leão *et al.* (2016).

4. Discussion

In 2018, the global Portuguese milk production reached 19.8 million of hectolitres, 95% of which was from bovine origin. According to the National Statistics Institute (INE), 34% of the global milk production was from Azores region, being SMI the one with the highest production. During the past decades, the economic impact of paratuberculosis in cattle industry has been attributed to direct and indirect losses in dairy herds (EFSA, 2017; Garcia and Shalloo, 2015; Kirkeby *et al.*, 2019; McAloon *et al.*, 2016). Despite the decrease of milk production, paratuberculosis also affects milk quality by increasing the incidence of mastitis and by changing the protein and fat contents.

According to Garcia and Shalloo (2015), the majority of countries do not report the true prevalence of paratuberculosis at animal and herd level, suggesting that the disease, although endemic all over the world, is largely underreported. A recent study, spanning from 2012 to 2018 (Whittington *et al.*, 2019), comparing the control of paratuberculosis in 48 countries, in different animal species, concluded that in 60% of them the prevalence was underestimated (29/48 countries). In Portugal, paratuberculosis is not a notifiable disease and, for that reason, the real prevalence is not known. However, this scenario is likely to change soon. In fact, the EU Animal Health Law, to be implement in 2021 (EU Regulation No 2016/429), advocates the evaluation of paratuberculosis in each country and in different animal species, based on disease profile and impact, prevention and control rules. This will enable the eligibility for categorisation and notification of the disease (EFSA, 2017; Whittington *et al.*, 2019). To be prepared for these challenges it is essential to establish a specific, sensitive, rapid and cost-effective approach for paratuberculosis diagnosis.

Aiming to implement an efficient and rapid approach to detect Map in animal faeces, we previously optimized a real time PCR assay (Cunha *et al.*, 2020; Leão, 2015) using a published IS900-targeted hydrolysis (TaqMan) probe, and respective flanking primers (Sidoti *et al.*, 2011), fully validated for use with human biopsy samples. However, faeces are challenging biological matrices for molecular detection of Map due to the presence of PCR inhibitors, such as phytic acid and polysaccharides, and to the large amounts of nucleic acids from other bacteria and host cells (Leite *et al.*, 2013). When using an optimised DNA extraction procedure associated with the nested IS900-targeted real time PCR approach it allowed an increase in the diagnostic sensitivity and specificity (Leão, 2015). The IS900 target was selected since it exists in multi-copy sequences in the Map genome, which further increases the sensibility of the method. However, some reports describe the occurrence of IS900-like sequences in non-Map mycobacteria (Cousins *et al.*, 1999; Englund *et al.*, 2002) what could raise some concerns about the specificity of IS900-targeted molecular assays for detecting Map. Nonetheless, as far as we know, the occurrence of

these IS900-like elements among non-Map mycobacteria seems to be very rare (Rindi *et al.*, 2014), with only very few sequences disclosed in public databases such as GenBank-NCBI. We believe that the rare occurrence of these IS900-like sequences does not pose significant specificity concerns when using IS900-targeted assays for the detection of Map in faeces. Furthermore, alignments of the 67 bp amplified fragment with IS900 sequences available in NCBI database, using BioEdit software and BLAST tool, confirmed 100% homology with Map IS900 sequence, while with IS900-like sequences the homology was lesser.

According to our results, Map is widespread in cattle farms from SMI and is being shed in faeces, perpetuating the infection among animals sharing geographically close grazing regions. It was found that the most prevalent INMV profile in isolates from bovine samples was INMV2 and INMV3. All isolates from caprine origin have been characterized as belonging to INMV16 profile, suggesting the existence of a clonal lineage and a horizontal transmission of the microorganism. However, in this work data from only a single farm is reported and more studies are needed in order to characterize the presence of Map in goat farms. These results were corroborated by SNPs analysis that enabled the characterization of isolates in three phylogenetic profiles. In the future, systematic confirmatory diagnosis is needed to assess the real prevalence of paratuberculosis in Portugal, especially in regions of relevant milk industry, enabling impact studies and implementation of control programs.

This study focused in the isolation and characterization of Map in Portuguese ruminants from Azores archipelago, showing that paratuberculosis is insidiously present in Portugal and that a throughout evaluation of its prevalence is needed.

Conflict of interest statement

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Acknowledgements

This paper is dedicated to the memory of Prof. Ilda Sanches-Santos (Departamento de Ciências da Vida, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Portugal) to whom the authors are deeply indebted for her enthusiasm, invaluable encouragement and ongoing support. This study was funded by the project PTDC/CVT/111634/2009 from the *Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT)*, Portugal. Célia Leão was a recipient of PhD grant from FCT (SFRH/BD/62469/2009).

Author Contributions

CP and AB worked in the conception, design of the study and interpretation of data; CL, AO and CC contributed with the lab work and acquisition, analysis and interpretation of data; all authors contributed in the analysis and interpretation of data; CL and AB contributed in drafting the article. All authors contributed and approved the final version of the article.

References

- Atreya R, Bülte M, Gerlach GF, Goethe R, Hornef MH, Köhler H, Meens J, Möbius P, Roeb E, Weiss S, and on behalf of the ZooMAP Consortium (2014). Facts, myths and hypotheses on zoonotic nature of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis*. *Int. J. Med. Microbiol*, 304, 858-867. doi: 10.1016/j.ijmm.2014.07.006.
- Bird BB, Madison BM (2000). Use of fluorochrome staining for detecting acid-fast mycobacteria. In *Current Laboratory Practice Series*. Department of Health and Human Services. Centers for Diseases Control and Prevention, Atlanta, pp 1-17.
- Castellanos E, Romero B, Rodríguez S, de Juan L, Bezos J, Mateos A, Domínguez L, Aranaz A (2010). Molecular characterization of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* Types II and III isolates by a combination of MIRU-VNTR loci. *Vet Microbiol*, 144(1-2), 118-126. doi: 10.1016/j.vetmic.2009.12.028.
- Coelho AC, Pinto ML, Silva S, Coelho AM, Rodrigues J, Juste RA (2007). Seroprevalence of ovine paratuberculosis infection in the Northeast of Portugal. *Small Ruminant Res*, 71, 298-303. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.07.009
- Costa P, Ferreira A, Amaro A, Albuquerque T, Botelho A, Couto I, Cunha MV, Viveiros M, Inácio J (2013). Enhanced detection of tuberculous mycobacteria in animal tissues using a semi-nested probe-based real-time PCR. *PLoS ONE*, 8, e81337. doi: 10.1371/journal.pone.0081337.
- Cousins DV, Whittington R, Marsh I, Masters A, Evans RJ, Kluver P (1999). Mycobacteria distinct from *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* isolated from the faeces of ruminants possess IS900-like sequences detectable by IS900 polymerase chain reaction: implications for diagnosis. *Mol. Cell Probes*, 13, 431-442. doi.org/10.1006/mcpr.1999.0275
- Cruz C (2015). Paratuberculose: associação dos dados clínicos com os dados de rejeição de carcaças de bovino no matadouro por caquexia. Master thesis. Universidade de Évora, Portugal, retrieved from <http://hdl.handle.net/10174/14002>.
- Cunha MV, Rosalino LM, Leão C, Bandeira V, Fonseca C, Botelho A, Reis AC (2020). Ecological drivers of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* detection in mongoose (*Herpestes ichneumon*) using IS900 as proxy. *Sci Rep*, 10, 860. doi.org/10.1038/s41598-020-57679-3.
- EFSA AHAW Panel (EFSA Panel on Animal Health and Welfare), More S, Bøtner A, Butterworth A, Calistri P, Depner K, Edwards S, Garin-Bastuji B, Good M, Gortazar Schmidt C, Michel V, Miranda MA, Nielsen SS, Raj M, Sihvonen L, Spoolder H, Stegeman JA, Thulke H-H, Velarde A, Willeberg P, Winckler C, Baldinelli F, Broglia A, Zancanaro G, Beltran-Beck B, Kohnle L, Morgado J, Bicout D (2017). Scientific Opinion on the assessment of listing and categorisation of animal diseases within the framework of the Animal Health Law (Regulation (EU) No 2016/429): paratuberculosis. *EFSA Journal*, 15(7), 4960, 47 pp.
- Englund S, Bölske G, Johansson KE (2002). An IS900-like sequence found in a *Mycobacterium* sp. other than *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*. *FEMS Microbiol. Lett*, 209, 267-271. doi.org/10.1111/j.1574-6968.2002.tb11142.x
- Garcia AB, Shalloo L (2015). Invited review: The economic impact and control of paratuberculosis in cattle. *J. Dairy Sci*, 98, 5019-5039. doi: 10.3168/jds.2014-9241.
- Kirkeby C, Graesboll K, Nielsen SS, Christiansen LE, Toft N, Rattenborg E, Halasa T (2019). Simulating the epidemiological and economic impact of Paratuberculosis control actions in dairy cattle. *Front Vet Sci*, 3, 90. doi.org/10.3389/fvets.2016.00090
- Leão C (2015). Molecular tools in the diagnostic and epidemiology of infections caused by members of *Mycobacterium avium* complex PhD thesis. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Portugal, retrieved from <http://hdl.handle.net/10362/16513>.
- Leão C, Amaro A, Santos-Sanches I, Inácio J, Botelho A (2015). Paratuberculosis asymptomatic cattle as spillovers of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*: consequences for disease control. *Rev Port Ciênc Vet*, 110, 69-73.
- Leão C, Goldstone RJ, Bryant J, McLuckie J, Inácio J, Smith DGE, Stevenson K (2016). Novel SNP-based assay for genotyping *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*. *J Clin Microbiol*, 54, 556-564. doi: 10.1128/JCM.01958-15.
- Leão C, Botelho A, Martins E, Aguiar C, Rebelo I, Nunes T, Bexiga R (2017). Presence of *Mycobacterium avium* subs. *paratuberculosis* DNA in milk used to feed calves in Portugal. *Journal of Dairy Research*, 84(2), 124-127. doi: 10.1017/S0022029917000164.
- Leite FL, Stokes KD, Robbe-Austerman S, Stabel J (2013). Comparison of fecal DNA extraction kits for the detection of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* by polymerase chain reaction. *J. Vet. Diagn. Invest*, 25, 27-34. doi: 10.1177/1040638712466395.
- McAloon CG, Whyte P, More SJ, Green MJ, O'Grady L, Garcia A, Doherty ML (2016). The effect of paratuberculosis on milk yield-A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dairy Science*. 99, 1449-1460. doi: 10.3168/jds.2015-10156.
- OIE (2014). Paratuberculosis (Johne's Disease). In *OIE Terrestrial Manual (World Organisation for Animal Health)*, Chapter 2.1.11.
- Oliveira A (2016). Detecção e tipificação moleculares de *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* em amostras de fezes. Master thesis. Universidade de Lisboa, Portugal, retrieved from <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/27317>.
- Rindi L, Garzelli C (2014). Genetic diversity and phylogeny of *Mycobacterium avium*. *Infect. Genet.*

- Evol, 21, 375-383. doi: 10.1016/j.meegid.2013.12.007.
- Salem M, Heydel C, El-Sayed A, Ahmed SA, Zschöck M, Baljer G (2012). *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis*: an insidious problem for the ruminant industry. Trop. Anim. Health Prod, 45, 351-366. doi: 10.1007/s11250-012-0274-2.
- Sidoti F, Banche G, Astegiano S, Allizond V, Cuffini AM, Bergallo M (2011). Validation and standardization of IS900 and F57 real-time quantitative PCR assays for the specific detection and quantification of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*. Can. J. Microbiol, 57, 347-354. doi: 10.1139/W11-022.
- Stevenson K (2015). Genetic diversity of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* and the influence of strain type on infection and pathogenesis: a review. Vet Res, 46, 64. doi: 10.1186/s13567-015-0203-2.
- Thibault VC, Grayon M, Boschioli ML, Hubbans C, Overduin P, Stevenson K, Gutierrez MC, Supply P, Biet F (2007). New variable-number tandem-repeat markers for typing *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* and *M. avium* strains: comparison with IS900 and IS1245 restriction fragment length polymorphism typing. J Clin Microbiol, 45(8), 2404-2410. doi: 10.1128/JCM.00476-07.
- Timms VJ, Gehringer MM, Mitchell HM, Daskalopoulos G, Neilan BA (2011). How accurately can we detect *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* infection? J. Microbiol. Methods, 85, 1-8. doi: 10.1016/j.mimet.2011.01.026.
- Whittington R, Donat K, Weber MF, *et al.* (2019). Control of paratuberculosis: who, why and how. A review of 48 countries. BMC Vet Res, 15(1), 198. doi: 10.1186/s12917-019-1943-4.

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.

Correspondência: resende.luismiguel@gmail.com, +351917093611
Disponível online: 31 de janeiro de 2021

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).

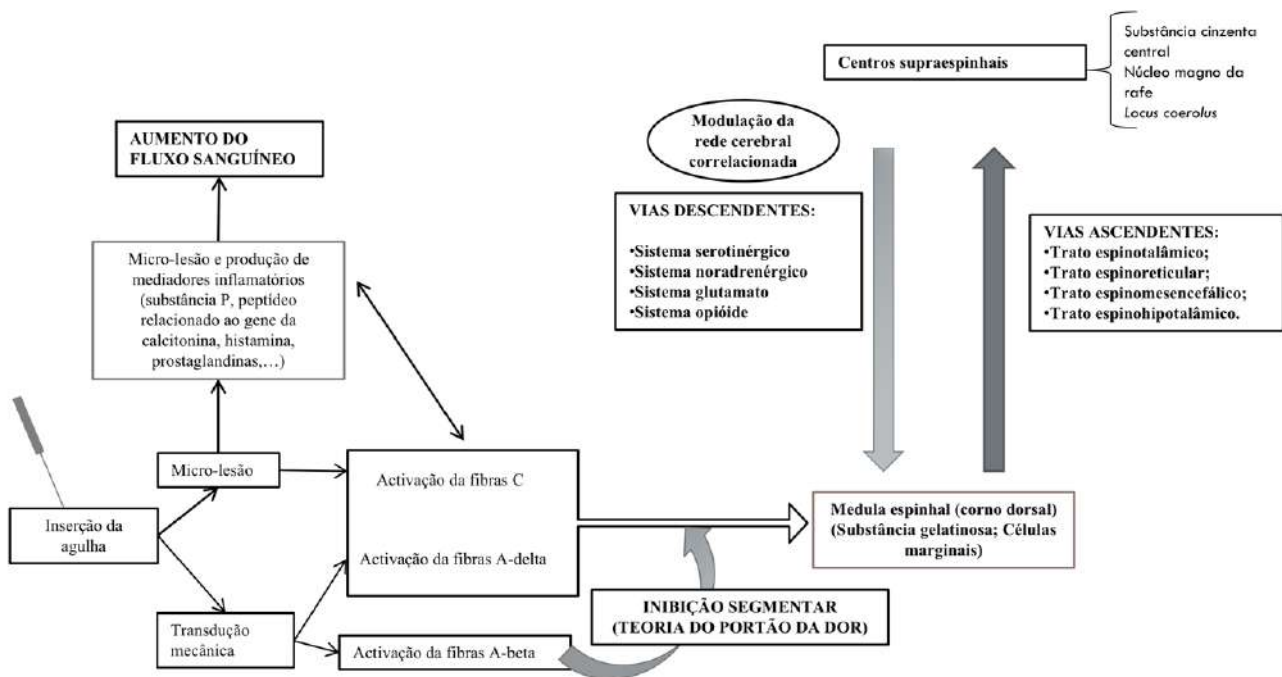


Figura 1 - Mecanismos de neuromodulação da dor promovidos pela acupuntura (Adaptado de Cagnie *et al.*, 2013; Leung, 2012).

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 do efeito cumulativo 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	la	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.
	lb	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 consequente 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 íliaca 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 paras-

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 neurónios simpáticos	Ponto “Back Shu” associado e nível vertebral	Ponto “Front Mu” 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 esplénica: T10-L1, nervos esplâncnicos menor e mínimo e primeiro nervo esplâncnico lombar Flexura esplénica 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 conceção; 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.

simpaticomimético (Noguchi, 2010), reforçando o modo como a acupuntura induz efeitos regionais específicos que podem modular de forma diferente a 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 neuropathic 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, Edinburg. 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, Shimura 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, Yeziarski, 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.

Terminologia científica: do Grego e Latim às línguas vernáculas

Scientific terminology: from Greek and Latin to vernacular languages

Gonçalo Fernandes

CEL - Centro de Estudos em Letras, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

Resumo

Neste artigo, analisamos os processos de formação da terminologia científica desde as línguas clássicas (grego e latim) até à sua incorporação nas línguas vernáculas (modernas), em particular o português. Esta língua românica proveio do latim popular ou vulgar, falado pelo povo, onde as lexias se foram transformando espontânea e gradualmente até ao momento atual, tendo sofrido muitas alterações ao longo do tempo. Há, contudo, uma segunda via, a que chamamos erudita, com a incorporação dos vocábulos diretamente daquelas línguas clássicas, sem grandes adaptações ortográficas à nossa língua e sem a sujeição a transformações da fonética histórica. Esta via tem evidente interesse para o estudo da terminologia e etimologia científicas contemporâneas, pois, primeiramente, ocorre a latinização de formas gregas, através de regras de transliteração e de acentuação próprias, até à sua completa incorporação no léxico português. No entanto, ocorrem dois princípios, que, muitas vezes, colidem, a "ratio" [razão] e o "usus" [uso]: o primeiro segue as regras dos gramáticos e lexicógrafos e o segundo, o "uso", que muitas vezes consagra uma determinada forma em detrimento de outra mais "correta".

Palavras-chave: etimologia, formação de palavras, via erudita, ortografia, fonética histórica

Summary

In this paper, we analyze the procedure of developing scientific terminology from the classical languages (Greek and Latin) to their incorporation into the vernacular (modern) languages, namely Portuguese. This Romance language came from the popular or colloquial Latin (named vulgar latin), spoken by the people, where the lexemes have been spontaneously and gradually transformed until the present, undergoing many changes over time. There is, however, a second way, which we call the erudite way, with the incorporation of words directly from those classical languages, without significant orthographic adaptations to our language or constrained to historical phonetic alterations. This approach is of interest to studying contemporary scientific terminology and etymology. Greek forms are first Latinized through transliteration and accentuation rules until they are fully consolidated into the Portuguese lexicon. However, two principles often collide, the "ratio" [ratio] and the "usus" [usage]: the former follows the rules by grammarians and lexicographers and the latter, the "usage", that often establishes a certain format rather than a more "correct" one.

Keywords: etymology, word formation, erudite way, orthography, historical phonetics

Correspondência: gf@utad.pt

1. Introdução

Hoje em dia, os investigadores e cientistas raramente pensam nas origens das palavras que constituem a terminologia especializada das suas áreas científicas. Grande parte delas deriva de termos das chamadas línguas mortas, gregos e latinos, quer seja diretamente através do étimo quer através do Inglês ou de outra língua estrangeira contemporânea.

O grego e o latim são duas línguas indo-europeias, mas a sua importância difere e ocorre em épocas distintas. A civilização grega atingiu o seu apogeu político com Alexandre Magno e o período de maior esplendor literário (dialeto ático) entre 500 e 300 a.C., e está conotada com a filosofia, a poesia (epopeia e a lírica), o teatro (tragédia e comédia), a música e a arte em geral e foi "restaurada" nos séculos XV e XVI, pelos humanistas europeus. Foi também nos séculos XV e XVI que as línguas vernáculas começaram a ganhar "foros de cidadania" e a substituir o Latim na escrita científica (veja-se, por exemplo, Johnson, 1944). De entre os escritores gregos mais famosos, destacam-se: Tucídides, Xenofonte, Platão, Aristóteles, Demóstenes, Ésquilo, Sófocles, Eurípides e Aristófanes. A cultura latina é associada ao direito (romano) e ao domínio imperial da Europa por cerca de 600 anos, tendo atingido o seu período de esplendor no tempo de Cícero, César Augusto, Virgílio, Horácio e Tito Lívio (séc. I a.C.–séc. I d.C.).

2. Grego

O grego e o latim são duas línguas flexionais. A flexão nominal ocorre em género (masculino, feminino e neutro), número (singular e plural — e dual em grego —) e caso: No grego há cinco casos (nominativo, vocativo, genitivo, dativo e acusativo) e três declinações nominais; No latim, há seis casos (nominativo, vocativo, genitivo, dativo, acusativo e ablativo) e cinco declinações nominais. Quando se enuncia uma palavra grega ou latina, indicam-se o nominativo e o genitivo, porque é este que determina a declinação e donde se extrai o radical. O português deriva (sobretudo) do acusativo latino (singular e plural), ao contrário do italiano, que vem maioritariamente do nominativo latino.

O alfabeto grego é constituído por 24 grafemas (letras), 7 vogais (α, ε, η, ι, ο, υ, ω) e 17 consoantes,

cuja escrita e ordem dos nomes são derivadas do alfabeto fenício (Freire, 1985: 11-12):

Maiúscula	Minúscula	Pronúncia	Nome
A	α	[a]	Alfa
B	β	[b]	Beta
Γ	γ	[g]	Gamma
Δ	δ	[d]	Delta
E	ε	[ɛ]	Épsilon
Z	ζ	[dz]	Zeta
H	η	[e]	Eta
Θ	θ, θ	[th]	Theta
I	ι	[i]	Iota
K	κ	[k]	Kappa
Λ	λ	[l]	Lambda
M	μ	[m]	Mü
N	ν	[n]	Nü
Ξ	ξ	[ks]	Xi
O	ο	[o]	Ómicron
Π	π	[p]	Pi
P	ρ	[r]	Rho
Σ	σ, ς	[s]	Sigma
T	τ	[t]	Tau
Υ	υ	[u]	ÿpsilon
Φ	φ	[f]	Phi
X	χ	[x]	Chi
Ψ	ψ	[ps]	Psi
Ω	ω	[o]	Ómega

Podemos sistematizar as regras básicas de acentuação do grego nos três pontos seguintes (Freire, 1985: 19-20):

- 1) O acento agudo pode colocar-se numa das três últimas sílabas: Ex. ἄνθρωπος, ἀνθρώπου [ser humano], λόγος, λόγου [discurso], ἀγαθός, ἡ, ἀγαθή [bom], ἀνὴρ, ἀνδρός [homem], γυνή, γυναικός [mulher];
- 2) O acento agudo só pode recair sobre a antepenúltima sílaba, quando a última for breve (no máximo duas moras / tempos depois de si). Ex. στέφανος, στεφάνου [coroa / Estêvão];
- 3) O acento circunflexo coloca-se na última ou penúltima sílaba, se estas (última e penúltima) forem longas por natureza e houver apenas um mora depois si. Ex. δῶρον, δώρου [dom], σῶμα,

σώματος [corpo], πνεῦμα, πνεύματος [ar, espírito, alma].

Em grego, todas as palavras que começam por vogal ou ditongo, são marcadas com um sinal diacrítico chamado espírito (Freire, 1985: 17-18):

- a) espírito brando, que nenhuma influência exerce na pronúncia, como οἶνος, οἴνου [vinho] — eno ...;
- b) espírito áspero ou rude, que equivale a uma aspiração e, por isso, é representado em latim e português pelo <h>, como αἷμα, αἵματος [sangue] — hema-...

As palavras que principiam por <ρ> (rhó) ou por <υ> (ÿpsilon) levam sempre espírito áspero, como ῥήτωρ, ῥήτορος [retor / orador], ὕμνος, ὕμνου [hino]. Em português escrevem-se igualmente com <h> todas as palavras principiadadas por vogal derivadas de vocábulos gregos com espírito áspero. Ex.: ὥρᾱ, ὥρᾱς [hora]; Ἀρμονία, Ἀρμονίας [Harmonia], etc.

3. Latim

Por seu turno, o latim tem 23 grafemas (letras), 5 vogais longas (āēīōū) ou breves (ăĕĭōŭ) e 18 consoantes (b, c, d, f, g — o h não contava, pois era uma “consoante quiexente” e representa apenas uma leve aspiração —, l, m, n, o, p, q, r, s, t, v, x, y, z), três ditongos (æ, œ e au). O abecedário latino deriva do etrusco, que, por sua vez, se desenvolve a partir do alfabeto grego ocidental — os pregos (de Atenas) adotaram, no séc. V a.C, a variante oriental (do dialeto ático), que tinha mais prestígio social—.

Há, pelo menos, três pronúncias do latim a considerar (Miranda, 1962: 13-15; Lourenço, 2020: 41-59): a pronúncia tradicional portuguesa, a pronúncia italiana — pronúncia oficial da Igreja Católica —, e a pronúncia restaurada ou clássica. Interessam-nos particularmente a primeira e a última, pois ambas são fundamentais na terminologia científica. Na pronúncia tradicional portuguesa, os grafemas (letras) do alfabeto/ abecedário latino têm o mesmo som que o português, exceto:

- 1) <ch> (χ grego) = [k], como *chorda* e *Achilles*;
- 2) <ti> antes de vogal [si], como *oratio* e *amicitia* — mantém o [ti] quando é precedido de <s>, <t> ou <x>, como *ostium*, *quætio*, *Attius*, *mixtio*;
- 3) <x> = [ks], como *dux*;
- 4) os ditongos æ e œ = [ɛ], como *cælum* e *pœna*.
- 5) o <i> consonântico tem o valor de [j], como *majior*;
- 6) o <u> consonântico tem o valor de [v], como *vitæ* [vítɛ].

Na pronúncia “restaurada” do latim, que se pressupõe ter sido a utilizada pelos escritores do tempo áureo da civilização romana, como Cícero e Virgílio, os seguintes grafemas são pronunciados da seguinte forma:

- 1) <c> = [k], como *Cicero* [kíkero];
- 2) <g> = [g], como *gigas* [gígas];
- 3) <ti> = [ti], como *iustitia* [iustítia];
- 4) <v> = [u], como *ciuis* [kíuis] e *ciuitas* [kíuitas];
- 5) o <i> = [i], como *maior*;
- 6) <gn> = [gn], como *ignoto* [ignóto];
- 7) <æ> = [aj], como *Cæsar* [kájсар];
- 8) <œ> = [oj], como *pœni* [pójna].

4. Aportuguesamento de vocábulos gregos

Para o aportuguesamento dos vocábulos gregos, começa-se por trasladar a palavra grega, grafema por grafema (letra por letra), do alfabeto grego para o latino, e aplicam-se-lhe as regras da acentuação latina, com as seguintes particularidades (Freire, 1985: 290-293):

- αι é representado em latim por æ e em português por <e> (pronúncia tradicional);
- οι é representado em latim por œ e em português por <e> (pronúncia tradicional);
- ει converte-se em <i>;
- ευ passa para <eu> (pronúncia restaurada) ou para <ev> (pronúncia tradicional), se for seguido de vogal;
- ω [oj] passa maioritariamente para latim e português <e>, mas algumas vezes fica em latim <œ> e português <e> (pronúncia tradicional);
- θ é representado em latim por *th* e em português por <t>;
- φ é representado em latim por *ph* e em português por <f>;
- χ é representado em latim por *ch* e em português por <c> ou <q>;
- υ quando não forma ditongo passa geralmente em latim para <y> e em português para <i>;
- o espírito áspero é representado ordinariamente por <h>;
- em geral, a palavra portuguesa forma-se do acusativo latino (singular e plural).

Exemplos:

Grego	Latim	Português
ἀφαίρεσις	aphæresis	aférese
οἰκόνομος	œconomus	ecónomo

ἔλλειψις	elipsis	elipse
εὐαγγέλιον	evangelium	evangelho
μελωδία	melodia	melodia
ὕδῃ	ode	ode
κωμωδία	comœdia	comédia
τραγωδία	tragoedia	tragédia

Seguem-se alguns prefixos gregos mais comuns de interesse para as ciências médicas e veterinárias, assim como a sua escrita e pronúncia portuguesa (Freire, 1985: 286-289):

Prefixos Gregos	Significado	Exemplos em Português
ἀ- / ἀν- = a- / an-	privação	abulia, ateu, anestesia, analgia
ἀμφί- = amfi-	de ambos os lados, à volta de	anfípode, anfiteatro
ἀνά- = ana-	semelhança, repetição, inversão, intensidade	Analogia, anáfora, anacronia, anafonese
ἀντί- = anti-	oposição, substituição	Antipirético, antípoda
ἀπό- = apo- / af-	separação, negação, mudança, privação	apócope, aférese, apocalipse, apóstolo, apogamia
ἀρχι- = arqui- / arc-	primazia	arquitecto, arcebispo
διά- = dia-	divisão, separação, através de	diálise, diagnóstico, diáfano, diagonal
Δις- = dis-	dificuldade	dispneia, dispepsia,
ἐκ-, ἐξ- = ec- / ex-	fora de	eclipse, ectopia, excêntrico, êxodo
ἐν- = en- / em-	lugar onde	encefalalgia
ἐνδον- = endo-	dentro	endocárdio, endoscópio
ἐπί- = epi-	superposição, adição, repetição	epígrafe, epifenómeno, epílogo
εὖ- = eu- / ev-	bem	eugenia, euemia, evangelho
ἡμί- = hemi-	metade	hemiofia
κατά- = cata-	descida, distribuição, oposição	catadupa, catatografia, catafónica
μετά- = meta-	mudança	metograma
πάλιν- = palin(m)-	de novo	palimpsesto, palingenesia
παρά- = para-	aproximação, irregularidade, anormalidade	paráfrase, paralogia, paranoia
περί- = peri-	rodeio, superabundância	peristilo, periergia
πρό- = pro-	anterioridade	propedêutica, programa
πρός- = pros-	para a frente, em direção a	prótese, prótese, proselitismo
συν- = sin(m)-	união	sinagoga, simbiose
ὑπέρ- = hiper-	excesso	hiperalgia, hiperestesia
ὑπό- = hipo-	diminuição, por baixo de	hipoalgia, hipobulia, hipogástrico

O aportuguesamento dos sufixos e dos radicais que ocupam a parte final da aglutinação da palavra portuguesa é muito mais incerto, pois a mesma pode sofrer alterações fonéticas, derivadas de um uso secular e / ou por influência, por exemplo, de línguas estrangeiras, nomeadamente a principal *lingua franca* científica contemporânea, o inglês. Vejam-se alguns exemplos (Freire, 1985: 289-290):

Sufixos Gregos	Significado	Exemplos em Português
-ια = -ia	designa geralmente ciências, doutrinas, estado (físico ou moral)	biologia, filosofia, anemia, apatia...
-ισμός = -ismo	substantivos abstratos de ação, estado, condição, doutrina, etc...	logismo, teísmo, hipertiroidismo, cosmopolitismo, latinismo
-ΐτις = -ite	doenças, inflamação	estomatite, flebite, poliomielite, hepatite
-ίτης (de λίθος, "pedra") = -ite	minerais	pirite, antracite, dermite, dermatite,
-ωσις = -ose	estado, condição anormal, (impropriamente) doenças, ação	osmose, psicose, leishmaniose, hepatose, esteatose, dermatose, esclerose, mononucleose, tuberculose, fagocitose, queratose ou ceratose

As palavras derivadas do sufixo grego -ια são as mais dúbias de acentuar em português, pois o mesmo pode oscilar entre tónico e átono (Freire, 1984: 15-20; 1996: 73-79):

- 1) Têm o acento tónico no <i> — palavras graves ou paroxítonas — “as palavras que forem substantivos abstratos, isto é, que designem estado (físico e moral), ciência, artes e doutrina, acção, etc. Ex.: *apatia, afasia, hidrofobia, anomalia, filologia, agronomia, teosofia, psicoterapia, flebotomia*” (Freire, 1985: 290), doenças ou moléstias, *alopecia, septicemia, leucemia, alcoolemia, caliemia, potassemia, amnesia* (o “usus” parece ter consagrado *amnésia*), *caquexia ou cacexia* (κακός, mau, + ἔξις, “condição”), etc.
- 2) Têm acento tónico na antepenúltima anterior, isto é, o sufixo -ια é átono — palavras proparoxítonas ou esdrúxulas — os substantivos concretos, que significam “animais, plantas, coisas, pessoas, regiões, cidades e figuras de retórica (excetua-se alegoria). Ex.: *ténia, actínia, astéria, acácia, artéria, Olímpia, Ibéria, metonímia*” (Freire 1985: 290) — exceto ironia —, *Austrália, Oceânia, Efigénia, Eulália,*

etc. “Encontram-se ainda muitas palavras em ia, que o uso consagrou como esdrúxulas: *prosódia, rapsódia, comédia, toponímia*, etc.” (Freire, 1985: 290).

Quanto às palavras aglutinadas, isto é, formadas a partir de um radical (e não prefixo ou sufixo), os radicais gregos sufixais mais frequentes nas ciências médicas são os seguintes (Bailly, 1985; Houaiss, Villar & Franco, 2009):

Radicais Gregos	Significado	Exemplos em Português
εἶδος, εἶδους ou εἶδος (τό) = -oide	em forma ou semelhança de...	corticoide, adenoide, ungoide, intelectualoide, ulceroide, agatoide, fungoide, amiantoide, calamoide, eritroide, canforoide, epiteloide, didelfoide
ἴασις, ἰάσεως (ή) = -íase	doença, cura, modo de cura, remédio	litíase, midríase, psoríase, leishmaníase
κύτος, κύτους (τό) = -cito ou cito-	vaso, célula	Linfócitos, leucócitos, monócito, granulócitos citocina ou citoquina (κύτος + κινεῖν, κίνησις = mover)
κύστις, κύστεως (ή) = quisto ou cisto	bolsa, bexiga	quisto, cisto
μέτρον, -ου (τό) = -âmetro / -étrico / -ímetro / -ómetro /	medida	dendrômetro, diâmetro, perímetro, simétrico, barômetro
μήτρα, μήτρας (ή) = metra	útero	mucometra, hematometra hidrometra, pneumometra, piometra
ὄψις, ὄψεως (ή) + ια = -opsia	aparência, visão, vista	autopsia, necropsia, macropsia, fotopsia, paropsia, disopsia, telopsia, anopsia

5. Radicais Latinos mais frequentes

Seguem-se alguns radicais latinos mais comuns (Cunha & Cintra, 1987; Houaiss, Villar & Franco, 2009):

Radicais Latinos	Significados	Exemplos
-ambulo	que anda	noctâmbulo, sonâmbulo
-cida	que mata	fratricida, inseticida
-cola	que habita	arborícola, silvícola
-cultura	que cultiva	triticultura, viticultura
-fero	que contém ou produz	mamífero, aurífero
-fico	que faz ou produz	benéfico, maléfico

-forme	que tem a forma	cordiforme, uniforme
-fugo	que foge	vermífugo, centrífugo, febrífugo
-gero	que contém	belígero, armígero
-grado	grau, passo	centígrado
-loquo	que fala	ventríloquo
-paro	que produz	ovíparo
-pede	pé	velocípede, bípede
-sono	que soa	uníssonos
-vago	que vaga	noctívago
-vomo	que expelle	Fumívomo, ignívomo
-voro	que come	carnívoro, herbívoro, omnívoro

6. Conclusão

A linguagem científica e médica devem a maior parte da sua terminologia ao grego clássico, mormente ao aportuguesamento dos seus prefixos, sufixos e radicais nas palavras compostas por aglutinação. A adequação dos prefixos, sufixos e radicais latinos é bastante mais simples, por maior similitude fonética da língua do Lácio com o português. As regras (*ratio*) defendidas pelos gramáticos, lexicógrafos, linguistas e outros académicos não têm carácter absoluto e, muitas vezes, outras formas fonéticas (com consequências ortográficas) ganham “foro de cidadania” e impõem-se àquelas através do uso (*usus*). Também, ao contrário do que muitas vezes é expectável, é a pronúncia tradicional do latim — e não a pronúncia clássica ou restaurada — que se impõe na passagem do grego ao português, como, por exemplo, em *cacexia*, *cisto* e *citocina*.

No entanto, as palavras mais difíceis de acentuar em português são, em meu entender, as derivadas do sufixo grego *-ια* [-ia], que oscila entre o <i> tónico (acentuado) e forma palavras paroxítonas ou graves (acentuadas foneticamente na penúltima sílaba), como, por exemplo, *afasia*, *fobia*, *septicemia*, *leucemia*, *alcoolemia*, e o <i> átono (não acentuado), que forma palavras proparoxítonas ou esdrúxulas (acentuadas fonética e graficamente na antepenúltima sílaba), como, por exemplo, *actínia*, *acácia*, *artéria*, *astéria*, *Ibéria*, *Oceânia*, *ténia*, etc.

Um outro grupo dúbio prende-se com a analogia entre as palavras derivadas da palavra *μήτρα*, *μήτρας* (ἦ) [metra], que significa útero e forma palavras

paroxítonas (acentuadas foneticamente na penúltima sílaba), como *mucometra*, *hematometra* *hidrometra*, *pneumometra*, *piometra*, e que podem ser confundidas com as palavras derivadas da lexia *μέτρον*, -ου (τό) [â/é/i/ó-metra], que significa medida e forma palavras proparoxítonas ou esdrúxulas (acentuadas fonética e graficamente na antepenúltima sílaba), como *diâmetro*, *simétrico*, *perímetro* e *dendrômetro*.

No caso do aportuguesamento de palavras adotadas a partir das línguas estrangeiras atuais, como, por exemplo, do inglês, cujos prefixos, sufixos e radicais derivam do grego e / ou do latim, quando o seu uso ainda não está (definitivamente) consagrado pela comunidade científica portuguesa, devemos, em minha opinião, manter as regras fonéticas e ortográficas do português contemporâneo e, por isso, adotar as mesmas regras que estabelecemos para o vocabulário que entrou no português menos recentemente.

Bibliografia

- Bailly A (1985). *Dictionnaire Grec-Français* (edição revista por L. Séchan e P. Chantraine a partir da 26.ª edição). Paris: Hachette.
- Cunha C & Lindley C (1987). *Nova Gramática do Português Contemporâneo* (4.ª edição). Lisboa: Edições João Sá da Costa.
- Freire A (1984). *Helenismos Portugueses*. Braga: Publicações da Faculdade de Filosofia.
- Freire A (1985). *Gramática Grega* (7.ª edição). Porto: Editorial A.I.
- Freire A (1996). *Lições de Filologia e Língua Portuguesa* (2.ª edição). Braga: APPACDM
- Houaiss A, Villar MS & Franco FMM (2009). *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva.
- Johnson, Francis R. (1944). Latin versus English: The Sixteenth-Century debate over scientific terminology. *Studies in Philology*, 41 (2), 109-135.
- Lourenço F (2020). *Nova Gramática do Latim* (2.ª edição). Lisboa: Quetzal.
- Miranda MF (1962). *Gramática Latina* (8.ª edição, correta e atualizada pelo P.e Arlindo Ribeiro da Cunha). Braga: Seminário de Braga.

Resumos do Ciclo de Webinários de Comunicação em Ciência

Fevereiro e Março de 2021

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real

Abstracts of Webinars Cycle on Science Communication

February and March 2021

University of Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real

O papel da ilustração científica no avanço das ciências médicas

Diogo Guerra¹, Filipe Martinho²

¹Medical and Veterinary Illustration, illustration@diogoguerra.com

²University of Liverpool, Reino Unido, martinhfilipe@gmail.com

Há vários séculos que a Ilustração Científica se tornou uma ferramenta indispensável para o avanço das ciências médicas e para uma eficaz comunicação de ciência. Nesta palestra foram discutidas diferentes abordagens à ilustração científica, desde as técnicas tradicionais aos novos processos de criação digital, e exemplificadas as atuais e futuras possibilidades que estas abordagens poderão ter nas áreas da Medicina Humana e da Medicina Veterinária, desde o Ensino à Investigação.

As técnicas digitais de ilustração têm crescido durante as últimas décadas. A sua maior flexibilidade em termos de produção face às técnicas analógicas tem permitido que acompanhem o rápido crescimento do conhecimento científico. Por sua vez, a rápida expansão deste conhecimento e a sua necessidade de divulgação obrigaram ao desenvolvimento e aprofundamento do campo da comunicação visual. Este campo, que atualmente vai muito mais além da ilustração digital ou analógica, e que pode ser apelidado de Visualização Científica, inclui diversas áreas:

- Ilustração Científica – desde as abordagens mais realistas a ilustrações mais esquemáticas (p.ex. graphical abstracts) ou até editoriais (p.ex. capas de jornais científicos);
- Modelação 3D – de grande valor nas áreas de cirurgia e de biologia celular e molecular; é particularmente interessante o seu uso em animação e em conteúdo interativo;
- Animação Científica – muito utilizada na explicação de mecanismos de ação e técnicas cirúrgicas, ou em resumos de publicações científicas (video abstracts);
- Infografia e Visualização de Dados – campos de crescente popularidade, onde a ilustração, o design e a estatística se juntam para criar materiais atrativos resumizando visualmente grandes quantidades de informação;
- Scrollytelling – técnica em rápida expansão que veio revolucionar a forma como o conteúdo escrito e visual é apresentado; consiste em, através de scroll num dispositivo digital, dar ao utilizador o controlo sobre a leitura de conteúdos mais ou menos interativos;
- Simuladores, Realidade Aumentada e Realidade Virtual: produtos bastante apelativos no ensino médico universitário e pós-graduado, não só reduzindo a necessidade de modelos animais, mas também facilitando a componente prática;

- Democratização da Criação de Figuras Científicas – várias plataformas digitais (p.ex. BioRender ou Mind the Graph) têm permitido a muitos investigadores criarem simples imagens científicas de forma acessível;

- Integração da Comunicação Visual nos Currículos Académicos – num mercado cada vez mais competitivo, e onde é produzida cada vez mais informação, o desenvolvimento de workshops e seminários nesta área é cada vez mais importante para aumentar a literacia visual de investigadores e clínicos.

Filipe Martinho: <https://youtu.be/800c6uw0BCE>
Diogo Guerra: <https://youtu.be/MMOOOCDSDv4>

Terminologia científica: do Grego e Latim às línguas vernáculas

Gonçalo Fernandes

Centro de Estudos em Letras, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, gf@utad.pt

Neste webinar, procurarei analisar os processos de formação da terminologia científica desde as línguas clássicas (Grego e Latim) até à sua incorporação nas línguas vernáculas (modernas), em particular o português. Esta língua românica não proveio diretamente do latim literário, mas do latim popular ou vulgar, falado pelo povo, isto é, por via popular, onde as lexias se vão transformando espontânea e gradualmente até ao momento atual, tendo sofrido muitas alterações ao longo do tempo. No entanto, há uma segunda via, a que chamamos via erudita, com a incorporação dos vocábulos diretamente das línguas clássicas, quase sem adaptação ortográfica à nossa língua e sem a sua sujeição a transformações fonéticas, com uma simples terminação portuguesa. Esta via tem muito interesse para o estudo da terminologia e etimologia científicas, pois, primeiramente, ocorre uma latinização de formas gregas, através de regras de transliteração e de acentuação próprias, até à sua completa incorporação no léxico português. No entanto, ocorrem dois princípios, a “ratio” [razão] e o “usus” [uso], que, muitas vezes, se contradizem, pois o primeiro segue as regras e as normas estabelecidas pelos peritos (lexicógrafos, gramáticos, etc.), e o segundo, o “uso” que o povo - ou uma determinada área científica - atribuiu a determinada palavra, por analogia com outras palavras ou formas linguísticas ou outros processos fonéticos, sobrepondo-se àquele e acabando por se impor. Analisaremos, por isso, a fonética grega e a latina, com as três pronúncias mais comuns, alguns étimos de interesse para as ciências veterinárias, assim como a escrita e pronúncia de certos prefixos e sufixos gregos e / ou latinos.

Também apresentaremos algumas palavras híbridas, isto é, quando uma lexia deriva concomitantemente de ambas as línguas clássicas, e estudaremos algumas raízes greco-latinas de algumas áreas temáticas de interesse para os participantes.

Por último e porque hoje sofremos muita influência daquela que é considerada a língua franca dominante na comunicação científica, o inglês, procuraremos analisar a "melhor" forma de adaptação de alguns termos científicos ao português dessa língua anglo-saxónica.

<https://youtu.be/iKRGupQOI44>

Comunicação de ciência e escrita científica

Alexandra Sanfins

Vector B2B - Drug Development, Lisboa, Portugal,
alex.sanfins@gmail.com

O que é Comunicar Ciência? E para quê? Nesta palestra falaremos sobre os aspetos associados à evolução da Comunicação de Ciência, desde o modelo "de cima para baixo" ao atual modelo que contempla o envolvimento dos Cidadãos no processo científico através de atividades de Outreach. Daremos alguns exemplos de como se pode comunicar Ciência e das transformações associadas à Era COVID. Como o maior envolvimento dos Cidadãos no processo científico pode ser uma ferramenta poderosa para a tomada de decisões em Saúde. Falaremos ainda de diferentes formas de escrita científica: do jornalismo científico ao Medical Writing.

<https://youtu.be/CLRYijk0DCI>

Comunicação clínica: uma dimensão essencial do pensamento crítico na área médica

Rita Payan Carreira

MED - Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento, Universidade de Évora, Portugal
rtpayan@uevora.pt

A OCDE inclui a comunicação nos lugares cimeiros das competências básicas e aplicadas necessárias ao mercado de trabalho no século XXI, juntamente com Pensamento Crítico, Criatividade e Colaboração.

A comunicação é uma competência que intuimos possuir, pois é através dela que diariamente interagimos com os outros. Através da comunicação, verbal e não verbal, mostramos ao mundo quem somos e como somos, interagimos e devolvemos resposta a estímulos percebidos. Para os profissionais da área médica, ela é uma competência crucial ao desempenho da nossa profissão. Usamos a comunicação diariamente para questionar outros acerca de situações particulares sobre as quais devemos construir um raciocínio e tomar decisões, e baseados nela sedimentamos laços interpessoais com os detentores dos animais, com os nossos colaboradores ou com uma audiência mais vasta, vocacionada a objetivos científicos ou sociais. No entanto, somos sempre eficientes nesta interação? Porque é tão importante a comunicação em âmbito profissional?

Uma informação efetiva ajuda-nos a obter e prestar informação de forma clara, expressar sentimentos e ideias, escutar com atenção e identificar falhas na informação transmitida, evitar ambiguidades, resolver conflitos e construir uma relação de confiança. Por oposição, uma

comunicação ineficaz favorece a falha no diagnóstico e o erro médico, um arrastamento da situação e a ocorrência de desvios ao tratamento por não envolvimento do tutor, culminando em atrito e falta de confiança entre o tutor e o clínico.

A comunicação clínica é um desafio, permitindo ajustar a comunicação a diferentes contextos e a diversos interlocutores, gerir as expectativas dos tutores dos animais, criar um clima de confiança dentro da equipa de profissionais e técnicos que conosco trabalha e ainda reduzir o stress que muitas vezes nos empurra ao desânimo e à insatisfação profissional.

Para uma comunicação eficaz é importante que o eventual "ruído" na comunicação seja minimizado, promovendo-se uma clara percepção do que foi dito, um correto processamento da mensagem e a clara expressão de opiniões/sentimentos.

Uma boa comunicação clínica baseia-se em muitas dos traços associados ao pensamento crítico, nomeadamente as competências de análise de uma situação, para o que é necessário ter uma mente aberta e capacidade de filtrar informação (pesar argumentos e informação disponibilizada pelo tutor), identificar uma causa para o problema, ponderar diferentes abordagens com base na priorização de sinais clínicos ou resultados de exames, e a capacidade para planejar/prever eventos. A forma como se colocam e o conteúdo das questões é importante para a compreensão da situação, e para a clarificação de pontos omissos ou obscuros; explorando de forma detalhada e sistemática a história clínica, as opções disponíveis ou a resposta ao tratamento. A análise e interpretação do discurso está subjacente à contribuição do clínico para a conversa ou instruções, assim como assenta num reconhecimento das suas aptidões comunicacionais, de experiências passadas e em eventuais vieses que condicionaram a sua atuação no passado. Dela depende também o sucesso da equipa em que se encontra integrado.

Nesta apresentação procura-se apresentar as dimensões subjacentes a uma boa comunicação médica e discutir a necessidade de robustecer as competências de comunicação desde o início do percurso académico do futuro profissional para mitigar eventuais hiatos existentes nesta área e melhorar as suas capacidades de prestação profissional à entrada no mercado de trabalho.

https://youtu.be/m5jCJm8P_fw

A importância da terminologia médica nas competências linguísticas e de comunicação de um médico veterinário

Carlos Viegas

Departamento de Ciências Veterinárias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, cviegas@utad.pt

A velocidade estonteante com que diariamente conduzimos as nossas agendas, reserva, por vezes, pouco espaço para pensarmos acerca das dinâmicas de utilização da nossa língua, no âmbito profissional.

A crescente pressão do Inglês, a língua científica internacional de referência, sobre o léxico próprio da nossa atividade, impõe uma reflexão cuidada sobre a importância de manter e robustecer a utilização do Português como língua de comunicação científica potencial, de cerca de trezentos milhões de indivíduos.

Neste sentido, neste webinar, propomos-nos abordar a importância da boa utilização da língua, enquanto veículo

do fenómeno comunicacional, aplicado à gestão do dia-a-dia de um profissional médico-veterinário.

Nas várias solicitações a que temos que dar resposta, impõe-se um cuidado crescente com a utilização da terminologia médica, das abreviaturas, dos acrónimos e dos símbolos, de modo que a mensagem, na sua melhor qualidade, seja plenamente transmitida.

Compete à academia, às instituições de referência e aos media, um especial cuidado com a forma como propalam o discurso próprio da nossa atividade, de modo que todos nós, nos nossos desempenhos diários, possamos usufruir desse cuidado e potenciar a eficácia e a salvaguarda das nossas ações.

<https://youtu.be/6pDgMCRcc10>

Licenças *Creative Commons*: ferramentas para ciência, educação e publicação académica

Hugo Matos Pereira
hugobiwan@yahoo.es

A *Creative Commons* (CC) é uma organização sem fins lucrativos ativa internacionalmente que fornece instrumentos legais (licenças gratuitas) e tecnológicos para os criadores utilizarem quando disponibilizam a sua obra ao público. Estas licenças ajudam o criador a dar permissão a outros para utilizarem a obra, antecipadamente, sob certas condições.

Cada vez que uma obra é criada, tal como quando um artigo científico é escrito ou uma fotografia é registada, essa obra é automaticamente protegida por direitos de autor. A proteção dos direitos de autor impede que outros utilizem a obra de determinadas formas, tais como a cópia da obra ou a sua partilha online.

As licenças CC permitem que o criador da obra selecione como pretende que outros utilizem a obra, de forma legal e global, em harmonia com a legislação de direito de autor. Quando um criador publica a sua obra sob uma licença CC, os membros do público sabem o que podem e não podem fazer com a obra, de forma inequívoca e definitiva. Isto significa que só precisam de obter a permissão do criador quando querem utilizar a obra de uma forma não permitida pela licença.

O licenciamento aberto de obras de autor através das licenças CC encontra-se em crescimento contínuo, acompanhando as tendências europeia e global de desenvolvimento de práticas e políticas de abertura ao conhecimento e à investigação. No contexto das Instituições de Ensino Superior, torna-se, por isso, cada vez mais útil o domínio dos conceitos de propriedade intelectual a fluência nestes instrumentos legais.

Durante a sessão, ir-se-ão abordar a evolução do Direito de Autor, as licenças CC e as suas aplicações nos contextos do Acesso Aberto, da Ciência Aberta e dos Recursos Educativos Abertos.

Esta sessão destina-se a todas as pessoas que queiram familiarizar-se com as licenças *Creative Commons*. Consideramos como destinatários privilegiados os professores de qualquer grau de ensino, investigadores em ciências e humanidades, estudantes do ensino superior, bibliotecários, designers instrucionais, produtores de conteúdos educacionais, gestores de plataformas e tecnologia educacional e profissionais da área de inclusão social e digital.

<https://youtu.be/-8VQjyLbKQg>

