

**MARIANE M. FONSECA**

**MOVIMENTOS OCULARES DE RASTREIO LENTO,  
SACÁDICOS E NISTAGMO OPTOCINÉTICO EM ADULTOS  
NORMAIS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
curso de Pós-Graduação em  
Neurologia/Neurociências da Faculdade de  
Ciências Médicas da Universidade Estadual  
de Campinas, para obtenção do título de  
Mestre em Neurociências

**Campinas**

**1997**

733m

2314/BC

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS**

**MARIANE MEIRELLES FONSECA**

**MOVIMENTOS OCULARES DE RASTREIO LENTO, SACÁDICOS  
E NISTAGMO OPTOCINÉTICO EM ADULTOS NORMAIS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
curso de Pós-Graduação em  
Neurologia/Neurociências da Faculdade de  
Ciências Médicas da Universidade Estadual  
de Campinas, para obtenção do título de  
Mestre em Neurociências

**Orientador : Prof. Dr. Oscar Maudonnet**

**Campinas**

**1997**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS  
UNICAMP**

F733m

Fonseca, Mariane Meirelles

Movimentos oculares de rastreo lento, sacádicos e nistagmo optocinético em adultos normais / Mariane Meirelles Fonseca. Campinas, SP : [s.n.], 1997.

Orientador : Oscar Antonio Queiroz Maudonnet

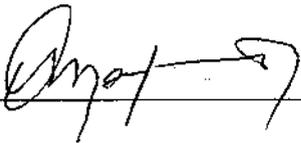
Tese (Mestrado) Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas.

1. Equilíbrio. 2. Nistagmo. I. Oscar Antonio Queiroz Maudonnet. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

## Banca Examinadora de Dissertação de Mestrado

Orientador:

Membros:

1.  \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3.  \_\_\_\_\_

Curso de Pós-Graduação em Neurociências/Neurologia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas

Data:     /     /

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação de Mestrado apresentada à Pós-Graduação em Neurologia/Neurociências da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Neurociências pela Fonoaudióloga MARIANE MEIRELLES DA FONSECA.

CPGN/FCM/UNICAMP, 25 de julho de 1997

  
OSCAR ANTONIO QUEIROZ MAUDONNET  
Orientador (cont. 04421 8)

## AGRADECIMENTOS

À Sylvia, Lineu, André, Gisele, Camila, Priscila e Márcio, minha família;

Ao Prof. Lineu Corrêa Fonseca, que, mais uma vez, contribuiu de forma definitiva para minha formação;

Ao Prof. Dr. Oscar Antonio de Queiróz Maudonnet, pela orientação nesta pesquisa;

À Tininha, pela amizade, incentivo e colaboração;

Ao Francis, pela grande contribuição no planejamento e desenvolvimento desta pesquisa;

À Clínica de ORL do Instituto Penido Burnier, pela oportunidade de realizar esta pesquisa em seu Serviço;

À Comissão de Pesquisa da Faculdade de Ciências médicas da UNICAMP, pela análise estatística;

À Maria Aparecida, pela cuidadosa correção do texto;

Aos voluntários, cujo espírito de cooperação tornou possível a elaboração deste estudo;

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa.

# SUMÁRIO

RESUMO	iii
1. INTRODUÇÃO	1
2. CONSIDERAÇÕES GERAIS	3
EQUILÍBRIO	3
MECANISMOS VISUAIS NO CONTROLE DO EQUILÍBRIO	5
O sistema de movimentos oculares de rastreo lento	8
O sistema de movimentos oculares sacádicos	10
O sistema optocinético	13
NEUROFISIOLOGIA DOS MOVIMENTOS OCULARES	13
Movimentos oculares de rastreo lento	13
Movimentos oculares sacádicos	15
Nistagmo optocinético	18
3. METODOLOGIA	21
CASUÍSTICA	21
Seleção	21
Descrição da casuística	22
MÉTODOS	22
Técnica de registro	22
Técnicas de estímulo	23

Método estatístico	25
4. RESULTADOS	26
MOVIMENTOS OCULARES DE RASTREIO LENTO	26
MOVIMENTOS OCULARES SACÁDICOS	29
NISTAGMO OPTOCINÉTICO	29
5. DISCUSSÃO	55
6. CONCLUSÕES	62
Em relação aos movimentos oculares de rastreo lento	62
Em relação aos movimentos oculares sacádicos	62
Em relação ao nistagmo optocinético	63
7. SUMMARY	64
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

## RESUMO

Estuda, em adultos normais, os movimentos oculares de rastreo lento (MORL), sacádicos (MOS) e o nistagmo optocinético (NO). Os sujeitos são 85 adultos com idade superior a 20 anos, que não apresentam sinais/sintomas sugestivos de função vestibular anormal, déficit visual, doença neurológica, diabetes, hipertensão arterial, enxaqueca, déficit da motricidade ocular ou uso de drogas psicoativas. As seguintes variáveis são pesquisadas: 1. Movimentos de rastreo lento - ganho, velocidade média, números de movimentos sacádicos de correção e distorção, nas amplitudes de 15.2, 23.0 e , 30.6°; 2. Movimentos oculares sacádicos - ganho, amplitude média, velocidade média, mínima e máxima nas amplitudes de 10 e 20°; 3. Nistagmo optocinético - ganho, velocidade, amplitude e frequência média, em 20, 30, 40 e 50°/s. As variáveis são relacionadas entre si e com a idade, nível de escolaridade e sexo. Permite concluir não haver interferência de nível de escolaridade e sexo. Quanto à idade, para os MORL, o ganho mostra correlação negativa e a distorção correlação positiva com a idade. Os MOS não sofrem interferência da idade. Para o NO, o ganho, velocidade, amplitude e frequência média apresentam correlação negativa com a idade apenas na velocidade de 50 °/s, mostrando a importância de serem usadas diferentes velocidades na estimulação. O aumento da amplitude e da velocidade de estimulação determina: diminuição no número de sacádicos de correção e distorção e aumento da velocidade média nos MORL; aumento no ganho, amplitude média, velocidade média, velocidade máxima e velocidade mínima nos MOS; e diminuição do ganho e aumento da velocidade média no NO. Quanto aos movimentos oculares à direita e

à esquerda, a velocidade média nos MORL é maior à esquerda, assim como a amplitude e frequência média no NO. As variáveis dos MOS são altamente correlacionadas entre si, o que também foi observado para as variáveis dos MORL e do NO.

# 1 - INTRODUÇÃO

O exame otoneurológico consiste num conjunto de procedimentos e provas para a avaliação do aparelho vestibular e de suas relações com outros órgãos e sistemas (ALBERNAZ & GANANÇA, 1969). A pesquisa dos movimentos oculares de rastreio lento (MORL), dos movimentos oculares sacádicos (MOS) e do nistagmo optocinético (NO) é largamente utilizada para a avaliação do sistema visual, no que se refere à sua contribuição para a manutenção do equilíbrio. Essa avaliação faz, portanto, parte do exame otoneurológico e sempre foi realizada mediante registro dos movimentos oculares - a eletroculografia - de comprovada contribuição diagnóstica nas condições patológicas do equilíbrio.

No entanto, a utilização da eletroculografia convencional na avaliação dos movimentos oculares citados acima, permite uma análise, especialmente qualitativa, mas fundada em parâmetros relativamente restritos e limitados, considerando-se sua possível contribuição para diagnósticos de fundamental importância na prática clínica.

Com o advento do computador, foram criados programas de vestibulometria computadorizada que permitem não só uma análise qualitativa dos resultados, mas também quantitativa, automática, mais aprofundada, e com maior número de parâmetros a serem avaliados.

Estudos recentes utilizando a técnica computadorizada em indivíduos normais demonstram declínio do ganho dos MORL em indivíduos idosos (KUECHENMEISTER et al., 1977; SHARPE & SYLVESTER, 1978; ZERBINI et al., 1984; KANAYAMA et al., 1994), assim como aumento da latência (SHARPE & SYLVESTER, 1978; ABEL et al., 1983). O grupo jovem apresentou MORL melhores do que o grupo de idosos, em todos os parâmetros avaliados

(KUECHENMEISTER et al., 1977). Na pesquisa dos MOS, não foi observado efeito da idade na velocidade dos movimentos (ABEL et al., 1983). Indivíduos com idade superior a 50 anos mostraram uma diminuição do ganho para todas as condições de estímulo em relação ao grupo jovem (KANAYAMA et al., 1994).

Apesar de utilizarem estímulos e populações diferentes, vários estudos parecem concordar com a influência da idade nos mecanismos visuais de controle do equilíbrio (KUECHENMEISTER et al., 1977; SHARPE & SYLVESTER, 1978; SPOONER et al., 1980; ABEL et al., 1983; ZERBINI et al., 1984; KANAYAMA et al., 1994). Os autores ressaltam a importância de interpretar com precaução incapacidades simétricas de qualquer subsistema oculomotor em pessoas idosas (SPOONER et al., 1980), assim como considerar a idade do indivíduo no diagnóstico de patologias dos MORL, MOS e NO (SHARPE & SYLVESTER, 1978).

Tais estudos têm abordado apenas algumas variáveis, abrangendo técnicas e populações limitadas. Não encontramos, na literatura, pesquisas avaliando conjuntamente MORL, MOS e NO, na busca de uma perspectiva mais global. Além disso, não existem estudos na população brasileira.

Algumas variáveis pela sua importância devem merecer aprofundamento de estudo, buscando, com aperfeiçoamento de técnica, possibilitar maior riqueza de dados na avaliação otoneurológica. Estudos demonstram a importância de cada laboratório de pesquisa determinar os seus valores de normalidade, em virtude de diferenças nos programas, equipamentos, profissionais e meio utilizado pelo laboratório (KONRAD, 1991).

Porém, para que os valores quantitativos possam ser utilizados na avaliação de diferentes e importantes condições clínicas, é necessário que se tenham, inicialmente, maiores conhecimentos de seu comportamento em indivíduos normais.

Esta pesquisa tem o objetivo de estudar em adultos normais, os movimentos oculares de rastreamento lento, sacádicos e o nistagmo optocinético, por meio de medidas obtidas em diferentes amplitudes e/ou velocidades de estimulação, relacionando-as entre si e com a idade, nível de escolaridade e sexo.

## **2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **2.1 - EQUILÍBRIO**

A função do equilíbrio consiste num complexo sensório-motor responsável pela estabilização do corpo e dos olhos em relação ao meio ambiente. Visa alcançar a percepção de uma relação estável entre o indivíduo e o meio que o rodeia, resultando numa estabilidade espacial; percebendo o meio ao redor, mesmo que, em movimento, o indivíduo tem a impressão de estabilidade (LEIGH et al., 1994). É, portanto, um sistema de estabilização estático e dinâmico. Os objetivos desta função podem ser divididos em estabilização do campo visual e manutenção da posição ereta (NORRÉ, 1990).

Tanto o equilíbrio estático como o dinâmico exigem a manutenção de um tônus corporal. A regulação deste tônus é dirigida por estruturas que recebem informações de três sistemas: o vestibular-auditivo, o proprioceptivo e o visual. O processamento é baseado na informação sensorial proveniente destes três sistemas. Os objetivos da função equilíbrio requerem a correta execução de movimentos compensatórios dos olhos e músculos esqueléticos, os quais são organizados e processados no sistema nervoso central e coordenados pelo cerebelo. O cerebelo não tem função imprescindível no sistema do equilíbrio, mas a intensidade e o ritmo das respostas sofrem grande influência cerebelar. O sistema vestibular informa sobre modificações na posição da cabeça relacionadas ao meio, sendo a aceleração angular (movimentos horizontais) percebida pelos canais semicirculares e aceleração linear (movimentos verticais) e força da gravidade, pelo sistema otolítico. Já o sistema proprioceptivo fornece dados de postura e deslocamentos das partes do

corpo por meio dos sensores dos músculos, articulações, tendões, vísceras e pele. Estas informações, denominadas sensações proprioceptivas, são elaboradas nos centros superiores e modificam o tônus muscular necessário para a postura e marcha. Por fim, o sistema visual contribui para a percepção das relações espaciais, basicamente, com informações sobre o erro retiniano, via mecanismo de rastreo, optocinético e sacádico (ALBERNAZ & GANANÇA, 1969; CLAUSSEN, BERTORA, BERTORA, 1988; NORRÉ, 1990).

As conexões vestibulares são múltiplas e complexas e, essencialmente, de quatro tipos: vestibulo-cerebelares, vestibulo-espinais, vestibulo-oculares e vestibulo-corticais.

Os estímulos vestibulares produzidos por modificações na posição da cabeça são transmitidos pelo nervo vestibular até os núcleos vestibulares. A partir destes núcleos, o fascículo vestibulo-cerebelar alcança o córtex do arquicerebelo após passar pela parte medial do pedúnculo cerebelar inferior. Algumas fibras vão diretamente dos vestibulos ao cerebelo sem sinapse nos núcleos vestibulares. Estas fibras estabelecem sinapses com neurônios do lobo flóculo nodular, do núcleo fastígio e, em número menor, do vérmis cerebelar (língula e úvula) (ALBERNAZ & GANANÇA, 1969).

Dos núcleos vestibulares medial e lateral também partem fibras que se incorporam ao fascículo longitudinal medial e bifurcam-se: as descendentes constituem a via vestibulo-espinal e as ascendentes, a via vestibulo-ocular. A via vestibulo-espinal pode ser dividida em dois tratos: vestibulo-espinal lateral e vestibulo-espinal medial. O primeiro é formado por axônios de células situadas no núcleo vestibular lateral que fazem sinapses com neurônios alfa e gama em todos os níveis medulares, especialmente nas zonas cervical e lombar. O segundo tem origem nas células do núcleo vestibular medial e desce, quase totalmente, até os motoneurônios do pescoço. A principal função da via vestibulo-espinal é a regulação do tônus muscular. São feitos ajustes no grau de contração dos músculos, permitindo o controle postural do tronco e pescoço e a estabilização da cabeça, mesmo após grandes modificações do corpo no espaço. A função vestibular é,

portanto, fundamental para a posição ereta e para a marcha (ALBERNAZ & GANANÇA, 1969; CLAUSSEN et al., 1988; NORRÉ, 1990).

A via vestibulo-ocular faz a conexão entre os núcleos vestibulares e os núcleos dos nervos abducente, troclear e oculomotor. Destes núcleos partem fibras que enervam a musculatura extrínseca dos olhos (músculos reto superior, inferior, medial e lateral e oblíquo superior e inferior) produzindo os movimentos conjugados dos olhos. A produção destes movimentos é função da via vestibulo-ocular. Além da via vestibulo-ocular que tem estimulação aferente basicamente vestibular, existem as vias de entrada visual, responsáveis pelos MORL, MOS e pelo NO. Estas vias serão descritas posteriormente, de maneira mais profunda, por serem essenciais para a compreensão da pesquisa.

Além destas vias descritas, o sistema do equilíbrio possui uma representação cortical. O trato vestibulo cortical conecta os neurônios dos núcleos vestibulares superior e lateral com o córtex cerebral. A natureza e caracterização destas conexões ainda é controversa. Admite-se que a função vestibular tem representação no lobo parietal, próxima do território de representação da face. Também há representação vestibular na parte alta do lobo temporal, próxima à área auditiva (CLAUSSEN et al., 1988).

As informações sensoriais proprioceptivas, visuais e vestibulares são integradas e devem ser harmoniosas a fim de que, quando comparadas com padrões previamente apreendidos, possam resultar em respostas adequadas. Mecanismos adaptativos tentam eliminar inadequações do processamento sensorial. Esta comparação constante, para a produção de um comportamento, faz do equilíbrio uma função desenvolvida progressivamente por meio de experiências (NORRÉ, 1990).

Neste processo de integração, no equilíbrio, é fundamental que a imagem visual permaneça imóvel sobre a fóvea, mesmo que haja movimentação do corpo e/ou objeto.

## 2.2 MECANISMOS VISUAIS NO CONTROLE DO EQUILÍBRIO

A percepção que o homem tem do mundo, visto com a cabeça em repouso ou em movimento, é de que ele é estacionário, sugerindo que as imagens do mundo, na retina, também deveriam ser estacionárias. Na verdade, em virtude dos olhares e posturas assumidas, os olhos e a cabeça estão em constante movimento como também estão as imagens retiniais dos alvos ao redor.

O homem, assim como outros vertebrados, desenvolveu um grande sistema de controles para a estabilização da imagem da cena visual externa na retina dos olhos, ainda que os movimentos oculares e posturais sejam constantes (BARNES, 1979). A relação espacial entre a cabeça do homem e o alvo que ele observa em seu meio ambiente pode ser diversa: cabeça em movimento observando alvo estacionário; cabeça em repouso observando alvo em movimento; e ambos, cabeça e alvo em movimentos concomitantes.

A informação aferente necessária para o efetivo controle é derivada de três sistemas principais: o sistema visual, o vestibular e, com contribuição bem reduzida, o sistema proprioceptivo. As informações interagem de maneira sinérgica com o objetivo de assegurar a perfeita visão do alvo observado pelo homem, mantendo-o centrado na fóvea.

Nas situações de vida diária que exigem um rápido movimento da cabeça, como, por exemplo, para observar um carro que passa em alta velocidade, o sistema vestibular é suficiente para assegurar a estabilização visual. Já nas situações de rotação prolongada da cabeça, como as experimentadas por uma bailarina, o sistema vestibular torna-se insuficiente e a estabilização do olhar é assegurada, em especial, pelo sistema visual. A bailarina busca fixar alguns pontos reais ou imaginários no espaço como forma de manter a visão estável e assegurar seu equilíbrio. Nos casos em que o indivíduo realiza a rotação da cabeça, mantendo o olhar fixo em um alvo (como quando conversa com uma pessoa em sua frente olhando-a nos olhos), tanto a propriocepção cervical como o movimento compensatório dos olhos (velocidade igual a da cabeça e direção oposta) colaboram na estabilização da visão.

Além das situações que envolvem movimentos da cabeça, devemos considerar que em muitas outras, o homem mantém a cabeça parada, e nem por isso deixa de observar atentamente o meio em movimento que o rodeia. São situações em que o estímulo vestibular e o proprioceptivo são nulos e o movimento ocular é construído em aferências de origem puramente visual. É o caso, por exemplo, de quando o homem se encontra parado e observa uma pessoa que se desloca lentamente ao longo de seu campo visual. O observador pode acompanhar todo o movimento daquele que passa, sendo capaz, até, de descrever com detalhes a roupa que ele veste. Em outras palavras, apesar de os olhos estarem se deslocando na órbita, podemos dizer que este deslocamento constante produz momentos de visão clara. No homem e no primata o sistema que mantém centrada na fóvea a imagem do alvo em deslocamento (e que por isso possibilita visão clara) é o Sistema de Movimentos Oculares de Rastreamento Lento (DOGDE, 1903; LUDVICH, 1952; WESTHEIMER, 1954b; KUECHENMEISTER et al., 1977; KAUFMAN & ABEL, 1986; CLAUSSEN et al., 1988; DUFOUR & PIGNATARO, 1993; MORROW & SHARPE, 1993; KANAYAMA et al., 1994).

Porém, existem situações em que o deslocamento do alvo não é tão lento quanto o andar de uma pessoa e mesmo assim os olhos procuram acompanhá-lo. Podemos exemplificar com um homem que viaja dentro de um trem em grande velocidade, tentando acompanhar visualmente a cena que passa pela janela. Seus olhos se movimentam lentamente em uma direção (procurando observar a paisagem) e, periodicamente, realizam movimentos rápidos na direção oposta, buscando centralizar a nova imagem que está entrando no campo visual. Origina-se um movimento de vaivém lento em uma direção (com visão clara) e rápido na direção oposta (com visão não clara), similar ao nistagmo vestibular e denominado Nistagmo Optocinético (DODGE, 1903; BLACKWOOD, DIX, RUDGE, 1975; ZERBINI et al., 1984; CLAUSSEN et al., 1988; DUFOUR et al., 1993; HOWARD, 1993).

O Sistema Optocinético é um sistema primitivo rudimentar no primata e no homem, filogeneticamente muito antigo, cuja função é dominada e mascarada pelo

sistema ocular de rastreamento lento. Animais afoveados têm o ajustamento visual assegurado pelo sistema optocinético (CLAUSSEN et al., 1988).

O homem possui, ainda, um terceiro sistema visual que permite a exploração do meio que o cerca. Quando está com os olhos abertos, pode ver muitas coisas ao redor. No entanto, somente uma pequena região do espaço, a qual tem seus sinais visuais projetados na fóvea pode ser vista de maneira precisa. Esta é a razão pela qual sempre ocorre mudança na linha do olhar para a observação perfeita de novos objetos.

Este terceiro sistema visual é responsável pelos movimentos oculares que se realiza durante a leitura, à procura de um novo alvo de interesse, pela foveação deste alvo e pela correção de movimentos imprecisos. É o Sistema de Movimentos Oculares Sacádicos que atua voluntária ou involuntariamente, com momentos de visão clara (quando fovealiza o alvo) e não clara (quando reorienta o olhar, antes de fovealizar e nas fases rápidas dos nistagmos) (DODGE, 1903; LUDVIGH, 1952; ROBINSON, 1964; BAHILL & TROOST, 1979; ABEL et al., 1983; CLAUSSEN et al., 1988; KONRAD, 1991; DUFOUR et al., 1993). Os movimentos oculares consistem em um salto seguido de um período de repouso, e novamente outro salto e outro repouso. Com esse mecanismo, os sinais visuais permanecem estacionários por 100 ou 200 ms na fóvea, o que é essencial para que ocorra o processamento (HIROSAKA, 1995).

A atuação conjunta destes três sistemas permite a estabilização do campo visual nas diversas situações de movimento às quais o indivíduo é submetido, e, assim, participa ativamente na manutenção do equilíbrio (BARETTI & POLLASTRINI, 1994).

### ***2.2.1 - O sistema de movimentos oculares de rastreamento lento***

O sistema de movimentos oculares de rastreamento lento é o mecanismo de controle oculomotor que move os olhos com o objetivo de estabilizar a imagem retinal de um alvo que se move no espaço. É utilizado pelo homem para perseguir visualmente objetos que se deslocam lentamente em seu meio. Tal sistema é ativado quando a velocidade da imagem na retina ultrapassa a velocidade do desvio natural dos olhos, respondendo pela produção de um movimento dos dois olhos de

velocidade constante e regular na direção do movimento do estímulo (DODGE, 1903; WESTHEIMER, 1954b; CLAUSSEN et al., 1988; DUFOUR et al., 1993; MORROW & SHARPE, 1993).

No momento em que mantém a imagem de um objeto em movimento estacionária na retina, igualando a velocidade do alvo à velocidade dos olhos, permite uma visão clara do mesmo (MORROW & SHARPE, 1993). Assim, produz-se uma adaptação constante entre olhos e objeto que é interrompida por movimentos oculares de correção denominados movimentos sacádicos. Na resposta original para estímulos móveis, os MORL e MOS estão presentes e são modificados discretamente e em intervalos conforme as diferenças entre direção do objeto e posição dos olhos se modificam (RASHBASS, 1961). Na ausência dos MOS, os MORL não seriam capazes de trazer a imagem do alvo sobre a fóvea (KANAYAMA et al., 1994). Durante o curso de perseguição, normalmente não ocorre modificação na velocidade dos movimentos. Mesmo se eles estiverem muito lentos, continuam na mesma velocidade e são corrigidos por MOS (WESTHEIMER, 1954a).

A velocidade máxima de um objeto que pode ser adequadamente perseguida é de 30-40°/s (WESTHEIMER, 1954b). Para tanto, ocorre a produção de um movimento lento na direção do movimento, acompanhado de um ou mais MOS na mesma direção. A diferença na velocidade olhos/objeto é corrigida por MOS que realçam a linha de interesse que foi deixada para trás. Estes movimentos também podem ser observados na fixação de um alvo estacionário, corrigindo desvios lentos que ocorrem em todas as direções (WESTHEIMER, 1954a; RASHBASS, 1961). Os sistemas de rastreamento e sacádico satisfazem necessidades independentes, são gerados independentemente um do outro, apresentando valores diferentes no tempo de reação, diferentes limiares, podendo ocorrer em direções opostas. Tais movimentos assumem caráter de movimento habitual e persistem depois de o estímulo ser cessado, estabilizado na fóvea ou ter seu curso modificado (DODGE, 1903).

Modelo teórico de funcionamento: MORL atuam com tempo de reação de 100/125ms, período de processamento no qual os movimentos são elaborados sem

monitorização, sem *feed-back* visual, já que o estímulo é a movimentação do objeto que ocorreu antes de os olhos começarem a se movimentar. Inicialmente, entre 20 e 40ms, o rastreo responde para a direção do objeto. Depois de 40 ms, o rastreo começa a variar com a velocidade e posição do objeto, produzindo respostas rápidas para rápidos alvos que passam na fóvea. A velocidade inicial do rastreo é bem mais baixa do que a máxima aceleração atingida durante o processo. Passados 125ms, o rastreo começa a responder para a redução do erro retinal que ocorreu durante a aceleração inicial. No período de 100 à 300ms a aceleração do rastreo aproxima a velocidade dos olhos à velocidade do objeto. A manutenção do rastreo é governada também por sinais extra retiniais. Caso fosse ditada apenas pela informação do erro retinal, ocorreriam oscilações na velocidade do rastreo: a velocidade dos olhos cairia quando atingisse o objeto e subiria para atingir o objeto novamente. Tais oscilações não são observadas. O *feed-back* de movimentação dos olhos funciona como outra fonte de *input* extra retinal (MORROW & SHARPE, 1993).

### ***2.2.2 - O sistema de movimentos oculares sacádicos***

O termo sacádico é definido como um rápido movimento ocular de grande velocidade e de várias centenas de graus/segundos (KONRAD, 1991).

Existem várias situações que podem evocar MOS com diferentes características que dependem ou não do movimento de cabeça. No entanto, todos eles parecem cumprir a mesma função: posicionar a imagem de um campo visual sobre a fóvea - a parte da retina na qual a acuidade visual é maior e detalhes mais claros podem ser obtidos dos estímulos (RAYNER, 1978). Experimentos encontraram que todos os movimentos voluntários executados na ausência de um estímulo visual móvel são sacádicos. Por outro lado, os MOS também podem ser encontrados sobrepostos aos movimentos de rastreo lento diante de um alvo móvel (DODGE, 1903; RASHBASS, 1961; NORRÉ, 1990). WESTHEIMER (1954a) levantou o fato de que os MOS são essencialmente balísticos. Isto significa que a decisão sobre a magnitude do movimento é tomada antes do início do movimento, e que este segue um curso inevitável. A adequação do movimento é testada por um *feed-back* e qualquer deficiência é corrigida por novos movimentos balísticos. A ocorrência de MOS em humanos normais e o fato de eles poderem ser observados

em espécies inferiores com grande mobilidade ocular, sugerem que eles constituem um padrão de resposta básico no sistema oculomotor (WESTHEIMER, 1954a).

Tais movimentos podem ser divididos em voluntários e involuntários

1. Movimentos voluntários - podem ser:

1.1 Sacádicos de reorientação: um rápido movimento ocular é desencadeado quando o indivíduo decide orientar voluntariamente sua cabeça. A atenção visuo-espacial é um importante mecanismo na produção de MOS voluntários (HOFFMAN & SUBRAMANIAM, 1995). O movimento de reorientação nos animais ocorre quando realizamos um sacádico de 120 graus para olharmos sobre nossos ombros. Produzimos, então um sacádico que desloca ativamente os olhos na direção da cabeça. Aqui, uma amostra do campo visual é o objetivo e não a foveação.

1.2 Sacádicos de foveação/refixação: posicionam os olhos para ver com nitidez um objeto de interesse sem ter que deslocar a cabeça. É produto de um sistema que pode, mas não necessita realizar um movimento de cabeça simultaneamente. O ponto de interesse passa a ser visto com o centro da retina (desenvolvimento no primeiro mês de vida). Sua velocidade praticamente não é influenciada por desejo voluntário, varia em direta proporção com o ângulo do movimento e apresenta pouca variação num indivíduo sob as mesmas circunstâncias. MOS sem movimento de cabeça só podem ser realizados dentro do alcance oculomotor. No processo de percepção visual, não exercem a função perceptiva, mas sim a de orientar o olhar para um ponto de interesse, mediante interrupções da visão. Não é, portanto, um momento de visão clara (DODGE, 1903; VITTE, 1989; NORRÉ, 1990).

Os movimentos voluntários podem ocorrer com os olhos abertos ou fechados, sem que haja, necessariamente, um objeto de interesse real no campo de visão (DODGE, 1903).

2. Movimentos Involuntários - podem ser:

2.1 Fases rápidas dos nistagmos: a componente rápida do nistagmo optocinético e vestibular alcança velocidades similares às dos movimentos sacádicos e tem a função de reposicionar os olhos na órbita numa posição que permita novos

movimentos lentos. Alguns autores sugerem que estes movimentos são, na verdade, sacádicos (NORRÉ, 1990).

2.2 Movimentos de correção: presentes em padrões de movimentos de perseguição, em resposta a um estímulo visual móvel. A diferença entre as velocidades do alvo e dos olhos durante MORL é corrigida por MOS. Da mesma maneira, a fixação ocular em um alvo estacionário é atingida por um ou mais MOS que corrigem desvios lentos dos olhos em todas as direções (RAYNER, 1978). Tais movimentos produzem um sinal retinal “sujo”, que é prontamente ignorado pelo cérebro em condições normais de luminosidade já que a imagem no início e no final do MOS é, por comparação, muito clara (WESTHEIMER, 1954a; RASHBASS, 1961).

O erro final de um MOS é corrigido durante o seguinte, o que ressalta a existência *de in puts* extra retiniais na produção dos MOS. As correções, no entanto, são incompletas, o que sugere que os sinais extra retiniais são parcialmente efetivos (BOCK et al., 1995).

Os MOS são caracterizados por um alto grau de simultaneidade no início do movimento nos dois olhos e pela presença de dois componentes:

1. *Pulse* - caracterizado por um movimento rápido dos olhos de um ponto ao outro durante o qual a atividade dos motoneurônios agonistas atinge sua máxima capacidade concomitante à inibição do antagonista. Esta fase rápida é caracterizada por modificações na inervação da musculatura ocular envolvida, gerando tensão ou relaxamento em cada músculo dos olhos de maneira extremamente rápida. Esta tensão somada às forças opostas a ela - fricção, inércia e elasticidade- resultam numa nova posição do globo ocular. A máxima tensão do agonista (atingida em 25/30 ms) e concomitante relaxamento do antagonista nem sempre estão em perfeita sincronia. O alto grau de contração é mantido até ser gradualmente reduzido durante a fase lenta. A contração não é completamente instantânea, mas ainda assim é só uma fração da duração de todo o movimento que dura 60ms ou mais. A velocidade máxima do olho durante o pulse depende do ângulo de deslocamento.

2. *Step* : caracterizado pela manutenção dos olhos na nova posição. Nesta fase ocorre uma troca constante do nível de atividade dos motoneurônios que

persistem durante a nova posição dos olhos (WESTHEIMER, 1954a; BAHILL & TROOST, 1979; BERNARDELLI et al., 1984).

Mesmo o perfeito funcionamento do tronco cerebral produz pequenos erros no *pulse-/step*. Eles podem ser o reflexo da variabilidade natural deste sistema biológico (ABEL et al., 1983). Alguns autores associam isto à fadiga mental e à atenção durante o teste (KAUFMAN & ABEL, 1986).

### **2.2.3 - O sistema optocinético**

O movimento de uma cena visual através do campo de visão evoca movimento ocular involuntário e conjugado denominado nistagmo optocinético. O sistema optocinético opera com sinais visuais de toda a retina, não somente da fóvea (HOWARD, 1993).

Tal sistema está intimamente relacionado ao sistema vestibular, já que o real objetivo do sistema optocinético não é acompanhar a movimentação de uma cena visual enquanto o observador permanece estacionário, mas sim auxiliar o sistema vestibular durante movimentos de rotação, produzindo movimentos oculares apropriados. Os dois sistemas compartilham o mesmo objetivo de tentar manter a velocidade dos olhos igual e em direção oposta à velocidade da cabeça. Este objetivo é alcançado pela modificação da resposta oculomotora induzida pelos reflexos vestibulo-ocular e NO continuamente de acordo com a velocidade do campo visual e da cabeça (PFALTZ & BÖHMER, 1981).

Para a estimulação do NO na prática clínica geralmente se usa a projeção de faixas com um constante intervalo visual numa tela. Neste tipo de estimulação a fóvea central é mais fortemente estimulada do que a retina periférica. No entanto, na estimulação optocinética em condições de vida diária, não somente a fóvea central é estimulada, mas também a retina periférica (WATANABE et al., 1994).

Os olhos acompanham adequadamente estímulos de velocidade até 30-50 °/s. Após esta velocidade, o ganho declina e cessa com velocidade de 120°/s.

O NO ocorre em neonatos e prematuros, ainda que o ganho seja baixo quando comparado ao padrão adulto (HOWARD, 1993).

## 2.3 - NEUROFISIOLOGIA DOS MOVIMENTOS OCULARES

### 2.3.1 - *Movimentos oculares de rastreo lento*

Nos últimos cinco anos, grande progresso tem ocorrido na compreensão de como o cérebro gera os MORL. Muitas contribuições surgem dos estudos do processamento visual no macaco. Com a descoberta de várias representações do campo visual, tem sido possível identificar áreas importantes para o processamento de sinais visuais que codificam a movimentação de imagens sobre a retina (LEIGH, 1989).

A via do processamento visual especializada em movimentação e percepção de localização tem sido descrita da seguinte maneira:

Células projetam-se para camadas magnocelulares no núcleo geniculado lateral. Estas camadas têm características ideais para a análise de movimentação, respostas breves, grandes campos receptivos, alta sensibilidade de contraste e axônios de condução rápida. O canal visual magnocelular nos macacos projeta-se para o córtex estriado occipital (área V1), depois para as áreas paraestriadas corticais V2 e V. Projeções magnocelulares de V1, V2 e V3 alcançam a área cortical temporal média (TM), cujas células são altamente seletivas, codificam altas velocidades e têm grandes campos visuais. Esta área projeta para a área adjacente temporal superior média (TSM) que tem células com propriedades diferentes das da área TM. As células da área TSM codificam não só sinais visuais como também não visuais. A combinação desses sinais faz com que o cérebro tenha uma construção interna do alvo móvel em relação à cabeça. As áreas TM e TSM projetam para o núcleo dorsolateral pontino que, através do cerebelo, constitui a via descendente dos movimentos oculares de rastreo lento. O córtex parietal adjacente parece ter um provável papel no direcionamento da atenção durante os MORL (LEIGH, 1989; MORROW & SHARPE, 1993).

A redistribuição dos sinais de movimentação visual nas áreas TM e TSM requer transferência inter-hemisférica de informações, que se dá por meio do corpo caloso. Cada hemisfério contribui para os MORL nas duas direções horizontais.

Os MORL dependem da atenção visual no alvo de interesse. Indivíduos distraídos não perseguem objetos normalmente. As áreas TM e TSM, nos macacos, projetam para diversas regiões, incluindo área 7a de Brodmann, áreas parieto-occipital, ventral intraparietal e lateral intraparietal. A área MST projeta para a área no sulco temporal superior rostral (área polissensorial superior temporal). A área 7a recebe inputs da área polissensorial e provavelmente participa na atenção visual.

O cerebelo é crítico para os MORL. O flóculo cerebelar e vérmis posterior, lóbulos VI e VII têm papel importante nos MORL. Estas estruturas recebem projeções do núcleo dorsolateral pontino contralateral. As células de Purkinje, no flóculo e vérmis posterior, carregam sinais relativos a movimentação dos olhos, da cabeça e da imagem retinal e parecem codificar um sinal proporcional para a desejada velocidade ocular no MORL. A função do rastreo lento é lateralizada no cerebelo.

As células de Purkinje do flóculo e do vérmis cerebelar mandam projeções inibitórias para o complexo vestibular nuclear ipsilateral. O núcleo fastigial manda uma projeção excitatória ipsilateral para os núcleos vestibulares. O núcleo vestibular medial e o núcleo hipoglosso fazem a integração de todos os sistemas oculares motores, pela conversão dos sinais de velocidade dos olhos em comandos de posição. Essa integração neural é essencial para a execução dos MORL (MORROW & SHARPE, 1993).

### ***2.3.2 - Movimentos oculares sacádicos***

Estudos vêm sendo realizados na tentativa de definir quais são os mecanismos neurais envolvidos na execução dos MOS, mas ainda é um assunto de grande controvérsia. Parece haver concordância em algumas estruturas envolvidas, porém a função dessas estruturas e mecanismo mediante o qual elas funcionam ainda são pouco conhecidos.

A ativação do fluxo sanguíneo durante MOS foi medida em indivíduos normais na tentativa de identificar as áreas corticais envolvidas. Alguns estudos parecem concordar na identificação de cinco estruturas: campos visuais frontais, área de associação visual lateral, área visual primária, área motora suplementar e cerebelo (MELAMED & LARSEN, 1979; FOX et al., 1985; GAYMARD,

RIVAUD, PIERROT-DESEILLIGNY, 1993). Recentes descobertas, ainda em discussão apontam o núcleo fastigial caudal e vérmis (lóbulos VI e VII) como importantes na produção dos MOS (BUTTNER & FUHRY, 1995).

Existe um estudo que busca detalhar as vias envolvidas nesses movimentos oculares desde a entrada do sinal visual até a finalização com o MOS. Inicia com a informação visual sendo transmitida das células ganglionares retiniais, via nervo óptico, quiasma óptico e tratos ópticos ao redor do pedúnculo cerebral até o corpo geniculado lateral. As conexões genículo-corticais separam-se em porção superior e inferior. Estas projetam para o córtex estriado do lobo occipital, finalizando o que seria a representação da porção sensorial do MOS.

Visualmente guiados, os MOS são programados no córtex frontal (área 3). Em adição ao erro retinal de percepção (distância entre visão foveal e o alvo), a informação da posição dos olhos deve ser considerada e um comando é enviado ao núcleo oculomotor. As vias anatômicas exatas desta seqüência não são completamente entendidas.

Campos oculares frontais dirigem os movimentos para o lado contralateral. Neurônios das baixas camadas dos campos oculares frontais usam o corpo caloso para se conectarem com os neurônios do colículo superior. Além da via direta, uma via utilizando a área reticulada da substância negra até o colículo superior também aparece. Neurônios do colículo superior fazem conexão com neurônios da formação reticular mesencefálica e o *out put* inerva os neurônios oculomotores. O córtex parietal também é parte dessa função quando MOS de atenção ocorrem. Esta área parece ter um mapa do campo visual e direciona o olhar para um novo ponto de interesse neste campo. Esta representa a porção motora dos MOS.

Além da informação que dirige o MOS, há evidência de um sistema de *feed-back* local que monitora e integra modificações na posição dos olhos. O flóculo e nóculo do cerebelo, assim como o vérmis cerebelar, são importantes na adaptação dos movimentos oculares, ajustando seu ganho (KONRAD, 1991; DEAN, 1995).

Os MOS têm características específicas ditadas pelas conexões centrais e propriedades mecânicas dos músculos dos olhos. A atividade neural do núcleo oculomotor durante um MOS representa, virtualmente o máximo *out put* do sistema.

O tempo de reação (atraso entre o movimento do alvo e dos olhos) ocorre em virtude da grande via e do grande número de conexões envolvendo o início do MOS depois do movimento do alvo (KONRAD, 1991).

Um estudo mais recente sugere que o mecanismo neural dos MOS deve ser visto como um sistema hierárquico e heterárquico. Descreve o gerador dos movimentos no tronco cerebral como sendo constituído por dois subsistemas: um para os movimentos horizontais e outro para os verticais. O gerador do sacádico horizontal está na formação reticular ponto medular ao redor do núcleo abducente, enquanto o gerador vertical está na formação reticular média rostral para os núcleos oculomotores. Quase todo MOS tem componente horizontal e vertical, o que é resultado da atividade coordenada dos dois geradores.

O elemento chave no gerador do MOS é o neurônio *burst*, por meio do qual altas velocidades são alcançadas. Outro importante elemento é o neurônio *pause* que permite a explosão dos *burst* neurônios com a remoção de sua inibição tônica. Os neurônios *pause* projetam-se para os geradores horizontal e vertical, promovendo uma coordenação entre eles.

Os geradores dos sacádicos são dirigidos pelo colículo superior de maneira que esta conexão permite o direcionamento do olhar para o objeto de interesse. Desta forma, uma estrutura neural, que inicialmente surgiu para possibilitar os reflexos vestibular e optocinético, passa a ser fundamental para a movimentação da cabeça e dos olhos na busca de um objeto de interesse, dando início ao comportamento voluntário.

O colículo superior apresenta grande função sensorial e motora. As informações visuais provenientes da retina são representadas na sua superfície : o campo central é representado na parte rostral, enquanto o periférico o é na parte caudal; o superior na parte medial, e o inferior na parte lateral.

O colículo atua como uma estação chave na orientação da resposta. Uma estimulação visual na parte superior direita do campo visual ativa os neurônios visuais na camada superficial do colículo superior, mas somente na sua parte medial. Isto será seguido pela ativação dos neurônios na camada intermediária bem abaixo dos neurônios visuais ativados. Estes neurônios fazem uma explosão de *spikes*, que

é seguida de um MOS, através do qual o olhar é direcionado exatamente para o objeto de estimulação. Esta explosão é o comando para os MOS: o sinal *pulse* é enviado para os geradores dos MOS na formação reticular para que seja gerado o movimento de orientação (OPTICAN, 1995).

A atuação do colículo superior permite o direcionamento preciso dos olhos para um objeto de interesse, mas é o córtex cerebral que garante o acúmulo de memória de ações aprendidas. E um, ou no máximo dois programas de ação devem ser selecionados, suprimindo todos os outros no momento do movimento. O estudos atuais buscam descobrir qual ou quais estruturas participam desse processo de seleção. O gânglio basal vem sendo apontado como a estrutura de maior responsabilidade nessa função (HIROSAKA, 1995).

Um esquema de controle cortical dos MOS é proposto, baseado, parcialmente, em inabilidades revelados em testes de indivíduos com lesões discretas. Assim, três diferentes áreas são capazes de produzir MOS:

1. Campos visuais frontais - responsáveis pela fixação e pela produção de MOS voluntários para visualização de alvos, para lembrar localização de alvos ou para localizar possíveis locais de aparecimento de alvos.

2. Campo visual parietal - produtores de MOS reflexos graças ao aparecimento do alvo. Tais movimentos têm como função a exploração reflexa do meio visual

3. Campo visual suplementar - importante na produção de pequenas seqüências de MOS e no controle de MOS realizados durante movimento de corpo ou cabeça. A programação motora complexa é o objetivo desta área.

Três outras áreas contribuem para a preparação de certos tipos de MOS:

1. Córtex pré - frontal (área 46 de Brodmann) com importante papel no planejamento de MOS para lembrar a localização de alvos

2. Lóbulo inferior parietal está envolvido na integração visuo-espacial usada para calcular a amplitude do MOS

3. Hipocampo, provável controlador da memória temporal necessária para a memorização da ordem cronológica da seqüência do MOS (PIERROT-DESEILLIGNY et al.,1995).

### 2.3.3 - *Nistagmo optocinético*

Estudos recentes parecem concordar com a existência de duas vias neurais distintas utilizadas pelo sistema optocinético. No entanto, a descrição destas vias ainda é motivo de controvérsias, em razão do grande número de estruturas envolvidas e complexidade de seu funcionamento.

Atualmente acredita-se que as duas vias neurais principais responsáveis pelo controle do sistema optocinético são: uma via subcortical, com processamento inicial no núcleo do trato óptico, mas com input do córtex visual nos mamíferos, e uma via mais recente, relacionada com os movimentos oculares de rastreo lento (voluntários).

#### 2.3.3.1 *A via subcortical*

Nos coelhos, gatos e primatas, o sinal visual que vai para os núcleos subcortical, que controlam o sistema optocinético, converge de cada retina ao longo do trato óptico acessório que, por sua vez, termina no sistema acessório óptico contralateral. Este sistema tem três subnúcleos: o lateral, o medial e o dorso lateral terminal. Há evidência da existência de uma via similar no cérebro humano. Os núcleos lateral e medial parecem estar mais relacionados com o nistagmo optocinético vertical. O núcleo dorso lateral terminal e a área pré tectal formam uma unidade funcional relacionada ao nistagmo optocinético horizontal.

Os sinais que alcançam os núcleos vestibulares vindos do núcleo do trato óptico convergem para as mesmas células que recebem informações dos canais semicirculares horizontais. Dos núcleos vestibulares, o sinal responsável pelo nistagmo optocinético e reflexo vestibulo-ocular alcançam o núcleo oculomotor por intermédio do fascículo longitudinal medial e do trato de Deiters.

A via subcortical é associada ao nistagmo evocado pelo simples olhar passivo ao estímulo.

#### 2.3.3.2 *A via de movimento ocular de rastreo lento*

O estímulo que guia o sistema córtico-prétecal é basicamente a velocidade do erro retinal da imagem visual. Em contraste, a componente de rastreo lento do sistema optocinético é guiada por sinais que têm a ver com a manutenção de um objeto em particular perto da fóvea.

O mecanismo de MORL recebe informações da retina pela via genículo estriada. Do córtex visual primário, sinais são enviados aos centros altos visuais especializados na análise do movimento, em especial o córtex temporal médio e temporal médio superior, e o córtex parietal posterior, uma área também relacionada com mecanismos de atenção visual. Nesses centros, existem outras células que respondem aos movimentos oculares.

O núcleo dorso lateral pontino recebe informações destes centros, assim como do colículo superior e converge os sinais para o vérmis e flóculo do cerebelo.

A via do rastreo lento finalmente transmite os sinais aos núcleos vestibulares e oculomotores. Esta via é associada ao nistagmo de fixação (BLACKWOOD et al., 1975; HOWARD, 1993).

## **3 - METODOLOGIA**

### **3.1 - CASUÍSTICA**

#### ***3.1.1 - Seleção***

Foram selecionados 85 adultos com idade superior a 20 anos, que não apresentaram, na anamnese e exame físico da motricidade ocular, dados que pudessem implicar o risco de aparecimento de padrões oculares considerados anormais.

A - Foram estabelecidos, então, os seguintes critérios de inclusão:

1. Idade superior a 20 anos;
2. Acuidade visual e colaboração compatíveis com a realização do exame;
3. Ausência de história de doença neurológica, diabetes, hipertensão arterial e enxaqueca;
4. Ausência de queixas de tonturas ou sinais e sintomas que pudessem indicar função vestibular anormal;
5. Ausência de relato de uso de sedativo ou outra droga psicoativa nas 48 horas anteriores ao exame;
6. Ausência de déficit da motricidade ocular extrínseca ou outros movimentos oculares anormais.

B - Procedimentos

Foram adotados os seguintes procedimentos para a seleção e convocação dos adultos:

1. A procura de voluntários foi realizada em casas de repouso, programas de atenção aos idosos e no círculo profissional e pessoal;
2. Os responsáveis pelas casas de repouso e programas de atenção aos idosos foram contactados e tiveram esclarecimentos quanto aos objetivos e procedimentos da pesquisa. Em seguida, consentiram o contato com os indivíduos;
3. Foram solicitadas reuniões com os indivíduos nas quais os objetivos da pesquisa e procedimentos do exame foram esclarecidos. No círculo profissional e pessoal, os esclarecimentos foram individuais. Destas conversas, surgiram voluntários que foram selecionados quanto à idade, acuidade visual e colaboração compatíveis com a realização do exame e, posteriormente, encaminhados para uma entrevista individual;
4. Após a entrevista, os indivíduos selecionados foram submetidos ao exame na Clínica de Otorrinolaringologia do Instituto Penido Burnier.

### ***3.1.2 - Descrição da casuística***

A idade, sexo e nível de escolaridade dos 85 adultos estão assinalados na tabela 1. No que diz respeito à escolaridade, os indivíduos foram classificados em 3 grupos, de acordo com nível escolar cursado e concluído: 1- primeiro grau; 2 - segundo grau; 3 - terceiro grau.

## **3.2 - MÉTODOS**

### ***3.2.1 - Técnica de registro***

Para o registro dos movimentos oculares sacádicos, de rastreo lento e optocinéticos foi utilizado o programa belga ENG 290 MUMEDIA de vestibulometria computadorizada, instalado num computador 386, com conexão direta com um monitor de T.V. de alta definição de 20 polegadas.

Este programa permite ao examinador controlar a apresentação do estímulo nas três provas e obter cálculos quantitativos automáticos na avaliação do desempenho dos indivíduos.

Foi usado o método bio-elétrico para o registro dos movimentos oculares: o globo ocular constituindo um dipolo com carga negativa na retina e positivo na córnea. Este dipolo projeta em toda a face um campo elétrico que sofre variação com a movimentação ocular, registrada pelos eletrodos fixados na face, no plano da rotação (ALMEIDA & GANANÇA, 1974).

O exame foi realizado em uma sala com baixo nível de ruído e iluminação indireta (atrás do indivíduo).

Para a limpeza da pele foi usada uma mistura de 50% álcool e 50% éter, passada com gaze na face dos indivíduos.

Foram utilizados três eletrodos, sendo os ativos posicionados no plano horizontal e o de referência no centro da testa. Uma vez que os indivíduos apresentavam os olhos normais e igualmente móveis, os eletrodos ativos foram posicionados próximos ao ângulo externo das pálpebras. Os três eletrodos foram untados com pasta condutora e fixados com fitas de micropore.

Os indivíduos foram orientados a sentar na cadeira rotatória de exame otoneurológico e tiveram suas cabeças fixadas com apoio para o queixo, evitando, assim, estimulação dos canais semicirculares. Na frente da cadeira, a uma distância de 50 centímetros da face dos indivíduos estava posicionado o televisor por intermédio do qual foi feita a estimulação.

A calibração dos movimentos oculares foi feita com movimentos horizontais com intervalo de 10 graus - 0 grau para a esquerda e 0 grau - 10 graus para a direita.

### **3.2.2 - Técnicas de estímulo**

#### *3.2.2.1 - Movimentos oculares de rastreio lento*

Um ponto luminoso utilizado para a estimulação realizava movimentos horizontais de velocidade constante com período de 2.40 segundos. O tempo de registro foi de 40 segundos para cada uma das amplitudes utilizadas: 15.2, 23.0 e 30.6°. As velocidades máximas atingidas pelos estímulos foram respectivamente 19.9, 30.1 e 40.1°/s.

Os indivíduos foram orientados a acompanhar com os olhos todo o deslocamento horizontal do alvo luminoso.

Os aspectos estudados foram:

- Ganho direito e esquerdo - compara a velocidade dos olhos, exceto sacádicos, e a do alvo, em porcentagem;
- Distorção - quantifica a precisão do movimento dos olhos em relação ao alvo, em porcentagem;
- Velocidade média direita e esquerda - indica a velocidade média dos sacádicos em cada sentido, em graus por segundo;
- Sacádicos de correção direitos e esquerdos, em números.

#### 3.2.2.2 - *Movimentos oculares sacádicos*

O alvo luminoso realizava deslocamento horizontal com período de 1.5 segundos, durante 35 segundos, inicialmente com amplitude de 10°. Posteriormente, a mesma estimulação era realizada, com amplitude de 20°.

Os indivíduos foram orientados a manter os olhos sobre o alvo luminoso, acompanhando todo e qualquer deslocamento.

Os seguintes aspectos foram estudados:

- Ganho direito e esquerdo - é a porcentagem da relação entre a velocidade do alvo e a velocidade dos olhos. Indica a precisão do sacádico;
- Amplitude média direita e esquerda - é a amplitude do sacádico, em graus;
- Velocidade máxima média dos olhos, em graus por segundo;
- Velocidade máxima do olho no sacádico mais rápido, em graus por segundo;
- Velocidade mínima do olho no sacádico mais lento, em graus por segundo.

Foram, então, analisadas 20 variáveis: direita e esquerda e duas amplitudes de estimulação para cada aspecto.

#### 3.2.2.3 - *Nistagmo optocinético*

Para a estimulação do nistagmo optocinético foi utilizada a figura do mapa mundial cortada verticalmente por barras pretas.

O estímulo foi apresentado nos sentidos horário e anti-horário, com período de 10 segundos, perfazendo um total de 60 segundos (três apresentações em cada sentido).

Inicialmente a velocidade do estímulo foi de 20°/s, seguida de estimulações de 30, 40 e 50°/s.

O indivíduo foi orientado a olhar as barras que passavam na tela da televisão, sem fixar os olhos em ponto algum.

Os aspectos estudados foram os seguintes:

- Ganho direito e esquerdo - indica em porcentagem a relação entre a velocidade do alvo e a velocidade dos olhos;
- Velocidade média dos movimentos, em graus por segundo;
- Amplitude média dos movimentos nistágmicos, em graus;
- Frequência média dos movimentos, em movimentos por segundo.

Nas três diferentes estimulações a atenção visual foi garantida com estimulação verbal freqüente.

### ***3.2.3 - Método estatístico***

Para a análise estatística foram utilizados os seguintes testes:

3.2.3.1 - Coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), para estudar as relações entre as respostas de todas as variáveis com a idade e escolaridade dos indivíduos. As associações da idade com as variáveis foram calculadas dentro de cada nível de escolaridade, sendo aplicado o teste para homogeneidade dos coeficientes de correlação (valor de  $P_2$ ), o qual permite avaliar se os coeficientes podem ser considerados estatisticamente não diferentes. Quando isso acontecia, um coeficiente geral era calculado. O mesmo coeficiente também foi usado para determinar as relações entre todas as variáveis estudadas.

3.2.3.2 - Teste T pareado, para determinar a relação entre os movimentos realizados para a direita e para a esquerda em todas as variáveis e para comparar uma mesma variável nas diferentes velocidades (NO) ou amplitudes de estimulação (MORL e MOS).

3.2.3.3 - Teste T, para comparar as variáveis dos MORL, MOS e NO em ambos os sexos.

Nos três testes foi fixado em 0.05 ou 5% ( $0 < 0.05$ ) o nível para a rejeição da hipótese de nulidade, assinalando-se com um asterisco (\*) os valores significativos.

## **4 - RESULTADOS**

### **4.1 - MOVIMENTOS OCULARES DE RASTREIO LENTO**

A tabela 2 apresenta média, desvio padrão, valor mínimo e máximo, para o ganho, número de sacádicos de correção e velocidade média para a direita e esquerda, assim como distorção, para as amplitudes de 15.2, 23.0 e 30.6°.

#### ***4.1.1 - Ganho***

4.1.1.1 Os valores médios de ganho obtidos nas três amplitudes de estimulação mostraram diferenças significativas entre si apenas na comparação entre 23.0 - 30.6° à direita (Tabela 3).

4.1.1.2 Não houve diferença significativa nos valores médios de ganho para a direita e esquerda em nenhuma das amplitudes de estimulação (Tabela 4).

4.1.1.3 O ganho apresentou correlação negativa significativa com a idade em todas as amplitudes de estimulação para a direita e esquerda (Tabela 5).

4.1.1.4 Não se evidenciou diferença significativa dos valores médios do ganho nos diferentes níveis de escolaridade.

4.1.1.5 Os valores médios de ganho não mostraram diferenças significativas de acordo com o sexo dos indivíduos.

### **4.1.2 - Número de sacádicos de correção**

4.1.2.1 Houve, de modo significativo, diminuição do número de sacádicos de correção conforme aumento na amplitude de estimulação, tanto à direita quanto à esquerda (Tabela 3).

4.1.2.2 Não houve diferença significativa nos valores médios de número de sacádicos de correção para a direita e esquerda em nenhuma das amplitudes de estimulação (Tabela 4).

4.1.2.3 Houve correlação positiva significativa com a idade nos movimentos para o lado direito nas amplitudes de estimulação de 15.2 e 30.6° (Tabela 5).

4.1.2.4 Não se evidenciou diferença significativa dos valores médios do número de sacádicos de correção nos diferentes níveis de escolaridade.

4.1.2.5 Os valores médios de sacádicos de correção não mostraram diferenças significativas de acordo com o sexo dos indivíduos.

### **4.1.3 - Velocidade média**

4.1.3.1 Houve, de modo significativo, aumento da velocidade média conforme aumento na amplitude de estimulação, tanto à direita quanto à esquerda (Tabela 3).

4.1.3.2 Nas três amplitudes de estimulação os valores médios de velocidade média foram significativamente maiores à esquerda (Tabela 4).

4.1.3.3 As velocidades médias direita e esquerda, nas amplitudes de 23.0 e 30.6°, mostraram correlação positiva significativa com a idade, o mesmo não sendo observado na amplitude de 15.2° (Tabela 5).

4.1.3.4 Não se evidenciou diferença significativa dos valores médios da velocidade média nos diferentes níveis de escolaridade.

4.1.3.5 Os valores médios de velocidade média não mostraram diferenças significativas de acordo com o sexo dos indivíduos.

#### **4.1.4 - Distorção**

4.1.4.1 Houve, de modo sinificativo, diminuição da distorção conforme aumento na amplitude de estimulação nas comparações entre 15.2 - 30.6° e 23.0 - 30.6° (Tabela 3).

4.1.4.2 A distorção mostrou correlação positiva significativa com a variável idade nas amplitudes de estimulação de 23.0 e 30.6° (Tabela 5).

4.1.4.3 Não se evidenciou diferença significativa dos valores médios da variável distorção nos diferentes níveis de escolaridade.

4.1.4.4 Os valores médios de distorção não mostraram diferenças significativas de acordo com o sexo dos indivíduos.

#### **4.1.5 - Avaliação conjunta**

##### **4.1.5.1 Ganho:**

Apresentou correlação negativa significativa com a velocidade média nas três amplitudes de estimulação (Tabelas 6, 7 e 8).

Mostrou correlação negativa significativa com a distorção nas três amplitudes de estimulação (Tabelas 6, 7 e 8).

Apresentou correlação negativa significativa com o número de sacádicos de correção apenas na amplitude de 30.6° nos movimentos para o lado direito (Tabelas 6, 7 e 8).

##### **4.1.5.2 Velocidade média**

Teve correlação positiva significativa com a distorção nas três amplitudes de estimulação (Tabelas 6, 7 e 8).

Apresentou correlação positiva significativa com o número de sacádicos de correção, para o lado direito, nas amplitudes de 23.0 e 30.6° (Tabelas 6, 7 e 8).

##### **4.1.5.3 Número de sacádicos de correção**

O número de sacádicos de correção para o lado direito apresentou correlação positiva significativa com a distorção, na amplitude de 30.6° (Tabelas 6, 7 e 8).

## **4.2 - MOVIMENTOS OCULARES SACÁDICOS**

A tabela 9 apresenta o número de casos, média, desvio padrão, valor máximo e mínimo para ganho, amplitude média, velocidades média, máxima e mínima, para a direita e esquerda, para 10 e 20° de deslocamento do alvo.

4.2.1 Os valores médios do ganho, amplitude média, velocidade média, velocidade máxima e velocidade mínima tanto para direita quanto para a esquerda mostraram aumento significativo conforme aumento da amplitude de estimulação (Tabela 10).

4.2.2 Verificou-se diferença significativa nos valores médios direitos e esquerdos na variável velocidade mínima na amplitude de estimulação de 10° e nas variáveis velocidade média e mínima na amplitude de 20° (Tabela 11).

4.2.3 Apresentaram correlação significativa com a idade somente as variáveis velocidade média esquerda e velocidade mínima direita com amplitude de estimulação de 20° (Tabela 12).

4.2.4 Não se evidenciou diferença significativa das médias de ganho, amplitude média, velocidade média, velocidade máxima e velocidade mínima para direita e esquerda nos diferentes níveis de escolaridade.

4.2.5 Os valores médios do ganho, amplitude média, velocidade média, velocidade máxima e velocidade mínima tanto para direita quanto para a esquerda não mostraram diferenças significativas de acordo com o sexo dos indivíduos.

#### ***4.2.5 - Avaliação conjunta***

As variáveis ganho, amplitude média, velocidade média, velocidade máxima e velocidade mínima mostraram alta correlação entre si. (Tabelas 13 e 14)

### **4.3 - NISTAGMO OPTOCINÉTICO**

A tabela 15 apresenta número de casos, média, desvio padrão, valor mínimo e máximo, para o ganho, amplitude média, velocidade média e frequência média para a direita e esquerda, para as velocidades de 20, 30, 40 e 50°/s.

### **4.3.1 - Ganho**

4.3.1.1 Houve, de modo significativo, diminuição do ganho conforme aumento na velocidade de estimulação, tanto à direita quanto à esquerda (Tabela 16).

4.3.1.2 Os valores médios de ganho do lado direito foram significativamente maiores do que do lado esquerdo nas estimulações com velocidades de 30 e 50°/s . Nas estimulações com velocidades de 20 e 40°/s não se observou diferença significativa entre os lados, apesar de os valores tenderem a ser maiores no lado direito (Tabela 17).

4.3.1.3 O ganho apresentou correlação negativa significativa com a idade na estimulação com velocidade de 40°/s nos movimentos para o lado esquerdo e de 50°/s para ambos os lados . O mesmo não foi observado na velocidade de 40°/s para o lado direito e nas velocidades de 20 e 30°/s bilateralmente (Tabela 18).

4.3.1.4 Não se evidenciou diferença significativa nos valores médios de ganho nos diferentes níveis de escolaridade.

4.3.1.5 Os valores médios de ganho não mostraram diferenças significativas de acordo com o sexo dos indivíduos.

### **4.3.2 - Amplitude média**

4.3.2.1 Os valores médios obtidos nas quatro velocidades de estimulação mostraram diferenças significativas apenas na comparação entre 40 - 20°/s bilateralmente e entre 50 - 20°/s à direita (Tabela 16).

4.3.2.2 A média dos valores de amplitude média foi significativamente maior à esquerda do que à direita nas quatro velocidades de estimulação (Tabela 17).

4.3.2.3 A variável amplitude média apresentou correlação negativa significativa com a idade apenas na estimulação com velocidade de 30°/s nos movimentos para o lado direito e de 50°/s bilateralmente. O mesmo não foi observado nas demais estimulações (Tabela 18).

4.3.2.4 Não se evidenciou diferença significativa dos valores médios de amplitude média nos diferentes níveis de escolaridade.

4.3.2.5 Os valores médios de amplitude média não mostraram diferenças significativas de acordo com o sexo dos indivíduos.

#### **4.3.3 - Velocidade média**

4.3.3.1 Houve, de modo significativo, aumento da velocidade média conforme aumento na velocidade de estimulação, tanto à direita quanto à esquerda nas comparações entre 30 - 20°/s, 40 - 20°/s, 50 - 20°/s e 40 - 30°/s bilateralmente (Tabela 16).

4.3.3.2 A média dos valores de velocidade média foi significativamente maior à direita do que à esquerda na estimulação com velocidade de 50°/s. O mesmo não pode ser observado nas demais velocidades de estimulação, apesar de as maiores médias serem as do lado direito (Tabela 17).

4.3.3.3 A velocidade média apresentou correlação negativa significativa com a idade na estimulação com velocidade de 40°/s nos movimentos para o lado esquerdo e de 50°/s bilateralmente. O mesmo não foi observado nas demais estimulações (Tabela 18).

4.3.3.4 Não se observou diferença significativa dos valores médios de velocidade média nos diferentes níveis de escolaridade.

4.3.3.5 Os valores médios de velocidade média não mostraram diferenças significativas de acordo com o sexo dos indivíduos.

#### **4.3.4 - Frequência média**

4.3.4.1 Os valores de frequência média obtidos nas quatro velocidades de estimulação mostraram diferenças significativas entre si, com exceção da comparação entre 40 - 20°/s à esquerda, 50 - 20 e 40 - 30°/s à direita (Tabela 16).

4.3.4.2 As médias dos valores de frequência média foram significativamente maiores à esquerda do que à direita nas quatro velocidades de estimulação (Tabela 17).

4.3.4.3 A frequência média mostrou correlação negativa significativa com a idade nas estimulações com velocidades de 40 e 50°/s bilateralmente (Tabela 18).

4.3.4.4 Não foi observada diferença significativa nos valores médios da variável frequência média nos diferentes níveis de escolaridade.

4.3.4.5 Os valores médios de frequência média não mostraram diferenças significativas de acordo com o sexo dos indivíduos.

#### **4.3.5 - Avaliação conjunta**

##### *4.3.5.1 Ganho*

Apresentou alta correlação positiva com velocidade média nas quatro velocidades de estimulação, bilateralmente (Tabelas 19, 20, 21 e 22).

Mostrou alta correlação positiva com a amplitude média, também nas quatro velocidades de estimulação, bilateralmente (Tabelas 19, 20, 21 e 22).

Teve correlação positiva significativa com a frequência média na estimulação com velocidades de 30, 40 e 50%/s, bilateralmente (Tabelas 19, 20, 21 e 22).

##### *4.3.5.2 Velocidade média*

Apresentou alta correlação positiva com amplitude média nas quatro velocidades de estimulação, bilateralmente (Tabelas 19, 20, 21 e 22).

Também apresentou correlação positiva significativa com a frequência média nas estimulações com velocidades de 30, 40 e 50%/s, bilateralmente (Tabelas 19, 20, 21 e 22).

##### *4.3.5.3 Frequência média*

Apresentou correlação significativa negativa com amplitude média na velocidade de estimulação 20%/s à direita e positiva com a mesma variável na velocidade de 50%/s, bilateralmente (Tabelas 19, 20, 21 e 22).

Tabela 1: Distribuição dos 85 adultos segundo o sexo, idade e escolaridade para os quais são referidos o número (Nº) e percentagem (%)

Idade em anos	Sexo		Total	Escolaridade		
	Masculino Nº %	Feminino Nº %		1º grau Nº %	2º grau Nº %	3º grau Nº %
20-39	13 41.33	17 56.67	30	8 26.66	7 23.34	15 50.00
40-59	8 33.34	16 66.66	24	6 25.00	4 16.66	14 58.34
60 ou mais	10 32.26	21 67.74	31	10 32.25	13 41.94	8 25.81
Total	31 36.47	54 63.53	85	24 28.23	24 28.24	37 43.53

Tabela 2 - Ganho, número de movimentos sacádicos de correção e velocidade média para a direita (D) e esquerda (E), assim como distorção, para as amplitudes de estimulação de 15.2, 23.0 e 30.6° - média, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo em 85 adultos.

Amplitude de deslocamento do alvo (em °) e variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
15.2 - Ganho D	72.16	20.13	27.70	122.40
15.2 - Ganho E	72.18	20.59	21.00	122.60
23.0 - Ganho D	74.22	19.83	27.30	117.70
23.0 - Ganho E	74.35	21.52	21.60	130.30
30.6 - Ganho D	71.90	20.02	27.00	126.40
30.6- Ganho E	72.56	19.76	24.70	128.20
15.2 - Sacádicos de correção à D	48.33	20.09	13.00	156.00
15.2 - Sacádicos de correção à E	48.78	19.68	15.00	162.00
23.0 - Sacádicos de correção à D	38.26	16.12	4.00	89.00
23.0 - Sacádicos de correção à E	38.35	15.56	9.00	94.00
30.6 - Sacádicos de correção à D	33.15	11.83	5.00	80.00
30.6 - Sacádicos de correção à E	32.58	12.22	10.00	84.00
15.2 - Velocidade média D	43.67	5.54	34.60	68.40
15.2 - Velocidade média E	44.54	5.86	33.60	66.70
23.0 - Velocidade média D	62.72	8.04	49.40	88.40
23.0 - Velocidade média E	64.27	7.69	52.30	92.90
30.6 - Velocidade média D	81.37	9.94	34.40	104.10
30.6 - Velocidade média E	84.71	10.49	36.50	109.40
15.2 - Distorção	14.91	13.46	0.00	80.30
23.0 - Distorção	13.28	13.11	0.80	70.10
30.6 - distorção	10.31	8.64	0.60	46.00

Tabela 3 - Probabilidade na comparação de médias de ganho, número de movimentos sacádicos de correção, velocidade média e distorção segundo a amplitude de estimulação 15.2, 23.0 e 30.6 °.

Amplitudes de deslocamento do alvo (em °) e variável	Probabilidade	
	Direita	Esquerda
15.2 e 23.0 - Ganho	0.0632	0.1453
15.2 e 30.6 - Ganho	0.8594	0.8155
23.0 e 30.6 - Ganho	0.0461*	0.0860
15.2 e 23.0 - Sacádicos de correção	0.0001*	0.0001*
15.2 e 30.6 - Sacádicos de correção	0.0001*	0.0001*
23.0 e 30.6 - Sacádicos de correção	0.0004*	0.0001*
15.2 e 23.0 - Velocidade média	0.0001*	0.0001*
15.2 e 30.6 - Velocidade média	0.0001*	0.0001*
23.0 e 30.6 - Velocidade média	0.0001*	0.0001*
15.2 e 23.0 - Distorção		0.2616
15.2 e 30.6 - Distorção		0.0001*
23.0 e 30.6 - Distorção		0.0085*

\* diferença significativa ( $P < 0.05$ )

Tabela 4 - Comparação de médias direito / esquerdo para as variáveis de movimentos oculares de rastreo lento em 85 adultos.

Amplitude de deslocamento do alvo (em °) e variável	Diferença de médias	Desvio Padrão	Probabilidade
15.2 - Ganho	0.03	13.93	0.9856
23.0 - Ganho	0.13	14.29	0.9340
30.6 - Ganho	0.66	12.66	0.6326
15.2 - Sacádicos de correção	0.45	10.20	0.6873
23.0 - Sacádicos de correção	0.09	10.75	0.9359
30.6 - Sacádicos de correção	-0.58	8.29	0.5231
15.2 - Velocidade média	0.87	3.80	0.0372*
23.0 - Velocidade média	1.56	5.21	0.0072*
30.6 - Velocidade média	3.34	6.32	0.0001*

\* diferença significativa ( $p < 0.05$ )

Tabela 5 - Coeficiente de correlação e probabilidade das variáveis de movimentos oculares de rastreo lento com a idade, em 85 adultos.

Amplitude de deslocamento do alvo (em °) e variável	Coeficiente de correlação (Pearson)	Probabilidade (p)
15.2 - Ganho D	-0.30	0.0061*
15.2 - Ganho E	-0.35	0.0011*
23.0 - Ganho D	-0.39	0.0002*
23.0 - Ganho E	-0.45	0.0001*
30.6 - Ganho D	-0.46	0.0001*
30.6 - Ganho E	-0.48	0.0001*
15.2 - Sacádicos de correção à D	0.23	0.0313*
15.2 - Sacádicos de correção à E	0.20	0.0718
23.0 - Sacádicos de correção à D	0.15	0.1625
23.0 - Sacádicos de correção à E	0.16	0.1351
30.6 - Sacádicos de correção à D	0.34	0.0015*
30.6 - Sacádicos de correção à E	0.20	0.0645
15.2 - Velocidade média D	0.13	0.2451
15.2 - Velocidade média E	0.11	0.2987
23.0 - Velocidade média D	0.23	0.0384*
23.0 - Velocidade média E	0.24	0.0304*
30.6 - Velocidade média D	0.34	0.0017*
30.6 - Velocidade média E	0.33	0.0024*
15.2 - Distorção	0.21	0.0521
23.0 - Distorção	0.36	0.0009*
30.6 - Distorção	0.45	0.0001*

\* correlação significativa ( $p < 0.05$ )

Tabela 6 - Correlações (r e p) entre variáveis de movimentos oculares de rastreamento lento (ganho, número de movimentos sacádicos de correção, velocidade média e distorção) para a direita (D) ou esquerda (E) e amplitude de estimulação de 15.2°.

Variáveis	Ganho D	Ganho E	Sacádicos correção D	Sacádicos correção E	Velocidade média D	Velocidade média E	Distorção
Ganho D	1.00	0.77	-0.02	0.05	-0.48	-0.30	-0.46
Ganho E	0.0	0.0001*	0.8723	0.6655	0.0001*	0.0064*	0.0001*
Sacádicos correção D		1.00	0.003	0.08	-0.37	-0.40	-0.51
Sacádicos correção E		0.0	0.9771	0.4687	0.0004*	0.0001*	0.0001*
Velocidade média D			1.00	0.87	-0.02	0.03	-0.01
Velocidade média E			0.0	0.0001*	0.8286	0.8098	0.9092
Distorção				1.00	-0.05	-0.03	-0.02
				0.0	0.6701	0.7855	0.8269
					1.00	0.78	0.26
					0.0	0.0001*	0.0162*
						1.00	0.36
						0.0	0.0008*
							1.00
							0.0

\* correlação significativa (p<0.05)

Tabela 7 - Correlações (r e p) entre variáveis de movimentos oculares de rastreo lento (ganho, número de movimentos sacádicos de correção, velocidade média e distorção) para a direita (D) ou esquerda (E) e amplitude de estimulação de 23.0°.

Variáveis	Ganho D	Ganho E	Sacádicos correção D	Sacádicos correção E	Velocidade média D	Velocidade média E	Distorção
Ganho D	1.00	0.77	-0.02	0.08	-0.56	-0.43	-0.38
Ganho E	0.0	0.0001*	0.8265	0.4553	0.0001*	0.0001*	0.0003*
Sacádicos correção D		1.00	0.05	0.17	-0.46	0.59	-0.42
Sacádicos correção E		0.0	0.6475	0.1311	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Velocidade média D			1.00	0.77	-0.30	0.23	0.09
Velocidade média E			0.0	0.0001*	0.0081*	0.0338*	0.3972
Distorção				1.00	0.21	0.16	0.15
				0.0	0.0520	0.1455	0.1647
					1.00	0.26	0.79
					0.0	0.0170*	0.0001*
						1.00	0.24
						0.0	0.0262*
							1.00
							0.0

\* correlação significativa (p<0.05)

Tabela 8 - Correlações (r e p) entre variáveis de movimentos oculares de rastreo lento (ganho, número de sacádicos de correção, velocidade média e distorção) para a direita (D) ou esquerda (E) e amplitude de estimulação de 30.6°.

Variáveis	Ganho D	Ganho E	Sacádicos correção D	Sacádicos correção E	Velocidade média D	Velocidade média E	Distorção
Ganho D	1.00	0.80	-0.22	-0.11	-0.65	-0.52	-0.64
	0.0	0.0001*	0.0415*	0.3358	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Ganho E		1.00	-0.21	-0.10	-0.55	-0.59	-0.57
		0.0	0.0466*	0.3565	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Sacádicos correção D			1.00	0.76	0.27	0.20	0.24
			0.0	0.0001*	0.0120*	0.0710	0.0265*
Sacádicos correção E				1.00	0.18	0.05	0.20
				0.0	0.1056	0.6431	0.0639
Velocidade média D					1.00	0.80	0.37
					0.0	0.0001*	0.0004*
Velocidade média E						1.00	0.33
						0.0	0.0018*
Distorção							1.00
							0.0

\* correlação significativa (p<0.05)

Tabela 9 - Ganho, amplitude média, velocidades média, máxima e mínima, para a direita (D) e esquerda (E), para 10 e 20° de deslocamento do alvo - número de casos estudados, média, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo.

Amplitude de deslocamento do alvo (em °) e variável	Nº de casos	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
10 - Ganho D	84	108.18	33.57	0.00	226.90
10 - Ganho E	83	110.07	35.94	0.00	250.10
20 - Ganho D	85	141.55	39.73	0.00	212.10
20 - Ganho E	85	147.15	48.07	0.00	304.30
10 - Amplitude média D	84	13.63	23.71	0.00	226.30
10 - Amplitude média E	82	11.38	4.37	0.00	37.10
20 - Amplitude média D	85	28.14	8.10	0.00	42.40
20 - Amplitude média E	85	29.07	8.97	0.00	52.00
10 - Velocidade média D	84	184.73	51.61	0.00	335.10
10 - Velocidade média E	82	193.00	81.79	0.00	540.90
20 - Velocidade média D	85	247.82	65.95	0.00	390.40
20 - Velocidade média E	82	556.01	243.81	0.00	1806.50
10 - Velocidade máxima D	84	194.18	50.40	0.00	346.70
10 - Velocidade máxima E	82	195.03	54.63	0.00	389.60
20 - Velocidade máxima D	85	269.47	73.95	0.00	554.80
20 - Velocidade máxima E	85	267.88	79.21	0.00	577.90
10 - Velocidade mínima D	84	140.71	43.37	0.00	288.80
10 - Velocidade mínima E	82	133.72	42.27	0.00	272.70
20 - Velocidade mínima D	85	195.86	57.19	0.00	334.50
20 - Velocidade mínima E	85	184.09	53.11	0.00	283.20

Tabela 10 - Comparação de médias de ganho, amplitude média, velocidades média, máxima e mínima segundo amplitude de deslocamento de 10 e 20° - probabilidades.

Amplitude de deslocamento do alvo (em °) e variável	Probabilidade	
	Direita	Esquerda
10 e 20 - Ganho	0.0001*	0.0001*
10 e 20 - Amplitude média	0.0001*	0.0001*
10 e 20 - Velocidade média	0.0001*	0.0001*
10 e 20 - Velocidade máxima	0.0001*	0.0001*
10 e 20 - Velocidade mínima	0.0001*	0.0001*

\* diferença significativa ( $P < 0.05$ )

Tabela 11 - Comparação de médias direito / esquerdo para as variáveis de movimentos oculares sacádicos.

Amplitude de deslocamento do alvo (em °) e variável	Nº de casos	Diferença de médias	Desvio Padrão	Probabilidade
10 - Ganho	82	1.64	30.59	0.6278
20 - Ganho	85	5.60	31.01	0.096
10 - Amplitude média	81	0.28	3.48	0.4747
20 - Amplitude média	85	0.92	5.39	0.1174
10 - Velocidade média	81	7.75	67.34	0.3036
20 - Velocidade média	82	311.83	209.42	0.0001*
10 - Velocidade máxima	81	-0.00	30.54	0.9997
20 - Velocidade máxima	85	-1.59	28.64	0.6110
10 - Velocidade mínima	81	-6.62	29.19	0.0445*
20 - Velocidade mínima	85	-11.77	36.09	0.0035*

\* diferença significativa ( $p < 0.05$ )

Tabela 12 - Coeficiente de correlação e respectiva probabilidade das variáveis dos movimentos oculares sacádicos com a idade.

Amplitude de deslocamento do alvo (em °) e variável	Nº de casos	Coeficiente de correlação (Pearson)	Probabilidade
10 - Ganho D	84	0.002	0.9852
10 - Ganho E	83	-0.07	0.5433
20 - Ganho D	85	-0.01	0.8928
20 - Ganho E	85	-0.11	0.3278
10 - Amplitude média D	84	0.02	0.8700
10 - Amplitude média E	82	-0.12	0.2920
20 - Amplitude média D	85	0.01	0.9040
20 - Amplitude média E	85	-0.06	0.5913
10 - Velocidade média D	84	-0.08	0.4862
10 - Velocidade média E	82	-0.17	0.1292
20 - Velocidade média D	85	-0.04	0.7473
20 - Velocidade média E	82	-0.29	0.0092*
10 - Velocidade máxima D	84	-0.08	0.4798
10 - Velocidade máxima E	82	-0.10	0.3888
20 - Velocidade máxima D	85	-0.02	0.8429
20 - Velocidade máxima E	85	0.01	0.9157
10 - Velocidade mínima D	84	-0.21	0.0607
10 - Velocidade mínima E	82	-0.20	0.0825
20 - Velocidade mínima D	85	-0.24	0.0245*
20 - Velocidade mínima E	85	-0.13	0.2504

\* correlação significativa ( $p < 0.05$ )

Tabela 13 - Correlações ( $\tau$  e  $p$ ) entre variáveis de movimentos oculares sacádicos (ganho, amplitude média, velocidade média, velocidades máxima e mínima), para a direita (D) ou esquerda (E) e amplitude de estimulação de 10°.

Variável	Ganho		Amplitude média		Velocidade média		Velocidade máxima		Velocidade mínima	
	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
Ganho D	1.00	0.62	-0.23	0.43	0.83	0.43	0.68	0.54	0.46	0.48
	0.0	0.0001*	0.0353*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Ganho E		1.00	-0.26	0.89	0.64	0.83	0.73	0.80	0.63	0.70
		0.0	0.0201*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Amplitude média D			1.00	0.63	0.10	0.57	0.05	0.59	0.16	0.58
			0.0	0.0001*	0.3861	0.0001*	0.6377*	0.0001*	0.1435	0.0001*
Amplitude média E				1.00	0.63	0.87	0.70	0.72	0.72	0.71
				0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Velocidade média D					1.00	0.58	0.85	0.68	0.74	0.70
					0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Velocidade média E						1.00	0.68	0.70	0.64	0.67
						0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Velocidade máxima D							1.00	0.84	0.74	0.75
							0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Velocidade máxima E								1.00	0.66	0.69
								0.0	0.0001*	0.0001*
Velocidade mínima D									1.00	0.77
									0.0	0.0001*
Velocidade mínima E										1.00
										0.0

\* correlação significativa ( $p < 0.05$ )

Tabela 14 - Correlações (r e p) entre variáveis de movimentos oculares sacádicos (ganho, amplitude média, velocidades média, máxima e mínima), para a direita (D) ou esquerda (E) e amplitude de estimulação de 10°.

Variável	Ganho		Amplitude média		Velocidade média		Velocidade máxima		Velocidade mínima	
	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
Ganho D	1.00	0.77	0.99	0.82	0.75	0.46	0.68	0.64	0.56	0.63
Ganho E	0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Amplitude média D		1.00	0.69	0.94	0.60	0.62	0.64	0.60	0.50	0.58
Amplitude média E		0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Velocidade média D			1.00	0.81	0.75	0.39	0.67	0.64	0.567	0.63
Velocidade média E			0.0	0.0001*	0.0001*	0.0002*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Velocidade máxima D				1.00	0.70	0.52	0.70	0.67	0.55	0.64
Velocidade máxima E				0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Velocidade mínima D					1.00	0.44	0.92	0.85	0.82	0.84
Velocidade mínima E					0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Velocidade máxima D						1.00	0.64	0.60	0.54	0.60
Velocidade máxima E						0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Velocidade mínima D							1.00	0.93	0.78	0.72
Velocidade mínima E							0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*
								1.00	0.82	0.78
								0.0	0.0001*	0.0001*
									1.00	0.79
									0.0	0.0001*
										1.00
										0.0

\* correlação significativa (p<0.05)

Tabela 15 - Ganho, amplitude média, velocidade média e frequência média, para a direita (D) e esquerda (E), para as velocidades de estimulação de 20, 30, 40 e 50%/s - média, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo.

Velocidade de deslocamento do alvo (%/s) e variável	Nº de casos	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
20 -Ganho D	85	101.51	19.15	60.90	163.80
20 - Ganho E	85	99.20	18.94	64.00	153.30
30 -Ganho D	83	80.92	17.43	25.70	125.00
30 - Ganho E	85	78.18	15.72	23.50	111.80
40 -Ganho D	85	63.66	17.18	16.10	96.10
40 - Ganho E	85	61.48	15.66	19.00	91.20
50 -Ganho D	84	50.14	18.34	0.00	95.20
50 - Ganho E	83	47.45	18.77	0.00	90.90
20 - Amplitude média D	85	6.04	2.49	3.20	19.20
20 - Amplitude média E	85	6.69	2.74	3.30	23.10
30 - Amplitude média D	83	6.51	2.66	2.40	19.40
30 - Amplitude média E	85	7.01	2.04	2.60	13.50
40 - Amplitude média D	85	6.65	2.86	2.60	18.40
40 - Amplitude média E	85	7.11	2.67	3.20	20.60
50 - Amplitude média D	84	6.67	2.86	0.00	16.10
50 - Amplitude média E	83	7.09	3.14	0.00	19.40
20 - Velocidade média D	85	20.30	3.83	12.20	32.80
20 - Velocidade média E	85	19.87	3.82	12.80	30.70
30 - Velocidade média D	83	24.28	5.23	7.70	37.50
30 - Velocidade média E	85	23.57	4.85	7.10	34.00
40 - Velocidade média D	85	25.47	6.87	6.40	38.50
40 - Velocidade média E	85	24.59	6.27	7.60	36.50
50 - Velocidade média D	84	25.07	9.17	0.00	47.60
50 - Velocidade média E	83	23.72	9.38	0.00	45.50
20 - Frequência média D	85	1.63	0.56	0.44	3.57
20 - Frequência média E	85	1.89	0.55	0.57	3.31
30 - Frequência média D	83	1.87	0.57	0.47	3.08
30 - Frequência média E	85	2.11	0.61	0.75	3.34
40 - Frequência média D	85	1.76	0.68	0.20	3.41
40 - Frequência média E	85	1.96	0.69	0.34	3.44
50 - Frequência média D	84	1.55	0.72	0.00	3.13
50 - Frequência média E	83	1.71	0.75	0.00	3.09

Tabela 16 - Probabilidades na comparação de médias de ganho, amplitude média, velocidades média e frequência média, segundo velocidade de deslocamento de 20, 30, 40 e 50°/s, à direita e à esquerda.

Velocidade de deslocamento do alvo ( °/s) e variável	Probabilidade	
	Direita	Esquerda
30 e 20 - Ganho	0.0001*	0.0001*
40 e 20 - Ganho	0.0001*	0.0001*
50 e 20 - Ganho	0.0001*	0.0001*
40 e 30 - Ganho	0.0001*	0.0001*
50 e 30 - Ganho	0.0001*	0.0001*
50 e 40 - Ganho	0.0001*	0.0001*
30 e 20 - Amplitude média	0.0605	0.1683
40 e 20 - Amplitude média	0.0030*	0.0376*
50 e 20 - Amplitude média	0.0194*	0.1522
40 e 30 - Amplitude média	0.3454	0.6206
50 e 30 - Amplitude média	0.4829	0.7406
50 e 40 - Amplitude média	0.8888	0.8622
30 e 20 - Velocidade média	0.0001*	0.0001*
40 e 20 - Velocidade média	0.0001*	0.0001*
50 e 20 - Velocidade média	0.0001*	0.0001*
40 e 30 - Velocidade média	0.0188*	0.0184*
50 e 30 - Velocidade média	0.3548	0.8556
50 e 40 - Velocidade média	0.3497	0.2150
30 e 20 - Frequência média	0.0001*	0.0001*
40 e 20 - Frequência média	0.0450*	0.2699
50 e 20 - Frequência média	0.3289	0.0136*
40 e 30 - Frequência média	0.0798	0.0021*
50 e 30 - Frequência média	0.0001*	0.0001*
50 e 40 - Frequência média	0.0001*	0.0001*

\* diferença significativa ( $p < 0.05$ )

Tabela 17 - Comparação de médias direito / esquerdo para as variáveis do nistagmo optocinético

Velocidade de deslocamento do alvo ( %/s) e variável	Nº de casos	Diferença de médias	Desvio Padrão	Probabilidade
20 -Ganho	85	-2.31	12.99	0.1048
30 -Ganho	83	-2.53	9.97	0.0235*
40 -Ganho	85	-2.17	11.54	0.0865
50 -Ganho	82	-2.42	9.69	0.0262*
20 - Amplitude média	85	0.65	1.48	0.0001*
30 - Amplitude média	83	0.54	1.99	0.0154*
40 - Amplitude média	85	0.46	1.82	0.0211*
50 - Amplitude média	82	0.45	1.67	0.0163*
20 - Velocidade média	85	-0.43	2.60	0.1270
30 - Velocidade média	83	-0.64	3.20	0.0719
40 - Velocidade média	85	-0.87	4.62	0.0853
50 - Velocidade média	82	-1.21	4.83	0.0254*
20 - Freqüência média	85	0.26	0.36	0.0001*
30 - Freqüência média	83	0.26	0.43	0.0001*
40 - Freqüência média	85	0.20	0.49	0.0004*
50 - Freqüência média	82	0.16	0.48	0.0032*

\* diferença significativa ( $p < 0.05$ )

Tabela 18 - Coeficiente de correlação e respectiva probabilidade das variáveis do nistagmo optocinético com a idade.

Velocidade de deslocamento do alvo (°/s) e variável	Nº de casos	Coeficiente de correlação (Pearson)	Probabilidade
20 -Ganho D	-	-	-
20- Ganho E	-	-	-
30 -Ganho D	83	-0.20	0.0840
30- Ganho E	-	-	-
40 -Ganho D	-	-	-
40- Ganho E	85	-0.28	0.0089*
50 -Ganho D	84	-0.42	0.0001*
50- Ganho E	83	-0.30	0.0052*
20- Amplitude média D	-	-	-
20- Amplitude média E	-	-	-
30- Amplitude média D	83	-0.30	0.0063*
30- Amplitude média E	85	-0.12	0.2594
40- Amplitude média D	-	-	-
40- Amplitude média E	85	-0.20	0.0709
50- Amplitude média D	84	-0.31	0.0047*
50- Amplitude média E	83	-0.30	0.0054*
20 - Velocidade média D	-	-	-
20 - Velocidade média E	-	-	-
30 - Velocidade média D	83	-0.20	0.0826
30 - Velocidade média E	-	-	-
40 - Velocidade média D	-	-	-
40 - Velocidade média E	85	-0.28	0.0090*
50 - Velocidade média D	84	-0.42	0.0001*
50 - Velocidade média E	83	-0.30	0.0051*
20 - Freqüência média D	85	0.06	0.6109
20 - Freqüência média E	85	0.02	0.8898
30 - Freqüência média D	83	-0.05	0.6244
30 - Freqüência média E	85	-0.14	0.2136
40 - Freqüência média D	85	-0.29	0.0071*
40 - Freqüência média E	85	-0.22	0.0459*
50 - Freqüência média D	84	-0.33	0.0023*
50 - Freqüência média E	83	-0.26	0.0114*

\* correlação significativa ( $p < 0.05$ ); (-) não pode ser calculado um coeficiente geral, pois os grupos de escolaridade foram diferentes entre si.

Tabela 19 - Correlações (r e p) entre variáveis do nistagmo optocinético (ganho, amplitude média, velocidade média e frequência média) para a direita (D) e esquerda (E) e velocidade de estimulação de 20°/s.

Variável	Ganho D	Ganho E	Amplitude média D	Amplitude média E	Velocidade média D	Velocidade média E	Frequência média D	Frequência média E
Ganho D	1.00	0.77	0.55	0.46	1.00	0.77	-0.00	-0.03
Ganho E	0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.9970	0.8072
Amplitude média D		1.00	1.00	0.84	0.55	0.58	0.00	0.05
Amplitude média E		0.0	0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0117*	0.0196
Velocidade média D				1.00	0.46	0.70	-0.24	-0.31
Velocidade média E				0.0	0.0001*	0.0001*	0.0259	0.0030
Frequência média D					1.00	0.77	-0.00	-0.02
Frequência média E					0.0	0.0001*	0.9906	0.8000
						1.00	0.00	0.05
						0.0	0.9338	0.6579
Frequência média D							1.00	0.79
Frequência média E							0.0	0.0001*
								1.00
								0.0

\* correlação significativa (p<0.05)

Tabela 20 - Correlações (r e p) entre variáveis do nistagno optocinético (ganho, amplitude média, velocidade média e frequência média) para a direita (D) e esquerda (E) e velocidade de estimulação de 30º/s.

Variável	Ganho D	Ganho E	Amplitude média D	Amplitude média E	Velocidade média D	Velocidade média E	Frequência média D	Frequência média E
Ganho D	1.00 0.0	0.82 0.0001*	0.63 0.0001*	0.64 0.0001*	1.00 0.0001*	0.80 0.0001*	0.26 0.0197*	0.07 0.5501
Ganho E		1.00 0.0	0.49 0.0001*	0.74 0.0001*	0.82 0.0001*	0.98 0.0001*	0.38 0.0004*	0.30 0.0056*
Amplitude média D			1.00 0.0	0.67 0.0001*	0.63 0.0001*	0.50 0.0001*	-0.12 0.2840	-0.17 0.1209
Amplitude média E				1.00 0.0	0.64 0.0001*	0.75 0.0001*	0.04 0.7490	-0.18 0.0910
Velocidade média D					1.00 0.0	0.80 0.0001*	0.26 0.0195*	0.07 0.5455
Velocidade média E						1.00 0.0	0.36 0.0008*	0.29 0.0081*
Frequência média D							1.00 0.0	0.73 0.0001*
Frequência média E								1.00 0.0

\* correlação significativa (p<0.05)

Tabela 21 - Correlações (r e p) entre variáveis do nistagmo optocinético (ganho, amplitude média, velocidade média, velocidade média e frequência média) para a direita (D) e esquerda (E) e velocidade de estimulação de 40°/s.

Variável	Ganho D	Ganho E	Amplitude média D	Amplitude média E	Velocidade média D	Velocidade média E	Frequência média D	Frequência média E
Ganho D	1.00	0.76	0.73	0.57	1.00	0.76	0.40	0.20
	0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0002*	0.0572
Ganho E		1.00	0.67	0.70	0.76	1.00	0.46	0.40
		0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0002*
Amplitude média D			1.00	0.79	0.73	0.67	0.15	-0.02
			0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.1670	0.7966
Amplitude média E				1.00	0.57	0.70	0.17	-0.01
				0.0	0.0001*	0.0001*	0.1281	0.3851
Velocidade média D					1.00	0.76	0.40	0.20
					0.0	0.0001*	0.0002*	0.0586
Velocidade média E						1.00	0.46	0.40
						0.0	0.0001*	0.0002*
Frequência média D							1.00	0.74
							0.0	0.0001*
Frequência média E								1.00
								0.0

\* correlação significativa (p<0.05)

Tabela 22 - Correlações (r e p) entre variáveis do nistagno optocinético (ganho, amplitude média, velocidade média e frequência média) para a direita (D) e esquerda (E) e velocidade de estimulação de 50°/s.

Variável	Ganho D	Ganho E	Amplitude média D	Amplitude média E	Velocidade média D	Velocidade média E	Frequência média D	Frequência média E
Ganho D	1.00	0.86	0.84	0.75	1.00	0.86	0.67	0.55
	0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Ganho E		1.00	0.78	0.83	0.86	1.00	0.60	0.66
		0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Amplitude média D			1.00	0.85	0.84	0.77	0.44	0.37
			0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0006*
Amplitude média E				1.00	0.78	0.83	0.37	0.32
				0.0	0.0001*	0.0001*	0.0007*	0.0029*
Velocidade média D					1.00	0.86	0.67	0.55
					0.0	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Velocidade média E						1.00	0.60	0.66
						0.0	0.0001*	0.0001*
Frequência média D							1.00	0.79
							0.0	0.0001*
Frequência média E								1.00
								0.0

\* correlação significativa (p<0.05)

## 5 - DISCUSSÃO

### 5.1 - ASPECTOS METODOLÓGICOS

A análise da bibliografia sobre os MORL, MOS e NO em indivíduos normais mostra, por vezes, pesquisas com critérios limitados e/ou não claramente apresentados de seleção de casuística, número de indivíduos testados, variáveis estudadas e influência do fator atenção na execução das provas. Este trabalho, com critérios mais restritos de seleção de casuística e ampliando o número e controle de variáveis estudadas, busca uma abordagem mais global e sistematizada dos MORL, MOS e NO, na população adulta normal.

Quanto aos critérios de seleção dos indivíduos normais, KUECHENMEISTER et al. (1977) estudaram pacientes com esquizofrenia e doença de Parkinson comparando-os a indivíduos de um grupo controle normal sem no entanto citar os critérios de normalidade. SHARPE & SYLVESTER (1978), ABEL et al. (1983) e ZERBINI et al. (1984) incluíram em seus estudos somente indivíduos sem alterações neurológicas e oftalmológicas (exceção para erros de refração) e que não estivessem fazendo uso de medicamentos (exceção para drogas anti-hipertensivas nos idosos). Por sua vez, SPOONER et al. (1980) preocuparam-se somente com a integridade da acuidade visual e com o não uso de medicação. A acuidade visual também foi a preocupação de KANAYAMA et al. (1994), que ainda excluiu indivíduos portadores de patologias neurológicas ou com queixas de vertigens. Numa abordagem diferente, KONRAD (1991) estudou somente indivíduos com queixas possivelmente relacionadas a anormalidades vestibulares ou do sistema do controle dos movimentos oculares. No

entanto, ele ressaltou que para obtenção de valores de normalidade, os indivíduos não deveriam ter distúrbios visuais ou do sistema nervoso central e também não deveriam estar fazendo uso de medicamentos.

Nesta pesquisa, tentando tornar a seleção dos indivíduos mais rigorosa, para maior confiabilidade dos resultados, foram utilizados critérios de exclusão abrangendo todos os aspectos citados acima e mais alguns que se mostraram importantes na prática clínica, como diabetes, hipertensão arterial, enxaqueca.

Quanto ao número de indivíduos normais da casuística, KUECHENMEISTER et al. (1977), SHARPE & SYLVESTER (1978), ABEL et al. (1983) e KANAYAMA et al. (1994), incluíram em seus estudos populações relativamente restritas - de 30 a 40 indivíduos. SPOONER et al. (1980) e ZERBINI et al. (1984) contaram com uma população um pouco maior (60 indivíduos).

Um estudo rigoroso de padrões de normalidade de uma população deveria levar em conta sexo, nível sócio-econômico, escolaridade, faixa etária, as diferentes regiões do país, e seleção aleatória dos indivíduos. No entanto, tal estudo é de realização extremamente difícil, se considerarmos custos, tempo, dificuldades operacionais e o grande número de indivíduos a serem testados.

Para este trabalho, foi selecionada uma população de 86 indivíduos de ambos os sexos, de 20 a 87 anos de idade, de diferentes profissões, níveis sócio-econômicos e de escolaridade. Trata-se de estudo restrito quanto à população estudada, mas, ainda assim, mais amplo do que os apresentados na literatura mundial.

Quanto às variáveis testadas, ABEL et al. (1983) e ZERBINI et al. (1984) pesquisaram apenas os MOS; KUECHENMEISTER et al. (1977), SHARPE & SYLVESTER (1978) e KANAYAMA et al. (1994) estudaram os MORL; ABEL et al. (1983) e ZERBINI et al. (1984), KUECHENMEISTER et al. (1977), SHARPE & SYLVESTER (1978) e KANAYAMA et al. (1994) pesquisaram, respectivamente, os MOS e os MORL em diferentes amplitudes de estimulação. SPOONER et al. (1980) fez a pesquisa dos três tipos de movimentos oculares, sendo que para o NO utilizou apenas a velocidade 30°/s.

No presente estudo os MORL e MOS foram pesquisados em diferentes amplitudes e o NO em diferentes velocidades de estimulação (20,30,40 e 50°/s).

O fator atenção durante a testagem dos MORL, MOS e NO, foi considerado apenas por SHARPE & SYLVESTER (1978) que procuravam manter a atenção dos indivíduos por meio de estímulo verbal. Recentemente, HOFFMAN & SUBRAMANIAM (1995) mostraram a importância da atenção visual na pesquisa dos MOS.

Na casuística atual, com o objetivo de conseguir respostas mais precisas, todos os indivíduos, particularmente os mais idosos, tinham sua atenção estimulada por meio verbal, quando necessário.

## **5.2 - MOVIMENTOS OCULARES DE RASTREIO LENTO**

A análise dos movimentos oculares de rastreo lento permitiu verificar uma correlação negativa entre o ganho e a idade para todas as condições de estímulo, o que já havia sido demonstrado em outros estudos (SHARPE & SYLVESTER, 1978; KANAYAMA et al., 1994). SHARPE & SYLVESTER (1978) atribuem o declínio do ganho à degeneração do sistema nervoso que ocorre com o passar da idade. KANAYAMA et al. (1994) acreditam na possibilidade de fenômenos de atrofia cerebral, perda de células cerebelosas de Purkinje e de neurônios da via nigroestriada serem os responsáveis pela redução do ganho nos MORL em sujeitos de idade avançada

A distorção mostrou correlação positiva com a idade, o que também pôde ser observado por SHARPE & SYLVESTER (1978) que atribuíram tal achado à ocorrência de maior número de movimentos sacádicos de correção durante a perseguição de um alvo, no grupo de idosos.

No presente estudo a influência da idade não foi observada no número de movimentos sacádicos de correção sugerindo a possível existência de outros fatores na gênese da distorção.

O aumento na amplitude de estimulação provocou diminuição na distorção e no número de movimentos sacádicos de correção, e aumento na velocidade média. Já o ganho não sofreu influência da amplitude de estímulo, sendo o mesmo observado por KANAYAMA et al (1994), que relatou diminuição do ganho somente conforme aumento na frequência do movimento

Neste estudo, não foi pesquisada a latência dos MORL, que, segundo SHARPE & SYLVESTER (1978), é significativamente prolongada nos sujeitos idosos.

Em nosso estudo a velocidade média foi maior à esquerda, diferentemente de SHARPE & SYLVESTER (1978) que não perceberam diferença significativa dos MORL quanto à lateralização, em nenhum dos sujeitos. Outros autores não mencionaram testes que comparassem movimentos à direita e esquerda. Como foi observada uma correlação positiva entre velocidade média e distorção, e uma correlação negativa de velocidade média com o ganho, é possível que os movimentos para à esquerda sejam menos precisos. Tal achado poderia estar relacionado com a dominância hemisférica ou com o hábito da leitura.

As correlações entre ganho, velocidade média e distorção não tinham sido descritas por outros autores.

### **5.3 - MOVIMENTOS OCULARES SACÁDICOS**

A análise dos movimentos oculares sacádicos permitiu verificar que a idade não exerce influência no desempenho de tais movimentos. Tal observação é, em parte, compartilhada por ABEL et al. (1983) que descreveram um decréscimo muito pequeno, porém não significativo, com a idade. Já ZERBINI et al. (1984), observaram uma diminuição de 50% nos movimentos oculares normométricos acompanhados de aumento significativo de movimentos hipométricos e aparição de movimentos hipométricos, nos sujeitos de idade avançada.

Neste estudo, assim como nos MORL, não foi pesquisada a latência dos MOS, que, segundo ABEL et al. (1983), aumenta consideravelmente com o passar da idade.

A presente pesquisa mostrou aumento no ganho, amplitude média, velocidade média, velocidade máxima e velocidade mínima conforme aumento na amplitude de estimulação, que não foi relatado por outros autores. A alta correlação existente entre as variáveis acima citadas também não foi mencionada por outros autores.

#### 5.4 - NISTAGMO OPTOCINÉTICO

A pesquisa do NO utilizando quatro velocidades de estimulação (20, 30, 40 e 50°/s) permitiu observar que tal movimento só é influenciado pela idade quando estimulado com altas velocidades. O ganho, amplitude média, velocidade média e frequência média mostraram correlação negativa com a idade apenas na estimulação com velocidade de 50°/s. Frequência média também apresentou à estimulação de 40°/s.

As diferentes velocidades de estimulação também permitiram constatar uma diminuição do ganho e aumento da velocidade média conforme aumento na velocidade de estimulação. SPOONER et al. (1980) estimulando o NO apenas com velocidade de 30°/s não observaram diferenças com a idade. Este estudo indica a importância de a estimulação ser feita em diferentes velocidades.

Em nosso estudo a amplitude e frequência média foram maiores à esquerda, sendo que outros autores não mencionaram testes que comparassem movimentos à direita e à esquerda.

O ganho mostra correlação positiva com velocidade média, amplitude média e frequência média. A velocidade média mostra correlação positiva com amplitude média e frequência média. As correlações entre ganho, velocidade média, amplitude média e frequência média não tinham sido descritas por outros autores.

## 5.5 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este estudo revela que o nível de escolaridade dos indivíduos não interfere nas variáveis testadas, na pesquisa dos MORL, MOS e NO.

Assim como a escolaridade, o sexo dos indivíduos também não mostra influência nas respostas, o que já havia sido observado por KUECHENMEISTER et al (1977) e SHARPE & SYLVESTER (1978).

A associação destes dois dados revela a possibilidade de aplicação dos mesmos parâmetros de avaliação para indivíduos de níveis culturais e sexo diferentes.

No entanto, a grande variabilidade interindividual de respostas nos três movimentos, em concordância com o observado por outros investigadores (ABEL et al.,1983), deve ser considerada para evitar interpretar como patológicos, valores pouco freqüentes.

Com relação à interferência da idade nos movimentos oculares, a literatura não é unânime e ainda apresenta algumas discordâncias.

Os autores que estudaram os MORL parecem concordar que a idade é um fator a ser considerado na avaliação. KUECHENMEISTER et al (1977) afirmaram que indivíduos jovens apresentam MORL melhores do que os dos idosos, sem, no entanto, especificarem em que parâmetros foi baseada tal afirmação. SHARPE & SYLVESTER (1978) consideram o sistema de movimentos oculares de rastreo lento como um sistema motor dependente da idade, sendo necessário considerar a idade do paciente no diagnóstico de patologia neuro-oftalmológica. Segundo estes autores, a redução das respostas de rastreo lento no idoso deve influenciar negativamente sua capacidade de perseguir objetos móveis. A habilidade visual dinâmica cai com o aumento da velocidade do alvo e o declínio está correlacionado com a queda da capacidade de corrigir o erro retinal do sistema de rastreo. SPOONER et al. (1980) afirmaram que os sistemas de rastreo lento, sacádicos e o nistagmo optocinético estão comprometidos com a idade, e, em função disto, deve-se interpretar com precaução incapacidades simétricas de qualquer subsistema oculomotor em pessoas idosas. ABEL et al. (1983)

não observaram a influência da idade no seu estudo sobre MOS, discordando de SPOONER et al. (1980) e deixando indeterminada a razão da discordância entre os dois estudos. A influência da idade no NO foi observada por SPOONER et al. (1980), que, no entanto, também não especificou em qual parâmetro de avaliação foi baseada sua observação.

Neste estudo, observou-se a influência da idade no NO em todas as variáveis (ganho, amplitude, velocidade e frequência média), mas apenas na velocidade de estimulação de 50°/s, indicando comprometimento do NO com a idade, nessa velocidade.

Na presente pesquisa, os achados de diferentes desempenhos nos movimentos oculares quanto à sua lateralização (direita ou esquerda) apontam a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre o tema, buscando compreender os fatores envolvidos.

## **6 - CONCLUSÕES**

A análise dos movimentos oculares de rastreio lento, sacádicos e do nistagmo optocinético em 85 indivíduos adultos considerados normais permitiu as seguintes conclusões:

### **6.1 Em relação aos movimentos oculares de rastreio lento.**

6.1.1 - Ganho, número de sacádicos de correção, velocidade média e distorção não mostram diferença com relação ao nível de escolaridade, bem como com relação ao sexo dos indivíduos.

6.1.2 - Número de sacádicos de correção e distorção diminuem, e a velocidade média aumenta conforme aumento na amplitude de estimulação.

6.1.3 - Ganho mostra correlação negativa com a idade.

6.1.4 - Distorção apresenta correlação positiva com a idade.

6.1.5 - Velocidade média é maior à esquerda.

6.1.6 - Ganho apresenta correlação negativa com velocidade média e distorção.

6.1.7 - Velocidade média mostra correlação positiva com a distorção.

### **6.2 Em relação aos movimentos oculares sacádicos**

6.2.1 - Ganho, amplitude média, velocidade média, velocidade máxima e velocidade mínima não mostram diferença com relação ao nível de escolaridade, bem como com relação ao sexo dos indivíduos.

6.2.2 - Ganho, amplitude média, velocidade média, velocidade máxima e velocidade mínima aumentam conforme aumento na amplitude de estimulação.

6.2.3 - Ganho, amplitude média, velocidade média, velocidade máxima e velocidade mínima mostram alta correlação entre si.

### **6.3 Em relação ao nistagmo optocinético**

6.3.1 - Ganho, amplitude média, velocidade média e frequência média não mostram diferença com relação ao nível de escolaridade, bem como com relação ao sexo dos indivíduos.

6.3.2 - Ganho diminui e velocidade média aumenta conforme aumento da velocidade de estimulação.

6.3.3 - Ganho, amplitude média, velocidade média e frequência média apresentam correlação negativa com a idade na estimulação com velocidade de 50°/s e frequência média também à 40°/s.

6.3.4 - Amplitude média e frequência média são maiores à esquerda.

6.3.5 - Ganho apresenta correlação positiva com velocidade média, amplitude média e frequência média.

6.3.6 - Velocidade média mostra correlação positiva com amplitude média e frequência média.

## 7 - SUMMARY

We study smooth pursuit eye movement (SPEM), saccadic eye movement (SEM) and optokinetic nystagmus (OKN), in normal adults. The subjects are 85 adults more than 20years-old who do not present signs or symptoms suggesting abnormal vestibular function, visual deficits, neurological disorders, diabetes, arterial hypertension, migraines, oculomotor deficits or the use of psychoactive drugs. The following variables are studied: 1. smooth pursuit eye movement - gain, average velocity, the number of saccadic movements for correction and distortion, at the amplitudes of 15.2, 23.0 and 30.6°; 2. Saccadic ocular movements - gain, average amplitude, and minimum, average and maximum velocity at amplitudes of 10 and 20°; 3. Optokinetic nystagmus - gain, velocity, amplitude and average frequency, at 20, 30, 40 and 50°/s. The variables are related to each other and to the subjects' age, educational level and sex. As for SPEMs, the gain shows negative correlation and the distortion shows positive correlation with age. SEMs do not show interference with age. For OKN, the gain, velocity, amplitude and average frequency show negative correlation with age only at the velocity of 50°/s, proving the importance of using various velocities during stimulation. The increase in amplitude and the velocity of stimulation causes: a decrease in the number of correction and distortion SEMs and an increase in the average velocity of SPEMs; and an increase in the gain, average amplitude, and minimum, average and maximum velocity of SEMs; and a decrease in gain and increase in average velocity of OKN. As for right and left ocular movement, average velocity of SPEMs is greater on the left, as are the amplitude and average frequency of the OKN. The SEM variables are highly interrelated, which was also observed for the SPEM and OKN variables.

## 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEL, L.A. ; TROOST, B.T. ; DELOSSO, L.F. - The effects of age on normal saccadic characteristics and their variability. **Vision Res.** , **23**: 33-37, 1983.
- ALMEIDA, C.I.R. & GANANÇA, M.M. - . In: \_\_\_\_\_ - **Vertigem.** 2 ed. São Paulo: Moderna, 1969. p. 21-27
- ALBERNAZ, P. L. M. ; GANANÇA, M. M. Eletro- Oculografia - Conceitos e princípios. **Atualização em Otologia e Foniatria**, **2**: 41-54, 1974.
- BAHILL, A.T.& TROOST, B.T. Types of saccadic eye movements. **Neurology**, **29**:1150- 1152, 1979.
- BARETTI, F. & POLLASTRINI, L. - Saccades in man and auditory - visual connections in their genesis. In: CLAUSSEN, C.F.; KIRTANE, M.V.; SCHNEIDER, D., ed. - **Vertigo, nausea, tinnitus and hypoacusia due to central disequilibrium - Visual mechanisms in balance control.** Badkissilgen/ Alemanha, 1994. p. 179-184 [Proceeding of the 19 meeting of the Internacional society of Neurotology and equilibrimetry, Badkissilgen/ Alemanha, 1992]
- BARNES, G. - Vestibulo-ocular function during co-ordinated head and eye movements to acquire visual targets. **J.Physiol.** **278**:127-147, 1979.
- BERNARDELLI, J.; GARCIA, M.; LIMON, E.; ROMERO, M.; RIOS, G. - La velocidad de los movimientos sacádicos oculares en neurotologia clínica. **Anales Soc. Mex. Otorrinolar**,**29**:83-89, 1984.

- BLACKWOOD, W.; DIX, M.R.; RUDGE, P. - The cerebral pathways of optokinetic nystagmus: a neuro- anatomical study. **Brain**, **98**:297-308, 1975.
- BOCK, O.; GOLTZ, H.; BELANGER, S.; STEINBACH, M. - On the role of extraretinal signals for saccade generation. **Exp. - Brain - Res.** **104**(suppl 2): 349-50, 1995.
- BUTTNER, V.& FUHRY, L. - Eye movements. **Curr-Opin-Neurol.** **8**(suppl 1): 77-82, 1995.
- CLAUSSEN, C.F.; BERTORA, J.M.B.; BERTORA,G.O. Equilibrimetria. In: \_\_\_\_\_ - **Otoneuro- Oftalmologia - Modernas Técnicas Topodiagnósticas e Terapêuticas.** Springer - Verlag, 1988. p.08-57.
- DEAN, P. - Modelling the role of cerebellar fastigial nuclei in producing accurate saccades : the importance of burst timing. **Neuroscience.** **68**(suppl 4):1059-77, 1995.
- DOGDE, R. - Five types of eye movements in the horizontal meridian plane of the field of regard. **Am. J. Physiol**,**8**:307-329, 1903.
- DUFOUR, A.; MIRA, E.; PIGNATARO, O., ed. - **Otoneurologia Clínica.** Milão,CRS, 1993. 245p.
- FOX, P.T.; FOX, J.M.; RAICHLE, M.E. ; BURDE, R.M. - The role of cerebral cortex in the generation of voluntary saccades: a positron emission tomographic study.**Journal of Neurophysiology**, **54**:348-369,1985.
- GAYMARD, B. ; RIVAUD, S. ; PIERROT- DESEILLIGNY, C. - Role of the left and the right supplementary motor areas in memory-guided saccade sequences. **Annals of Neurology**, **34**:404- 406, 1993.
- HIROSAKA, O. - Neural mechanisms of saccadic eye movement. In: SAKATA, E.; ITOH, A.; CLAUSSEN, C.F.ed. - **Vertigo, nausea, tinnitus and hearing loss in central and peripheral vestibular diseases.** Holanda. Ed. Elsevier,1995. p.3-18

[Proceeding of the 22 meeting of the Internacional society of Neurotology and equilibriometria, Japão, 1995]

- HOFFMAN, J.E ; SUBRAMANIAM, B. - The role of visual attention in saccadic eye movements. **Percept - Psychophys.** **57**(suppl 6):787-95, 1995.
- HOWARD, I. P. - The optokinetic system. In: SHARPE, J. A. & BARBER, H.O., ed. - **The vestibulo - ocular reflex and vertigo**, New York. Raven Press, 1993. p.163-184.
- KANAYAMA, R.; NAKAMURA, T.; SANO, R.; OHKI, M.; OKUYAMA, T.; KIMURA, Y.; KOIKE, Y. - Effect of aging on smooth pursuit eye movement. **Acta Otolaryngol. (Stockh)**, **511**:131-134, 1994.
- KAUFMAN, S.R. & ABEL, L.A. - The effects of distraction on smooth pursuit in normal subjects. **Acta Otolaryngol (Stockh)** ,**102**:57-64, 1986.
- KUECHENMEISTER, C.A.; LINTON, P.H.; MUELLER, T.V.; WHITE, H.B. - Eye tracking in relation to age, sex, and illness. **Arch. Gen. Psychiatry**,**34**:578-579, 1977.
- KONRAD, H. R. - Clinical application of saccade reflex testing in man. **Laryngoscope**,**101**: 1293-1301,1991.
- LEIGH,R. J.; HELLER, L. A.; TOMSAK, R. L. ; REMLER, B. F.; YANIGLOS, S. S.; DEL OSSO, L.F. - Treatment of abnormal eye movements that impair vision: strategies based on current concepts of physiology and pharmacology. **Annals of Neurology**, **36**:129-141,1994.
- LEIGH ,R. J. - The cortical control of ocular pursuit movements. **Rev. Neurol.** ,**145**:8-9,605-612, 1989.
- LUDVIGH, E. - Control of ocular movements and visual interpretation of environment. **A. M. A. Archives of ophthalmology**, **48**:442-448, 1952.

- MELAMED, E. & LARSEN, B. - Cortical activation pattern during saccadic eye movements in humans: localization by focal cerebral blood flow increases. **Annals of Neurology**, **5**:79-88, 1979.
- MORROW, M. J. & SHARPE, J. - Smooth pursuit eye movement. In: SHARPE, J. A. & BARBER, H.O., ed. - **The vestibulo - ocular reflex and vertigo**, New York. Raven Press, 1993. p. 141-162.
- NORRÉ, M. E. Posture in otoneurology. **Acta oto-rhino-laryngologica belg.**, **44**(suppl.1), 1990.
- OPTICAN, L. M. - A field theory of saccade generation: temporal-to-spatial transform in the superior colliculus. **Vision - Res.** **35** (suppl 23-24):3313-20, 1995
- PIERROT - DESEILLIGNY, C.; RIVAUD, S.; GAYMARD, B.; MURI, R.; VERMERSCH, A. L. - Cortical control of saccades. **Ann.Neurol.****37** (suppl 5): 557-67,1995.
- PFALTZ, C.R. & BÖHMER, A. - The influence of the pursuit and optokinetic system upon vestibular responses in man. **Acta Otolaryngol**, **91**:515-520, 1981.
- RAYNER, K. - Eye movements in reading and information processing. **Psychological Bulletin**, **85**:618-660, 1978.
- RASHBASS, C. - The relationship between saccadic and smooth tracking eye movements. **J. Physiol.** ,**159**:326-338, 1961.
- ROBINSON, D. A. - The mechanics of human saccadic eye movement. **J. Physiol.**,**174**:245-264, 1964.
- SHARPE, J. A. & SYLVESTER, T.O. - Effect of aging on horizontal smooth pursuit.**Invest. Ophthal. Visual Sci**,**17**:465-468,1978.
- SPOONER, J. W.; SAKALA, S. M.; BALOH, R. W. Effect of aging on eye tracking. **Arch.Neurol.** ,**37**: 575-576,1980.