



## NEUROFISIOLOGIA E PERCEPÇÃO DE DOR

VEIGA, Jamile Chahoud<sup>1</sup>  
GAVA, Milena Campos<sup>1</sup>

**RESUMO:** O presente estudo se propôs ao estudo da percepção da dor em relação aos aspectos fisiológicos. Além disso, foi abordado os conceitos de fibras nervosas, seus receptores e seus neurotransmissores a fim de elucidar o tema em questão. Outro ponto marcante foi, a partir dos conceitos ditos, pontuar-se os tipos de dor de acordo com o tipo de fibra que conduz o estímulo elétrico, sendo a rápida por meio das fibras A $\delta$  e a lenta por meio das fibras C. As vias de transmissão desses impulsos nervosos são o trato espinotalâmico e o trato paleoespinotalâmico. Ademais, foi abordado o sistema endógeno de supressão da dor, importante mecanismo de analgesia fisiológico.

**Palavras-chave:** Dor; Fibras nervosas; Nocicepção.

**ABSTRACT:** The study presents itself in relation to the study of the perception of physiological aspects. In addition, its concepts, nerve fiber receptors, were elucidated in order to elucidate the topic in question. Another striking point was, based on the aforementioned concepts, the types were scored according to the type of fiber that conducts the electrical stimulus, the fast being through the A $\delta$  fibers and the slow through the C fibers. the spinothalamic tract and the paleospinothalamic tract. In addition, the important mechanism repair analgesic system was required.

**Keywords:** Pain; Nerve fibers; Nociception.

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Medicina da Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC) – Unidade de Bom Jesus de Itabapoana, RJ.

### INTRODUÇÃO

O termo dor, tem sua origem no latim *dolor*, que significa sofrimento. (LENT, 2008) Nos primórdios, observa-se a compreensão da dor apenas em casos visíveis, como lesões físicas. Já os casos de dor que estavam relacionados a doenças eram vistos como um pecado, uma penalização divina. Atualmente, sabemos que a dor é uma condição complexa, uma sensação desagradável devido aos estímulos nocivos, se tratando de uma modalidade sensorial de suma importância para nossa sobrevivência.

Outro ponto importante, é sobre a nocicepção, que é um conjunto de eventos neurais através dos quais os estímulos nocivos são detectados, convertidos em impulsos nervosos e transmitidos da periferia para o Sistema Nervoso Central (SNC). No encéfalo,



especificamente no cérebro, os estímulos associados à lesão real ou potencial são interpretados como dor.

Outrossim, um conceito importante que deve ser discutido é sobre a hiperalgesia, que é uma resposta aumentada da dor, ou seja, hipersensibilidade da dor a partir de um estímulo causador de dor. A hiperalgesia pode ser primária ou secundária. Além disso, a dor pode ser alterada por algumas circunstâncias como drogas, acupuntura, cirurgia - secção de vias, medo, estresse, hipnose, estímulos periféricos, ou rituais religiosos.

A acupuntura é uma alternativa interessante como tratamento não medicamentoso, pois permite uma reorganização dos fluxos de energia através da estimulação de pontos específicos. Ela interfere no mecanismo da dor estimulando o SNC a liberar substâncias supressoras da dor.

## **1 FIBRAS NERVOSAS, RECEPTORES DA DOR, NOCICEPÇÃO E ESTÍMULOS**

As fibras nervosas são também conhecidas como neurofibras e são formados por um axônio e suas bainhas envoltórias. Essas fibras se organizam em feixes e existem alguns tipos, esses tipos fazem parte das vias de transmissão da dor. Existem as fibras A $\alpha$  e A $\beta$ , que são rápidas e de grande diâmetro, e as fibras A $\delta$  e C que são lentas, têm pequeno diâmetro e são amielinizadas. Nesse sentido, as fibras A $\delta$  se originam dos receptores localizados na pele e transmitem a dor rápida. Já as fibras do tipo C se originam dos tecidos superficiais, como a pele, e dos tecidos profundos, como ligamentos e músculos, e assim, transmitem a dor lenta. Ademais, destacam-se as fibras aferentes e as fibras eferentes.

Existem alguns tipos de receptores sensoriais como os mecanorreceptores, termorreceptores, proprioceptores e os nociceptores. Os nociceptores são os receptores para a dor, sendo sempre terminações nervosas livres, portanto, nunca serão encapsulados. As fibras que conduzem esses estímulos podem ser tanto Fibras A $\delta$  ou Fibras C. Portanto, esses receptores são amplamente espalhados por todos os tecidos, com exceção do tecido nervoso.



Ao abordar o conceito de nocicepção, é importante esclarecer que esta, é caracterizada por eventos neurais que ocorrem após a percepção dos estímulos nocivos, que se tornam impulsos nervosos atingindo o sistema nervoso central. No encéfalo, mais precisamente no cérebro, estes estímulos são interpretados como dor. Esses receptores são encontrados na pele e em certos tecidos internos, como no periósteo, nas paredes das artérias e nas superfícies articulares.

Para o entendimento da neurofisiologia da nocicepção e da percepção de dor se faz necessário a compreensão das fontes de estímulos existentes, sendo estas externas e internas. A exterocepção é compreendida por fazer a captação de estímulos externos do organismo. Já as fontes internas são a interocepção, caracterizada pela captação dos estímulos viscerais do organismo, e a propriocepção, que é a captação de estímulos dos músculos, dos tendões e das articulações.

Outro fator importante para compreensão é o entendimento dos estímulos, que podem ser térmicos, mecânicos, químicos e elétricos. Estes estímulos irão gerar certa resposta nos receptores nociceptores, que são de alguns tipos. O primeiro deles é o nociceptor termo-sensível, que é excitado por altas temperaturas, acima de 45°C, ou por baixas temperaturas, como no congelamento. O segundo tipo de receptor nociceptor é o nociceptor mecano-sensível, que é sensível a deformações nocivas. Já o terceiro é o nociceptor químio-sensível, que é excitado por substâncias de caráter químico. Por último, são os nociceptores polimodais, que são excitados por mais de um tipo de estímulo.

## **2 SENSACÃO TÉRMICA**

As mudanças de temperatura são perceptíveis por receptores de temperatura - os termorreceptores. Existem os receptores do frio e os receptores para calor. Outro fato importante é que na maioria das regiões do corpo existem mais pontos de frio do que pontos de calor. Além disso, o receptor definitivo para o frio é composto pelas fibras do tipo A $\delta$  e as fibras do tipo C são responsáveis pelas sensações de frio. Sendo assim, esse fato sugere que algumas terminações nervosas livres são receptores do frio. Ademais, são 4 tipos de fibras nervosas que vão responder aos diferentes níveis de temperatura: a fibra



da dor é estimulada pelo frio; a fibra do frio; a fibra do calor e; fibra da dor que é estimulada pelo calor.

As sensações térmicas são impactadas diretamente e respondem a estímulos constantes de temperatura. Sendo assim, a percepção térmica é originada a partir de uma estimulação química das terminações nervosas que são alteradas devido a temperatura.

### **3 NEUROTRANSMISSORES E SUBSTÂNCIAS FACILITADORAS E INIBIDORAS DA TRANSMISSÃO SINÁPTICA**

Os neurotransmissores são substâncias químicas de suma importância para a condução do estímulo. Eles são sintetizados pelos neurônios e armazenados em vesículas e então são liberados na terminação neuronal após um estímulo elétrico específico. Na fenda sináptica ocorre a ligação do neurotransmissor ao sítio receptor do próximo neurônio sempre que disponível. Os neurotransmissores podem facilitar a transmissão sináptica por meio do mecanismo em que consiste o aumento do neurônio seguinte à responsividade ou diminuindo a ação da inibição neuronal. Mas ao se tratar da inibição neuronal o mecanismo tende a induzir o neurônio à menor responsividade ou maior ativação dos neurônios inibitórios.

Alguns são os exemplos de neurotransmissores excitatórios como o glutamato, que altera a excitabilidade da célula de transmissão, as cininas, que possuem a substância P como maior representante, com grande importância para informar ao sistema nervoso central a ocorrência de lesão e de inflamação modulando ações. Já os neurotransmissores inibitórios possuem como principal exemplo o ácido gamma amino butírico, o GABA.

Além dos neurotransmissores, existem outras substâncias que inibem ou estimulam a atividade sináptica, como os transmissores amino-biogênicos e os peptídeos neuroativos. Os transmissores amino-biogênicos são representados pela serotonina, que ativa nas vias descendentes os receptores pré e pós sinápticos, e pela norepinefrina, que inibe a transmissão da dor entre os neurônios de primeiro e de segunda ordem. Os peptídeos neuroativos são representados pela encefalina, um opióide ativo nas vias descendentes, pela betaendorfina, um opióide endógenos do sistema nervoso central e pela substância P que inicia os impulsos elétricos que vão das fibras aferentes primárias para a medula espinal.



Nesse sentido, cabe destacar o neurotransmissor glutamato e a substância P, uma vez que ambos possuem certa responsabilidade na transmissão da dor. O glutamato é o neurotransmissor excitatório secretado nas terminações nervosas pelas fibras A $\delta$  da medula espinal, ou seja, nas fibras de dor rápida. Já a substância P é liberada pelas terminações nervosas das fibras C, portanto, é liberada lentamente, caracterizando a dor crônica lenta. Logo, entende-se que a substância P possui maior relação com a dor lenta e o glutamato possui maior relação com a transmissão dolorosa rápida ao sistema nervoso central.

A transmissão neuronal é feita pelas fibras aferentes, que transmitem impulsos dos receptores sensoriais ao cérebro - são os neurônios de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e de 3<sup>a</sup> ordem, e pelas fibras eferentes, que transmitem os impulsos do cérebro à periferia - a exemplificar os neurônios motores e da via descendente de inibição da dor. Cabe destacar, também, que os neurônios de 1<sup>a</sup> ordem ou aferentes primários fazem a transmissão dos impulsos dos receptores sensoriais ao corno dorsal da medula espinal. Já os neurônios de 2<sup>a</sup> ordem transmitem as mensagens sensoriais do corno dorsal da medula espinal ao cérebro. Por fim, os neurônios de 3<sup>a</sup> ordem conduzem informações aos centros cerebrais e assim, são interpretadas. Além disso, cabe ressaltar que todos os neurônios fazem sinapse com o neurônio de 3<sup>a</sup> ordem.

#### **4 VIAS DE TRANSMISSÃO DA DOR - TRATO NEOESPINALÂMICO E O TRATO PALEOESPINALÂMICO**

Como já abordado anteriormente, os dois tipos de dor possuem vias independentes de transmissão de sinais para o sistema nervoso central. Portanto, os sinais atingem a medula espinal e assim, possuem duas vias até o encéfalo: o trato neoespinalâmico e o trato paleoespinalâmico.

O trato neoespinalâmico, também chamado de trato espinalâmico lateral, é caracterizado por ser uma via rápida e com poucas conexões laterais por envolver apenas 3 neurônios. As fibras A $\delta$  são responsáveis por fazer a transmissão dessa via, portanto, esta é a via da dor rápida e localizada.

As terminações nervosas dessa fibra chegam na medula espinal e fazem sinapse com o 1<sup>o</sup> neurônio. Sendo assim, ascenderá pelo trato espinalâmico lateral e no tronco encefálico forma o lemnisco espinal. Essa via segue o trajeto diretamente até o núcleo talâmico ventral do tálamo onde está localizado o 2<sup>o</sup> neurônio, ocorrendo a percepção da



dor, e dele faz sua conexão com o córtex, onde localiza-se o 3º neurônio. O sistema nervoso central tem a capacidade de identificar precisamente a localização da dor pontual rápida, uma vez que reconhece a origem do estímulo pela localização neuronal na medula espinal.

O trato paleoespinal se caracteriza por ser a via de transmissão da dor lenta e crônica, ou seja, é conduzida pela fibra C. Ademais, é a interpretação afetivo-emocional da dor devido ao alcance no sistema límbico. As fibras C possuem baixa velocidade de condução do estímulo, em contraste com a fibra A $\delta$ .

Na medula, essas fibras estimulam uma cascata de neurônios - dando a sua percepção difusa, e no seu trajeto ascendente, estabelece conexões principalmente com a formação reticular do tronco encefálico. De forma simplificada entende-se o trajeto dessa via iniciando pelo estímulo elétrico que é captado por um nociceptor, ou seja, uma terminação nervosa livre, e é conduzido pela fibra C à medula espinal.

Ao alcançar a medula espinal, esta fibra C fará sinapse com múltiplos neurônios - essa característica de múltiplas conexões é responsável pelo fato da dor lenta ser difusa, e portanto, o córtex não identifica especificamente de onde veio o estímulo. A fibra C ascende pelo trato espinotalâmico lateral estabelecendo múltiplas conexões laterais no tronco encefálico. Essas conexões podem ser com o colículo superior do mesencéfalo, com a substância cinzenta periaquedutal do mesencéfalo, essa regula a via opióide endógena, com a formação reticular do tronco encefálico e com o núcleo intralaminar do tálamo.

Apesar das diversas opções de conexões, a de maior frequência é a formação reticular do tronco encefálico, que a partir de então fará estimulação dos núcleos intralaminares do tálamo, e então se comunicará com várias partes do encéfalo: lobo da ínsula, giro do cíngulo e as áreas somestésicas. Por fim, cabe destacar que o estímulo ao atingir o lobo da ínsula ocorrerá o caráter parassimpático da dor, como a dor difusa causando sintomas vagais. Já quando este estímulo atinge o giro do cíngulo ocorre a conexão da via dolorosa com o sistema límbico e então, desencadeia o caráter emocional relacionado à dor.

## **5 TIPOS DE DORES - REFERIDA E VISCERAL**



Inicialmente, a dor nociceptiva que é estabelecida por uma atividade neural normal em resposta a estímulos causadores de danos teciduais, essas são subdivididas em aguda e crônica. No primeiro caso, existe uma função de alerta que segue a lesão tecidual e cessa a partir do momento da resolução do processo patológico. Caso este processo continue pode ocorrer uma evolução à uma dor crônica. Então, já na dor crônica observa-se um dano tecidual prolongado, resultado de um processo patológico crônico ou um dano no SNC ou SNP. Esse último caso deriva de uma mudança complexa nas vias nociceptivas, temos a dor de tipo misto que é ocasionada por uma combinação de fatores e a dor neuropática que é causada por lesões ou doenças que afetam o sistema nervoso.

Além disso, ao abordar a dor visceral, nesse caso, as vísceras possuem receptores sensoriais exclusivos da dor. Qualquer estímulo que excita as terminações nervosas para a dor, em áreas diferentes das vísceras, pode causar dor visceral. Esses estímulos incluem isquemia do tecido visceral, caracterizada por falta de fornecimento sanguíneo para o tecido das vísceras devido a uma obstrução causada por um trombo, seja ele formado por placas gordurosas ou por coágulos sanguíneos, lesão química das superfícies das vísceras, distensão excessiva de víscera oca e distensão do tecido conjuntivo que circunda ou é localizado na víscera. Em alguns casos de doenças que afetam as vísceras, o processo doloroso pode se alastrar para a região peritoneal ou pleural. Essas superfícies são ricas em terminações nervosas que são originadas nos nervos espinais. Nesse contexto, a dor na parede parietal sobre a víscera é, na maioria das vezes, aguda.

A dor visceral pode ser transmitida através de duas vias: a via parietal e a via visceral verdadeira, esta última é transmitida pelas fibras sensoriais para dor, nos feixes nervosos autônomos, e as sensações são referidas para as áreas da superfície do corpo. Já as vias parietais possuem as sensações parietais conduzidas diretamente para os nervos espinais locais do peritônio parietal, da pleura ou do pericárdio e essas sensações geralmente se localizam diretamente sobre a área dolorosa.

A dor referida ocorre quando a sensação dolorosa é sentida em uma parte do corpo diferente do local da lesão. A exemplificar o caso de dor visceral, na qual a dor é referida na região superficial, a pele. No mecanismo dessa dor, os ramos das fibras da dor visceral fazem sinapse na medula espinhal, mas os neurônios recebem os sinais dolorosos da pele. Quando as fibras viscerais para a dor são estimuladas, os sinais dolorosos das vísceras são conduzidos pelo menos por alguns dos mesmos neurônios que conduzem os sinais



dolorosos da pele, e assim, tem-se a percepção de que as sensações de dores se originam na pele.

## **6 SISTEMA ENDÓGENO DE SUPRESSÃO DA DOR**

O encéfalo possui capacidade de suprimir as aferências de sinais de dor para o sistema nervoso e é chamada de sistema de analgesia. A inibição da dor pode ser feita por meio de dois mecanismos diferentes.

O primeiro mecanismo é a inibição colateral pelo tato, também chamado de portão, que explica a acupuntura e a massagem, após a sensação dolorosa. O trajeto natural da fibra A $\delta$  é realizar sinapse com o núcleo próprio para ascender pelo trato espinotalâmico lateral até atingir o córtex, causando a dor. Entretanto, neste mecanismo ocorre a utilização do tato, que possui sua via própria, a espinotalâmica anterior, até atingir o córtex e ser percebido como sensação tátil. Então, o tato irá estimular uma sinapse colateral à sinapse da dor e assim, ocorre a estimulação de um neurônio encefalinérgico que libera encefalina causando a inibição pré e pós sináptica do neurônio. Portanto, a fibra A $\delta$  possui ramificação lateral para ativar um neurônio encefalinérgico, que faz a inibição pré e pós sináptica da via de transmissão dolorosa.

O segundo mecanismo é o sistema opióide endógeno. Este mecanismo de inibição da dor é descendente do tronco encefálico, com participação de diversos neurotransmissores, principalmente opióides, como as encefalinas. Entretanto, ocorre a participação de outros, como a serotonina, a noradrenalina e a endorfina. Essa via de inibição tem como principal objetivo, assim como a inibição colateral pelo tato, a estimulação de neurônios encefalinérgicos com intuito de realizar a inibição pré e pós sináptica. O principal local envolvido na via endógena é a substância cinzenta periaquedutal, que será ativada tanto pela substância cinzenta periventricular do tálamo quanto pela via espino-mesencefálica. Então, a substância cinzenta periaquedutal (SCPA) irá realizar a ativação de diversos núcleos do tronco encefálico e ativar diretamente o neurônio encefalinérgico da medula, que fará a inibição da via da dor. Os locais ativados pela SCPA são o locus coeruleus na ponte, que libera noradrenalina no interneurônio encefalinérgico do corno posterior da medula, o núcleo magno da Rafe na ponte e bulbo superior, que libera serotonina estimulando o interneurônio encefalinérgico da medula e



o interneurônio encefalinérgico, ou seja, estimula diretamente o interneurônio, que libera encefalina - substância opióide. Este, quando ligado no receptor opióide, causará inibição pré e pós sináptica da dor.

Entretanto, caso ocorra a ingestão exógena de morfina, por exemplo, esta poderá se ligar diretamente no receptor opióide ou poderá, também, se ligar na substância cinzenta periaquedutal ocorrendo, então, o estímulo da via endógena da dor.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, ao longo deste estudo foi possível observar como se deu a percepção da dor no corpo humano. Notou-se também, pontos importantes, como a nocicepção - um fenômeno associado a codificação dos estímulos do meio ambiente. Observou-se que existem diferentes tipos de fibras nervosas, e cada uma transmite diferente tipo de dor. Além disso, estímulos térmicos, mecânicos, químicos e elétricos podem ser nociceptivos, dependendo da intensidade e frequência. Nesse sentido, ao longo do trabalho foi elucidado a neurofisiologia da dor e sua percepção, relatando os tipos de dor (referida e visceral) e suas vias de transmissão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHACUR, Marucia. Introdução à fisiopatologia da dor: Histórico da dor e conceitos. **Educação continuada em fisiopatologia e terapêutica da dor**, [s. l.], 29 abr. 2015. Disponível em: [https://www.anestesiologiausp.com.br/wp-content/uploads/23\\_04\\_2014\\_Aula-de-Introdu%C3%A7%C3%A3o-%C3%A0-Fisiopatologia-da-Dor.pdf](https://www.anestesiologiausp.com.br/wp-content/uploads/23_04_2014_Aula-de-Introdu%C3%A7%C3%A3o-%C3%A0-Fisiopatologia-da-Dor.pdf). Acesso em: 25 out. 2021.

C. GUYTON, Arthur; E. HALL, John. **Tratado de fisiologia médica**. 13. ed. atual. Rio de Janeiro: Elsevier editora ltda., 2017. 3333 p. ISBN 978-1-4377-0696-3.

NEUROFISIOLOGIA da dor. [S. l.], 2 dez. 2008. Disponível em: <https://cienciasecognicao.org/neuroemdebate/arquivos/4383>. Acesso em: 25 out. 2021.

SENSAÇÕES térmicas. [S. l.], 2008. Disponível em: [https://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/sensacoes\\_term.htm](https://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/sensacoes_term.htm). Acesso em: 25 out. 2021.

SIRIANI DE OLIVEIRA, Anamaria. **Neurofisiologia da nocicepção e percepção de dor: Mecanismos de modulação central e periférica**. São paulo: [s. n.], 2019. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4971538/mod\\_resource/content/3/Aula%2004%20Slides.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4971538/mod_resource/content/3/Aula%2004%20Slides.pdf). Acesso em: 25 out. 2021.