

# Falsos Negativos, Falsos Positivos e Controvérsias no Diagnóstico Neurofisiológico das Radiculopatias

Anthero Sarmiento Ferreira\*

## RESUMO

Embora as radiculopatias sejam uma das patologias mais frequentemente encaminhadas para a realização de Eletroneuromiografia (ENMG), seu diagnóstico nem sempre é confirmado neurofisiologicamente, e muitos pacientes com dor irradiada tipo lombociatalgia e cervicobraquialgia apresentam exames normais. Existem também controvérsias entre os próprios neurofisiologistas quanto à validade de utilização das várias técnicas disponíveis para seu diagnóstico. O objetivo deste artigo é discorrer sobre os mecanismos envolvidos na avaliação neurofisiológica das radiculopatias e sua relação com as patologias existentes na coluna vertebral e músculos que a circundam e delimitar as limitações e vantagens de sua utilização.

## UNITERMOS

Radiculopatias, Eletroneuromiografia, Potencial evocado somatossensitivo, Neurofisiologia

## ABSTRACT

Although the radiculopathies are one of the most frequently conducted pathologies to the Eletroneuromyography (ENMG) realization, its diagnosis is not always neurophysiologically confirmed and many patients that have got irradiated pain show normal survey results. There are also controversies among the neurophysiologists themselves as to the several techniques available for diagnosis, concerning its utilization validity. This article aims to discuss the mechanisms involved in the radiculopathies neurophysiologic evaluation and its relationship to the existing pathologies at the vertebral column and at the surrounding muscles and to delimitate its utilization advantages and limits.

## KEY WORDS

Radiculopathies, Electroneuromyography, Somatosensory evoked potentials, Neurophysiology

## Introdução

As radiculopatias são a maior causa de encaminhamento para exames eletroneuromiográficos nos EUA<sup>4</sup>. Apesar desta grande utilização da ENMG no diagnóstico destas patologias, observa-se, na prática, que o diagnóstico neurofisiológico na investigação das radiculopatias não é tão sensível como no de outras doenças como a Síndrome do Túnel do Carpo, por exemplo.

Vários fatores estão envolvidos nesta particularidade, desde a existência de outras doenças que também causam dor irradiada para um membro até aspectos técnicos do exame, que são controversos

\* Especialista em Fisiatria e Neurofisiologia Clínica pela A.M.B. Mestrando do curso de Pós Graduação em Clínica Médica da UFRGS

entre os próprios profissionais da área, e que podem gerar um diagnóstico equivocado.

Passaremos a seguir a discorrer sobre as diversas causas da existência de falsos positivos e falsos negativos no diagnóstico neurofisiológico das patologias radiculares.

## Falsos Positivos e Falsos Negativos

Um teste diagnóstico está correto quando é positivo na presença da doença e negativo em sua ausência. Está incorreto quando é positivo na ausência de doença (falso positivo) ou negativo quando a doença está presente (falso negativo).

No caso do diagnóstico das radiculopatias não existe um "padrão ouro" que tenha condições de realmente afirmar se a doença existe ou não, uma vez que provavelmente seria necessário realizar uma biópsia e análise histológica da raiz nervosa para confirmação de sua lesão.

Os métodos neurofisiológicos que estudam a função da raiz nervosa apresentam algumas limitações em sua investigação que veremos a seguir, e os testes radiológicos (RX, Mielografia, Tomografia Computadorizada e Ressonância Nuclear Magnética) estudam apenas a parte anatômica da coluna lombossacra e não avaliam função.

Desta forma, os dados obtidos dos testes citados acima devem ser julgados à luz da clínica e exame físico do paciente, para que apresentem uma maior sensibilidade (proporção dos indivíduos com doença que têm um teste positivo) e especificidade (proporção de indivíduos sem a doença que têm um teste negativo).

## Falsos Negativos no Diagnóstico Neurofisiológico das Radiculopatias

Geralmente resultam das limitações naturais dos vários procedimentos neurofisiológicos em relação à resposta fisiológica do sistema neuromuscular à lesão.

Os testes neurofisiológicos avaliam apenas as fibras grossas mielinizadas que, quando lesadas, apresentam sintomas e sinais sensitivos tipo parestesias e alteração de sensibilidade vibratória e posição articular e motores como paresia e alteração de reflexos tendinosos. Não avaliam as fibras finas mielinizadas e não mielinizadas que mediam a sensação de dor e que muitas vezes é o único sintoma em um paciente com dor tipo radicular<sup>10</sup>.

Eventualmente pode haver comprometimento de determinados fascículos contendo fibras

finas ao nível da raiz nervosa, gerando dor e sem envolvimento de fibras nervosas de grosso calibre, uma vez que sabe-se que nas radiculopatias compressivas apenas uma minoria de axônios da raiz é comprometida<sup>11</sup>, e portanto, com avaliação neurofisiológica normal.

As lesões nervosas dividem-se naquelas que afetam a bainha da mielina ou o axônio, havendo, muitas vezes, acometimento de ambos.

Nas lesões mielínicas ocorre uma desmielinização focal que causa uma diminuição da velocidade de condução nervosa ou um bloqueio de condução no local da lesão. Não existe, neste caso, alteração na eletromiografia, mas apenas nas neuroconduções. Ao contrário dos nervos periféricos, onde podemos estudar sua neurocondução segmentarmente, como na Síndrome do Túnel do Carpo, onde dada a grande sensibilidade da velocidade de condução nervosa sensitiva realiza-se o diagnóstico precoce desta patologia quando a lesão é apenas mielínica, a localização muito proximal da raiz nervosa impede a utilização do estudo de neurocondução através desta na detecção de lesão mielínica.

É importante salientar que a Eletromiografia de agulha, quando detecta alterações no repouso muscular, é o método mais sensível e específico no diagnóstico neurofisiológico das radiculopatias<sup>1</sup>. Alterações caracterizadas pela presença de potenciais de fibrilação e ondas positivas observados em um determinado miótomo indicam tratar-se de uma lesão axonal motora.

Ainda em relação à utilidade da Eletromiografia, ocorre que os potenciais de fibrilação e ondas positivas apresentam uma cronologia de aparecimento, levando em torno de 3 a 4 semanas para serem observados na musculatura dos membros, surgindo inicialmente na musculatura proximal e em seguida na distal, em função de decorrer um tempo mínimo para que a degeneração axonal (Walleriana) se processe e apresente repercussão nos músculos estudados.

Desta forma, exames realizados muito precocemente podem apresentar falsos negativos.

Sabe-se que a musculatura paravertebral, dada a sua maior proximidade com o local da lesão, apresenta alterações mais precoces, em torno de 7-10 dias. Porém, como não apresenta especificidade segmentar como a musculatura dos membros, pela sobreposição de inervação desta musculatura e por poder apresentar alterações eletromiográficas em uma ampla gama de outras patologias que serão discutidas a seguir, também pode apresentar erros diagnósticos.

Convém lembrar que muitos autores observam alteração apenas na musculatura paraverte-

bral em aproximadamente 30% dos pacientes com diagnóstico neurofisiológico de radiculopatia<sup>5</sup>.

É possível haver comprometimento exclusivo da raiz sensitiva<sup>3</sup> e a Eletroneuromiografia não a avalia adequadamente.

Os testes neurofisiológicos que poderiam avaliar a condução através da raiz sensitiva (Reflexo H e Potencial Evocado Somatossensitivo) avaliam uma via muito grande e não exclusivamente a raiz nervosa e podem apresentar falsos negativos e positivos.

Assim, é comum encontrarmos pacientes com suspeita de radiculopatia com sintomas exclusivamente sensitivos e de longa duração com ENMG normal, tanto pela possibilidade de comprometimento exclusivo da raiz sensitiva como pela possibilidade de as fibras musculares terem sido reinervadas, desaparecendo os potenciais de fibrilação e ondas positivas, persistindo alterações sensitivas e dor.

Dentre os falsos negativos evitáveis citaríamos o exame de poucos músculos, podendo deixar de detectar potenciais de desnervação em musculatura proximal em uma lesão mais aguda ou em músculos mais distais em uma lesão com um tempo de evolução maior.

Também a baixa temperatura cutânea pode inibir o aparecimento dos potenciais de fibrilação e ondas positivas e deve ser controlada e mantida entre 32-34°C.

Eventualmente pode haver comprometimento do gânglio da raiz dorsal no forame intervertebral, especialmente na coluna cervical, havendo alteração na velocidade de condução nervosa sensitiva, que normalmente não ocorre nas radiculopatias, uma vez que a raiz nervosa situa-se proximalmente ao gânglio da raiz sensitiva, sugerindo erroneamente tratar-se de uma plexopatia ou neuropatia periférica<sup>12</sup>.

## Falsos Positivos no Diagnóstico Neurofisiológico das Radiculopatias

Existe uma série de patologias que causam dor irradiada nos membros e não se originam de disfunção na raiz nervosa e que podem, dependendo de sua apresentação clínica, levar à supervalorização de achados neurofisiológicos.

Também existem, entre os próprios neurofisiologistas, maneiras diferentes de interpretar e valorizar achados neurofisiológicos que podem resultar em falsos positivos.

Citaremos outras estruturas inervadas da coluna vertebral, além da raiz nervosa, e potencialmente fontes de dor, que poderá irradiar-

se na distribuição de um dermatomo, uma vez que estas estruturas recebem sua inervação do mesmo segmento espinhal que a própria raiz<sup>9</sup>:

- 1) Articulação Facetária;
- 2) Ligamentos Posteriores (supra e interespinhoso);
- 3) Ligamentos Longitudinais (anterior e posterior);
- 4) Musculatura paravertebral;
- 5) Dura-Máter;
- 6) Porção externa do ânulo fibroso.

## Dor Pseudo-Radicular

Origina-se na divisão primária posterior do nervo espinhal ou no nervo recorrente sinuvertebral, distal ao forame intervertebral, podendo causar dor irradiada, simulando uma radiculopatia<sup>8</sup>.

## Nervo Sinuvertebral

Nasce do nervo espinhal após o gânglio sensitivo. Penetra no canal raquidiano e inerva o ligamento posterior, dura-máter e ânulo fibroso.

## Ramo Primário Posterior

É a divisão posterior do nervo espinhal. Seu ramo medial inerva a articulação facetária e a musculatura paravertebral.

## Dor Miofascial

Descrita por Travell em 1952, consiste em pontos gatilhos localizados em uma banda espessa de fibras musculares responsáveis pela sensação de dor e parestesias à distância.

Os sintomas são reproduzidos por pressão digital ou pela penetração do ponto gatilho com uma agulha. O território de distribuição da dor não é dermatomérico, embora possa simulá-lo, estando o exame neurológico também normal.

## Síndrome do Piriforme

A compressão do nervo Ciático pelo músculo Piriforme poderá causar dor irradiada pelo membro inferior, sugerindo uma dor radicular.

Normalmente a compressão do nervo é dinâmica e não apresenta repercussões neurofisiológicas.

Quando ocorre lesão do nervo haverá alterações nas neuroconduções dos nervos

Peroneal, Tibial e Sural, além de alterações eletromiográficas restritas aos músculos inervados pelo Ciático. Não ocorrem alterações nos músculos Glúteo Maior e Menor e Tensor da Fáscia Lata.

## Plexopatias

Podem causar dor irradiada simulando uma radiculopatia.

Neurofisiologicamente observa-se alteração nas neuroconduções sensitiva e motora, e a distribuição das anormalidades eletromiográficas não segue um padrão miotomérico.

## Neuropatias Periféricas

Não é incomum observarem-se pacientes com mononeuropatias periféricas, especialmente na S. do Túnel do Carpo, com queixas de dor proximal.

Convém lembrar que uma lesão radicular pode predispor ao aparecimento de neuropatias periféricas (Double Crush). Ex: radiculopatia cervical associada com S. Túnel do Carpo e neuropatia ulnar no cotovelo<sup>7</sup>.

## Aspectos Técnicos

Quanto aos aspectos técnicos que podem levar a falsos positivos na avaliação das disfunções radiculares, cabe salientar alguns:

- O exame de poucos músculos pode levar a erro diagnóstico ao observarem-se potenciais fisiológicos de placa mioneural registrados como ondas positivas.
- A presença de uma Síndrome de atividade de inserção anormal, caracterizada pela presença de trens de ondas positivas em todos os músculos examinados, de todos os membros, sem repercussão clínica, pode ser confundida com desnervação se forem examinados poucos músculos.
- Presença de potenciais voluntários com a forma de ondas positivas simulando desnervação.
- Hipervalorização da atividade de inserção: reside aqui um dos pontos mais polêmicos na avaliação neurofisiológica das radiculopatias, dada a subjetividade que existe nos critérios de aceitação da existência ou não de potenciais de fibrilação ou ondas positivas. Muitas vezes a simples atividade de inserção fisiológica pode gerar a presença de um ou mais potenciais que sugerem tratar-se de ondas positivas, e que na

verdade são potenciais de lesão ou reflexo de uma excitabilidade membranosa normal.

Em outra situação existe de fato uma atividade de inserção aumentada, em que mesmo após a cessação da atividade do eletrodo de agulha, persistem alguns potenciais de ondas positivas. Este aumento de atividade de inserção é sugestivo de uma patologia incipiente, porém é prudente correlacioná-lo com a cronologia da lesão e eventualmente repetir o exame em tempo adequado, para de fato confirmar a presença de desnervação.

O correto ao considerar um potencial como sendo de fibrilação ou onda positiva é que ele se mantenha disparando por no mínimo 50 ms<sup>3</sup>, logicamente apresentando as características morfológicas e frequência de disparo destes potenciais, e que aparecem em mais de uma região do músculo.

## Potenciais Polifásicos

Outro aspecto polêmico na avaliação neurofisiológica das radiculopatias é a avaliação dos potenciais de ação da unidade motora.

Sabe-se que em uma neuropatia ocorre um remodelamento das unidades motoras em função da reinervação. Os potenciais tornam-se polifásicos devido ao chamado "Brotamento Colateral" de axônios sadios para as fibras musculares de axônios lesados. Estes potenciais aparecem após algumas semanas da lesão, mas é discutível firmar o diagnóstico de uma radiculopatia exclusivamente baseado na presença destes potenciais.

Como existe uma variação no percentual normal destes potenciais de músculo para músculo, haveria a necessidade de uma Eletromiografia quantitativa para realmente afirmar que existe um número patológico de potenciais polifásicos, restritos a um miótomo.

Por outro lado, é comum a sobreposição de dois ou mais potenciais de ação de unidade motora normais (bi ou trifásicos), simulando um potencial polifásico.

Uma alternativa é a utilização de uma linha de atraso e um "trigger", quando podemos individualizar as unidades motoras e avaliar sua morfologia e mesmo sua instabilidade (variação na morfológica da unidade motora a cada disparo indicando uma lesão aguda) ou estabilidade (na lesão crônica não existe esta variabilidade).

Também cabe lembrar que foram descritos potenciais polifásicos precoces (1 semana de evolução), que se deveriam a transmissão efática e que apresentam valor também discutível<sup>6</sup>.

## Falsos Positivos na Eletromiografia da Musculatura Paravertebral (patologias que também apresentam potenciais de fibrilação e ondas positivas nesta musculatura)

- 1) Esclerose Lateral Amiotrófica
- 2) Polimiosite
- 3) Carcinoma Metastático afetando o ramo primário posterior (RPP)
- 4) Pós-punção lombar ou mielografia
- 5) Pós-operatório de Hérnia discal
- 6) Entrapment do ramo medial do RPP sob o ligamento mamilo-acessório
- 7) Proliferação óssea facetária lesando o RPP

## Falsos Positivos na Eletromiografia da Musculatura dos Membros (músculos que podem apresentar alterações decorrentes do envelhecimento ou por características próprias)

- 1) Extensor Curto dos Dedos - fibrilações
- 2) Abductor do Hálux e Gêmeo Interno - fasciculações
- 3) Iliopsoas - Descargas Repetitivas Complexas
- 4) Gastrocnêmio, Abductor do Hálux e Abductor do Quinto Dedo - padrão não interferencial
- 5) Músculos intrínsecos dos pés - alterações neurogênicas crônicas em idosos.

## Reflexo H (Hoffmann)

É um reflexo monossináptico, equivalente ao reflexo de estiramento dos músculos fásicos, em que o arco aferente consiste nas fibras sensitivas Ia do fuso muscular e no arco eferente das fibras motoras alfa.

Dentro da via avaliada estão as raízes sensitivas e motoras, não as avaliando especificamente, e podendo estar alterado em outras patologias, no caso de estimulação do n. Tibial, como nas neuropatias periféricas, plexopatias sacrais e lesão dos n. Ciático e Tibial.

Na prática, é útil para avaliar as raízes C6/C7 e S1 através da estimulação elétrica dos nervos Mediano e Tibial, respectivamente.

O critério de anormalidade é o aumento de latência no lado afetado comparativamente ao lado assintomático, o que torna difícil sua utilização em quadros bilaterais.

A valorização da amplitude do Reflexo H não é fidedigna, uma vez que esta pode ser significativamente alterada por uma ampla gama de fatores

voluntários e involuntários, devido a uma modulação flutuante do sistema nervoso central.

Também cabe lembrar que o Reflexo H pode encontrar-se ausente bilateralmente em idosos, após cirurgia discal, e inibido em indivíduos normais devido à interação entre influências segmentares e supra-segmentares do sistema nervoso central, conforme comentado.

Por outro lado, pode ocorrer um falso negativo em que exista uma radiculopatia de S1, inclusive com alterações eletromiográficas, e um Reflexo H normal, uma vez que é necessário haver um comprometimento mínimo de fibras nervosas na raiz para que ocorra alteração em sua latência.

Uma vantagem do Reflexo H em relação à Eletromiografia é que este pode apresentar alteração tão logo ocorra o dano neural, não havendo necessidade de aguardar que o processo de degeneração axonal se processe.

Assim, quando utilizado criteriosamente, é um método válido no diagnóstico neurofisiológico das radiculopatias.

## Resposta F

A exemplo do Reflexo H, também consiste em uma resposta tardia, mas, ao contrário do Reflexo H, não é um reflexo e sim uma descarga recorrente dos motoneurônios do corno anterior da medula a partir da estimulação supramáxima das fibras alfa.

Teoricamente a avaliação da resposta F tem utilidade no diagnóstico das radiculopatias por avaliar os segmentos mais proximais da unidade motora mas, conforme veremos a seguir, na prática, não é um método sensível e específico no diagnóstico desta patologia.

Na disfunção radicular pode haver aumento na latência da resposta F, especialmente quando comparada com o membro contralateral ou com outro nervo do mesmo membro, ou um reduzido número de respostas evocadas em relação ao número de estímulos utilizados.

Dado o curto segmento lesado (no caso a raiz nervosa) em relação à longa via percorrida pelo estímulo elétrico, a resposta poderá ser normal na vigência de uma radiculopatia, pois ocorre uma diluição do atraso ao longo do resto da via examinada.

Também pelo fato de que para obtermos a resposta F estimulamos um nervo periférico que é constituído de várias raízes nervosas, pode haver uma resposta normal, mesmo que exista a lesão de uma raiz nervosa devido a uma compensação por parte das raízes íntegras.

Como, em geral, as lesões radiculares envolvem apenas um determinado número de

axônios na raiz nervosa, podem ser poupados alguns axônios de condução rápida, que tornam a latência da resposta F normal.

Também como a resposta F só avalia a via motora, pode haver uma resposta normal em uma lesão radicular exclusivamente sensitiva.

A exemplo do Reflexo H, a Resposta F também encontra-se alterada em neuropatias periféricas e plexopatias, podendo gerar erros na interpretação dos achados.

## Estimulação de Raiz Nervosa

Através de um estímulo elétrico realizado por uma agulha monopolar localizada próxima ao processo espinhoso de uma determinada vértebra e registro em um músculo específico, obtém-se um potencial de ação motora.

Permanece controverso se a estrutura estimulada é a raiz nervosa ou o nervo espinhal. Caso de fato o último seja estimulado, o método não apresentaria nenhuma vantagem em relação à avaliação da velocidade de condução nervosa motora convencional<sup>6</sup>.

Também é importante salientar que esta técnica avalia apenas a raiz motora e que muitos pacientes não toleram a intensidade do estímulo da raiz ou do nervo espinhal.

## Potencial Evocado Somatossensitivo (PESS)

A exemplo do Reflexo H, é uma técnica capaz de avaliar a raiz sensitiva.

Potenciais evocados são registros eletrofisiológicos que representam discretas respostas elétricas do cérebro à estimulação sensorial específica.

Estas respostas são obtidas repetidamente e, por serem muito pequenas, necessitam ser promediadas através de um computador para que sejam isoladas, ou do próprio EEG, no caso de respostas corticais e de ruídos musculares e interferências, de maneira que possam ser analisadas. Os PESS têm recebido recentemente especial atenção como um novo método eletrofisiológico na avaliação das disfunções adiculares, permanecendo controversa porém sua real sensibilidade e especificidade.

Um dos motivos é que pode haver normalidade das respostas na vigência de lesão radicular por causa do curto segmento lesado na via estudada (no caso a raiz sensitiva), que é diluído pelo longo comprimento da via normal.

Por outro lado, os PESS rotineiramente são obtidos pela estimulação dos nervos mistos

plurisegmentares originados de múltiplas raízes, tornando difícil detectar alteração em uma só raiz.

Para melhorar a capacidade diagnóstica dos PESS nas radiculopatias, tem-se utilizado a estimulação de nervos sensitivos ou dermatômos que apresentam maior especificidade segmentar do que ao estimular nervos mistos.

Normalmente não se valoriza a amplitude das respostas isoladamente, já que mesmo em indivíduos normais pode haver uma variação de 50-70% entre uma série de estímulos e a outra em um mesmo nervo ou ao comparar um lado com outro. Por outro lado, ao utilizarmos o retardo da latência como critério diagnóstico, ao se utilizar 3 desvios padrões de intervalo de confiança, teremos uma variação do normal de 12 ms para a latência do nervo tibial (39,1 + 3,9 ms), que é uma variação muito grande. Além disso, comparações lado a lado podem atingir 8,8 ms de diferença em indivíduos normais<sup>6</sup>.

Devido a esta larga variação de valores normais é difícil identificar uma anormalidade, a menos que a resposta esteja marcadamente anormal ou ausente.

Estas peculiaridades praticamente restringem a utilização dos PESS ao diagnóstico de lesões graves, limitando sua utilização em detectar lesões iniciais ou incipientes.

Vários autores concluíram que a utilização dos PESS não é capaz de ser mais útil que a própria eletromiografia no diagnóstico neurofisiológico das radiculopatias<sup>4</sup>.

## Conclusão

A utilização da ENMG e dos PESS, por ser um método eletrofisiológico, complementa os demais métodos diagnósticos anatômicos (radiografia, mielografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética).

Como é um exame que, além de ser isento de complicações e altos custos financeiros, pode ser realizado ambulatorialmente, deve sempre que possível preceder os demais.

Por outro lado, os métodos diagnósticos radiológicos podem não indicar a severidade da lesão radicular e nem o prognóstico da mesma. Além disso, os achados radiológicos podem não ter significância clínica.

Através das técnicas de diagnóstico neurofisiológico é possível detectar a presença, severidade, prognóstico e, fundamentalmente, a relevância funcional de uma lesão anatômica.

Em pacientes submetidos a cirurgia por compressão radicular, a avaliação de queixas pós-operatórias pode ser difícil, exceto por meios

neurofisiológicos, especialmente se estes estudos forem comparados com exames pré-operatórios.

Também em radiculopatias não compressivas, como no Diabetes e Herpes Zoster, não existem alterações nos exames radiológicos.

Ao longo dos anos foi sendo incorporada à eletroneuromiografia uma série de novas técnicas, descritas acima, que visam a aumentar a capacidade dos métodos neurofisiológicos no diagnóstico das radiculopatias.

Apesar da utilização das mais diversas técnicas, nenhuma mostrou-se superior à própria Eletromiografia, que curiosamente foi o primeiro método neurofisiológico utilizado no diagnóstico das radiculopatias.

Cabe ao neurofisiologista conhecer uma ampla gama de outras patologias que causam dor irradiada para os membros por lesão de outras estruturas que não a raiz nervosa. Como a ENMG e os PESS são uma extensão do exame clínico, é importante uma correta avaliação clínica e neurofisiológica destes pacientes, que poderão apresentar quadros algícos agudos e que poderão sugerir compressão radicular.

Finalmente, deve o neurofisiologista realizar uma análise crítica dos vários testes eletrofisiológicos, conhecendo seu valor e limitações, para desta forma abordar corretamente o paciente com suspeita de radiculopatia.

## Referências Bibliográficas

1. AMINOFF, M.J. et al. - Electrophysiologic evaluation of lumbo sacral radiculopathies: electromyography, late responses, and somatosensory evoked potentials. **Neurology** 35:1514-1518, 1985.
2. BENECKE, R.; CONRAD, B. - The distal sensory nerve action potential as a diagnostic tool for differentiation of lesions in dorsal roots and peripheral nerves. **J. Neurol.** 223-231, 1980.
3. DUMITRU, D. - Radiculopathies. In: \_\_\_\_\_. **Electrodiagnostic medicine**. Philadelphia, Hanley R Belfus, 1995, cap 13, p. 523-584.
4. JOHNSON, E.W.; STOCKIN, R.; LA BAN, M.M. - Use of electrodiagnostic examination in an university hospital. **Arch. Phys. Med. Rehabil.** 46:575-578, 1965.
5. \_\_\_\_\_. MELVIN, J.I. - Value of electromyography in lumbar radiculopathy. **Arch. Phys. Med.** 52:239-243, 1971.
6. \_\_\_\_\_. - Advances in electrodiagnosis. In: KOTTKE, F.J.; AMATE, E.A. **Clinical advances in physical medicine and rehabilitation**. Pan American Health Organization :101-118, 1991. (Scientific Publication, 533)
7. McCOMAS, A.J. - The double crush syndrome. In: \_\_\_\_\_. **Neuromuscular function and disorders**. Butterworths, 1977, cap. 23, p. 253-262.
8. OUDENHOVEN, R.C. - The role of laminectomy, facet rhizotomy and epidural steroids. **Spine** 4(2):145-147, 1979.
9. PARRY, G.J. - Diseases of spinal roots. In: DICK, P.J.; THOMAS, P.K. **Peripheral Neuropathy**. 3ª ed. Philadelphia, WB Saunders Company, 1993, cap. 47, p. 899-910.
10. WILBOURN, A.J.; AMINOFF, M.J. - AAEE minimonograph 32: the electrophysiologic examination in patients with radiculopathy. **Muscle Nerve** 11:1099-1114, 1988.
11. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. - Radiculopathies. In: BROWN, W.F.; BOLTON, C.F. **Clinical electromyography**. Butterworth-Heinemann, Second Edition, 1993, cap 7, p.175-210.