

INTRODUÇÃO AOS MOVIMENTOS OCULARES

AUTOR

Thomas Salmon: Northeastern State University, USA

REVISOR

Scott Steinman: Southern California College of Optometry, USA

ESTE CAPÍTULO INCLUI UMA REVISÃO DE:

- Músculos extraoculares
- Revisão da enervação
- Direcção do olhar e orientação ocular
- Definições
- Leis

MÚSCULOS EXTRAOCULARES (MEO)

Funcionam de forma a iniciar e a manter a fixação foveal, permitindo uma visão nítida e simples. Nós consideramos a complexidade do movimento ocular como um dado garantido. Algumas pessoas nascem com uma disfunção oculomotora ou adquirem-na resultante de alguma doença ou traumatismo e isto pode causar problemas com os movimentos oculares.

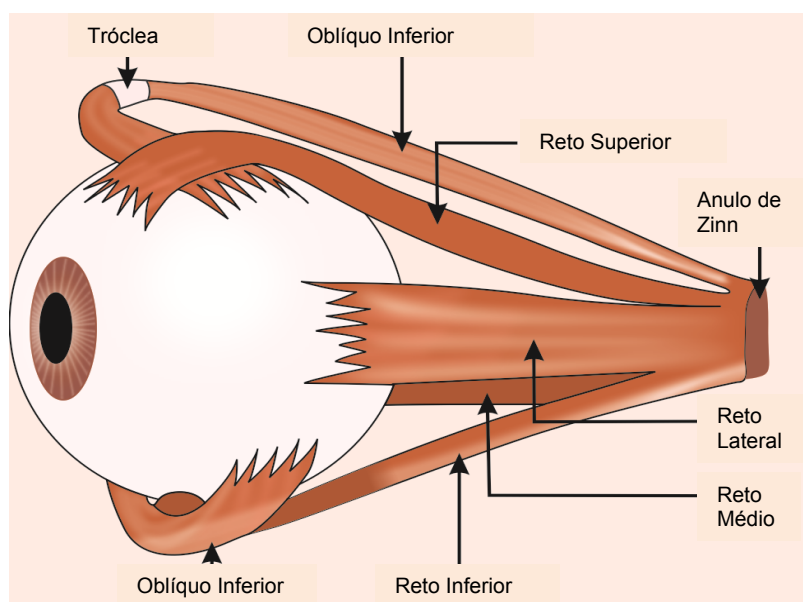


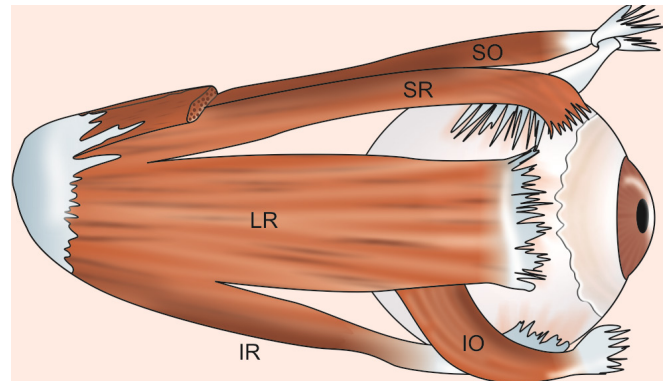
Figura 5.1 Inserção EOM

**MÚSCULOS
RETOS****Reto Médio (MR):**

- É proveniente das partes superiores e inferiores do anel de Zinn e da bainha do nervo óptico
- É inserido a 5.5 mm do limbo; o tendão mede 3.7 mm (Fig. 5.1)
- Enervado pelo nervo oculomotor (III NC)
- A contração resulta num movimento nasal horizontal (adução)

Reto Lateral (LR):

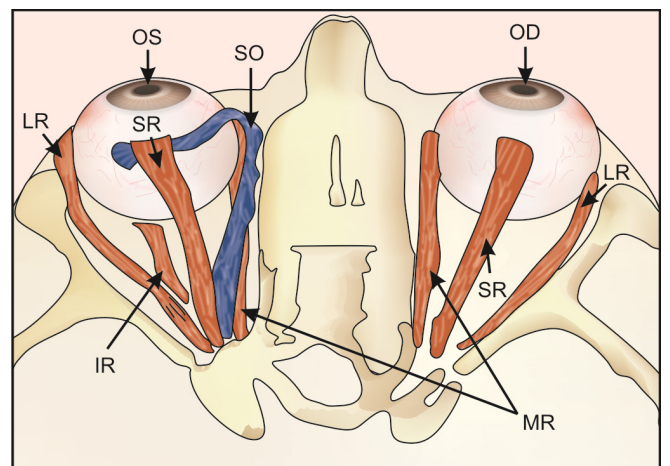
- Forma-se no anel e na spina recti lateralis
- É inserido a 6.9 mm do limbo, o tendão mede 8.8 mm
- Enervado pelo nervo abducente (VI NC)
- A contração resulta na rotação temporal (abdução)

**Figura 5.2 Reto Lateral****Reto Inferior (IR):**

- Forma-se no anel tendinoso, o tendão mede 5.5 mm de comprimento
- É inserido a 6.5 mm do limbo em arco com o lado nasal mais próximo do limbo
- Enervado pelo nervo oculomotor (III NC)
- Forma um ângulo de 23° com o eixo sagital (anteroposterior)

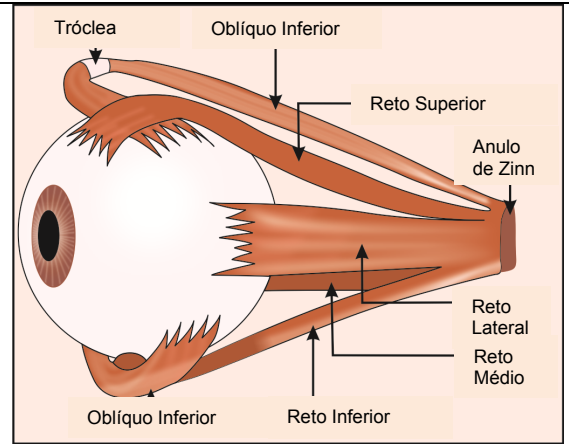
Reto Superior (SR):

- Forma-se no anel tendinoso e na bainha do nervo óptico
- A bainha do reto superior está ligada à bainha dos músculos elevadores para coordenar o movimento ocular com a posição da pálpebra
- É inserido a 7.7 mm do limbus e ligeiramente curvado (Fig. 5.3), o tendão mede 5.8 mm
- Enervado pelo nervo oculomotor (NC III)

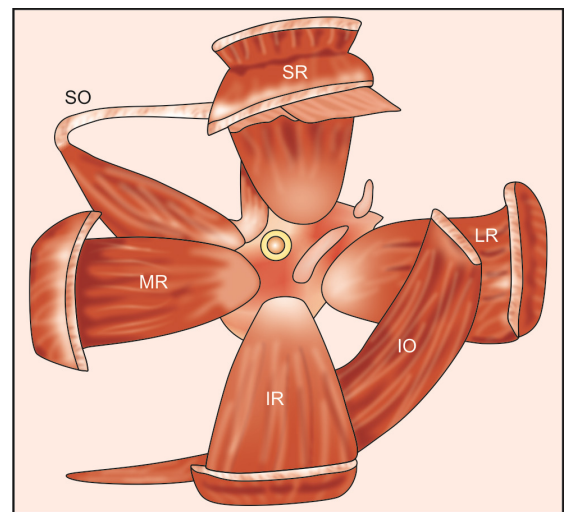
**Figure 5.3 Reto Superior**

**MÚSCULOS
OBLÍQUOS****Oblíquo Superior (SO) (Fig. 5.4):**

- Forma-se acima do Anulo de Zinn na ala inferior do osso esfenóide, a meio do canal óptico e perto da sutura etmóide frontal
- Atravessa a tróclea, funcionando como uma roldana
- O MEO mais comprido e mais fino de todos, o tendão mede 2.5 cm
- É inserido atrás do recto superior e posterior ao equador
- Enervado pelo nervo troclear (IV NC)
- 51° graus entre a linha do olhar e o eixo muscular
- A inserção espalha-se com uma hélice

**Figure 5.4 Oblíquo Superior****Oblíquo Inferior (IO) (Fig. 5.5):**

- Forma-se no osso do maxilar, posterior ao anel orbital médio inferior e lateral à glândula nasolacrimal
- Retrocede para o cone dos músculos retos e acima do recto inferior
- É inserido atrás do ponto de inserção do recto inferior e posterior ao equador perto da mácula
- Enervado pelo nervo oculomotor (III NC)
- O eixo do músculo é também entre 51 e 53 graus como o oblíquo superior
- A inserção espalha-se com uma hélice

**Figura 5.5 Oblíquo Inferior**

REVISÃO DA ENERVAÇÃO

NERVO OCULOMOTOR (III NC)

O nervo oculomotor emerge de forma ventral do mesencéfalo (Fig. 5.6), perto da linha mediana e os dois nervos passam entre o cerebelo superior ipsilateral as artérias posteriores cerebrais. Cada III nervo avança juntamente com a artéria posterior ipsilateral de comunicação e penetra a parede do seio cavernoso. Situa-se junto dos IV, VI e V nervos. O III nervo ramifica-se em superior e inferior. As ramificações estendem-se para o anulo de Zinn. As fibras pré-ganglionares parasimpáticas saem da ramificação inferior do III nervo e fazem sinapse com o gânglio ciliar. As fibras pós-ganglionares enervam o esfíncter da íris e o músculo ciliar. A ramificação inferior continua para enervar o recto medial, o reto inferior e o oblíquo inferior. A ramificação superior enerva o reto superior e o elevador. As fibras no III NC são fornecidas pelo complexo oculomotor localizado perto da massa cinzenta do mesencéfalo ao nível do colículo superior. A maior parte das fibras estão descruzadas mas algumas encontram-se cruzadas.

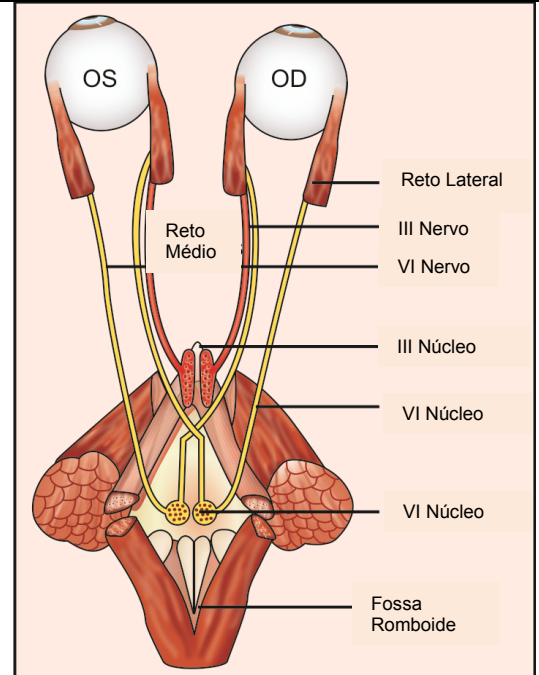


Figura 5.6 Enervação

NERVO TROCLEAR (IV NC)

Um par de núcleos localizados no mesencéfalo, onde as fibras descruzadas fornecem o IV nervo. Os nervos mais finos juntam-se atrás do mesencéfalo numa direcção descendente, cruzando-se atrás do tronco cerebral. De seguida seguem de forma ventral. O IV nervo segue de forma inferior e lateral ao III nervo, mas no seio cavernoso adota uma posição superior ao III nervo e não passa através do Circulo de Zinn, mas enerva o oblíquo superior. O IV nervo tem o percurso intracraniano mais longo e são os únicos nervos completamente cruzados. São os únicos nervos a emergir dorsalmente, sendo ainda que são os mais finos. De algum modo são frágeis devido à sua estrutura e percurso.

NERVO ABDUCENTE (VI NC)

Os núcleos abdutores encontram-se na parte posterior da ponte, bem abaixo do complexo dos IV e III nervos. Fornecem fibras não cruzadas à raiz do nervo. O nervo viaja de forma ventral. O nervo fino percorre um longo percurso até entrar em órbita através da fissura orbital superior e de seguida através do Círculo de Zinn até ao reto lateral.

DIRECÇÃO DO OLHAR E ORIENTAÇÃO OCULAR

MOVIMENTOS MONOCULARES: DUCÇÕES

Movimentos que envolvem apenas um olho (Fig. 5.7)

1. **Adução:** rotação medial em torno do eixo vertical Z, olho desloca-se no sentido do nariz
2. **Abdução:** rotação lateral em torno do eixo vertical Z, o olho desloca-se no sentido da temporal no sentido contrário ao nariz.
3. **Supradução:** rotação no sentido superior em torno do eixo horizontal X, o olho eleva-se.
4. **Infradução:** rotação no sentido inferior, em torno do eixo horizontal X, o olho baixa.

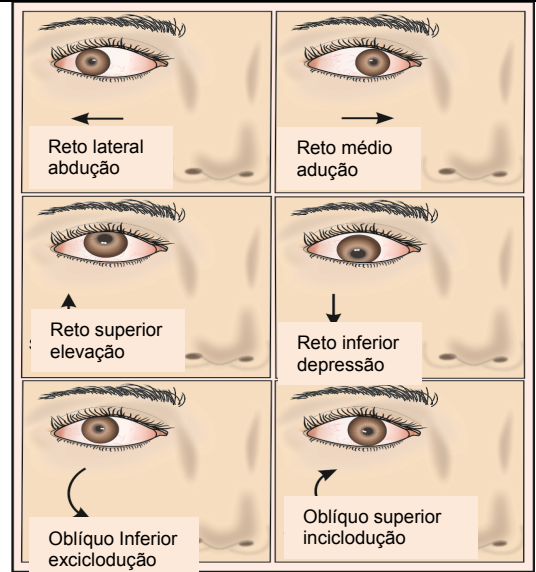


Figura 5.7
Movimentos Monoculares: Ducções

TORÇÕES

- Rotação em torno da linha de visão, eixo Y.
- A linha de visão é a linha que se prolonga da fóvea até à pupila de entrada até ao objecto em questão
- É descrita relativamente à posição de 12h no limbo superior
- Torção real vs. Torção falsa. A torção falsa é uma ciclo-rotação aparente do olho associada a uma mudança de direcção em questão do ponto primário até um ponto terciário.
- A restrição no movimento pode estar relacionada ao alargamento e ao inchaço dos MEO; devido a doença de Graves, a qual pode levar a uma restrição de movimentos. O reto inferior é geralmente o primeiro a ser afectado.

MOVIMENTOS BINOCULARES: VERGÊNCIAS E VERSÕES

As vergências e as versões são movimentos oculares em torno dos diferentes eixos quando ambos os olhos trabalham em conjunto.

Vergências: As vergências são movimentos disjuntivos, onde os olhos se deslocam em sentidos opostos originando:

1. **Convergência:** Ambos os olhos com movimentos aducionais ou a virar para dentro.
2. **Divergência:** Ambos os olhos com movimentos abduccionais ou a virar para fora.

Tipos de movimentos vergenciais: estes permitem seguir um objecto que se desloca em profundidade.

1. **Disparidade:** estimulada pela disparidade do alvo
2. **Acomodativo:** estimulado pela desfocagem do alvo
3. **Proximal:** estimulado por uma proximidade aparente ou distância percebida do alvo
4. **Tónica:** enervação de base neural estimulada pelo mesencéfalo, não tem contribuição no seguimento de um objecto em profundidade.

**MOVIMENTOS
BINOCULARES:
VERGÊNCIAS E
VERSÕES**

Versões: Os dois olhos olham na mesma direcção. Estes são movimentos conjugados (Fig. 5.8):

1. **Dextroversão:** olhar para a direita, os dois olhos deslocam-se para a direita
2. **Levoversão:** olhar para a esquerda, os dois olhos deslocam-se para a esquerda
3. **Supraversão:** olhar superior, os dois olhos olham para cima
4. **Infraversão:** olhar inferior, os dois olhos olham para baixo

Tipos de Movimentos de Versão: Permitem o seguimento de um objecto no espaço

1. **Fixação:** resposta a um objecto estacionário funciona de forma a estabilizar o objecto na fóvea.
2. **Sacádico:** resposta ao deslocamento do alvo funciona de forma a colocar um alvo excêntrico na fóvea.
3. **Seguimentos:** resposta à velocidade do alvo, tenta corresponder a velocidade do olho com a velocidade do alvo de forma a estabilizar a imagem retiniana.
4. **Optocinético:** resposta à velocidade do alvo ou do campo, procura manter uma imagem estável do alvo aquando da movimentação da cabeça.
5. **Vestibular:** resposta à aceleração da cabeça, procura manter uma imagem estável na fóvea durante o movimento transitório da cabeça.

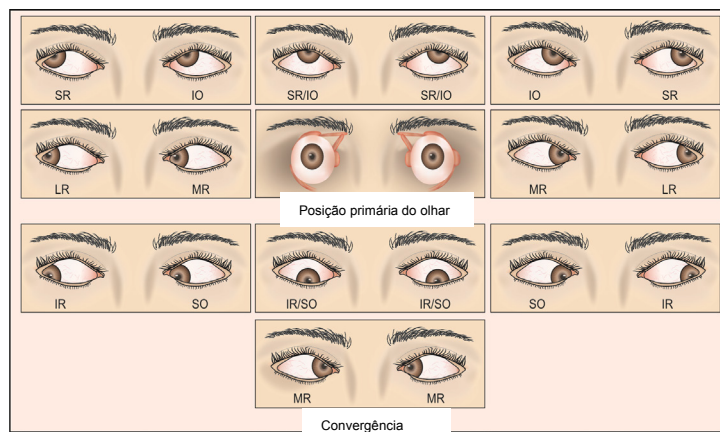


Figura 5.8 Movimentos Binoculares: Vergências e Versões

DEFINIÇÕES

DEFINIÇÕES

Objecto de interesse: Ao ponto para onde o observador dirige o olhar chama-se ponto de fixação

Eixo visual: Uma linha que vai do objecto a considerar até ao primeiro ponto nodal do olho e depois do segundo ponto nodal do olho até à fóvea. Geralmente considera-se que os dois pontos nodais são coincidentes.

Eixo pupilar: Uma linha perpendicular à córnea que passa pelo centro da entrada da pupila.

Eixo de fixação: A linha que liga o objecto a considerar até à melhor aproximação do centro de rotação do olho.

Pupila de Entrada: A verdadeira imagem da pupila do olho formada pela refacção na córnea.

Linha de visão: A linha que liga o objecto a considerar ao centro da pupila de entrada.

Eixo óptico: A melhor aproximação da linha que passa pelos pólos anterior e posterior do olho.

Ângulo Alfa: O ângulo formado no primeiro ponto nodal, pela intersecção do eixo óptico e do eixo visual.

Ângulo Gama: O ângulo entre o eixo de fixação e o eixo óptico.

Ângulo Kapa: O ângulo formado no ponto nodal, pela intersecção do eixo visual e do eixo pupilar.

Ângulo Lambda: O ângulo subtendido no centro da pupila de entrada da pupila, pela intersecção do eixo pupilar e da linha de visão.

Globo: Uma esfera que gira sobre um ponto fixo no seu interior. O centro de rotação é o ponto de velocidade nula aproximadamente no ponto médio. Tem 3 graus de liberdade, rotação em torno de eixos vertical, horizontal e antero-posterior.

Objecto vertical: Um eixo de referência usado para especificar a posição do olho dentro da órbita, uma linha de prumo que representa a verdadeira gravidade vertical.

Torção: A verdadeira ciclo-rotação do olho em torno do eixo antero-posterior tal como a linha de visão.

Falsa torção: A ciclo-rotação aparente do olho associada a uma mudança de direcção, desde a posição primária até uma posição terciária. É a diferença angular entre o objeto vertical e o meridiano corneal vertical, quando o olho está numa posição terciária.

Plano de Listing: Um plano que passa pela cabeça e pelo centro de rotação dos olhos, sendo que é perpendicular à linha de visão quando os olhos estão numa posição primária.

LEIS

LEI DE LISTING	<p>O movimento dos olhos desde uma posição primária até outra qualquer posição é equivalente a uma rotação simples em torno do plano de Listing. Cada movimento do olho, desde uma posição primária a uma posição terciária está sempre associado a uma única torção falsa do meridiano vertical da córnea, em relação ao objeto vertical. Não existe nenhuma torção genuína.</p> <p>Sistema de coordenadas 2D de Listing: O olho tem um sistema de coordenadas de movimentos a 2D baseado nos eixos de Fick em vez de anatomia 3D.</p> <p>Sistema de eixo de Fick: Primeiro o olho roda em torno de um eixo vertical e horizontal. O plano formado por estes dois eixos é o plano de Listing. Este é o plano que passa pela cabeça e pelo centro da rotação do olho, sendo que é perpendicular à linha de visão quando os olhos estão em posição primária.</p> <p>Com a lei de Listing:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Qualquer coisa que seja realmente direita, seja qual for a orientação, continuará a ter uma imagem direita enquanto os olhos passam por ele, apesar de o olho ter forma de taça e de poder distorcer a imagem. 2. Isto permite que o movimento dos olhos seja descrito em termos de 2D em vez de 3D. <p>Violações à Lei de Listing:</p> <p>A lei de Listing aplica-se quando o paciente está direito e a cabeça imóvel e o observador a visualizar binocularmente um objecto no infinito óptico.</p> <p>As violações à lei de Listing acontecem com convergência, esforço voluntário extremo, dormir, posições de fixação extrema, alterações de postura, cabeça inclinada com cicloversões, reflexo vestibular-ocular.</p> <p>Falsa torção e lei de Listing:</p> <p>A lei de Listing diz que todos os movimentos do olho a partir da posição primária não têm torção líquida. Isto é importante senão a realidade envolvente estaria inclinada e torta em cada movimento do olho. Existe uma torção real que pode acontecer com uma função muscular ocular específica. Estas leis são funcionais não anatómicas.</p>
LEI DE DONDER	<p>O ângulo de inclinação para qualquer posição final do olho é a mesma independentemente de como o olho chegou a essa posição.</p>
LEI DA ENERVAÇÃO RECÍPROCA DE DESCARTES-SHERRINGTON	<p>Quando um agonista contrai durante um movimento ocular, existe um relaxamento simultâneo e igual do seu músculo antagonista. Por exemplo, quando o reto lateral direito contrai, o reto medial direito relaxa. Esta lei é para o movimento monocular do olho.</p>

LEI DE ENERVAÇÃO IGUAL DE HERING

Músculos correspondentes ou emparelhados em cada olho são enervados de forma igual. A lei de Hering é especificada no que respeita às mudanças de posição do olho estático. Isto é aplicado a movimentos conjugados.

Posição primária do olhar: A posição do olho com a cabeça direita, os olhos colocados na intersecção do plano sagital da cabeça e o horizontal a passar pelo centro da rotação de ambos os olhos. O olho está focado para infinito.

Posição secundária do olhar: São rotações apenas em torno do eixo vertical ou horizontal. Movimentos puramente horizontais ou verticais constroem-se a partir da posição primária. Não existe inclinação.

Posição terciária do olhar: Existem rotações em torno do eixo vertical ou horizontal. Um desvio oblíquo da linha de visão, a linha que liga o objecto em consideração e o centro da pupila de entrada.

O MODELO ISOLADO AGONISTA DE DUANE

Este modelo explica o movimento em torno dos diferentes eixos que ocorrem à medida que cada músculo contrai. Durante o movimento dos olhos, todos os músculos estão em jogo quer a relaxar, quer a contrair. O movimento neste modelo é da posição primária. Os músculos agonistas são os que deslocam, os antagonistas são os opositores. Os músculos emparelhados trabalham no sentido de mover os olhos na mesma direcção:

Devido ao ângulo de inserção do músculo, existem diferentes efeitos quando os músculos contraem e o olho está no campo de acção dessa mesma inserção. À medida que o olho aumenta na abdução, a capacidade de depressão do músculo reto vertical aumenta, à medida que se desloca no sentido da adução as capacidades de elevação e depressão dos oblíquos aumentam.

Campos de acção onde cada MEO é maximizada: (Fig. 5.9):

- **Reto Lateral (LR):** Olhar temporal/ lateral
- **Reto Medial (MR):** Olhar nasal/ medial
- **Reto Superior (SR):** Olhar superior/ temporal
- **Reto Inferior (IR):** Olhar inferior/ Inferior
- **Oblíquo Superior (SO):** Olhar inferior/ nasal
- **Oblíquo Inferior (IO):** Olhar superior nasal
-

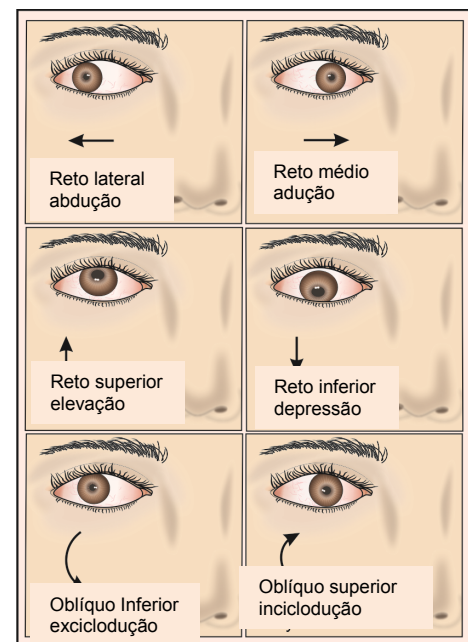


Figura 5.9 Campos de acção onde cada MEO é maximizada.

LEITURAS RECOMENDADAS

Borish's Chapter 10 pgs 315: Eye Movement Basics for the Clinician Chapter 1

Web site: <http://cim.ucdavis.edu/eyes/eyes.sim.htm>; <http://www.Richmondeye.com/apd.asp#examples>

BIBLIOGRAFIA

Benjamin, W. Borish's **Clinical Refraction**. WB Saunders, Philadelphia. 2006.

Ciuffreda KJ and Tannen B. **Eye Movement Basics for the Clinician**. Mosby, St. Louis, 1995.

Hart W. Adler's **Physiology of the Eye**, 9th Ed. Mosby Yearbook, St. Louis. 1992.

Steinman et al. **Foundations of Binocular Vision**. McGraw-Hill, New York, 2000.

Regan D. **Binocular Vision (Vol 9 in Vision and Visual Dysfunction)**, 1991).

Reading RW. **Binocular Vision**. Butterworth Publishers, Woburn, MA, 1983.

Schwartz S. **Visual Perception - 2nd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, CT, 1999.

Griffin JF. **Binocular Anomalies - Diagnosis and Vision Therapy, 3rd Edition**, Butterworth-Heinemann, 1995.

Kaufmann, PL. **Adler's Physiology of the Eye**, 10th Ed. Mosby, St. Louis, 2003.

Moses, RA. **Adler's Physiology of the Eye**, 8th Ed. Mosby Yearbook, St. Louis. 1987.

Kandel. **Essentials of Neural Science and Behavior**, Appleton & Lange, 1995.