

## Mecanismo de Ação da Acupuntura (David Broesher)

A acupuntura vem sendo usada por mais de dois mil anos na China e no Japão; a referência literária mais antiga está no livro de medicina interna do Imperador Amarelo, datada do segundo ou terceiro século antes de Cristo. A acupuntura chegou ao Japão no século VI da era cristã e foi introduzida na Europa por dez Rhijne (1683), que haviam aprendido no Japão essa arte terapêutica. Como terapia, foi se difundindo muito lentamente na Europa. As primeiras publicações sobre acupuntura, européias e americanas, só apareceram no início do século XIX (Bache, 1826; Berlioz, 1816; Churchill, 1821; Choquet, 1826). Embora a acupuntura tenha sido usada na Europa de forma bastante ampla na prática convencional médica durante todo o século XIX, atraindo gigantes do ramo como Osler, aos poucos seu uso foi se tornando escasso.

Embora pioneiros como Felix Mann, no Reino Unido e alguns terapeutas, na França, tenham feito uso extensivo da acupuntura a partir da metade do século XX, foi só na década de 70 que a atenção pública se voltou para essa terapia e veio a ser amplamente exercida. Filmes mostrando procedimentos cirúrgicos sob anestesia propiciada pela acupuntura, vindos da China, logo após a visita do presidente Nixon ao país em 1972, incitaram a imaginação pública. A acupuntura recebeu tratamento completamente acadêmico no Ocidente no tratado magistral de Lu & Needham (1980),

Além da acupuntura clássica, existem muitas variações do tratamento. Entre essas, destacam-se o sistema Ryodoraku (Hyodo, 1990; Nakatani & Yamashita, 1977; Yoshio, 1969) e a auriculoterapia, introduzida na França por Nogier (1972). Esta última foi posteriormente estudada por Johnson e cols. (1991).

Com o tempo, o principal uso que a medicina ocidental fez da acupuntura foi para o alívio da dor (Mann e cols. 1973), e muito tempo depois, para o tratamento de náuseas e vômitos pós-operatórios (Dundee e cols. 1986). O presente capítulo se dedica exclusivamente às explicações que tentam justificar os mecanismos da acupuntura em relação ao alívio da dor.

O fato de que nem todos os indivíduos respondem ao tratamento com acupuntura parece apresentar enormes dificuldades aos cientistas médicos. Os acupunturistas dividem a população entre os que respondem e os que não respondem ao tratamento. Muitos animais também podem ser classificados entre os que não respondem ao tratamento, como, por exemplo, alguns ratos que não apresentam nenhum prolongamento do período de latência do movimento rápido da cauda em resposta ao tratamento com acupuntura (Takeshige e cols, 1980a).

Como será discutido com maiores detalhes logo a seguir, a analgesia induzida com acupuntura em pessoas e animais é revertida ou abolida na maioria das vezes pela naloxona, demonstrado assim, que seu mecanismo é opioide. Nos seres humanos em que a dor foi aliviada por meio da acupuntura, observou-se aumento dos níveis de B-endorfina no líquido cerebrospinal (LCE) (Clement-Jones e cols, 1980). Embora os níveis de metencefalina no LCE se mostrassem inalterados nesse estudo, recentemente, observou-se em ratos (Bing e cols., 1991) que uma substância semelhante à

metencefalina é, na verdade, liberada na própria medula por um estímulo semelhante ao da acupuntura. Recentemente, Takeshige e cols. (1990) demonstraram que animais que não respondiam à acupuntura (constatado pela ausência do prolongamento do período de latência do movimento rápido da cauda em resposta à acupuntura) começam a responder ao tratamento por meio da administração de D-fenilalanina, substância capaz de inibir a enzima que degrada a metencefalina. A atribuição da falta de respostas de alguns ratos às diferenças dos mecanismos enzimáticos é uma reminiscência da observação de que os seres humanos que não respondem à morfina para a dor nociceptiva parecem ter diferenças nos mecanismos enzimáticos para sua glucoronidação (Bowsher, 1993).

### ***Pontos de acupuntura e meridianos***

Os experimentos que demonstraram que a acupuntura é ineficaz quando aplicada em uma área, cujo suprimento nervoso tenha sido bloqueado por anestesia local, provam que o efeito da acupuntura é conduzido ao longo dos nervos (Chiang e cols., 1973). Do ponto de vista da neurofisiologia moderna, essa é talvez a informação mais importante e fundamental sobre acupuntura.

### ***Pontos de Acupuntura***

Dizem que a acupuntura é eficaz apenas quando usa determinados pontos da superfície do corpo, conhecidos como pontos de acupuntura. De fato, uma comparação feita com um atlas anatômico (por exemplo, Williams e cols., 1989) mostra que muitos desses pontos correspondem aos pontos nos quais as terminações nervosas penetram na fáscia; Chan (1984) cita dois estudos chineses que demonstram que 309 pontos de acupuntura estão situados sobre os nervos ou muito próximos deles, enquanto 286 estão sobre os principais vasos sanguíneos ou muito próximos a eles, que logicamente são rodeados por terminações nervosas (*nervi vasorum*).

Que os nervos simpáticos também possam estar envolvidos, foi uma demonstração feita pela primeira vez por Goulden (1921), que demonstrou que os pontos de acupuntura ao longo do nervo ciático, assim como suas ramificações, possuem impedância menor que a pele circundante. Yoshio (1969) demonstrou que os pontos do sistema Ryodoraku possuem propriedades semelhantes. Muitos pontos de acupuntura estão logicamente situados profundamente na pele. Melzack, Stillwell & Fox (1977) demonstraram que muitos deles correspondem rigorosamente aos “pontos-gatilho” de Travell (Travell & Simons 1983), enquanto Liu, Varela & Oswald (1977) demonstraram outros pontos que correspondem aos pontos-motor dos músculos, local de entrada ou de saída dos nervos. Sabe-se há muito tempo, que o ponto Hoku (IG-4 corresponde ao ramo superficial do nervo radial na estrutura anatômica conhecida como “caixa de rapé”, mas o precedente demonstra que todos os pontos de acupuntura examinados correspondem a pequenos feixes nervosos cutâneos (puramente sensoriais ou sensoriais e simpáticos), vasculares (uma mistura de simpáticos e sensoriais), ou musculares (uma mistura de sensoriais e motores).

Enquanto a acupuntura segmentar( aquela que se baseia pno uso de pontos na região da dor) é, sem sombra de dúvidas, a forma mais eficaz para o alívio da dor, foi demonstrado empiricamente que a acupuntura em pontos distantes também se mostrou eficaz. Para demonstrar o fato, os terapeutas antigos desenharam ilustrações nas quais os

“pontos” eram unidos por meio de linhas chamadas pela prática ocidental de “meridianos”; a intenção era mostrar que a estimulação em um determinado ponto podia ter um efeito em um local distante dentro daquele meridiano ou em víscera correspondente àquele meridiano.

Grande parte dos acupunturistas concorda que os pontos eficazes ao serem agulhados, suscitam no paciente uma sensação subjetiva de calor e amiúde ficam evidentes ao médico na forma de uma coloração avermelhada na pele. É obvio que o fenômeno é um reflexo do axônio, desencadeado pela estimulação das fibras C e A delta. A ausência do fenômeno simplesmente indica que a agulha não alcançou as fibras nervosas e, portanto não foram inseridas em um “ponto” eficaz.

Enquanto uma agulha pode estimular mecanicamente fibras nervosas de vários tipos, o importante é estabelecer qual o tipo de fibra nervosa periférica é responsável pelo efeito da acupuntura. Há algum tempo, sugeriram (Bowsheer 1976) que as fibras A delta estavam envolvidas porque o estímulo adequado é a picada da agulha enquanto a frequência de resposta é de 2 a 3Hz, duas características das fibras A delta aferentes primárias. Essa hipótese teórica foi confirmada na prática de duas formas: 1) ficou demonstrado, sem qualquer dúvida, que por meio da estimulação microneurográfica em voluntários humanos conscientes, a estimulação das fibras A delta dá origem a uma sensação de ferroada, como a sensação produzida por uma picada de agulha. 2) Wang e cols. (1985) demonstraram que as fibras A delta do músculo transmitem várias sensações que Chiang e cols. (1973) demonstram ser essenciais para o efeito da acupuntura.

Existe um resultado interessante que surge em uma determinada enfermidade: Levine, Gormely & Fields (1976) descobriram que a acupuntura era ineficaz quando aplicadas em áreas da pele afetadas por neuralgia pós-herpética (NPH). Em 1990, Nurmillo & Bowsheer demonstraram que, nas áreas da pele afetadas por uma NPH, a sensação de ferroada normalmente está ausente.

Portanto, pode-se considerar demonstrado o fato de que para haver o efeito da acupuntura, as unidades sensoriais A delta devam ser necessariamente estimuladas. Deve-se mencionar, no entanto, que em vários artigos recentes, Kawakita e cols. (por exemplo, Kawakita 1991) sugeriram que os neurônios nociceptivos polimodais C devem também ser considerados como substrato fisiológico do efeito da acupuntura. Enquanto não se possa excluir o fato de que a estimulação dessas unidades sensoriais contribuam em algum grau para o efeito da acupuntura, ambos os parâmetros de estimulação e a sensação percebida que se segue ao estímulo da agulha nos parece que influem fortemente contra a possibilidade de que os neurônios nociceptivos polimodais C sejam o único, ou até mesmo o principal substrato. De fato, um antigo trabalho sobre a supressão do reflexo de abertura do maxilar em ratos por meio da eletracupuntura e da estimulação seletiva das fibras A delta (Kawakita & Funakoshi 1982) sustenta fortemente a noção de que essas fibras sejam realmente as estruturas principais relacionadas com o efeito da acupuntura. Pode-se também acrescentar que, ao contrário da situação com respeito às fibras A delta, não existem conexões centrais conhecidas das fibras C capazes de explicar a inibição de uma (outra) saída da fibra C.

## *Meridianos*

A segunda questão – a que se refere aos pontos de acupuntura “corretos” e sua relação com os meridianos – é mais complexa. **Algum efeito pode ser produzido em qualquer ponto onde seja estimulado um feixe nervoso que contenham fibras A delta devido aos efeitos centrais dos controles descendentes inibitórios (DNIC)** (Bing, Villanueva & Lebars, 1991). No entanto, efeitos poderosos são produzidos apenas quando a estimulação é feita em determinados pontos não-segmentares de um meridiano. Como sugerido por Baldry (1993), de forma muito pertinente, é provável que, pelo menos em parte, estejamos lidando com um mecanismo ainda desconhecido dos efeitos aludidos, como os estudados por pesquisadores como Kellgren Lewis antes da Segunda Guerra Mundial (ver Baldry, 1993, para mais detalhes). Enquanto essas explicações parecem depender totalmente de interações dentro do sistema nervoso somático, deve-se também dar atenção às trilhas da divisão autônoma do sistema nervoso e às interações entre ambos. Existem muitas evidências que envolvem a parte simpática do sistema nervoso com os efeitos da acupuntura: o primeiro relato (Matsumoto & Hayes, 1973) demonstrou uma queda na pressão arterial e vaso dilatação intestinal que se seguiram à eletroacupuntura em coelhos. Mais recentemente, demonstrou-se vasoconstrição cutânea transitória após o efeito de aquecimento mais prolongado, em seres humanos voluntários, que se seguiu tanto à estimulação elétrica com acupuntura como à estimulação manual (Ernst & Lee, 1985), novamente revelando os efeitos da divisão autônoma do sistema nervoso evocados pela acupuntura. Com efeito, já em 1977, Nakatani & Yamashita chamaram atenção ao fato de que os pontos de acupuntura do sistema Ryodoraku estão em áreas da pele que contêm glândulas sudoríparas, e a teoria moderna do sistema Ryodoraku atribui os efeitos heterossegmentares da acupuntura a interação entre a parte simpática do sistema nervoso e o sistema nervoso somático.

Ogata e cols. (1993) demonstraram que a produção do suor nos seres humanos é reduzida pela acupuntura. O interessante é que amiúde os pacientes transpiram profusamente durante o tratamento com acupuntura.

Sugeriram recentemente (Iguchi & Sawai 1993, Yamada, Hoshino & Watari 1993) que, pelo menos, uma parte dos meridianos possam corresponder aos canais linfáticos. Como os vasos sanguíneos, os linfáticos são acompanhados por fibras nervosas finas, como fica evidente, por exemplo, pela dor sentida após uma infecção não tratada na mão, que se prolonga pelo braço até os gânglios linfáticos axilares.

## *Mecanismos segmentares espinais*

**A analgesia induzida pela acupuntura pode ser bloqueada ou revertida pela substância naloxona** (Cheng & Pomeranz, 1980; Mayer, Price & Rafii, 1977; sjolund & Eriksson, 1979). Melzack, Stillwell & Fox (1977) identificaram muitos dos pontos-gatilho de Travell como pontos de acupuntura. **É, portanto, de grande interesse o fato de o alívio da dor por meio de injeção de bupivacaína no ponto-gatilho também ser revertido pela naloxona** (Fine, Milano & Hare, 1988). Han, Ding & Fan (1986) demonstraram também que a injeção intracerebroventricular ou intratecal de colecistoquinina octapeptídeo (CCLK-8), que é um antagonista opióide endógeno, antagoniza a analgesia produzida tanto pela morfina como pela eletroacupuntura em ratos. Todas essas linhas de evidências apontam para um mecanismo opioidérgico para a ação da acupuntura.

## Neurofarmacologia: o papel de alguns neurotransmissores na analgesia induzida pela acupuntura (segundo Han 1984)

| Substância                           | Cérebro (SCPA) | Medula espinal |
|--------------------------------------|----------------|----------------|
| <b>Monoaminas</b>                    |                |                |
| 5-hidroxitriptamina (5-HT)           | +              | +              |
| noradrenalina (NAD)                  | -              | +              |
| <b>Peptídeos</b>                     |                |                |
| Metencefalina                        | +              | +              |
| Dinorfina A & B                      | 0              | +              |
| B-endorfina                          | +              | 0              |
| Substância P (SP)                    | +              | -              |
| Colecistocinina                      | -              | -              |
| Octapeptídeo (CCK-8)                 |                |                |
| <b>Aminoácidos</b>                   |                |                |
| Ácido $\gamma$ -aminobutírico (GABA) | -              | 0              |

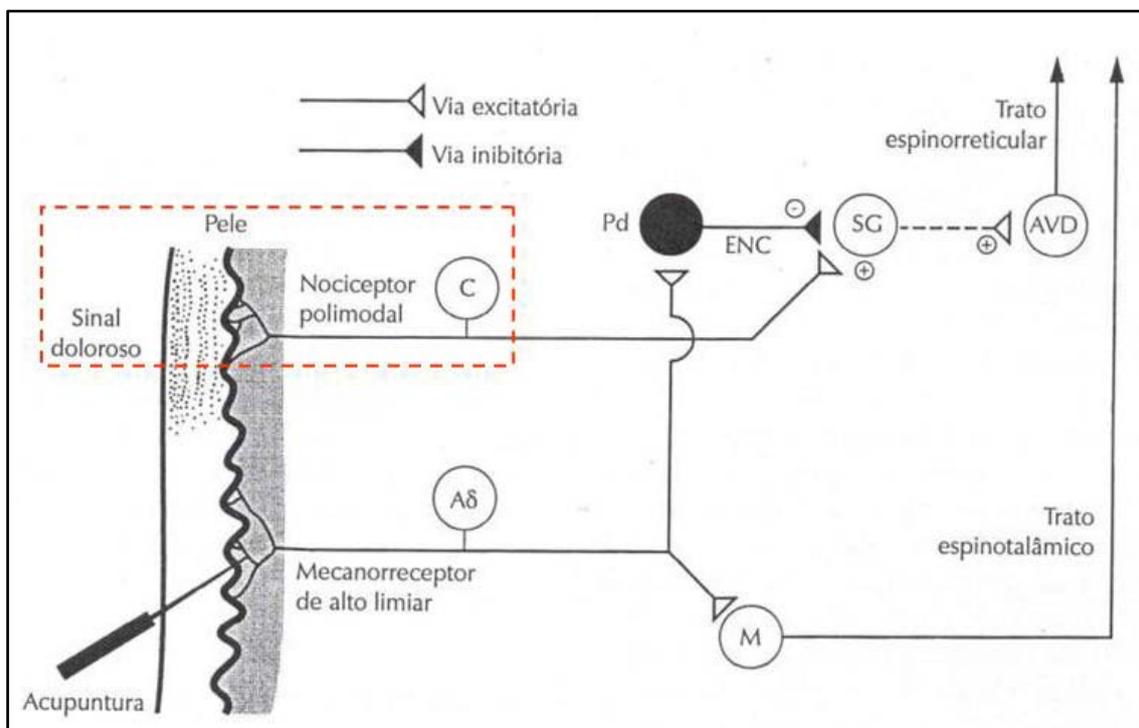
Legenda: (+) potentização; (-) antagonismo; (0) nenhum efeito.  
SCPA = substância cinzenta periaquedutal.

Compete a nós, portanto, examinarmos as conexões intra-espinais dos terminais A delta aferentes primários. Kumazawa & Perl (1978) demonstraram que, nos primatas, as fibras aferentes primárias Adelta terminam principalmente na zona mais superficial (Lâmina I) e no istmo (Lâmina V) do corno dorsal da substância cinzenta espinal. Na região das grandes células superficiais da medula, existem outras células muito pequenas chamadas “células pedunculadas”, como demonstrado em gatos por Bennet e cols. (1982) e em seres humanos por Abdel-Maguid & Bowsher (1984); essas células suprimem a atividade das células subjacentes da substância gelatinosa (SG) sobre as quais as pequenas “fibras responsáveis pela dor” amielínicas terminam (Sugiura, Lee & Perl, 1986). Foi demonstrado que as células pedunculadas não reagem às frequência de estimulação acima de aproximadamente 3Hz (Bowsher e cols., 1968; Harper & Lawson, 1985), que é a frequência ideal para se realizar a analgesia induzida por acupuntura. As células pedunculadas inibem as células da substância Gelatinosa por meio da liberação de encefalina, um transmissor inibitório opióide (Ruda, Coffield & Dubner, 1984). As células pedunculadas também recebem informações diretamente das fibras responsáveis pelo estímulo de ferroada (Gobel e cols, 1980). Ficou demonstrado de forma objetiva (Bing e cols., 1991) que um estímulo semelhante ao da acupuntura em ratos, induz a liberação de material semelhante à encefalina na medula espinhal; Sjölund e cols. (comunicação pessoal) e Hashimoto & Aikawa (1993) demonstraram que a acupuntura manual em ratos induz a inibição das células de Ampla Variação Dinâmica (AVD), que se projetam para o cérebro, convertendo os impulsos que são conscientemente interpretados como estímulos dolorosos. As células (AVD), que se projetam para o cérebro, convertendo os impulsos que são conscientemente interpretados como

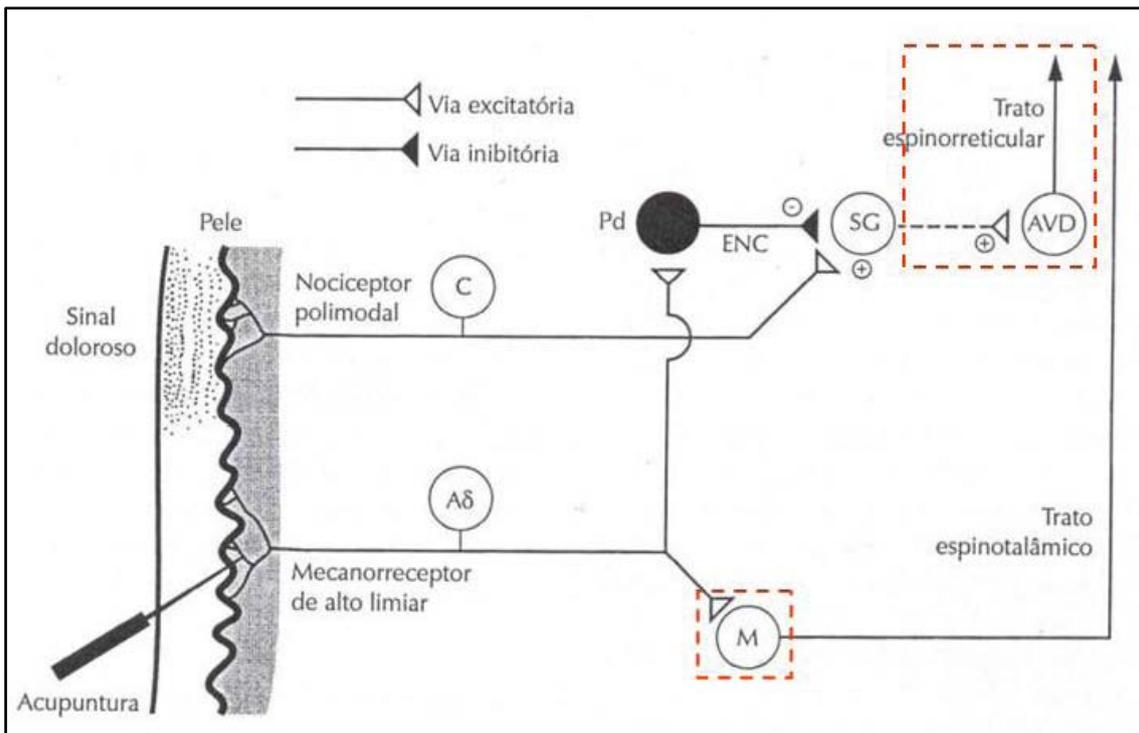
estímulos dolorosos. As células AVD são influenciadas pelas células da SG, completando assim o circuito.

Desse modo, os terminais intra-espinais das fibras primárias aferentes A delta (responsáveis pela interpretação da sensação de ferroadada) ramificam-se para suprir as grandes células de Waldeyer na camada marginal (Lâmina I) e as células pedunculadas encefalinérgicas na fronteira entre as Lâminas I e II (SG) do corno dorsal. Como as fibras A delta aferentes primárias estimulam as células pedunculadas e estas por sua vez, inibem pelo mecanismo encefalinérgico as células da Substância Gelatinosa, temos uma explicação apropriada do mecanismo pelo qual a acupuntura segmentar interrompe o trajeto da dor das fibras C para as Células de AVD.

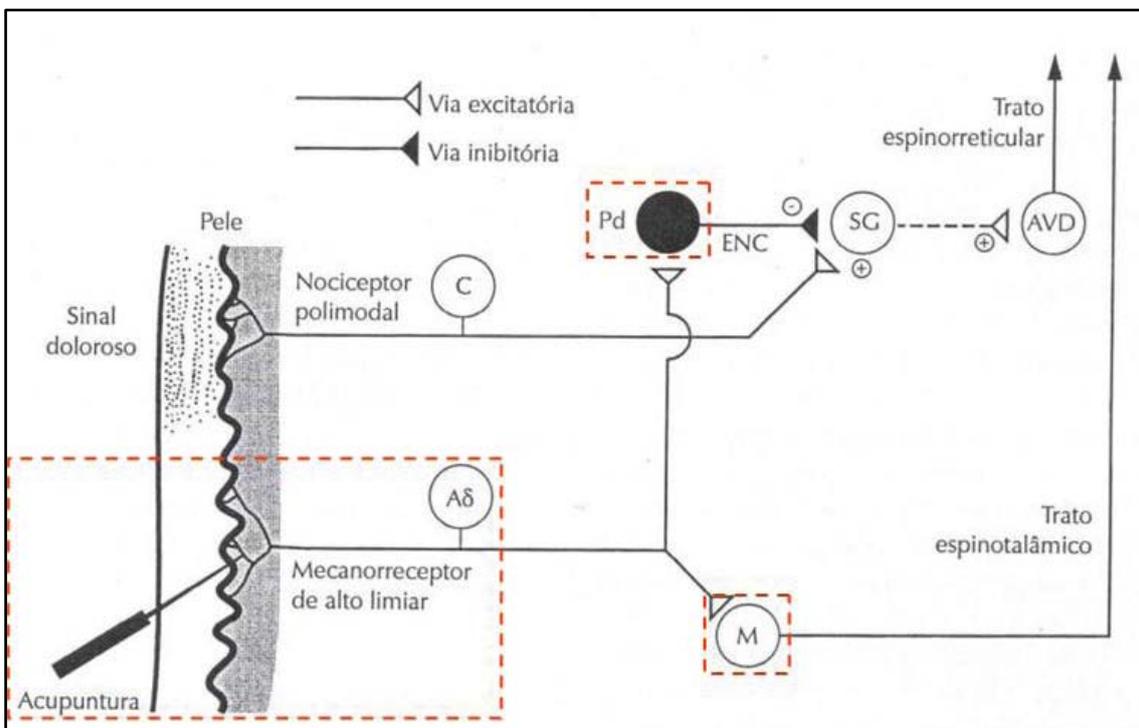
**GRÁFICO 1- Mecanismo da Acupuntura Segmentar.**



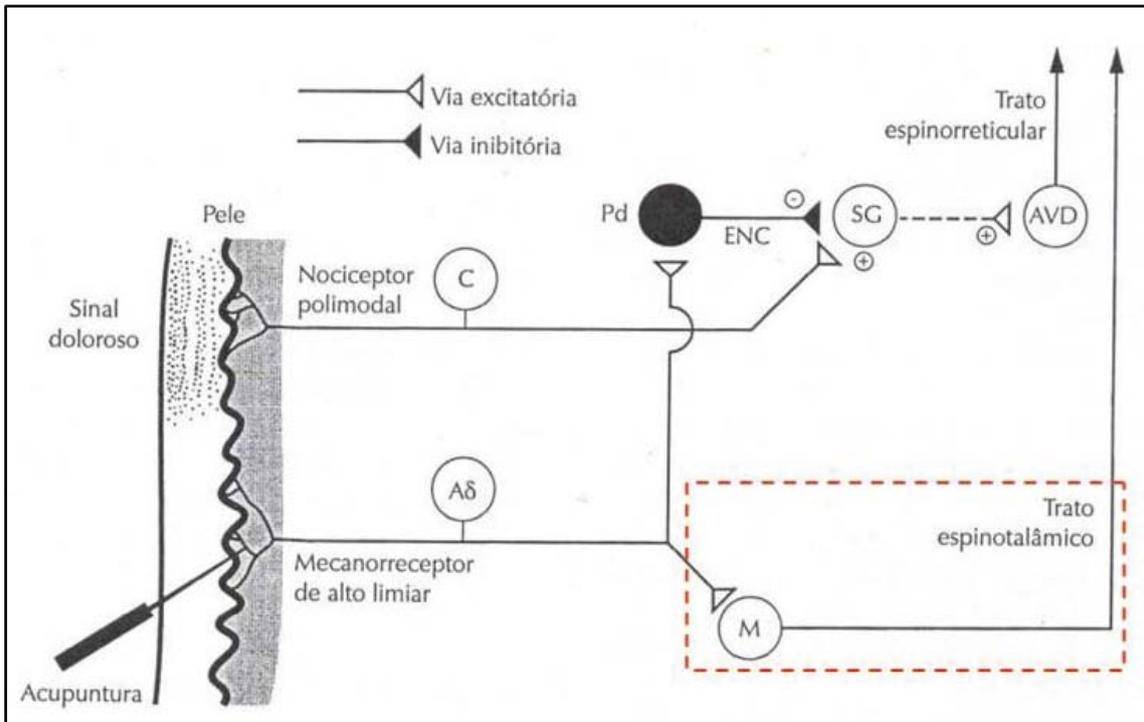
**1-** Após lesão periférica o nociceptor polimodal aferente primário do tipo C se projeta para as células da Substância Gelatinosa (SG) no corno dorsal da medula.



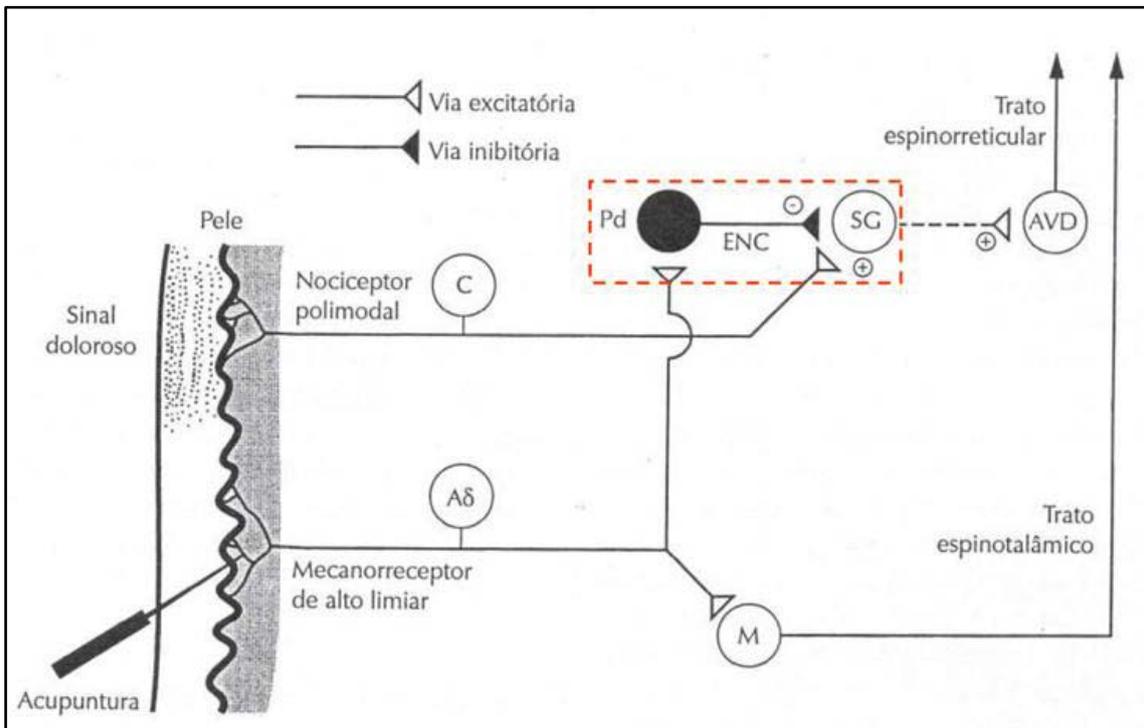
2- Estas células geram outros impulsos que são transmitidos, ou talvez estimulem, as células da Ampla Variação Dinâmica (AVD) (ou convergentes), cujos axônios alcançam o cérebro no trato espinorretilicular, onde são interpretados como sinais dolorosos.



3- Os receptores da sensação da ferroada aferentes primários A Delta se projetam tanto para as células Marginais (M), como para as células pedunculares (Pd), encefalinérgicas.



4- Das células Marginais o estímulo **toma o Trato Espinotalâmico Lateral**, que leva as informações geradas pela estimulação nociva a serem transmitidas ao córtex que se tornam conscientes no Córtex pré-frontal.



5- As células pedunculares liberam **encefalina** (neurotransmissor inibitório) que inibirão as células da SG, impedindo assim que as informações geradas pela estimulação nociva sejam transmitidas ao córtex.

### *Acupuntura Supra-segmentar*

Não há dúvida que, na prática clínica, a acupuntura em determinados pontos é capaz de aliviar a dor em regiões distantes supridas pelos nervos originados de segmentos totalmente diferentes. É necessário, portanto, considerarmos os mecanismos fisiológicos que possam ser a base desse fenômeno. Para isso, dois trajetos ascendentes, distintos, mas que amiúde mesclam-se, devem ser examinados, bem como os trajetos descendentes que podem inibir a transmissão para cima dos impulsos gerados pela estimulação nociva.

As células de AVD da medula espinal, ou convergentes (Giesler e cols., 1976; Willis & Coggeshall, 1978), respondem à maioria dos estímulos de maneira graduada; a estimulação nociva na periferia faz com que deflagrem seus mecanismos a uma frequência mais elevada. Todos os tipos de fibras aferentes periféricas podem, portanto excitar as células de AVD, depois de se retransmitirem por vários interneurônios no corno dorsal da substância cinzenta espinal; as células de AVD não recebem conexões monossinápticas dos aferentes primários. Algumas células de AVD devem ser encontradas na Lâmina V, no istmo do corno dorsal espinal, mas a maior parte delas deve ser encontrada nas camadas mais profundas (Lâminas VII e VIII) da substância cinzenta espinal intermediária. Essas células enviam seus axônios para o lado oposto da medula espinal, onde ascendem no funículo ântero-lateral na forma dos tratos espinotalâmico e espinoreticular (Kuru, 1949; Bowsheer, 1957). Essencialmente, o trajeto espinoreticular carrega informações geradas pela estimulação de neurônios nociceptivos para a formação reticular, tálamo intralaminar e o hipotálamo (Burstein, Cliffer & Giesler, 1987); o trato espinotalâmico, por outro lado, carrega informações geradas pelos receptores térmicos e receptores do estímulo de ferroada para o tálamo ventro-posterior (Willis & Coggeshall 1978, Willis 1985). Muitas células que se projetam para o trato espinotalâmico ficam na zona marginal (Lâmina I), ativadas pelos receptores do estímulo da ferroada fibra Adelta. É, portanto, de grande interesse que o efeito da acupuntura supra-segmentar no coelho seja abolido pela seção do funículo ântero-lateral, mas não por meio da destruição de outros trajetos ascendentes longos da medula espinal (Chen e cols., 1975). Devemos enunciar quais as conexões colaterais do trajeto espinotalâmico que possam ser responsáveis pela ativação, direta ou indireta, dos trajetos inibitórios descendentes. Além disso, pesquisas fisiológicas (Takeshige, 1992; Tsai, Chen & Lin, 1993) demonstraram que dois sistemas transmissores – o serotoninérgico e o noradrenérgico estão envolvidos e Tasi, Chen & Lin (1993) demonstraram recentemente que os neurônios adrenérgicos centrais, bem como os neurônios serotoninérgicos, são excitados por meio da estimulação da acupuntura.

Consideraremos, portanto, os efeitos da acupuntura supra-segmentar sob o ponto de vista desses dois tópicos e finalmente vamos mencionar um terceiro sistema que pode contribuir para o efeito da acupuntura.

## *Sistema serotoninérgico*

Sabe-se, há algum tempo, que os colaterais espinotalâmicos alcançam a substância cinzenta periaquedutal (SCPA) do mesencéfalo nos primatas (Mantyh, 1982a), Zhang e cols. (1990) demonstraram, recentemente, que esses axônios se originam das células na Lâmina I.

Em 1964, que Tsou & Jang demonstraram que a SCPA é a área mais eficaz de todo o sistema nervoso para a abolição da dor por meio de microinjeções de morfina. Como a SCPA era conhecida por não enviar mensagens ascendentes para o córtex cerebral, de forma que essas mensagens não se tornassem conscientes, esse surpreendente achado foi convenientemente negligenciado pela maioria dos pesquisadores. No entanto, em 1968, Reynolds demonstrou que a cirurgia indolor podia ser realizada em ratos durante a estimulação elétrica da SCPA, o que levou a uma pesquisa intensiva sobre os possíveis mecanismos. Investigações realizadas por Mayer & Liebeskind (1974) demonstraram que um trajeto inibitório descendente passando da parte caudoventral da SCPA até a medula espinal era responsável pela inibição de neurônios com axônios ascendentes que conduzem mensagens geradas pelos estímulos dolorosos na periferia. Existem evidências de uma organização somatotópica dentro dessa parte da SCPA (Soper & Melzack, 1982); o fato pode explicar porquê os efeitos da acupuntura supra-segmentar não podem ser obtidos de nenhum dos pontos de acupuntura, mas apenas de determinados pontos que não estejam necessariamente dentro do dermatomo em que se deseja obter o alívio da dor.

O trajeto descendente da SCPA, cuja substância transmissora provavelmente é a neurotensina (Beitz 1982), é substituído no núcleo magnocelular (NMC) da medula oblonga. Do NMC, as fibras, cuja substância transmissora consiste principalmente na serotonina (5-hidroxitriptamina, 5-HT) descendem no funículo dorso-lateral (FDL) da medula espinal para terminar diretamente nos interneurônios pedunculados que contêm encefalina no corno dorsal espinal (Glazer & Basbaum 1984), que foi discutido acima. Existem também terminais nervosos contendo serotonina terminando livremente na parte superficial da substância cinzenta da medula espinal (Hammond, Tyle & Yaksh, 1985; Leranath & Verhofstad, 1983). O fato poderia explicar o tipo “hormonal” ou generalizado do efeito da acupuntura, em oposição ao tipo de efeito neural ou ponto a ponto. Observaram níveis aumentados de serotonina nos matócitos e nas plaquetas após uma sessão de acupuntura (Souvannakitti e cols., 1993; Wu & Deng, 1993). Esses dois últimos fenômenos podem (embora com muito cuidado) ser considerados uma explicação dos efeitos da acupuntura que duram mais que a inibição sináptica direta.

Finalmente, como mencionado anteriormente, a SCPA recebe fibras contendo B-endorfina, substância semelhante à morfina que existe naturalmente no organismo (Bloom e Cols., 1978); essas fibras descendem da região arqueada do hipotálamo (Mantuh, 1982b), região primitiva, mas essencial do prosencéfalo relacionada não apenas com a regulação das funções corpóreas como também como as emoções. Nos seres humanos, o hipotálamo está sob o controle da região pré-frontal do córtex, região cujo fluxo sanguíneo aumenta por estímulos dolorosos (Lassen, Ingvar & Skinhøj, 1978; Tsubokawa e cols., 1981). O trajeto do hipotálamo até a SCPA é feito pela endorfina e é por isso que se pode obter o alívio da dor nos seres humanos por meio do estímulo de eletrodos implantados na SCPA ou na região periventricular anterior a ela (Richardson, 1982) nas quais as fibras hipotálamo-SCPA percorrem. Esse efeito de

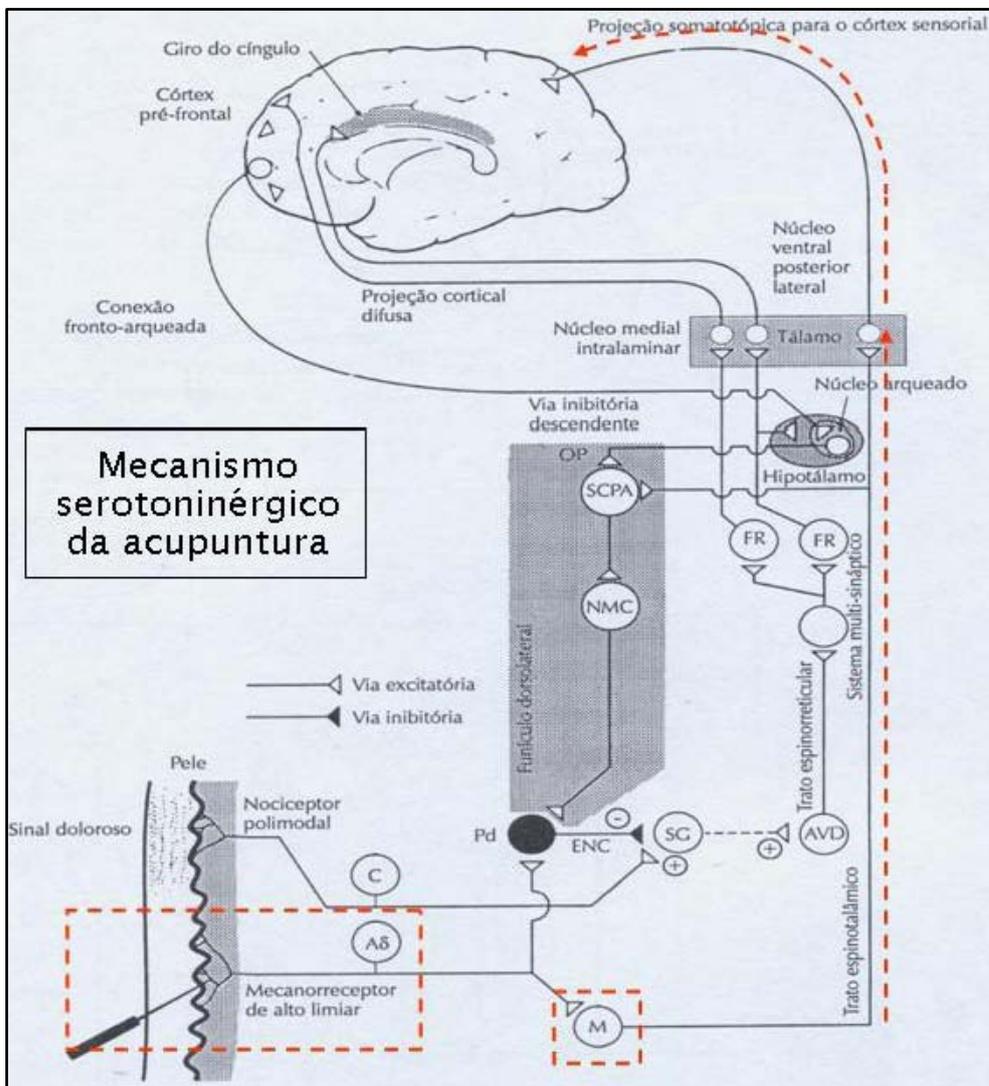
alívio da dor semelhante ao efeito da morfina é revertido pela naloxxona (Hosobuchi, Adams & Linchitz, 1977; Richardson & Akil, 1977).

Dentro da SCPA propriamente dita, existem neurônios inibitórios que são eles próprios inibidos pelas fibras longas descendentes do trajeto hipotálamo-SCPA que contêm B-endorfina, responsáveis pela liberação da atividade no trajeto SCPA-NMC e, dessa forma, pela inibição na medula espinal por meio do trajeto inibitório NMC-espinal.

A modulação da percepção da dor pelo estado emocional ou psíquico do indivíduo pode depender da projeção do córtex pré-frontal por meio do hipotálamo até a SCPA.

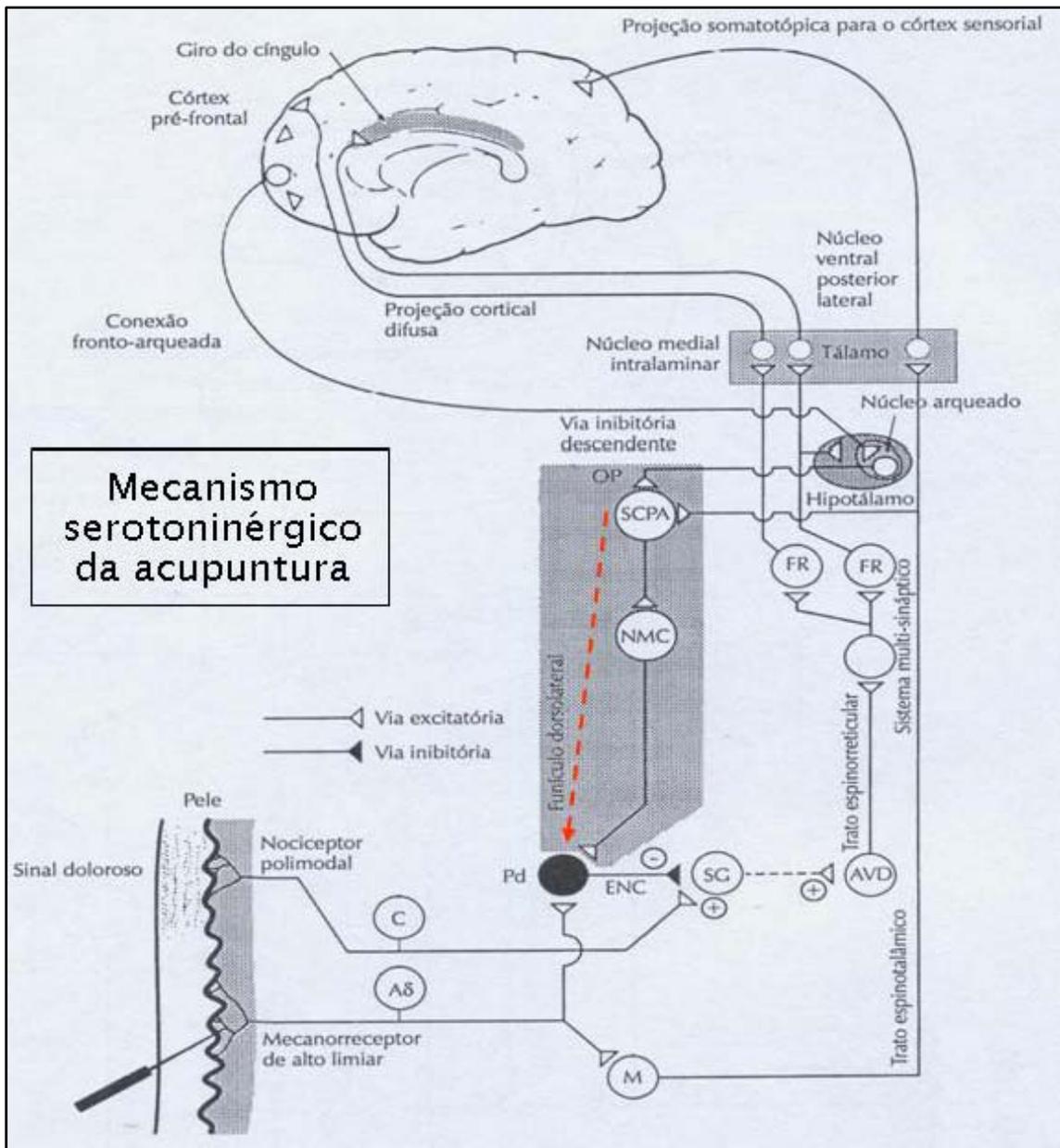
Devido ao fato do tipo de efeito da acupuntura descendendo pela SCPA ser, no final, serotoninérgico, é antagonizada pela substância metissérgida (Takeshige, Sato & Komugi, 1980).

**GRAFICO 2- Mecanismo serotoninérgico da acupuntura**

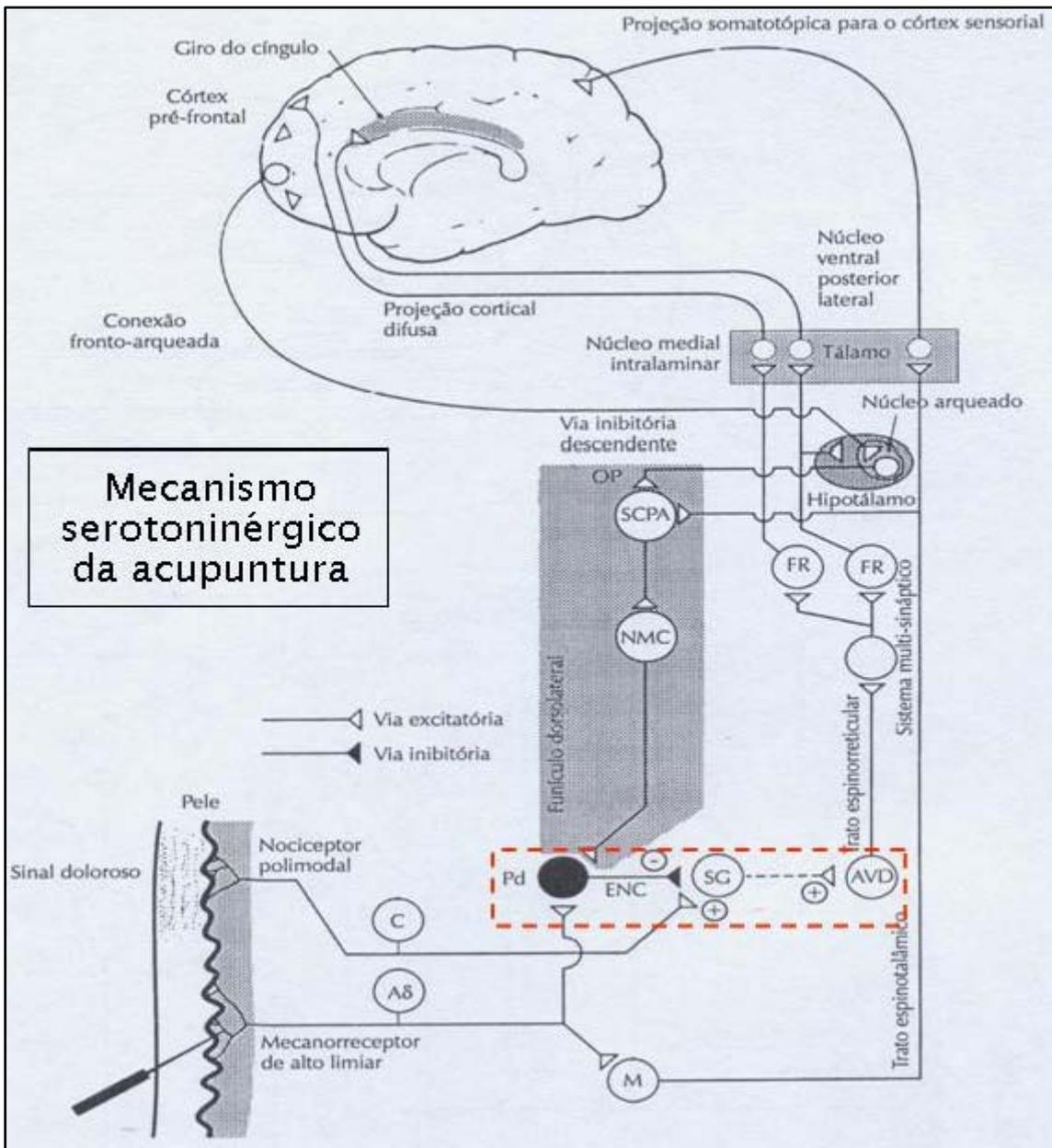


A informação da sensação de ferroadada é levada das células marginais (M) para o núcleo talâmico lateral ventroposterior, de onde se projeta para o córtex e se torna consciente

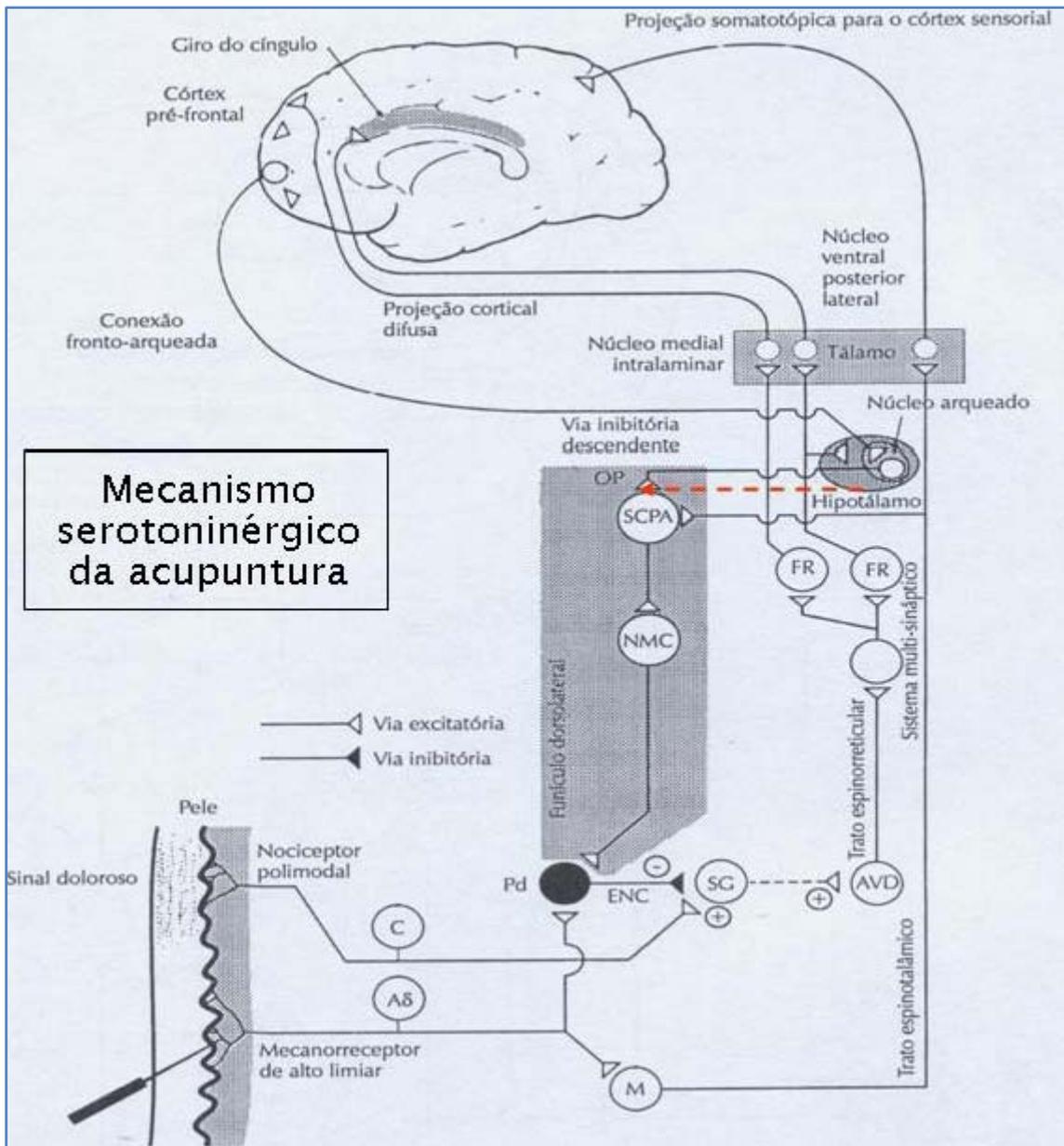




A SCPA desce para o núcleo magnocelular (NMC) na linha média da medula oblonga, que por sua vez envia fibras serotoninérgicas para as células pedunculadas (Pd)



As células pedunculares inibem as células da substância gelatinosa (SG) através de um mecanismo encefalinérgico (ENC) e, dessa forma, impedem que o estímulo que **esta vindo pelos aferentes primários C** seja transmitido para as células da ampla variação dinâmica, a qual envia seus axônios em direção ascendente para o cérebro



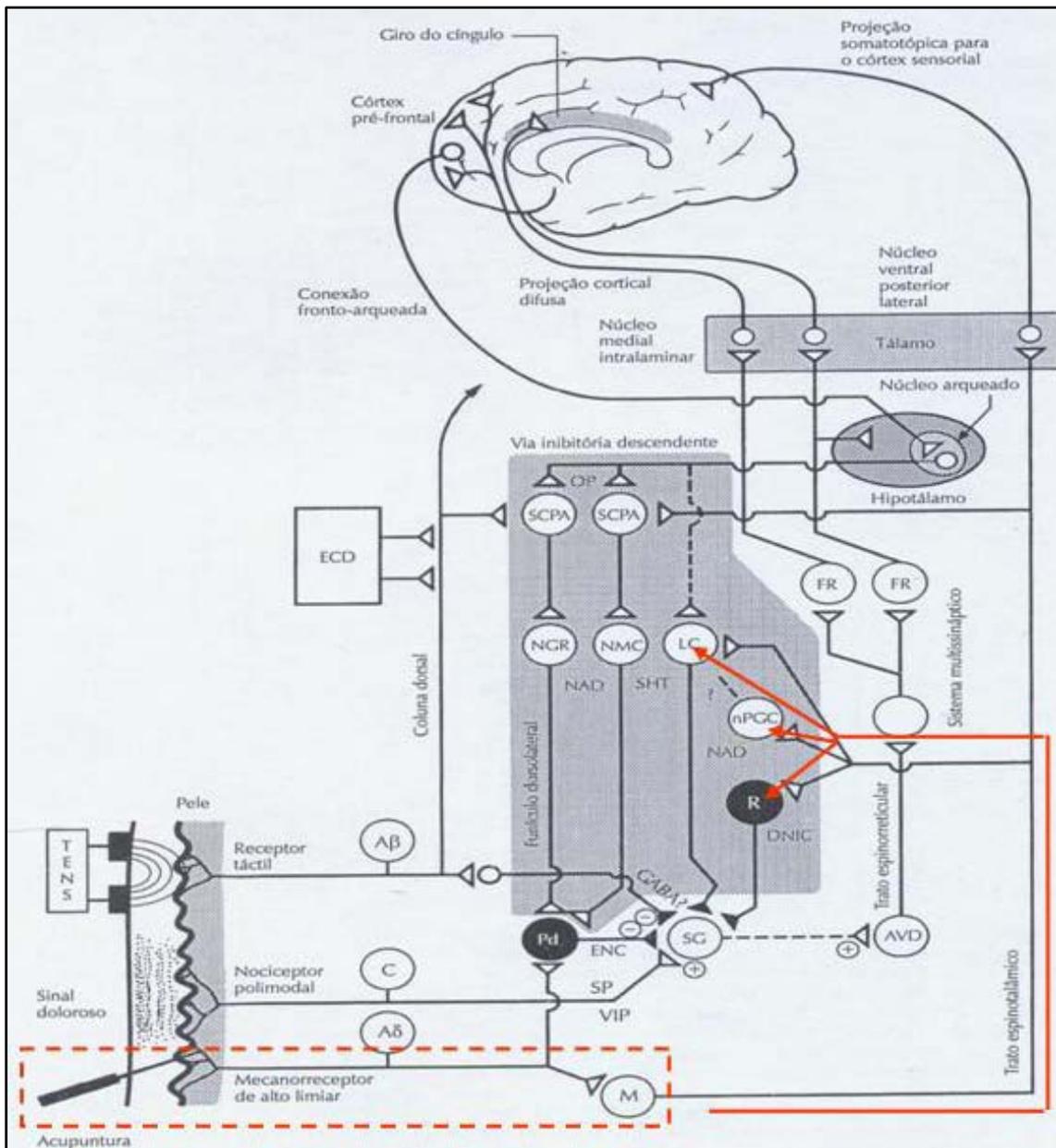
A SCPA também é influenciada por fibras endofinérgicas opióides que descem dos núcleos arqueados do hipotálamo, que por sua vez recebe projeções do córtex pré-frontal.

## *Sistema noradrenérgico*

No gato e no macaco, a Lâmina I da substância cinzenta espinal, além de se projetar para a SCPA, também envia colaterais para o *locus coeruleus* da ponte (Craig, 1992), que é a principal fonte do pedúnculo cerebral de axônios noradrenérgicos. Ao contrário dos axônios serotoninérgicos que descendem do NMC, as fibras noradrenérgicas não operam por meio dos interneurônios encefalinérgicos (células pedunculadas) na medula espinal, mas fazem a inibição direta sobre os muitos tipos de célula espinal com as quais fazem contato sináptico.

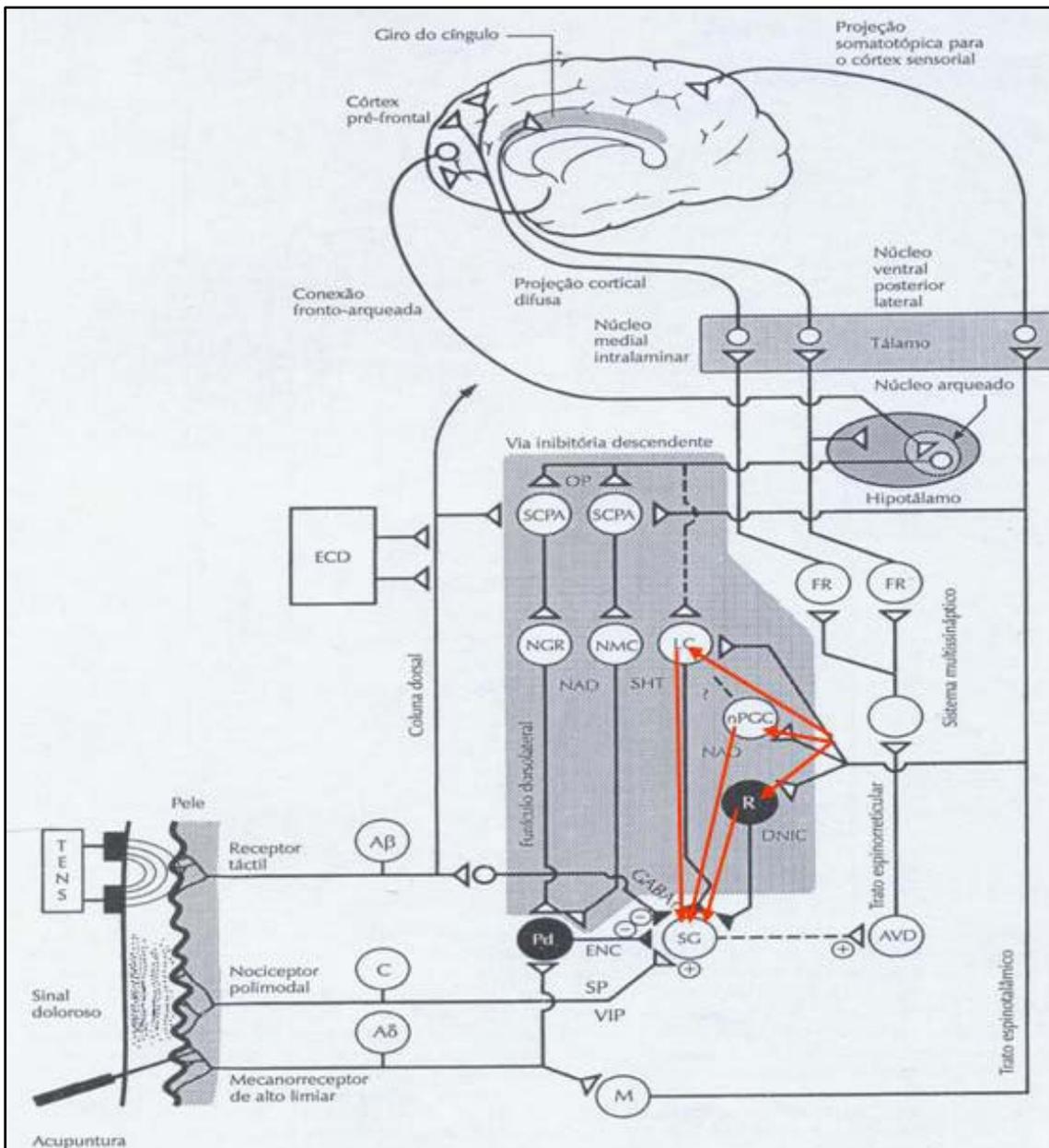
O conhecimento de que, nos seres humanos existe uma projeção espinal maciça ascendendo no funículo ântero-lateral em direção à região reticular de células gigantes é de longa data (Browsher, 1957). Takeshige e cols. (1992) fizeram supor que o núcleo reticular paragigantocelular esteja também envolvido no sistema adrenérgico descendente, cuja atividade é evocada pela estimulação da acupuntura, pois os efeitos inibitórios da estimulação direta dessa estrutura são antagonizados pela fentolamina. No entanto, chamam a atenção para o fato de que o núcleo reticular paragigantocelular não contém, ele próprio, nenhum tipo de célula noradrenérgica tão pouco se projeta diretamente para medula espinal. Deve haver um revezamento com uma estrutura noradrenérgica para influenciar diretamente a atividade espinal. Essa estrutura pode ser o *locus coeruleus* ou algum outro grupo celular noradrenérgico do pedúnculo cerebral inferior, cujos axônios se projetem para a medula espinal. Por exemplo, Carlton e cols., identificaram nos primatas (1991) células noradrenérgicas na área de C1 da medula e da junção pontomedular, cujos axônios descendem na margem do funículo branco lateral da medula espinal em direção ao corno dorsal superficial, a substância cinzenta intermediária e circunscrita. Takeshige (1992) acredita que o sistema noradrenérgico descendente, da mesma forma que o sistema descendente da SCPA, seja finalmente controlado a partir do córtex pré frontal e dos núcleos arqueados do hipotálamo.





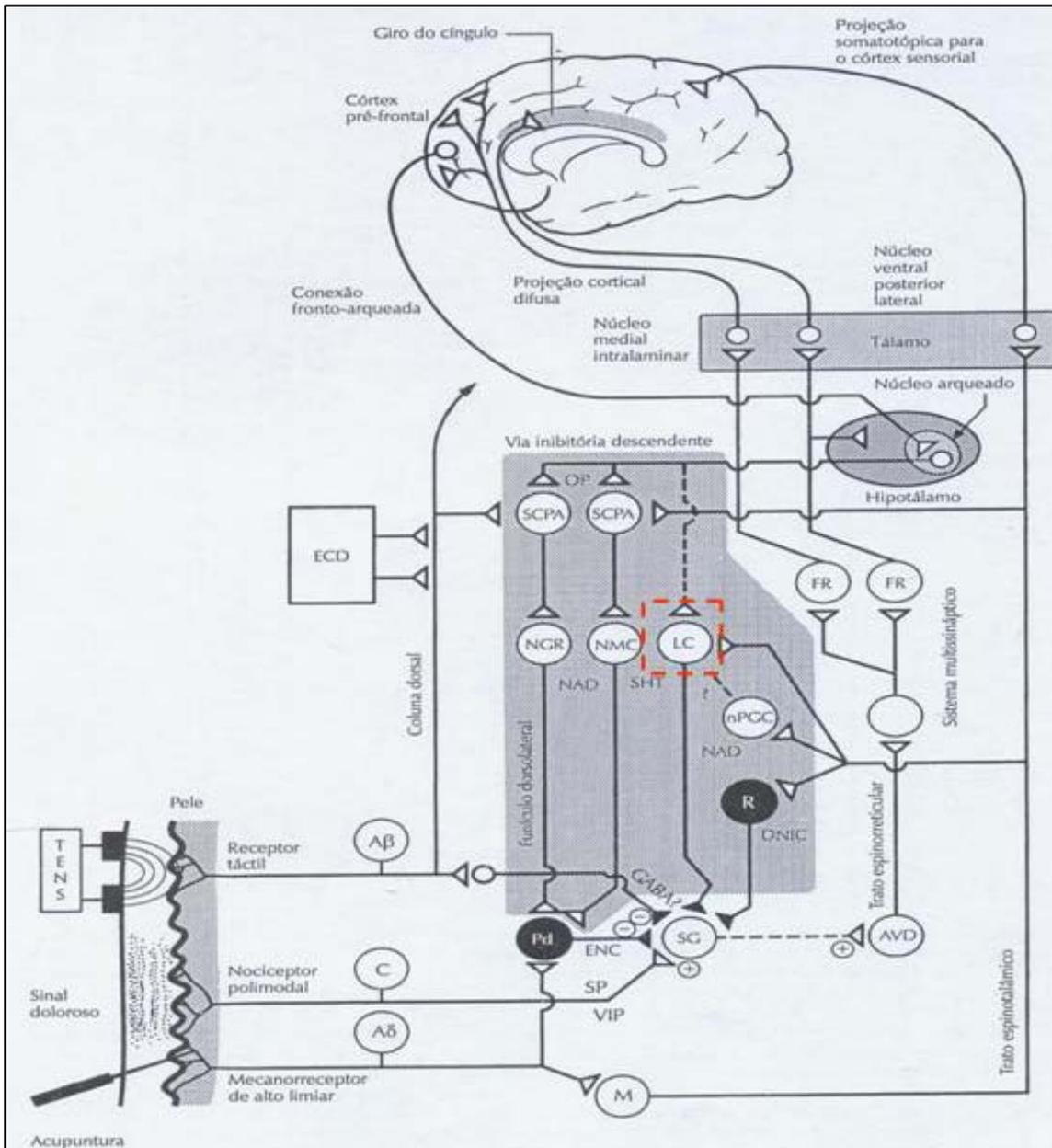
As mesmas células também enviam ramificações para as seguintes estruturas:

- subnúcleo reticular dorsal (R), na medula oblonga caudal
- núcleo paraventricular celular lateral (PGC)
- núcleo ceruleus na junção da medula oblonga com a ponte

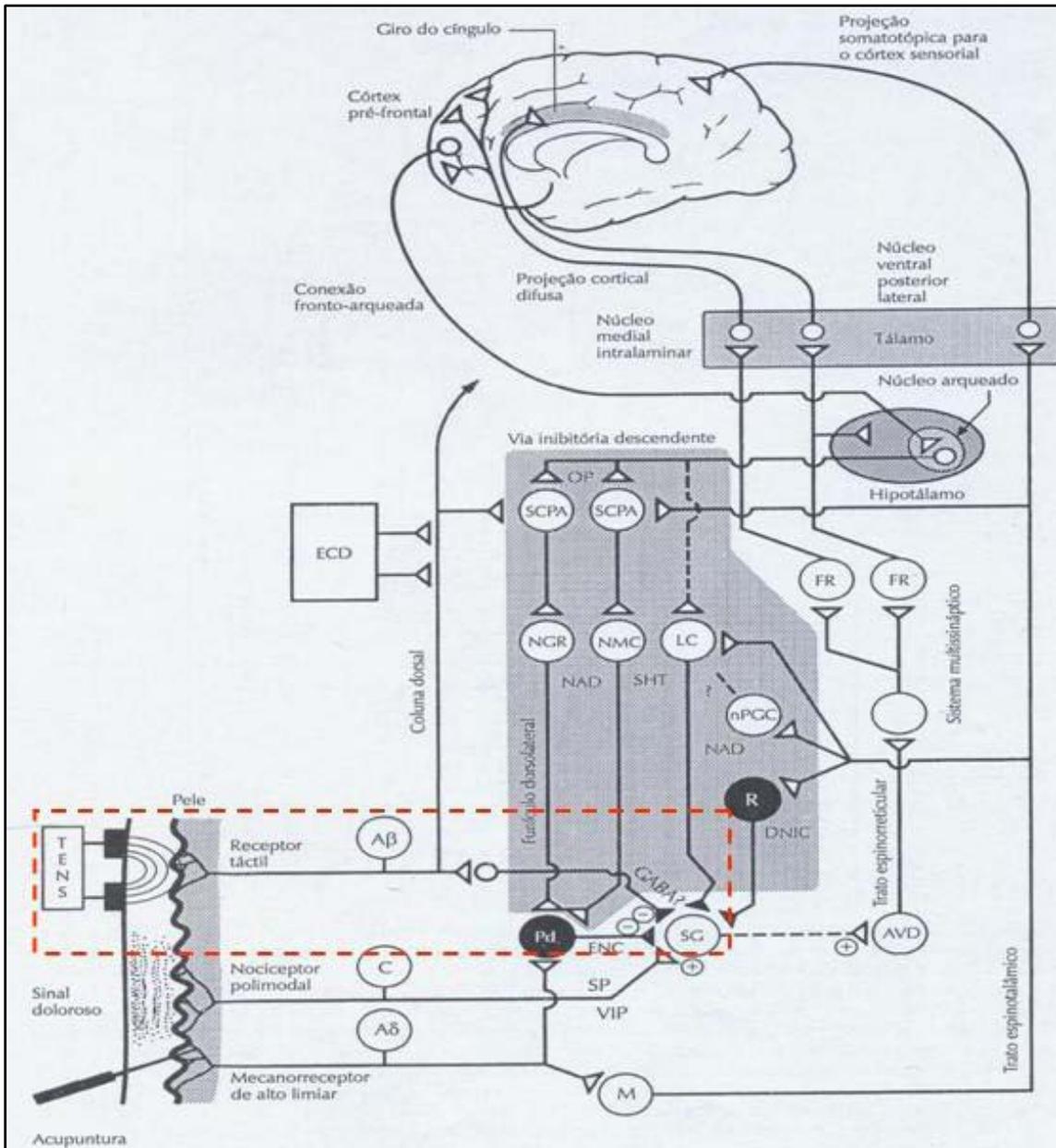


Em nível de substância gelatinosa, as projeções descendentes destas estruturas efetuam a inibição das informações geradas pelos agentes nocivos que chegam na medula espinhal pelos receptores C. Este é o mecanismo DNIC.





O **Locus Coeruleus** localizado na junção de medula oblonga com a ponte, através de seus neurônios noradrenérgicos (NAD) inibem diretamente os neurônios espinhais com os quais têm contato sináptico.



A fibra a Beta, que se projeta para a coluna dorsal, bem como para as células da SG. Por meio de um interneurônio, inibe as células da Substância Gelatinosa, provavelmente pela liberação do GABA, o que impedirá que as informações geradas pela estimulação nociva continuem sendo transmitidas; acredita-se que este seja o principal mecanismo do TENS.

## *Controles inibitórios difusos a partir de agentes nocivos*

Os controles inibitórios difusos por agentes nocivos (DNIC) é o nome dado ao poderoso sistema que suprime a dor, descrito por Le Bars (Le Bars, Dickenson & Besson, 1979) e cols. O grupo demonstrou, depois de muita pesquisa, que o DNIC é um mecanismo opioidérgico que age nos neurônios de AVD da medula espinal (ver anteriormente), que transmitem a informação gerada pelo estímulo doloroso em direção ao cérebro. A transmissão direta das informações geradas pelas fibras A delta evocada pela acupuntura ao subnúcleo reticular dorsal da medula caudal foi demonstrada em ratos e macacos (Villanueva e cols., 1988, 1990); é provavelmente a mesma região, que, como já foi demonstrado em gatos por Bowsher (1970), recebe informações nociceptivas convergentes. O subnúcleo reticular dorsal se projeta para baixo por meio do funículo dorsolateral para o corno dorsal da medula espinal em todos os níveis (Bernard e cols., 1990). Bing, Villanueva & Le Bars (1991) demonstraram que esse mecanismo é desencadeado pela estimulação da agulha tanto em acupontos como em pontos não considerados de acupuntura da superfície do corpo. O fato de a estimulação em pontos que não são considerados de acupuntura evoque o DNIC não significa que quando a estimulação é realizada em acupontos, o DNIC não contribua com o efeito da acupuntura, particularmente com o efeito de curta duração, como foi enfatizado recentemente por Hashimoto & Aikawa (1993). O envolvimento do DNIC no efeito da acupuntura em seres humanos tem o apoio da recente pesquisa de Marchand & Li (1993), que relataram uma redução da dor em todos os locais da pele por meio da eletroacupuntura.

## **Conclusão**

1. A acupuntura estimula as pequenas fibras aferentes primárias mielinizadas A delta ou do Grupo III na pele e no músculo.
2. A acupuntura segmentar opera por meio de um circuito que envolve células pedunculadas inibitórias encefalinérgicas na parte externa da Lâmina II (SG) da substância cinzenta espinal, que estão diretamente conectadas pelas fibras aferentes primárias A delta ou do Grupo III.
3. A acupuntura supra-segmentar é realizada de duas maneiras, tanto por um mecanismo neuro-hormonal generalizado, que envolve a liberação de B-endorfina livre e aparentemente de metencefalina, como também por meio de mecanismos neuronais descendentes, sendo o primeiro serotoninérgico e o segundo adrenérgico. Um terceiro sistema descendente (DNIC) pode ser que também contribua em menor proporção com o efeito da acupuntura:
  - a) O sistema é influenciado pelo córtex pré-frontal e desce por meio do hipotálamo (núcleos arqueados) e da SCPA em direção ao NMC da medula oblonga e daí para a medula espinal, na qual células pedunculadas encefalinérgicas são ativadas. Esse sistema possui uma somatotopia distinta porém pouco conhecida, que pode depender da manifestação clássica dos estímulos, das interações víscero-somáticas e/ou de uma organização. Somatotópica dentro da SCPA.
  - b) As células noradrenérgicas do pedúnculo cerebral inferior são excitadas tanto por meio de influências que ascendem diretamente da medula espinal e que podem ser supridas pelo núcleo paragigantocelular como também por meio de influências descendentes do córtex pré-frontal por meio dos núcleos arqueados hipotalâmicos.
  - c) Células do subnúcleo reticular dorsal são influenciadas por estímulos de alta intensidade vindos tanto de pontos de acupuntura como de pontos não considerados de acupuntura; os axônios descendentes do subnúcleo reticular dorsal realizam uma inibição generalizada (efeito DNIC).