

ELETROMIOGRAFIA DOS MÚSCULOS EXTRÍNSECOS DO ÓLHO (*)

CELSON ANTONIO DE CARVALHO (São Paulo) (**)

O presente trabalho, resultado de uma ampla revisão da literatura oftalmológica dos últimos dez anos, tem por objetivo expôr os conhecimentos atuais ao comportamento eletromiográfico dos músculos extrínsecos oculares em condições normais e em algumas condições clínicas. Com esta finalidade dividimos êste relatório em alguns tópicos e apresentamos no final do mesmo uma lista das mais importantes referências bibliográficas para o estudo da eletromiografia ocular.

CONCEITO GERAL E IMPORTÂNCIA DA ELETROMIOGRAFIA

A eletromiografia consiste no registro da atividade elétrica dos músculos e nervos.

A eletromiografia tem permitido uma melhor compreensão dos fatores inervacionais envolvidos na atividade muscular. De início o grande interesse da eletromiografia foi laboratorial, hoje, porém, constitui-se em método útil para confirmar e ilustrar o processo neuro-muscular responsável por um determinado quadro clínico. Não se trata de um método de ambulatório, pois necessita freqüentemente da cooperação de técnicos em eletrônica e em eletrofisiologia. Não se trata de um método para dilettantes, já que exige uma sólida experiência para sua correta utilização e interpretação.

Muitos são aqueles que têm comparado o valor dos achados eletromiográficos às informações obtidas através da tonografia no estudo da hipertensão intra-ocular. De fato, freqüentemente, os dados obtidos com qualquer dos dois métodos se constituem em elemento informativo de valor decisivo para o diagnóstico. Para tanto, porém, as informações fornecidas pela eletromiografia dos músculos extrínsecos oculares exigem uma cuidadosa e judiciosa avaliação de tôdas as possibilidades clínicas sugeridas pelo exame neuro-oftalmológico.

O grande interesse da eletromiografia reside nas possibilidades que oferece para uma melhor caracterização das miopatias e lesões dos neurônios periféricos. Os diagnósticos etiológicos são em geral difíceis, mas os traçados obtidos permitem conhecer a extensão, gravidade, progresso da re-

(*) Tema Oficial do XIV Congresso Brasileiro de Oftalmologia: Recentes Progressos na Propedêutica Oftalmológica.

(**) Professor Assistente e Livre Docente da Clínica Oftalmológica da F.M.U.S.P. (Serviço do Prof. Paulo Braga de Magalhães).

geração e, até certo ponto, o prognóstico da perturbação neuro-muscular em questão.

É essencial conhecer e compreender com exatidão os potenciais de ação dos músculos quando da introdução de um eletrodo no corpo muscular.

O impulso nervoso é originado no corpo celular do neurônio e distribuído através do axônio e suas ramificações às células musculares inervadas pelo mesmo. Assim sendo, a unidade motora é constituída por uma célula motora, seu cilindro-eixo e fibras musculares. Cada neurônio inerva dezenas de fibras musculares, achando-se estas irregularmente distribuídas no corpo muscular, entre fibras musculares de outras unidades motoras.

O número de fibras musculares inervadas por um neurônio, isto é, o número de fibras musculares dependentes de uma unidade nervosa é tanto menor quanto mais elevada e complexa for a atividade motora. Assim, músculo extensor comum dos dedos é considerado como possuindo cerca de 165 fibras musculares por unidade nervosa. Por outro lado, os músculos extra-oculares têm cinco a dez fibras musculares para cada unidade nervosa.

Os potenciais de ação dos músculos são pequenos e expressos em micro-volts, sendo necessário ampliá-los para que sejam registrados.

Os potenciais devem ser caracterizados de acordo com a amplitude (em geral da ordem de 100 micro-volts), duração (1 a 2 mili-segundos) e frequência (5 a 150 por segundo). Por outro lado, a duração média é igualmente importante em eletromiografia ocular, fornecendo informações às vezes mais significativas do que aquelas representadas pelos aspectos anteriormente citados.

EQUIPAMENTO E TÉCNICA

Os eletromiógrafos atualmente utilizados constam essencialmente de um amplificador, ligado a um alto-falante (para a reprodução sonora das descargas elétricas) e de um osciloscópio de raios catódios (para a visualização dos potenciais).

Além destes elementos essenciais é necessário que se tenha associado a este equipamento um gravador de fita magnética (que permite fixar e reproduzir as variações registradas para posteriores análises), máquina fotográfica ou filmadora (com o que se consegue fotografar ou filmar aquilo que se visualiza no "écran" do osciloscópio).

O equipamento utilizado permite o registro de mais de um músculo simultaneamente, apresentando para tanto, numerosos canais. São comumente providos de um integrador, que permite somar a energia desenvolvida em um determinado tempo, somação esta que é função da amplitude e frequência dos potenciais.

O eletrodo utilizado para captar os potenciais em eletromiografia é em geral de tipo concêntrico, monofilar preparado de agulhas de calibre fino, em geral 0,3 mm e com comprimento de 30 mm de extensão, exceção feita da extremidade que deve ficar exposta.

Portanto, o equipamento eletromiográfico consta de eletrodos que captam os potenciais, que por sua vez são levados a amplificadores, onde

finalmente são analisados visualmente (através de um osciloscópio de raios catódicos) e auditivamente (através de um osciloscópio de raios catódicos) e auditivamente (através de alto-falantes), registrando-se os potenciais elétricos em fitas magnéticas ou em filmes fotográficos.

Todo este equipamento é instalado em compartimentos devidamente protegidos contra interferências e ligados à terra.

A eletromiografia é em si, simples e indolor. A introdução dos eletrodos no corpo muscular é destituída de complicações secundárias. Utilizando-se eletrodos finos e delicados evita-se na maior parte das vezes a ocorrência de hemorragias sub-conjuntivais e do corpo muscular. As ceratites de exposição são evitadas pela instilação constante de soluções de metil-celulose.

A introdução dos eletrodos deverá ser feita colocando-se um blefarostato comum em um olho previamente anestesiado (superficialmente) pela instilação de gotas de uma solução fraca de cocaína. O músculo é fixado com uma pinça de fixação e o eletrodo é introduzido através da conjuntiva bulbar, a mais ou menos 8 mm do limbo, procurando-se penetrar no corpo muscular passando, antes, através do tendão do músculo. Assim fazendo, conseguimos quase sempre que o eletrodo permaneça em posição adequada durante todo o exame.

Quando se introduz o eletrodo, registramos de início, potenciais de alta frequência, que correspondem à resposta muscular dada à estimulação mecânica. Estes potenciais são denominados "potenciais de inserção". Segue-se um silêncio elétrico, que corresponde ao músculo em repouso, o que raramente conseguimos verificar na eletromiografia dos músculos extrínsecos do olho.

Em seguida, quando o músculo entra em atividade, quando o mesmo se contrai voluntariamente, observa-se um aumento crescente do número de potenciais, fenômeno este, que poderá ser considerado em três fases, ou sejam:

- 1) Fase simples — potenciais elétricos simples que se repetem a intervalos de 2 a 12 m.sec.
- 2) Fase intermediária correspondente a maior número de potenciais.
- 3) Estágio de contração máxima com a atividade de todas as fibras musculares e a produção de potenciais de interferência.

Os músculos extrínsecos oculares têm uma baixa relação inervacional, em virtude da delicada e complexa natureza de sua atividade motora. Por outro lado, os músculos extrínsecos oculares não apresentam repouso ou silêncio elétrico, como o que se observa nos músculos esqueléticos. O músculo esquelético passa do repouso ou silêncio elétrico para a descarga progressivamente crescente de algumas unidades motoras.

Além do eletrodo explorador (aquêle se insere no interior do corpo muscular) existe um eletrodo ligado à terra, que, no caso da eletromiografia ocular, é de preferência aplicado em um dos membros superiores.

Em todos os trabalhos publicados, desde BJÖRK, consideram-se os seguintes valores como normais para a atividade muscular dos músculos extrínsecos oculares: amplitude da ordem de 50-60 mV; duração de 1 a 2 m.sec.; frequência da ordem de 150 por segundo.

Êstes valores são extremamente variáveis e dependem em grande parte da posição do eletrodo no corpo muscular e da distância em relação à fibra muscular. Discretas modificações de posição do eletrodo causam aumentos ou reduções enormes na amplitude dos potenciais.

A despeito das variações de posição que a agulha (eletrodo) possa sofrer no interior do corpo muscular, os traçados eletromiográficos apresentam uma reproducibilidade surpreendente. BREININ afirma mesmo, que uma unidade motora descarrega uniformemente, na mesma posição do olhar, por mais de hora, sem que se note qualquer alteração de amplitude e frequência dos potenciais.

Neste ponto, seria interessante ressaltar um fato verificado por BJÖRK e posteriormente confirmado por BREININ e outros autores, de que os movimentos passivos do olho realizados através de uma pinça não alteram a atividade muscular, que é sempre dependente unicamente do esforço voluntário. A oclusão dos olhos não modifica as características dos potenciais, que somente são influenciados pela atividade do olhar. A fixação de um objeto serve somente para que se realize um determinado movimento ocular, com certa amplitude, sendo sempre o tamanho dos potenciais independente da atividade visual.

CINÉTICA DOS MÚSCULOS EXTRÍNSECOS OCULARES NORMAIS

Os dados acumulados na literatura através da exploração eletromiográfica dos músculos extrínsecos oculares normais, poderá ser assim resumidamente apresentada:

1 — Os músculos extrínsecos oculares são sempre ativos na posição primária do olhar, sendo difícil obter o silêncio elétrico correspondente ao repouso muscular.

2 — Nas duções, os músculos diretamente envolvidos são progressivamente excitados e os antagonistas são progressiva e ativamente inibidos.

3 — Nas versões rápidas ou "saccadic movements" dos olhos, os músculos agonistas sofrem um aumento rápido dos potenciais, ao passo que os antagonistas sofrem equivalente inibição. Os estímulos que em geral desencadeiam estas versões rápidas são apresentados pelas modificações ou deslocamentos súbitos da posição da imagem retiniana do seu ponto inicial de fixação. Assim sendo, êstes movimentos dependem da atividade visual e não da própria percepção dos músculos. Por outro lado, é difícil conciliar esta afirmação com o que acontece no movimento de acompanhamento de objetos que se movimentam ("following movements"), que também depende do estímulo visual, mas que apresentam eletromiograficamente um padrão inervacional semelhante ao verificado nas versões (PARKS).

4 — Nas vergências, os seguintes fenômenos são habitualmente observados eletromiograficamente:

a) Os movimentos de convergência são caracterizados por uma progressiva descarga elétrica dos músculos reto medial de ambos os olhos, notando-se potenciais que aumentam de amplitude e de frequência. Simultaneamente, os músculos reto lateral de ambos os olhos exibem uma progressiva inibição que se caracteriza por uma redução de amplitude e frequência dos potenciais. Quando o ponto próximo de convergência é ultrapassado, o olho que deixa de fixar se desvia lateralmente, surgindo aumento brusco da atividade elétrica do músculo reto lateral e a paralela redução da atividade motora do reto medial do mesmo olho. O olho que mantém a fixação conserva as mesmas características inervacionais.

b) Os movimentos de divergência são ativos, independentes e com centro próprio, caracterizando-se, portanto, por uma atividade inervacional ativa. O centro de divergência é ainda discutido, podendo ser considerado ainda como desconhecido. Por outro lado, pacientes com lesão de tronco cerebral e com paralisia de divergência mostram nos traçados eletromiográficos realizados por BREININ uma queda da atividade motora do músculo reto lateral, o que estaria de acordo com a existência naquele local de um centro para divergência.

5 — Nas versões, os músculos extrínsecos oculares encarregados tanto dos movimentos horizontais, como dos movimentos verticais, são ativos na posição primária do olhar. Os músculos extrínsecos verticais têm sua atividade elétrica praticamente inalterada nos movimentos oculares realizados no plano horizontal. Os músculos extrínsecos horizontais por sua vez, têm a sua atividade elétrica praticamente inalterada, e constante nos movimentos oculares no plano vertical. Estes fatos substanciam a lei da “co-atividade dos músculos extrínsecos do olho”.

Nos movimentos horizontais e nos movimentos verticais (versões) do olhar, observa-se um aumento da atividade elétrica dos músculos agonistas e uma paralela inibição e redução da atividade elétrica dos antagonistas.

Nas posições terciárias os músculos extrínsecos oculares apresentam atividade elétrica predita pelas leis de inervação recíproca. A aplicação destas leis nas “síndromes A e V” não é clara, desde que os traçados eletromiográficos obtidos somente refletem a atividade muscular na posição final do olhar.

Sob a atividade simultânea dos músculos extrínsecos oculares BREININ resume com esta frase a participação de cada um dos músculos:

“Qualquer componente de adução ou abdução que se manifeste nos músculos retos verticais ou oblíquo será o resultado da relação entre o plano de contração muscular e o centro de rotação do globo ocular”.

6 — O músculo elevador da pálpebra superior tem sua atividade elétrica máxima no olhar para cima e mínima no olhar para baixo. Não parece haver diferença inervacional entre os músculos elevador da pálpebra superior e reto superior. Por outro lado, BLODI e col. verificaram que o bloqueio do gânglio estrelado por agentes farmacológicos não altera a ati-

vidade elétrica do músculo elevador da pálpebra do mesmo lado, não contribuindo, portanto, o sistema nervoso simpático significativamente para a inervação do músculo elevador da pálpebra superior.

7 — O músculo orbicular das pálpebras tem uma atividade elétrica intermediária entre os músculos extrínsecos do olho e os músculos esqueléticos.

8 — O músculo extrínseco ocular mais difícil de ser examinado eletromiograficamente é o músculo oblíquo superior. O músculo oblíquo inferior é em geral estudado pela introdução do eletrodo através da pele logo acima do rebordo orbitário inferior.

9 — Durante o sono anestésico observa-se uma rápida perda da atividade elétrica das unidades motoras, até um completo silêncio elétrico. À medida que o plano anestésico se modifica, e a anestesia se torna mais superficial, vemos surgir alguns potenciais isolados, que logo desaparecem quando a anestesia se torna mais profunda. A posição assumida pelos olhos durante a anestesia é passiva por falta de contração muscular e naturalmente ditada por fatores mecânicos e anatômicos. A posição anatômica de repouso é obtida somente na anestesia profunda e em geral corresponde a uma posição de divergência.

10 — Durante o sono não anestésico observam-se descargas rítmicas com breves intervalos de silêncio elétrico. Estas observações foram feitas por BREININ combinando traçados eletromiográficos e oculográficos, de tal forma que assim conseguiu associar os movimentos espontâneos do globo ocular e atividade elétrica dos músculos extrínsecos.

11 — A noção de posição dos olhos em função de mensagens oriundas dos músculos extrínsecos oculares tem sido combatida e negada por aqueles que emprestam importância aos estímulos visuais como elementos únicos informadores e determinantes da posição dos globos oculares.

Os seguintes fatos relativos à propriocepção dos músculos extrínsecos oculares têm sido observados através da eletromiografia:

a) Os potenciais dos músculos extrínsecos oculares decrescem radicalmente quando os músculos são separados de sua inserção do globo ocular. Os potenciais, embora diminuídos, continuam a existir quando algum ligamento mantém o músculo parcialmente em posição, impedindo a sua completa retração para dentro da órbita.

b) Os músculos desinseridos da esclerótica e completamente retraídos na órbita deixam de apresentar potenciais elétricos. Assemelham-se, então, aos músculos esqueléticos quando em repouso. Os potenciais elétricos são observados apenas quando se tenta dirigir o olhar para o campo de ação do músculo desinserido.

c) As descargas elétricas recíprocas de antagonistas e agonistas desaparecem dos músculos desinseridos do globo ocular.

Em face dos fatos até aqui citados conclui BREININ que os músculos extrínsecos oculares na posição primária do olhar não apresentam silêncio em virtude de um certo grau de tensão que é determinado pela inserção escleral. Não é possível aumentar a atividade elétrica correspondente ao

estado de tensão do músculo inserido na esclerótica. O estado de tensão estática é básica e não poderá ser aumentada além de certo limite.

A perda da relação de reciprocidade entre antagonistas e agonistas que desaparece depois da desinserção escleral de um músculo extrínseco do olho é, segundo BREININ, a expressão de que a desinserção muscular elimina a via aferente do mecanismo que mantém a referida relação.

d) CHRISTMAN sugeriu que o mecanismo reflexo associado com os fusos musculares sensoriais dos músculos extrínsecos oculares dependeria das informações por eles fornecidas a centros sub-corticais, através de movimentos delicados dos olhos (micronistagmo) que estão sempre presentes durante a fixação de um objeto em condições normais. Estes impulsos são próprioceptivos das extremidades.

COOPER, DANIEL e WHITTERIDGE descreveram os chamados "muscle spindle stretch receptors", registrando eletromiograficamente a atividade elétrica de tensão dos pares cranianos terceiro, quarto e sexto via quinto par até o tronco cerebral.

Em face destes fatos os autores que têm cuidado deste aspecto concluem admitindo que é necessário aceitar a existência de um mecanismo próprioceptivo para os músculos extrínsecos do olho, ainda que este mecanismo possa não ser o único e nem o mais importante para informar da posição dos olhos.

12 — A atividade de algumas drogas tem sido também estudada eletromiograficamente nos músculos extrínsecos oculares. Assim sendo, seria de interesse lembrar os seguintes aspectos:

a) LEOPOLD e col. verificaram que algumas drogas anti-colinérgicas, como por exemplo, a neostigmine e o brometo de demecarium, quando instilados localmente podem determinar um aumento da atividade elétrica dos músculos extrínsecos do olho.

b) KORNBLUETH e col. verificaram que o tensilon determina um aumento da pressão intra-ocular e que este aumento é proporcional ao aumento da atividade elétrica dos músculos extrínsecos do olho. Estas determinações foram feitas em pacientes normais e em pacientes portadores de miastenia gravis. Em normais, a referida droga não modificou nem a pressão intra-ocular nem as características da atividade elétrica do músculo extrínseco estudado eletromiograficamente. Estes mesmos autores estudaram a atividade da succinilcolina, que também foi capaz de determinar uma elevação da pressão intra-ocular simultânea com aumento da atividade muscular.

c) DILLON e col. observaram que a succinilcolina, que tem efeitos curarizantes, determina um marcado aumento da contração dos músculos extrínsecos oculares, com simultânea elevação da pressão intra-ocular, fazendo com que esta droga não seja usada em intervenções intra-oculares realizadas sob anestesia geral.

13 — O aumento da atividade motora dos músculos extrínsecos oculares determinam um simultâneo aumento da pressão intra-ocular, que não é impedido pela injeção retrobulbar de soluções anestésicas (KORNBLUETH).

NEUROPATIAS E MUSCULOPATIAS OCULARES

As perturbações neurológicas da motricidade extrínseca ocular constituem o principal campo de informações proporcionado pela eletromiografia. Assim sendo, consideraremos uma série de condições, referindo os principais achados eletromiográficos relatados na literatura.

1 — A neuropatia diabética em Oftalmologia caracteriza-se em geral pelo comprometimento dos músculos inervados pelo terceiro par craniano. O traçado eletromiográfico quase sempre é silencioso e, no dizer de BREININ, característico de lesão do neurônio periférico ou tronco nervoso e, menos comumente observado em lesões nucleares. Este período de silêncio elétrico dura de dez dias a duas semanas, seguindo-se depois o aparecimento de potenciais de fibrilação. O silêncio elétrico é indicativo de bloqueio de condução do estímulo nervoso por compressão ou ação de tóxico. O desaparecimento do agente responsável permite o restabelecimento da atividade muscular e, portanto dos potenciais. Na neuropatia diabética observa-se também uma perturbação da reciprocidade inervacional encontrada em músculos oculares normais.

2 — A distrofia muscular progressiva caracteriza-se por potenciais de baixa voltagem e com amplitude reduzida, porém, com descargas numericamente abundantes. A diminuição da amplitude dos potenciais decorre da redução do número de fibras musculares normais, surgindo descargas elétricas regulares às tentativas de movimentação dos olhos. Os potenciais não se modificam pela injeção de drogas antimiaستénicas. Os achados eletromiográficos indicam que a doença é o resultado de uma lesão da fibra, e não como se pensou de início, o resultado de uma lesão das células ganglionares dos núcleos correspondentes aos nervos encarregados dos músculos extrínsecos oculares.

3 — A miastenia gravis caracteriza-se eletromiograficamente por potenciais de características individuais normais no início do exame, mas que com o correr da contração muscular diminuem de amplitude e de frequência pela fadiga.

BOUDET e col. verificaram três tipos de traçados eletromiográficos nos músculos extrínsecos do olho, ou sejam:

- 1.º) Diminuição progressiva da amplitude dos potenciais, sem modificação da frequência;
- 2.º) Extinção progressiva dos potenciais;
- 3.º) Potenciais de grande amplitude, mas de extinção rápida.

SEARS e col. têm verificado que os potenciais dos pacientes portadores de miastenia ocular apresentam-se de amplitude e frequência reduzida, até mesmo antes da queixa subjetiva de fadiga. Em alguns casos é, às vezes, possível um certo grau de comprometimento da fibra muscular.

Os testes farmacológicos realizados pela administração de prostigmine ou tensilon são na maioria das vezes elucidativos para o diagnóstico, fazendo com que desapareça a fadiga e os potenciais recuperem as suas características normais de amplitude e de frequência, muito embora, com

frequência, os pacientes continuem a apresentar diplopia e fadiga. É exatamente por isso, que quando fizemos a nossa comunicação no XI Congresso Brasileiro de Oftalmologia, realizado em Vitória — Espírito Santo — chamamos a atenção para a importância do teste eletromiográfico associado à administração, especialmente, de tensilon na veia. Com frequência observamos acentuada melhora do aspecto eletromiográfico, sem correspondente modificação clínica da movimentação ocular julgada objetiva e subjetivamente.

4 — Oftalmoplegias determinadas por tiroidopatias — As perturbações dos músculos extrínsecos dos olhos decorrem em geral, de um comprometimento transitório e reversível das fibras musculares. Por outro lado, em doze casos examinados por BREININ com oftalmoplegias decorrentes de disfunção de tireóide, somente um apresentava o quadro eletromiográfico indiscutível de comprometimento muscular. Na maioria dos casos examinados por aquele autor havia uma perturbação do traçado eletromiográfico indicativo de paralisia do tipo neurogênico.

A turgescência dos tecidos orbitários é a causa mais comum da limitação à mobilidade ocular, embora os músculos apresentem descargas elétricas normais.

Para PETERSEN e col. as oftalmoplegias decorrentes de tireoideopatias seriam o resultado de fraqueza muscular, de fatores tóxicos responsáveis por uma neuropatia ou infiltração e alterações verificadas no tecido conectivo interfibrilar. Segundo aquele autor, o quadro eletromiográfico é quase sempre complexo e difícil de ser interpretado.

5 — As lesões supranucleares são de difícil reconhecimento eletromiográfico porque as unidades motoras não são afetadas e sim a reciprocidade dos músculos extrínsecos e o padrão de descargas elétricas.

6 — Síndrome de HAROLD-BROWN-BREININ verificou que nestes casos o músculo oblíquo inferior apresenta descargas elétricas normais e que nestes casos a limitação de elevação em adução do globo ocular deverá ser decorrente de obstáculo mecânico.

7 — Síndrome de DUANE — Além das várias possibilidades sugeridas, a eletromiografia indica a possibilidade de que exista também, às vezes, um distúrbio central que faria com que o reto lateral fraco contraia somente quando do aumento da atividade motora do músculo reto medial, o que certamente contribuiria para a ocorrência de um enoftalmo em adução.

8 — Síndrome de MÖEBIUS (diplegia facial mais paralisia de abdução e de alguns outros músculos extrínsecos do olho e deficit mental) — A eletromiografia demonstrou segundo estudo de PAPST e col. que se trata de uma paralisia de tipo nuclear ou periférico associada a descargas elétricas de tipo supranuclear.

9 — Na moléstia de PARKINSON o tremor delicado observado quando do fechamento suave das pálpebras seria a atividade alternante de dois músculos agindo assincronicamente, isto é, o músculo elevador da pálpebra superior e o músculo orbicular. Estas observações foram feitas por LOEFFLER e col., que chamam a atenção para o fato de que este tremor somente ocorre nas posições de repouso, não havendo tremor quando as pálpebras

estão abertas. O tremor das pálpebras do paciente portador de moléstia de PARKINSON, em geral, se acentua com as tensões emocionais, com ruídos, etc.

Segundo LOEFFLER e col. os traçados eletromiográficos demonstram que enquanto o músculo orbicular relaxa, o músculo elevador da pálpebra superior exhibe descargas motoras irregulares. Verificaram também que nestes pacientes existe um alargamento do tempo de latência no reflexo de piscamento por estimulação mecânica na região da glabella e da superfície da córnea.

10 — O estudo do nistagmo parece se constituir em campo de excelentes possibilidades para a eletromiografia dos músculos extrínsecos do olho, conforme estudos de diversos autores. Tanto no nistagmo ópticocinético, como nos nistagmos vestibulares, os traçados obtidos são magníficos e demonstrativos de uma perfeita reciprocidade inervacional nos músculos extrínsecos do olho.

De tudo que transmitimos através da leitura da literatura, a eletromiografia ocular parece que encontra as suas maiores possibilidades no estudo das diferentes condições patológicas que afetam a mobilidade ocular. Por outro lado, são poucos e pouco significativos os ensinamentos que se obtêm no estudo dos chamados estrabismos concomitantes ou não paralíticos. A interpretação dos eletromiogramas nestes estrabismos é extremamente complexa e freqüentemente não conclusiva. A idade dos pacientes não favorece a realização destes exames, constituindo-se em séria limitação do método na prática clínica de indagação das causas destas freqüentes perturbações do aparelho sensorial e motor dos olhos.

De modo geral, poderemos dizer que os músculos extrínsecos oculares, como também os demais músculos esqueléticos, apresentam nas neuropatias uma redução das unidades motoras à contração muscular. Na interrupção completa verifica-se o desaparecimento de toda a atividade motora, surgindo potenciais chamados de fibrilação. Estes correspondem a potenciais espontâneos, pequenos, rítmicos e não relacionados à posição dos globos oculares. São o resultado de uma contração espontânea das fibras musculares isoladas e denervadas. Aparecem cerca de dez a quinze dias depois da denervação, podendo persistir por vários anos, embora com o tempo apresentem uma redução em número e freqüência. Surpreendentemente os músculos oculares quando paréticos nas neuropatias conservam uma elevada atividade motora, sendo extremamente difícil identificar os potenciais de fibrilação. A irregularidade dos potenciais, o intervalo entre as descargas e a amplitude dos potenciais nos dão com freqüência indicações mais valiosas do grau de comprometimento funcional do músculo em estudo.

À medida que a atividade motora se restabelece, verificamos o progressivo desaparecimento dos potenciais de fibrilação, surgindo potenciais chamados polifásicos, também de difícil identificação nos eletromiogramas dos músculos extrínsecos do olho. Os potenciais polifásicos são considerados como potenciais de regeneração.

O silêncio elétrico nos músculos oculares é raramente observado, mesmo nos casos de bloqueio completo do estímulo nervoso.

Nas lesões localizadas acima do neurônio motor periférico observamos potenciais normais, porém, com marcada perturbação da reciprocidade inervacional e assincronia das descargas elétricas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1— ALPPER, M. & WOLTER, J. M. — The relation of horizontal saccadic and vergence movements. *Arch. Opth.* **56**:685-690, 1956.
- 2— ALPPER, M. & ELLEN, P. — A quantitative analyses of the horizontal movements of the eyes in the experiment of Johannes Mueller. *Am. J. Opth.* **42**:289-296, 1956.
- 3— BJÖRK, A. — Electrical activity of human extraocular muscles. *Experientia* **8**:226-227, 1952.
- 4— BJÖRK, A. & KUGELBERG, E. — Motor unit activity in the human extraocular muscles. *Electroencephalog & Clin. Neurophysiol.* **5**:271-278, 1953.
- 5— BJÖRK, A. & KUGELBERG, E. — The electrical activity of the muscles of the eye and eyelids in various positions and during movement. *Electroencephalog & Clin. Neurophysiol.* **5**:595-602, 1953.
- 6— BJÖRK, A. — Electromyographic study of conditions involving limited motility of the eye, chiefly due to neurogenic paresis. *Brit. J. Opth.* **38**:538-544, 1954.
- 7— BJÖRK, A. — The electromyogram of the extraocular muscles in optokinetic nystagmus and in reading. *Acta Opth.* **33**:437-454, 1955.
- 8— BLODI, F. C. & VAN ALLEN, M. W. — Electromyography of extraocular muscles in fusional movements. I—Electrical phenomena at the breakpoint of tension. *Am. J. Opth.* **44**:136-143, 1957.
- 9— BLODI, F. C. & VAN ALLEN, M. W. — The effect of paralysis of the cervical sympathetic system on the electromyogram of extraocular muscles in the human, with particular reference to the striated levator in Horner's Syndrome. *Am. J. Opth.* **49**:679-683, 1960.
- 10— BLODI, F. C. & VAN ALLEN, M. W. — Electromyography in intermittent exotropia recording before, during and after corrective operation. *Docum. Opth.* **16**:2134, 1962.
- 11— BONNET, M. — Les manifestations oculaires des maladies primitives du muscle strié. *J. Med. Lyon*, **48**:867-892, 1965.
- 12— BORUCHOFF, S.A. & GOLDBERG, B. — Edrophonium (Tensilon) in diagnosis of ocular myasthenia gravis. *Arch. Opth.* **53**:718-723, 1955.
- 13— BOUDET, C.; COSTEAU, J. & LETE, E. — Doneés electromyographiques dans les paralysies oculaires. *Bull. Mem. Soc. Franc. Opthal.* **64**:781-796, 1961.
- 14— BOUDEU, M. G.; PEPIN, B. & AUFFRET, M. — Three cases of ocular myopathy. *Rev. Neurol.* **102**:173-177, 1960.
- 15— BREININ, G. M. & MODAVER, J. — Electromyography of the human extraocular muscles. *Arch. Opth.* **54**:200-210, 1955.
- 16— BREININ, G. M. — The nature of vergence revealed by electromyography. *Arch. Opthal.* **54**:407-409, 1955.
- 17— BREININ, G. M. — The aspects of ophthalmoneurologic diagnosis. *Arch. Opth.* **58**:388-392, 1957.

- 18— BREININ, G. M. — The nature of vergence revealed by electromyography. *Arch. Opth.* **58**:623-631, 1957.
- 19— BREININ, G. M. — Electromyographic evidence of muscular proprioception in man. *Arch. Opth.* **57**:176-180, 1957.
- 20— BREININ, G. M. — Electromyography — A tool in ocular and neurologic diagnosis. I — Miastenia gravis. *Arch. Opth.* **57**:161-164, 1957.
- 21— BREININ, G. M. — Electromyography — A tool in ocular and neurologic diagnosis. II — Muscle palsies. *Arch. Opth.* **57**:165-175, 1957.
- 22— BREININ, G. M. — The position of rest during anesthesia and sleep. *Arch. Opth.* **57**:323-326, 1957.
- 23— BREININ, G. M. — Quantitation of extraocular muscle innervation. *Arch. Opth.* **57**:644-650, 1957.
- 24— BREININ, G. M. — Analytic studies of the electromyogram of human extraocular muscles. *Am. J. Opth.* **46**:123-142, 1958.
- 25— BREININ, G. M. — A tool in ocular and neurological diagnosis. III — Supranuclear mechanisms. *Arch. Opth.* **59**:177-187, 1958.
- 26— BREININ, G. M. — Contribution of electromyography to strabismus. *Proc. Inst. Med. Chicago*, **22**:303-310, 1959.
- 27— BUCHTHAL, F. — Electromyography in paralysis of the facial nerve: general aspects. *Arch. Otolaryng.* **69**:717-722, 1965.
- 28— BUCHTHAL, F. — Einführung in die elektomyographie. Urban & Schwarzenburg, München, Berlin, 1958.
- 29— BURGER, M. A. — Aspect electromyographique du syndrome de Stilling-Duane. *Bull. Soc. Opthal. Franc.* **63**:554-559, 1963.
- 30— CHRISTMAN, F. H. & KUPFER, C. — Proprioception in extraocular muscle. *Arch. Opth.* **69**:824-829, 1963.
- 31— CARVALHO, C. A. — Eletromiografia no diagnóstico das afecções do aparelho óculo-motor. Comunicação no XI Congresso Brasileiro de Oftalmologia realizado em Vitória — Espírito Santo — em 1962.
- 32— CARVALHO, C. A.; LEVY, J. A.; SARAIVA, S. & SILVA, J. A. — Distrofia muscular progressiva. *Rev. Bras. Oft.* **18**:43-51, 1959.
- 33— COOPER, S.; DANIEL, P. & WHITTERIDGE, D. — Muscles spindles and other sensory endings in the intrinsic eye muscles. The physiology and anatomy of these receptors and their connection with the Brainstem. *Brain* **78**:564-572, 1955.
- 34— COOPER, S. & DANIEL, P. M. — Responses from the stretch receptors of the goats extrinsic eye muscles with an intact motor innervation quart. *J. Exper. Physiol.* **42**:22-230, 1957.
- 35— CORNSWEET, T. N. — Determination of the stimuli for involuntary drifts and saccadic eye movements. *J. Optic. Soc. Amer.* **46**:987-993, 1956.
- 36— DAVIDSON, S. I. — Ocular aspects of electromyography. *Brit. J. Opth.* **44**:394-405, 1960.
- 37— DAVIDSON, S. I. — The eye in dystrophia myotonica. With a report on electromyography of the extraocular muscles. *Brit. J. Opth.* **45**:183-196, 1961.
- 38— DILLON, J. B.; SABAWALA, P.; TAYLOR, D. B. & GUNTER, R. — Action of succinylcholine on extraocular muscles and intraocular pressure. *Anesthesiology*. **18**:44-49, 1957.
- 39— ESSLEN, E.; METENS, H. G. & PAPST, W. — Die oculären myopathien. *Nervenarzt*. **29**:10-16, 1958.

- 40— ESSLEN, F. & PAPST, W. — Die dedenstung der elektromyographie für die analyse von motilitätsstörungen der Augen. *Bibli. Ophthal.* Fasc. 57, 1961.
- 41— GANSTORPO, I. & KUPFER, C. — Mean duration of action potentials in intraocular muscles. As electromyographic study. *Arch. Ophth.* **64**: 744-750, 1960.
- 42— GAY, A. J.; BRODKEY, J. & MILLER, J. F. — Convergence retraction nystagmus and electromyographic study. *Arch. Ophth.* **70**:456-461, 1963.
- 43— HUBER, A. & LEHNER, F. H. — Zur elektromyographie der Augenmuskeln. *Ophthalmologica* **131**:238-247, 1956.
- 44— HUBER, A. & WIESENDANGER, M. — Über die chronisch progressive oculäre myopathien. *Ophthalmologica* **144**:29-48, 1962.
- 45— HUBER, A. — Electromyography of eye muscles. *Tr. Ophth. Soc. U.K.* **82**:455-472, 1962.
- 46— HUBER, A.; ESSLEN, E.; KLOTI, R. & MARTINET, A. C. — Zum problem des Duans-syndroms. V. Graffes. *Arch. für Ophthalmologie* **167**:169-191, 1964.
- 47— HUBER, A. — Topographische und aetiologische analyse von Augenmuskelerkrankungen im elektromyogram. *Ophthalmologica* **149**:359-374, 1965.
- 48— ISHIKAWA, S. — Electrophysiological analysis of myasthenia (Japanés). *Acta Ophth. Jap.* **68**:177-193, 1964.
- 49— JAMPOLSKY, A.; TAMLER, E. & MARG, E. — Artifacts and normal variations in human ocular muscle electromyography. *Arch. Ophth.* **61**:402-412, 1959.
- 50— KAMONCHI, T. — Electromyogram of the palsied extraocular levator muscles. *Japanese J. Ophthal.* **1**:30-34, 1957.
- 51— KYRAL, V.; KOMROKA, M.; PROCHZKA, Z. & ZOUKEK, R. — Experiences eith clinical electromyography of oculomotor muscles. *Cs. Oftal.* **19**:383-388, 1963.
- 52— KONTASAS, K. A.; KOKKINI, D. & KONSTAS, K. G. — Ophthalmic myopathy. *Acta Neurol. Psychiat. Hell.* **2**:27-37, 1963.
- 53— KORNBLUETH, W.; JAMPOLSKY, A.; TAMLER, E. & MARG, E. — Activity of the oculorotatory muscles during tonometry and tonography. An electromyographic study. *Arch. Ophth.* **62**:551-561, 1959.
- 54— KORNBLUETH, W. JAMPOLSKY, A.; TAMLER, E. & MARG, E. — Contribution of the oculorotatory muscles and intraocular pressure. A tonographic and electromyographic study of the effect of edrophonium chloride (Tensilon) and succinylcholine (Anectine) on the intraocular pressure. *Am. J. Ophth.* **49**:1381-1387, 1960.
- 55— KUKOKI, T. — Studies on discharge intervals of a single motor unit in the extraocular muscles. *Tohuku J. Exper. Med.* **66**:91-96, 1957.
- 56— KUKOKI, T. — Studies on discharge intervals os a single motor unit in the extraocular muscles. *Tohuku J. Exper. Med.* **66**:97-105, 1957.
- 57— KUKOKI, T. — Electromyography ofnexternal ocular muscles and some problems. *Ophthalmology* **2**:229-234, 1960.
- 58— LEOPOLD, I. H.; HEDGES, T. R.; MONTANA, J.; KRISHNA, N. & BECKETT, S. — Ocular myasthenia gravis. *Arch. Ophth.* **63**:544-547, 1960.
- 59— LOEFFLER, J. D.; SLATT, B. & HOYTT, W. F. — Motor abnormalities of the eyelids in Parkinson's diseases. Electromyographic observations. *Arch. Ophth.* **76**:178-185, 1966.

- 60— MAGEE, A. J. — Electromyogram of the extraocular muscles of the rabbit in situ. *Arch. Ophth.* **52**:212-220, 1954.
- 61— MAGEE, A. J. — Electromyogram of the lateral rectus muscles. *Am. J. Ophth.* **41**:275-285, 1956.
- 62— MAGGI, C. & MILLEFFIORINI, M. — Capacità cinetica e attivazione dei muscoli oculo-estrinseci. *Bull. Ocul.* **42**:799-812, 1963.
- 63— MAGGI, C. & MILLEFFIORINI, M. — La elettromiografia in neurooftalmologia. *Ann. Ottal.* **90**:188-202, 1964.
- 64— MAGGI, C. & MILLEFFIORINI, M. — L'ausilio dell'indagine elettromiografica dei muscoli oculo-estrinseci nei traumi orbitari. *Riv. Oto-Neuro-Oftal.* **38**:577-587, 1963.
- 65— MARG. E.; JAMPOLSKY, A. & TAMLER, E. — Elements of human extraocular electromyography. *Arch. Ophth.* **61**:258-269, 1959.
- 66— MARMO, T. — Stretch reflex in human extraocular muscle. I — Electromyographic studies on the stretch reflex in abnormal human extraocular muscle (Japonès). *Acta Soc. Ophth. Jap.* **68**:212-237, 1964.
- 67— MARMO, T. — Stretch reflex in human extraocular muscle. II — Electromyographic studies on the stretch reflex in abnormal human extraocular muscle. (Japonès). *Acta Soc. Ophth. Jap.* **68**:238-263, 1964.
- 68— MILLER, J. E. — Electromyographic pattern of saccadic eye movements. *Am. J. Ophth.* **46**:183-186, 1958.
- 69— MILLER, J. E. — The electromyography of vergence movement. *Arch. Ophth.* **62**:790-894, 1959.
- 70— MOMOSSE, H. — Studies on the action of the extraocular muscles in monocular movements by means of quantification of integrated EMG. *Jap. J. Ophth.* **61**:180-202, 1957.
- 71— NOORDEN, G. K. & BURIAN, H. M. — An eletro-ophthalmographic study of the behaviour of the fixation of ambliopic eye in light and dark adapted state. A preliminary report. *Am. J. Ophth.* **46**:68-77, 1958.
- 72— ONOE, K.; SUGASAWA, R. & GOTO, H. — Electromyographic and histopathological examination of disseminated encephalomyelitis in a dog, caused by inoculation with Lyssa-Vaccine. *Folia Ophth. Jap.* **14**:55-60, 1963.
- 73— ORLOWSKI, W. J. & WOJTOWICZ, S. — Is the Stiling-Turk-Duane Syndrome an independent pathological entity. I — electromyographic Proof. *Ophthalmologica* **144**:199-220, 1962.
- 74— ORLOWSKI, W. J. & WOJTOWICZ, S. — Étude du strabismo post-paralytique tardif para l'electromyographie. *Ann. d'Oculist.* **196**:592-606, 1963.
- 75— ORLOWSKI, W. J. & WOJTOWICZ, S. — Investigaçao eletromiografica das paralisias dos nervos oculomotores (Badania elektromiograficzne W. porazemiach nervu okorchowego). *Klin. Oczna.* **33**:146-166, 1963.
- 76— ORLOWSKI, W. J. & WOJTOWICZ, S.; SZKFEN, M. & RYKA, J. — L'electromyographie de l'orbiculaire dans quelques maladies atrophiantes de la face. *Bull. Soc. Franc. Ophtal.* **76**:242-263, 1963.
- 77— PAPST, W.; ESSLEN, E. & MERTENS, H. G. — Klinische erfahrungen mit der elektromiographie bei oculären myopathien. *Deut. Ophth. Gessel.* in Heidelberg, 1957.
- 78— PAPST, W.; ESSLEN, E. & MERTENS, H. G. — Die okuläre muskeldystrophie. *Klin. Mon. für Augenheilkunde* **132**:691-707, 1958.

- 79— PAPST, W. & ESSLEN, E. — Eletromyographic findings in Mœbius syndrome. *Klin. Mon. für Augenheilkunde* **137**:401-410, 1960.
- 80— PAPST, W. & ESSLEN, E. — The basis of electromyography in Ophthalmology. *Ophthalmologica* **141**:191-219, 1961.
- 81— PAPST, W. — Motilitätsstörungen der augen infolge paradoxer innervation. *Klin. Mon. für Augenheilkunde* **141**:199-209, 1962.
- 82— PAPST, W. — Neurological significance of disturbances in ocular motility. *Brit. Orthop. J.* **20**:1-10, 1963.
- 83— PARKS, M. — Strabismus — Annual review for 1957. *Arch. Ophth.* **60**:139-170, 1958.
- 84— PETERSEN, I.; TENGROTH, B.; SELTDEN, U. & LINNER, E. — Electromyographic study of the eye muscles in endocrine exophthalmos. *Acta Ophth.* **39**:171-181, 1961.
- 85— SATO, S. — The use of electromyography in Ophthalmology. I — EMG studies of the innervation of the ocular orbicular muscle. *Pract. Ophth. (Tokio)* **53**:699-700, 1959.
- 86— SATO, S. — The use of electromyography in Ophthalmology. II — EMG studies of the part played by the frontal muscle in palpebral movement. *Pract. Ophth. (Tokio)* **53**:701-703, 1959.
- 87— SCHULZ, A. O.; VAN ALLEN, M. W. & BLODI, F. C. — Endocrine ophthalmoplegia. With an electromyographic study of paretic extraocular muscles. *Arch. Ophth.* **63**:217-225, 1960.
- 88— SEARS, M. L.; TEASDALL, R. D. & STONE, H. H. — Stretch effects in human extraocular muscles. — An electromyographic study. *Bull. Johns Hopkins Hosp.* **104**:174-178, 1959.
- 89— SEARS, M. L.; WALSH, F. B. & TEASDALL, R. D. — The electromyogram from ocular muscles in myasthenia gravis. *Arch. Ophth.* **63**:791-798, 1960.
- 90— STEIDL, A. M.; OSWALD, A. J. & KOTTKE, F. J. — Myasthenia syndrome with associated neuropathy. Report of a case under curare therapy. *Arch. Neurol.* **6**:451-461, 1962.
- 91— STUART, J. A. — A technique for extraocular electromyography in chronic animals. *Am. J. Ophth.* **51**:1157-1160, 1961.
- 92— TAMLER, E.; JAMPOLSKY, A. & MART, E. — Electromyographic study of following movements of the eye between tertiary positions. *Arch. Ophth.* **62**:804-809, 1959.
- 93— TAMLER, E.; JAMPOLSKY, A. & MARG, E. — An electromyographic study of assymetric convergence. *Am. J. Ophth.* **46**:174-182, 1958.
- 94— TAMLER, E.; JAMPOLSKY, A. & MARG, E. — Electromyography in strabismus. *Calif. Med.* **90**:437-439, 1959.
- 95— TAMLER, E.; JAMPOLSKY, A.; MARG, & MAWRATSKI, I. — Electromyography of human saccadic eye movements. *Arch. Ophth.* **62**:657-661, 1959.
- 96— TAMLER, E.; JAMPOLSKY, A. & MARG, E. — Electromyographic study of following movements of the eye between tertiary positions. *Arch. Ophth.* **62**:804-809, 1959.
- 97— TAMLER, E.; MARG, E. & JAMPOLSKY, A. — Electromyographic study of coactivity of human extraocular muscles in following movements. *Arch. Ophth.* **61**:270-273, 1959.
- 98— TEASDALL, R. E. & SEARS, M. L. — Ocular myopathy. *Arch. Neurol.* **2**:281-292, 1960.

- 99— VAN ALLEN, M. W. & BLODI, F. C. — Neurologic aspects of the Möebius syndrome. *Neurology* **10**:240-249, 1960.
- 100— VAN ALLEN, M. W. & BLODI, F. C. — Electromyographic study of reciprocal innervation in blinking. *Neurology* **12**:371-377, 1962.
- 101— VIALLEFONT, H.; PASSOUAUT, P.; COSTEAU, J. & LÉTÉ, E. — Données électromyographiques dans quelques cas de Nystamus. *Bull. Soc. Franc. Ophthalm.* **64**:797-805, 1961.
- 102— WESTHEIMER, C. — Mechanian of saccadic eye movements. *Arch. Ophth.* **52**:710-718, 1954.
- 103— WESTHEIMER, C. & MITCHEL, A. M. — Eye movement responses to convergence stimuli. *Arch. Ophth.* **55**:848-856, 1956.