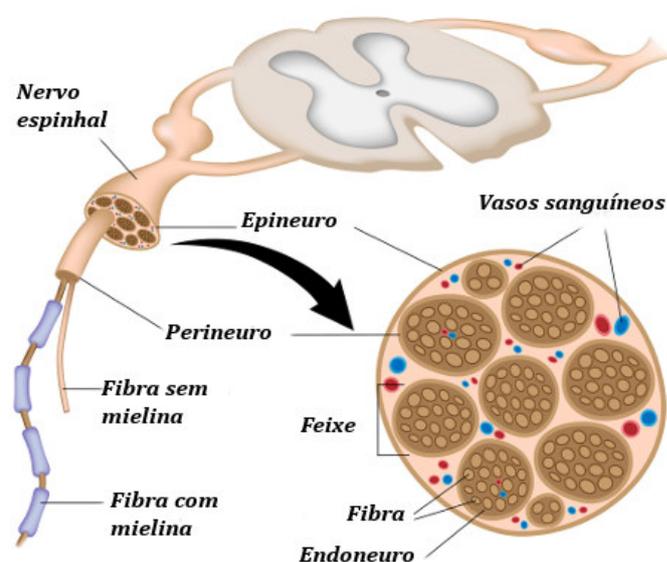


## NERVOS PERIFÉRICOS

Os neurônios motores ocupam a porção anterior da medula e os neurônios sensitivos ocupam a porção dorsal, a partir dali eles se unem e formam uma única raiz que, na verdade, é um amontoado de axônios de neurônios, os quais estabelecerão sinapses com diversas com diversas estruturas, sobretudo pele e músculos. Alguns neurônios periféricos possuem uma célula superespecializada envolvendo seus axônios, trata-se da **célula de Schwann**, a qual faz um revestimento para induzir uma polarização que acelere o impulso nervoso, tal revestimento recebe o nome de **mielinização**. Na junção entre e uma célula de Schwann e outra, o espaço



virtual deixado entre eles é capaz de induzir uma aceleração ainda maior através de saltos, tal junção entre uma célula e outro é denominado **nódulo de Ranvier**. Tais estruturas permitem que os neurônios mielinizados tenham uma velocidade de 2-22 m/s, por isso são células maiores, mais calibrosas e mais especializadas, geralmente funcionam em arcos-reflexos, estímulos motores e quaisquer estímulos que demandem resposta rápida.

O nervo periférico possui características específicas que contribuem para a nutrição e proteção de seu axônio. Sendo assim, do ponto de vista estrutural, tais nervos são constituídos de fascículos que envolvem cada neurônio separadamente, o **endoneuro**, e por conjuntos que unem todos os demais fascículos. O fascículo mais intermediário envolve vários outros fascículos em um conjunto e recebe o nome de **perineuro**, o qual faz esse revestimento contanto com uma camada gordurosa que aloja artérias e veias que nutrem o restante das estruturas nervosas, recebem o nome de **vasanervorum**. Envolvendo todo o perineuro e todos os fascículos em uma constituição externa está o **epineuro**.

Do ponto de vista da distribuição dos fascículos, os nervos podem ser **polifasciculares oligofasciculares** ou **monofasciculares**, neste último caso, o que se observa é um fascículo gigante que ocupa praticamente todo o nervo periférico. Quanto menos fascículos, mais gordura de proteção existe em torno deles, ao contrário, quanto mais fascículos mais eles ocupam o diâmetro da área de secção do nervo, logo, menos tecido adiposo estará protegendo a estrutura.

O ser humano não possui um crescimento neuronal ao longo da vida, ao contrário, o que ocorre é uma perda neuronal e esses neurônios perdidos não são substituídos por nenhum outro. Se ocorre uma **lesão no axônio** do neurônio, o mesmo não morre, na verdade, ele possui uma capacidade de **regeneração** a partir da lesão, esse processo só não se aplica se a lesão envolver o corpo celular.

Um nervo periférico pode ser lesado por compressão, contusão, arma de fogo, substância química, mas o mais comum é por **estiramento** e por **lesões cortantes**. Uma lesão de nervo periférico comum é a **paralisia de sábado à noite**, em que ocorre estiramento da fibra nervosa quando o indivíduo alcoolizado dorme sobre o braço passa a apresentar paralisia da extensão dos dedos, fraqueza do punho e alguma perda sensorial na mão. É consequência do estiramento do nervo radial com o osso úmero.

A lesão do nervo periférico, sobretudo aquelas por estiramento, nem sempre danificam o axônios e célula de Schwann, existem classificações, graus de lesão, a saber:

- Lesão completa, a célula de Schwann e o axônio do neurônio também são lesados.
- Apenas o axônio foi lesado, a célula de Schwann permanece intacto.

Quando um axônio se rompe, o corpo do neurônio sofre uma série de modificações: seu núcleo aumenta em tamanho e posição, prepara-se para uma grande síntese proteica na tentativa de produzir um novo axônio. Essa tentativa pode ou não ser bem-sucedida de acordo com a capacidade neurônio de crescer no mesmo sentido do neurônio original, logo, após a ruptura, começam a ocorrer **brotações** no local da lesão e se a célula de Schwann tiver sido preservada há, ainda, um túnel pelo qual os brotamentos podem seguir e passar a inervar os locais específicos que inervava antes da lesão. Por outro lado, quando há uma lesão associada entre axônio e célula de Schwann, apesar da regeneração ter chance de ser bem-sucedida, mas as chances são menores porque a mielina intacta funciona como um guia para o crescimento do novo axônio, sendo assim, a cirurgia de nervos tem justamente como papel fazer o direcionamento desses brotos.

A parte distal do nervo periférico rompido, aquela que não estará mais em contato com o corpo de neurônio, sofre a chamada **degeneração Valeriana**. A porção proximal do axônio também sofre degeneração, mas em menor grau, sendo que esses estímulos que são os responsáveis por desencadear os estímulos do corpo neuronal para que este venha a produzir todo o material necessário ao brotamento.

Algumas características da degeneração são importantes, pois quanto mais próximo do local de atuação do nervo, mais eficiente e efetivo será o brotamento induzido pela degeneração, isto é, quanto mais distal a lesão, melhor o prognóstico. Ao contrário, quanto mais proximal for

a lesão, maior o caminho pelo qual o brotamento terá que seguir até alcançar o alvo de atuação do neurônio. A velocidade do crescimento periférico varia de nervo para nervo e também em função da idade, mas geralmente esse valor é de **1 a 3 mm/dia**, sendo assim, o cirurgião usa essa informação para estimar quanto tempo o nervo levará para chegar ao local de atuação, dependendo da distância e do tempo que isso demore para acontecer, a estrutura que depende do estímulo para funcionar já degenerou e o nervo perde sua função.

O tempo ideal de crescimento do nervo periférico é de 1 a 3 meses, mas ela pode acontecer em até um ano e apresentar bons resultados, mas tempos superiores a 3 anos são quase completamente ineficientes. Além disso, em crianças, em função da imaturidade do organismo como um todo, o crescimento é muito comprometido e pode ser muito ineficiente.

## DIAGNÓSTICO DE LESÃO DOS NERVOS PERIFÉRICOS

O diagnóstico da lesão do nervo periférico pode ser bem difícil em função de dois fatores: a maioria dos nervos periféricos são mistos e muitas regiões são uma transição entre um dermatomo e outro. Sendo assim, pode-se utilizar a pesquisa por dois pontos, tato discriminatório e outros testes para a pesquisa de estiramento completo ou de lesões de nervos motores, mas essa observação pode não ser tão clara e imediata em lesões de estiramento incompletos e a sintomatologia pode ser de instalação tardia, como o cirurgião depende da resposta do indivíduo para ter seu diagnóstico clínico, o diagnóstico deve ser feito por outros meios.

No que diz respeito à pesquisa de lesão de nervos periféricos sensitivos apenas, tem-se os seguintes testes para confirmação clínica:

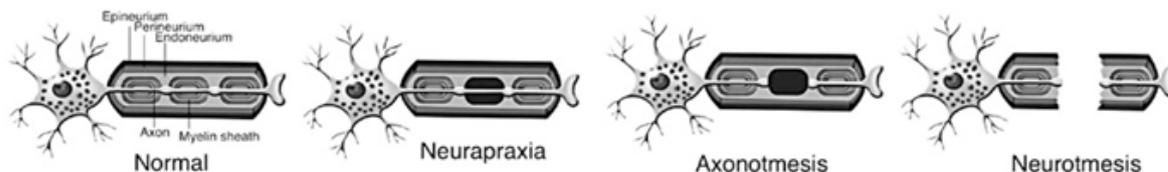
- Teste de Tinel – avaliar o choque em determinados pontos do nervo mediano. Este teste é muito útil para o acompanhamento do crescimento do brotamento nervoso, nestes casos, no momento da lesão, o local de rompimento não responde ao teste, mas à medida que o nervo vai regenerando, a extensão de percussão também aumenta. Além disso, ele pode ser usado como marcador de evolução no sentido de avaliar se houve parada na recuperação, sendo um indicativo para a exploração cirúrgica.
- Teste de Sensibilidade entre dermatomos – utiliza espículas metálicas com diferentes distâncias entre elas para discriminar um ou dois pontos de pressão. Quanto mais distante ele confundir dois pontos, mais comprometido estará a nervo.

- Estimulação elétrica – chamada de **eletroneuromiografia** é utilizada para fazer o **diagnóstico de lesões nervosas periféricas**, sendo executada por percussão de agulhas metálicas que levam o estímulo pelo nervo à região da suposta área de lesão colocando, concomitantemente, outras agulhas mais distais para que o estímulo chegue de uma área à outra, sendo aferido a quantidade de estímulos que passarão pela corrente. Quanto mais estímulos passarem, menos lesão o nervo sofreu e a recíproca é válida. O pior problema é que esse exame só detecta lesões com até 14 dias, não sendo um teste muito específico, mas muito sensível, isto é, não avalia a gravidade da lesão, apenas aponta se ela existe ou não.

## TIPOS DE LESÕES DOS NERVOS PERIFÉRICOS

As lesões de nervos periféricos podem ser primárias ou secundárias, mas a avaliação clínica mantém o foco no **tempo** decorrido após a lesão. Lesões com **menos de 3 semanas** são consideradas agudas, **com mais 3 semanas** são consideradas crônicas. Uma classificação muito comum é a **classificação do Seddon**, a qual divide os tipos de lesões em 3:

- **Neuropraxia** – lesão por estiramento, em que o nervo para temporariamente de funcionar, como ocorre na Paralisia de Sábado à Noite. Não existe descontinuidade entre a células de Schwann ou mesmo no axônio, o que ocorre, de fato, é o estiramento do nervo em menos de 20% do seu comprimento. É detectada na eletroneurografia.
- **Axonotmese** – é uma lesão em que o axônio rompeu, mas a célula de Schwann está íntegra, logo, se for observado externamente sua aparência é íntegra, contudo, perde a funcionalidade pela desconexão das fibras. Geralmente são lesões causadas por trações que ultrapassam 20% do comprimento do nervo. Apesar de ser detectado na eletroneurografia como uma lesão em que não há passagem de estímulos, o exame não é capaz de distinguir essa lesão da neurotmese.
- **Neurotmese** – é um tipo de lesão em que ocorre descontinuidade no nervo, sendo assim, tanto as células de Schwann quanto o axônio são rompidos e surge um coto de degeneração distal ao corpo do neurônio. Assim como na axonotmese, pode ser detectada, mas não será distinguida, o exame apenas aponta que não há passagem e estímulos, visto que os axônios se romperam.



Além da classificação de Seddon ainda existe a **classificação de Sunderland**, que serve para detalhar qual a estrutura envolvida com a lesão, ou seja, é complementar à primeira classificação e traz subtipos de lesões dentro dela. Nesse sentido, pode-se encontrar:

- Sunderland Grau 1 – Neuropraxia, sem lesões, apenas alterações funcionais;
- Sunderland Grau 2 - Axonotmese tipo 1, lesões apenas do axônio
- Sunderland Grau 3 - Axonotmese tipo 2, lesões do axônio com endoneuro
- Sunderland Grau 4 - Axonotmese tipo 3, lesões do axônio, endoneuro e epineuro.
- Sunderland Grau 5 - Neurotmeze, secção completa do nervo

Em relação aos nervos periféricos essencialmente motores, existe uma classificação geral que classifica as lesões motoras de 0 a 5, a qual é utilizada não apenas para diagnóstico, mas também para acompanhamento de lesões, neste tipo de classificação, tem-se:

- M0 – não existe contração muscular e nem movimento
- M1 – existe contração, mas não é possível realizar movimento
- M2 – existe contração, mas o movimento é incapaz de vencer a gravidade
- M3 – existe contração, mas o movimento é incapaz de vencer pouca resistência
- M4 – existe contração, mas o movimento é incapaz de vencer grande resistência
- M5 – contração e movimentos estão preservados

Da mesma forma que existe uma classificação para nervos motores, também existe uma classificação para nervos essencialmente sensitivos, a qual vai de S0 a S4, havendo uma relação com a sensibilidade na área específica do nervo, avaliando sensibilidade dolorosa, tato, pressão e propriocepção. Esta classificação se dá da seguinte forma:

- S0 - não há nenhuma resposta sensorial
- S1 - recuperação à dor profunda cutânea
- S2 - recuperação à dor superficial cutânea
- S3 - recuperação à dor e toque, mas sem discriminação de 2 pontos > 15 mm
- S4 - recuperação completa e discriminação 2 de pontos de 2-6 mm;

## REABILITAÇÃO EM LESÕES DE NERVOS PERIFÉRICOS

No que diz respeito às lesões do tipo neuropraxia e axonotmese, nas quais não há necessidade de intervenção cirúrgica em função da integridade da bainha de mielina, deve-se ter em mente que a recuperação completa depende principalmente da **adequação do território** de inervação quando o brotamento axonal alcançar tal local. A principal preocupação desse tipo de lesão é o que desfecho que a musculatura pode tomar em função do tempo de paralisia, por exemplo, nas lesões de Paralisia do Sábado à Noite, o nervo radial entra em paralisia e a musculatura extensora fica comprometida, com isso, a mão tem apenas a flexão como movimento e assim a musculatura extensora hipotrofia, perde o movimento, portanto, é preciso que essa musculatura se mantenha ativa, que contraturas sejam evitadas na musculatura antagonista e que a região lesada esteja apta para receber a inervação quando ela chegar.

Nesse sentido, a fisioterapia é essencial para que a região não perca a mobilidade e a terapia ocupacional é fundamental para que o indivíduo se acostume a realizar as tarefas da vida diária se a lesão for definitiva. É neste contexto que as órteses são importantes para conter a articulação para que ela não se deforme durante o tempo em que o grupo muscular está indisponível e o brotamento cresce. Cabe aqui a ressalva de que **órteses** são quaisquer artefatos ou instrumentos para conter/sustentar/amparar uma parte do corpo, seja ela qualquer parte, já as **próteses** são quaisquer artefatos que substituem uma parte do corpo.

A exploração cirúrgica do nervo se dá nas seguintes situações:

1. Quando não é possível dizer qual o grau de extensão da lesão do nervo, isto é, não é possível distinguir entre uma axonotmese ou uma neurotmese, o que ocorre quando a eletroneuromiografia ou os exames de imagem são inconclusivos. Nestes casos, se o caso for uma axonotmese a cirurgia é finalizada, pois a recuperação é espontânea.
2. Quando ocorre neurotmese confirmada por exames de imagens, nestes casos, como já se sabe que houve um rompimento completo, a cirurgia é de reparo, o que demanda a aproximação dos dois cotos o máximo possível para que o crescimento axonal ache o caminho do fragmento distal.
3. Quando ocorre compressão do nervo por algum motivo, um tumor, um corpo estranho ou um fragmento de fratura, por exemplo. Neste caso, a cirurgia serve para retirar essa compressão e liberar o caminho do nervo, sendo assim, esta é uma das poucas cirurgias usadas em casos de neuropraxia.
4. Quando ocorre neurotmese evidente, isto é, quando ocorre um trauma lesivo em que o nervo seccionado fica exposto. Nestes casos, faz-se uma neurografia precoce.

5. Quando ocorre ferimentos abrasivos extenso, nas lesões fechadas ou por arma de fogo, em função da destruição tecidual tardia que pode ocorrer, mesmo que o nervo periférico tenha sido lesado, a neurografia precoce não é indicada.
6. Situações diversas em que a secção do nervo é rapidamente identificada ou quando há associação de lesão venosa e arterial simultânea, é indicado o reparo do nervo concomitantemente. Além disso, se houver fraturas, luxações, lesões que evoluíram bem e depois param de recuperar em determinado tempo, dor persistente e neuroma (brotamento neuronal doloroso que não encontra o local de inervação), situações em que já iria ocorrer a cirurgia de reparo, indica-se também o reparo do nervo periférico.

## REPARO DO NERVO PERIFÉRICO

O reparo do nervo periférico é feito pela neurografia, procedimento que se baseia em unir a parte proximal à parte distal do nervo. Entretanto, nem sempre é fácil achar a porção distal para que ela seja ligada na proximal, sendo muito comum em lesões extensas com perda tecidual, nestes casos, utiliza-se uma série de procedimento para manter o nervo viável:

- **Transferência Nervosa** – baseia-se em unir a porção proximal a um nervo vizinho e usar o brotamento a partir do vizinho, isto é muito usado em membros superiores, local em que há muitos nervos próximos. A partir dali o grupo muscular que era controlado, por exemplo, pelo nervo mediano, passa a ser controlado pelo nervo radial.
- **Implantação direta ou Neurotização** – quando o coto distal está tão destruído que o coto proximal é implantado diretamente sobre o grupo muscular que inerva, sendo possível apenas quando o coto proximal está próximo ao local de implantação.
- **Transferência de tendões** – usada apenas quando não há possibilidade de recuperação do nervo, nestes casos, o que se faz é simplesmente transferir um ou mais tendões para que determinada função seja realizada por eles.

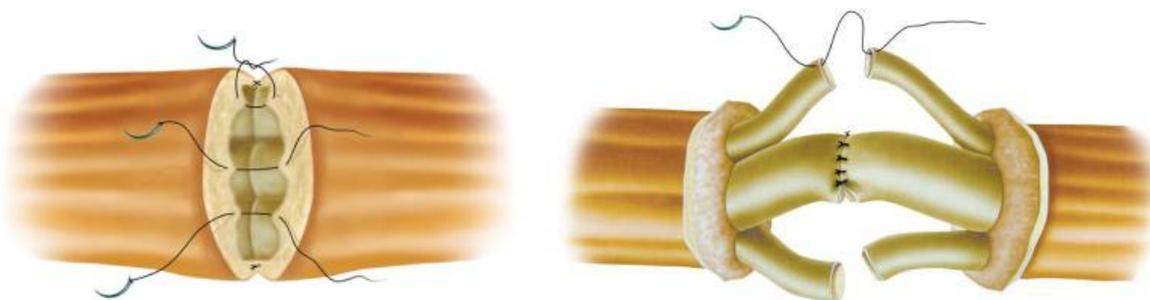
Em qualquer procedimento com nervo periférico, é importante ressaltar que o nervo periférico é **extremamente sensível à tração**, logo, se os cotos estiverem muito afastados e forem aproximados boca a boca para serem suturados, a chance de que o nervo se rompa pela tração é muito grande. Nestas situações, é muito comum o uso de um **enxerto de nervo periférico**, em que se utiliza um pedaço de um nervo para que o caminho estabelecido entre o nervo perdido seja reconstituído.

Na neurografia, a estratégia utilizada para o reparo é redirecionar os fascículos do coto proximal para o coto distal. Pensando na estrutura do nervo, quanto mais fascículos um coto tem, menor a chance de que todos eles fiquem alinhados, ao contrário, quanto menos fascículos,

mais fácil será aproximar um com outro de forma perfeita. Portanto, o prognóstico da neurografia em um segmento Polifascicular é pior que o prognóstico para um segmento Oligofascicular ou Monofascicular.

Considera-se como **reparo primário** aquele em que a neurografia é realizada até 7 dias depois da lesão, **reparo retardado** de 7 a 18 dias pós-lesão e **reparo secundário** depois de 3 semanas de lesão, nas lesões crônicas.

A neurografia pode ser feita a olho nu ou por microcirurgia, no primeiro caso é denominada **sutura epineural externa**, nos casos em que há nervos polifasciculados ou monofasciculados com secção transversa, já no segundo caso, tem-se a denominada **sutura epineural interna**, que é muito mais efetiva por fazer a sutura boca a boca de fascículo por fascículo e depois do epineuro.



Sabendo que o grande problema da neurografia é a tensão excessiva exercida entre os cotos, a grande **referência** para saber se a sutura está tensa é o diâmetro e a resistência ao **fio 8-0**, sendo que quanto maior o número de 0s mais fino é o fio. Assim, se a sutura não romper com o fio ultrafino, como é o caso do 8-0, significa que a estrutura está sob tensão adequada, ao contrário, se ao fazer um ponto com o fio 8-0 e o ponto romper, significa que ele está sob tensão e outros recursos devem ser utilizados, como interpor um nervo menos importante fazendo um enxerto para liberar a tensão. A maior limitação desse procedimento é que existe um número finito de nervos que podem ser sacrificados para este procedimento e **quanto mais calibroso** for o nervo, mais difícil será fazer o enxerto, pois os nervos doadores são sensitivos e, portanto, pouco calibrosos, sendo que na maioria das vezes são incapazes de suprir o número de fascículos da região receptora. Essa limitação é uma das principais que ocorrem em plexos, em todo caso, as áreas doadoras mais comuns são: **nervo sural, nervo cutâneo do antebraço, nervo medial do antebraço, nervo dorsal sensitivo do ulnar e nervo radial superficial**.

Uma alternativa para transpassar o problema de diâmetro e tração da área doadora é fazer um **neurotubo**, isto é, fazer a sutura de um tubo de polímero sintético em torno dos cotos para mimetizar uma axonotmese, fazendo com que o brotamento cresça direcionado para o local de inervação. Contudo, esse procedimento só funciona em distâncias curtas ou em alguns tipos

de estruturas nervosas, tanto que ele é comumente utilizado como uma proteção da sutura de enxerto de nervos periféricos.

## FATORES DE PROGNÓSTICO

1. Quanto menos experiente o cirurgião, maior a chance de insucesso;
2. Quanto mais velho o paciente, menor a chance de regeneração.
3. Quanto mais distante um coto do outro, pior o prognóstico.
4. Quanto mais irregular for a secção dos nervos, mais difícil de ocorre a coaptação boca a boca entre os fascículos.
5. Quanto mais tardia for a neurorrafia, pior o prognóstico.
6. Lesões incisivas ou mesmo por tração, possuem prognóstico melhor que lesões por arma de fogo, abrasão, químicas ou de outras naturezas.
7. Surgimento da **Síndrome Regional Dolorosa Complexa**, afecção que já foi denominada Distrofia Simpática Reflexa, em que ocorrem descargas simpáticas por hipersensibilidade no território do nervo lesionado. Nestes casos, ocorre dor desproporcional à lesão, sendo uma das mais importantes complicações das lesões do nervo periférico.

## NOMENCLATURA IMPORTANTE

- Parestesia – sensação anormal espontânea;
- Disestesia – sensação desagradável espontânea;
- Hiperestesia – sensibilidade aumentada e muitas vezes dolorosa ao estímulo indolor;
- Hiperalgesia – dor desproporcional ao estímulo doloroso
- Halodimia – percepção dolorosa de um estímulo indolor
- Hiperpatia – resposta exagerada e dolorosa a qualquer estímulo.