

Como os Nervos Funcionam e se Recuperam

Esta página foi traduzida automaticamente e ainda não foi verificada por um médico. A **versão em inglês** é a versão oficial.

Os nervos são a fiação do corpo. Eles transportam pequenos sinais elétricos entre o cérebro e o resto do corpo, indicando aos músculos que se movam e trazendo de volta o que você sente: toque, temperatura, posição e dor. Quando um nervo está irritado, comprimido ou cortado, esses sinais são interrompidos, e você percebe isso como formigamento, dormência, fraqueza ou dor. A boa notícia é que os nervos podem se recuperar. Eles cicatrizam lentamente e de maneira bastante previsível, e entender esse padrão torna a espera muito menos preocupante. Esta página explica, em linguagem clara, o que os nervos fazem e como eles se regeneram; e, para os curiosos, a seção final vai um pouco mais fundo na biologia.

O que é um nervo e qual é a sua função

Pense num nervo como um feixe de cabos isolados. Cada “cabo” é uma única fibra nervosa, e um nervo inteiro (como o nervo mediano no seu pulso) contém milhares delas agrupadas, envolvidas em bainhas protetoras semelhantes às camadas de um feixe de cabos.

Os sinais viajam em duas direções, pelo que os nervos desempenham três funções principais:

- **Motor:** os sinais viajam *para fora* do seu cérebro e medula espinhal até aos músculos, indicando-lhes quando e com que intensidade devem contrair. É assim que você agarra, pinça e se move.
- **Sensorial:** os sinais viajam *para dentro*, a partir da sua pele, articulações e tendões, transportando o tato, a vibração, a temperatura, a dor e a sua percepção da posição do membro no espaço.
- **Autônomo:** sinais automáticos de fundo sobre os quais nunca pensa, controlando funções como a sudorese e a largura dos pequenos vasos sanguíneos (o que explica por que uma área de pele lesionada pode parecer seca ou alterar a temperatura).

Cada fibra tem um núcleo vivo (o **axônio**) que transporta o sinal, e muitas fibras estão envoltas numa camada de **isolamento** gorduroso chamada mielina. Tal como o revestimento de plástico de um fio elétrico, este isolamento impede que o sinal se perca e permite que viaje muito mais rapidamente.

O que acontece quando um nervo é lesado

Os nervos têm problemas de duas formas gerais, e os sintomas indicam qual delas.

Um nervo esmagado ou comprimido. Quando um nervo é pressionado (por exemplo, o nervo mediano na síndrome do túnel do carpo, ou o nervo do cotovelo, popularmente conhecido como “nervo da risada”), a bainha de mielina e o suprimento sanguíneo desse segmento são os primeiros a sofrer. Os sinais nervosos desaceleram ou são bloqueados ao passar pelo local comprimido. Você sente isso como formigamento, dormência e descoordenação, muitas vezes pior à noite ou em certas posições, e os músculos supridos por esse nervo podem enfraquecer ao longo do tempo. Como o cabo em si geralmente permanece intacto, aliviar a pressão frequentemente permite uma boa recuperação.

Um nervo cortado ou rompido. Uma laceração, um corte profundo ou uma distensão severa podem dividir as próprias fibras. Agora, a conexão está fisicamente quebrada: a parte do nervo além da lesão é isolada do cérebro e da medula espinhal, portanto, você perde sensibilidade e movimento em tudo que esse nervo supria. Um nervo dividido limpo geralmente precisa de reparo cirúrgico, sendo suturado para que as fibras tenham um caminho para crescer de volta.

A razão pela qual os sintomas aparecem é simples: um sinal que não consegue atravessar é um sinal que não chega. Bloqueie as fibras motoras e o músculo enfraquece; bloqueie as fibras sensoriais e a pele fica adormecida ou formigante; irrite as fibras e você terá dor.

Como os nervos se recuperam

A recuperação dos nervos é genuinamente lenta, e é útil saber disso com antecedência para que o ritmo não seja sentido como um fracasso.

Quando as fibras são danificadas, elas regeneram-se a partir do ponto da lesão **para fora, em direção à pele e aos músculos, a uma velocidade aproximada de um milímetro por dia, ou cerca de uma polegada por mês.** Essa regra prática explica muito:

- **Quanto mais distante o alvo, maior a espera.** Um nervo lesionado numa zona mais proximal (por exemplo, perto do cotovelo) tem de regenerar-se por um longo trajeto até alcançar as pontas dos dedos, o que pode demorar vários meses. Um pequeno corte perto da ponta do dedo recupera muito mais rapidamente.
- **A sensibilidade geralmente retorna antes da força fina.** À medida que as fibras atingem a pele, pode primeiro notar uma vaga consciência, depois formigamento (por vezes uma sensação de zumbido ou elétrica quando a área é tocada, um sinal *bom* de que as fibras estão a avançar), depois tato grosseiro e, finalmente, discriminação mais fina. A força e a coordenação fina tendem a surgir em último lugar.
- **A reparação precoce e precisa é importante.** Um nervo seccionado tem melhor prognóstico quando é reparado de forma rápida e precisa, porque as células de suporte do corpo que orientam a regeneração funcionam melhor nos meses imediatamente seguintes à lesão e perdem parte do seu efeito ao longo do tempo.

O que ajuda na recuperação: manter as articulações flexíveis e os músculos saudáveis com os exercícios de terapia da mão que lhe são prescritos, proteger a pele adormecida de queimaduras e cortes (ela não o avisará de danos), não fumar e ter paciência. O re-treinamento do cérebro para interpretar os sinais em retorno, através de exercícios sensoriais orientados, também faz parte da obtenção de um bom resultado. Se um nervo que deveria estar a melhorar segundo o cronograma esperado não estiver, isso vale a pena rever, pois algumas lesões necessitam de cirurgia para dar à recuperação as melhores hipóteses.

Em mais profundidade

Esta seção avança para uma explicação mais detalhada, de nível estudantil, sobre a biologia por trás de tudo o que foi apresentado acima. Não é necessário para compreender sua condição, mas se você tiver curiosidade sobre *como* a conexão realmente funciona, continue lendo.

A CÉLULA NERVOSA E SUA MEMBRANA

Assim como o resto do seu corpo, um nervo é formado por células, especificamente neurônios. Um neurônio possui um **corpo celular** (que contém o núcleo, o centro de controle da célula), ramificações curtas de recepção chamadas **dendritos** e um longo **axônio** que conduz o sinal para longe, às vezes por mais de um metro.

Toda célula, incluindo o neurônio, é envolvida por uma **membrana celular**, e sua composição é importante para o que se segue. A membrana é uma **bicamada fosfolipídica**, uma dupla camada de moléculas lipídicas. Cada fosfolípido possui uma ‘cabeça’ hidrofílica e duas ‘caudas’ lipídicas hidrofóbicas; elas se alinham cauda com cauda em duas camadas, com as cabeças voltadas para o fluido aquoso dentro e fora da célula e as caudas oleosas dispostas no meio. Esta fina película lipídica é a barreira que separa o interior do exterior, e pode manter uma carga elétrica através de si mesma. Os ‘canais’ e ‘bombas’ descritos na próxima seção são simplesmente proteínas que atuam como portões situadas nesta membrana lipídica.

A FIAÇÃO: AXÓNIOS, MIELINA E NÓS DE RANVIER

Um único fibre nervoso é construído em torno de um **axônio**, uma extensão longa e semelhante a um fio de uma célula nervosa que transporta o sinal elétrico. Muitos axônios estão envoltos em **mielina**, uma bainha isolante gordurosa, e vale a pena saber o que a mielina realmente é. Uma célula de suporte (uma **célula de Schwann** nos nervos periféricos do seu braço) envolve a sua própria membrana celular em torno do axônio, uma e outra vez, como enrolar uma folha de filme aderente em torno de um lápis várias dezenas de vezes. Como essa membrana é uma bicamada fosfolipídica (essencialmente gordura), cada volta deposita outra camada de gordura, e as muitas camadas empilhadas formam uma manga espessa e gordurosa. Essa manga de membrana enrolada é o isolamento: a mielina é maioritariamente gordura precisamente porque é camada após camada de membrana celular. Quanto mais voltas a célula de Schwann der, melhor isolado e mais rápido será o fibre.

A bainha de mielina, no entanto, não é contínua. É depositada em segmentos, com pequenas lacunas desprotegidas entre eles, chamadas **nós de Ranvier**. O sinal elétrico não consegue vazar através dos trechos isolados, por isso efetivamente *salta* de um nó para o seguinte. Isto é chamado **condução saltatória** (do latim *saltare*, saltar), e é por isso que os fibres mielinizados são tão rápidos: saltar de nó em nó pode transportar um sinal a velocidades bem superiores a 100 metros por segundo, em comparação com menos de 10 metros por

segundo num fibre nu e desmielinizado. É também por isso que doenças ou lesões que removem a mielina retardam tão dramaticamente a condução.

COMO O SINAL VIAJA

Em repouso, o interior de um axônio está ligeiramente carregado negativamente em comparação com o exterior: o **potencial de membrana em repouso**, em torno de -70 milivolts. Essa carga é mantida mantendo os íons sódio predominantemente fora da célula e os íons potássio predominantemente dentro.

Quando o nervo dispara, a sequência é precisa:

1. **Despolarização.** Os canais de **sódio** dependentes de voltagem se abrem abruptamente e os íons sódio entram *rapidamente*. O interior torna-se rapidamente positivo, atingindo um pico em torno de $+30$ milivolts. Este é o potencial de ação.
2. **Repolarização.** Os canais de sódio se fecham e os canais de **potássio** dependentes de voltagem se abrem, permitindo que o potássio flua *para fora*. O interior retorna em direção ao seu valor negativo de repouso.
3. **Período refratário (latente).** Por um breve momento após isso, o trecho de membrana não pode disparar novamente, independentemente da intensidade do estímulo, enquanto os canais se reconfiguram.

Esse período refratário realiza algo elegante: porque o trecho de membrana logo atrás do sinal em avanço está temporariamente incapaz de disparar novamente, o potencial de ação só pode viajar *para a frente*. É por isso que os sinais nervosos percorrem em uma única direção ao longo de uma fibra, em vez de irem e voltarem.

ATRAVESSANDO A FENDA: SINAPSES E A PLACA MOTORA

Um axônio não toca fisicamente o músculo que controla. Onde um nervo motor encontra um músculo, há uma junção especializada, a **junção neuromuscular**, com uma pequena fenda (a fenda sináptica) entre o terminal nervoso e uma região espessada e dobrada da membrana muscular chamada **placa motora**.

O sinal elétrico não pode atravessar essa fenda diretamente, portanto, ele é convertido em um sinal químico. Quando o potencial de ação atinge o terminal nervoso, ele desencadeia a liberação de um neurotransmissor chamado **acetilcolina** na fenda. A acetilcolina difunde-se e liga-se a receptores na placa motora, abrindo canais que permitem a despolarização da membrana muscular. Se essa despolarização atingir o limiar, ela inicia um potencial de ação através do músculo e a fibra se contrai. Uma enzima (acetilcolinesterase) então decompõe rapidamente a acetilcolina, de modo que cada impulso nervoso produz uma contração nítida, em vez de uma prolongada. Esse retransmissor químico é o alvo de alguns medicamentos anestésicos e de condições como a miastenia gravis.

SENTINDO O MUNDO: RECEPTORES SENSORIAIS

O lado sensorial funciona de forma inversa: terminações especializadas convertem um estímulo físico em sinais nervosos. Diferentes receptores são sintonizados para diferentes estímulos:

- **Corposcúlos de Pacini** situam-se profundamente na pele e respondem à pressão profunda e à vibração de alta frequência. Adaptam-se rapidamente, disparando no momento em que algo muda, em vez de de forma contínua.

CQ HAND + UPPER LIMB

Dr Kieran Hirpara – Specialist Orthopaedic Surgeon
Suite 2, Level 1, Mater Private Hospital Rockhampton, 31 Ward Street, The Range, QLD 4700
Phone 07 4863 6556 · office@cqupperlimb.com.au · cqupperlimb.com.au

- **Corposculos de Meissner** situam-se logo abaixo da superfície da pele das pontas dos dedos e da palma da mão e detetam o toque leve e o flutuar de baixa frequência, sendo centrais para o tato fino e discriminativo que utiliza para sentir texturas e manipular objetos pequenos.
- **Terminações nervosas livres** são terminações nuas e não encapsuladas que detetam dor, temperatura e toque leve. São as terminações mais numerosas na pele.
- **Fuseus musculares** situam-se dentro dos próprios músculos e detetam o alongamento e o comprimento, fornecendo informação de retroalimentação sobre a posição e o movimento (proprioceção), o que permite ao cérebro saber onde está a sua mão sem olhar.

As diferentes qualidades que pode sentir (uma picada de alfinete, calor, um telemóvel a vibrar, a posição do seu pulso) dependem em grande parte de quais destes receptores estão a disparar e com que frequência.

GRAUS DE LESÃO NERVOSA

Os cirurgiões classificam a lesão nervosa de acordo com a *profundidade do dano*, pois isso determina como e se haverá recuperação. Duas classificações são utilizadas em conjunto.

O sistema mais antigo e simples **Seddon** possui três categorias:

- **Neurapraxia:** a mais branda. As fibras estão contusas ou a sua bainha isolante está localmente comprometida, mas os axónios permanecem intactos. A condução é bloqueada naquele ponto, como uma mangueira amassada, mas a estrutura está preservada. A recuperação costuma ser completa e relativamente rápida após o alívio da causa.
- **Axonotmese:** os próprios axónios são rompidos, mas os tubos de tecido conjuntivo ao redor sobrevivem. As fibras distais à lesão degeneram e precisam regenerar-se, portanto, a recuperação é lenta, mas os tubos preservados oferecem um caminho para as novas fibras, e o prognóstico costuma ser favorável.
- **Neurotme:** a mais grave. O nervo, incluindo sua estrutura de suporte, está completamente dividido. Não há recuperação espontânea; é necessária reparação cirúrgica e, mesmo assim, a recuperação é incompleta.

O sistema mais detalhado **Sunderland** divide isso em cinco graus, mapeando-se para o Seddon da seguinte forma:

- **Grau 1** = neurapraxia (apenas bloqueio de condução).
- **Grau 2** = axonotmese com o tubo mais interno (endoneuro) intacto, oferecendo as melhores perspectivas de regeneração.
- **Grau 3** = o tubo interno também está comprometido, de modo que as fibras em regeneração podem ser direcionadas incorretamente; a recuperação é parcial.
- **Grau 4** = apenas a bainha externa (epineuro) permanece intacta; um bloqueio por cicatriz geralmente impede a recuperação funcional sem cirurgia.
- **Grau 5** = divisão completa de todo o nervo, equivalente à neurotme de Seddon, exigindo reparação.

Em resumo: quanto mais camadas forem rompidas, mais lenta e menos completa será a recuperação natural, e maior será a probabilidade de ser necessária cirurgia.

DEGENERAÇÃO WALLERIANA E REGENERAÇÃO

Quando um axônio é seccionado ou rompido, a parte *distal* à lesão fica desconectada da célula que o mantém vivo. Nos dias seguintes, ele se degrada em um processo ordenado e programado chamado **degeneração walleriana**: o axônio isolado e sua bainha de mielina são desmontados e eliminados por células de Schwann e células imunes recrutadas (macrófagos).

Isso não é apenas demolição; é preparação. As células de Schwann que revestiam o antigo feixe nervoso sobrevivem, proliferam e se alinham em colunas ocas chamadas **bandas de Büngner**, seguindo a rota original do nervo. Essas colunas atuam como tubos de andaime vivos: liberam fatores de crescimento e guiam fisicamente as fibras em regeneração de volta aos seus alvos.

A partir do local da lesão, a extremidade sobrevivente de cada axônio emite um cone de crescimento que avança por seu tubo de células de Schwann a uma taxa de aproximadamente **um milímetro por dia**, alcançando eventualmente a pele ou o músculo e reconectando-se (reinnervação). É por isso que um reparo limpo, realizado precocemente e com precisão, é tão importante: os tubos seccionados precisam ser alinhados para que as fibras reentrem nos canais corretos, e as células de Schwann são mais eficazes nos meses imediatamente seguintes à lesão; elas têm, na prática, uma “data de validade”. Alinhar bem as extremidades e alcançá-las a tempo permite que muito mais fibras encontrem o caminho de volta.

Ver também

- [Testes nervosos e estudos de condução](#) – como medimos se um nervo está conduzindo normalmente
- [Síndrome do túnel do carpo e compressão nervosa](#) – um problema comum de compressão nervosa no pulso
- [Reparo de tendões e nervos](#) – o que envolve o reparo cirúrgico de um nervo ou tendão dividido