



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

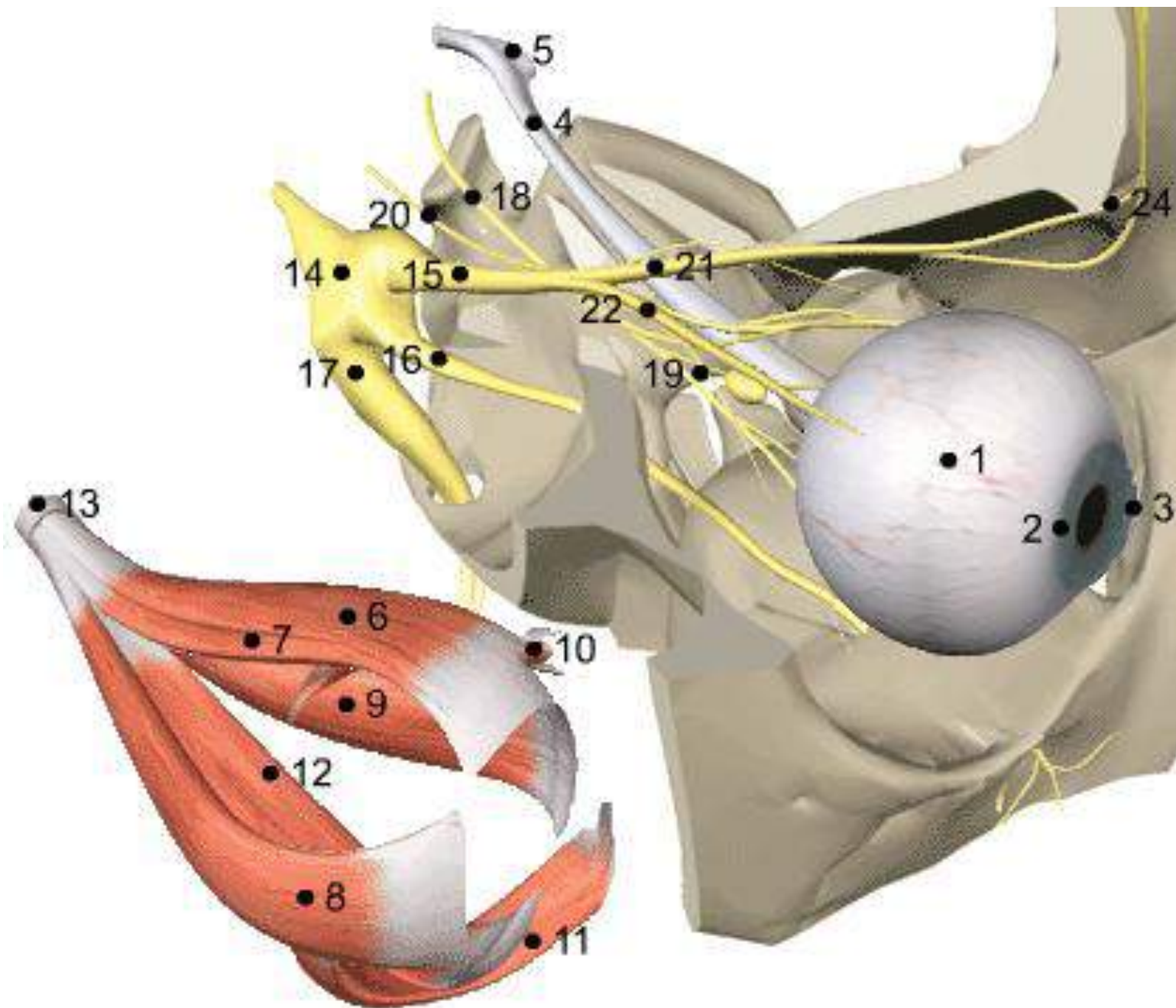
*Alessandro Lambiase, Marco Marengo
Dipartimento Organi di Senso*

SISTEMA SACCADICO

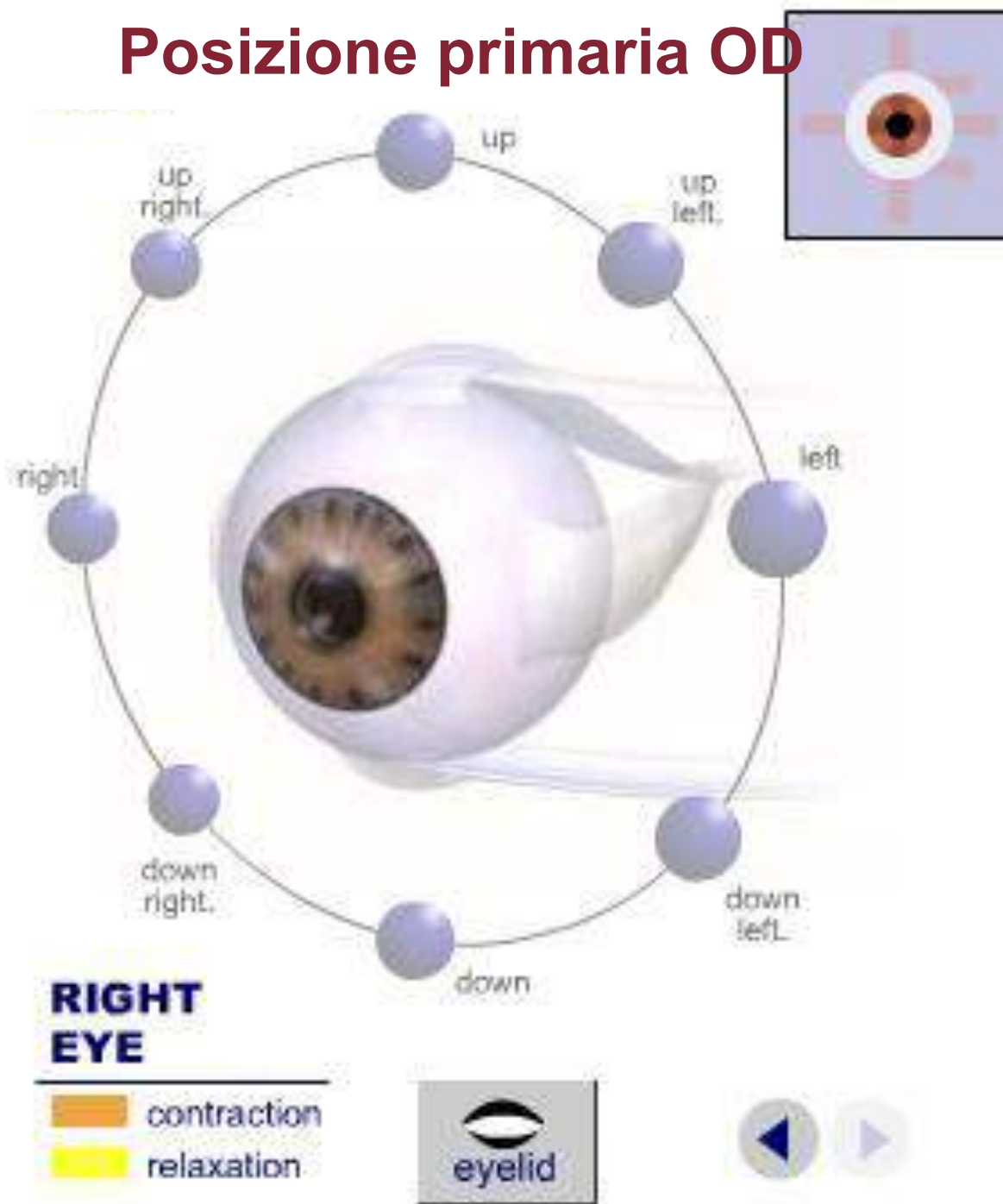


Roma, 14 Settembre 2018

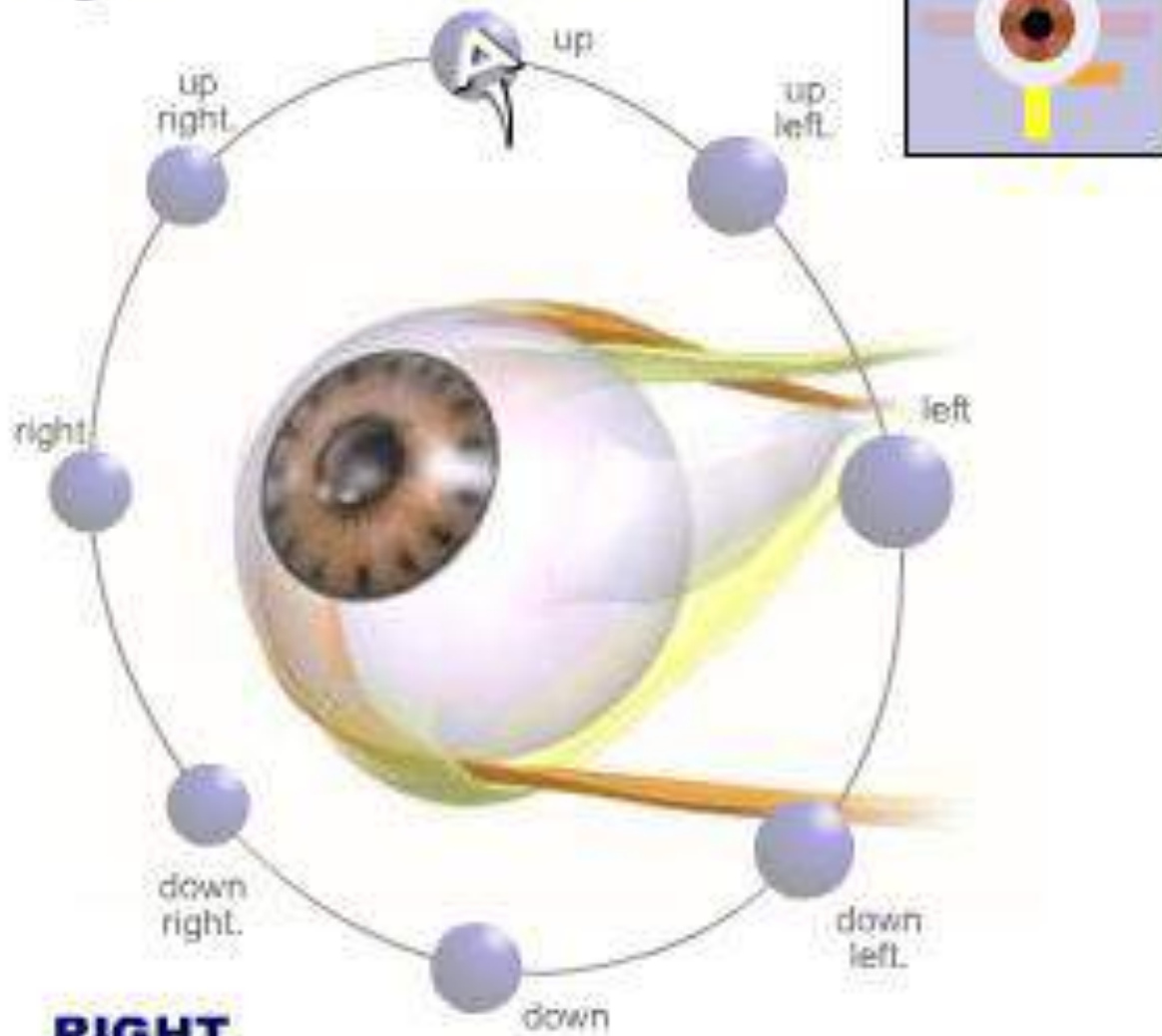
*Master in Vestibologia Pratica
Direttore Prof. Ralli*



Posizione primaria OD



Movements of right eye.

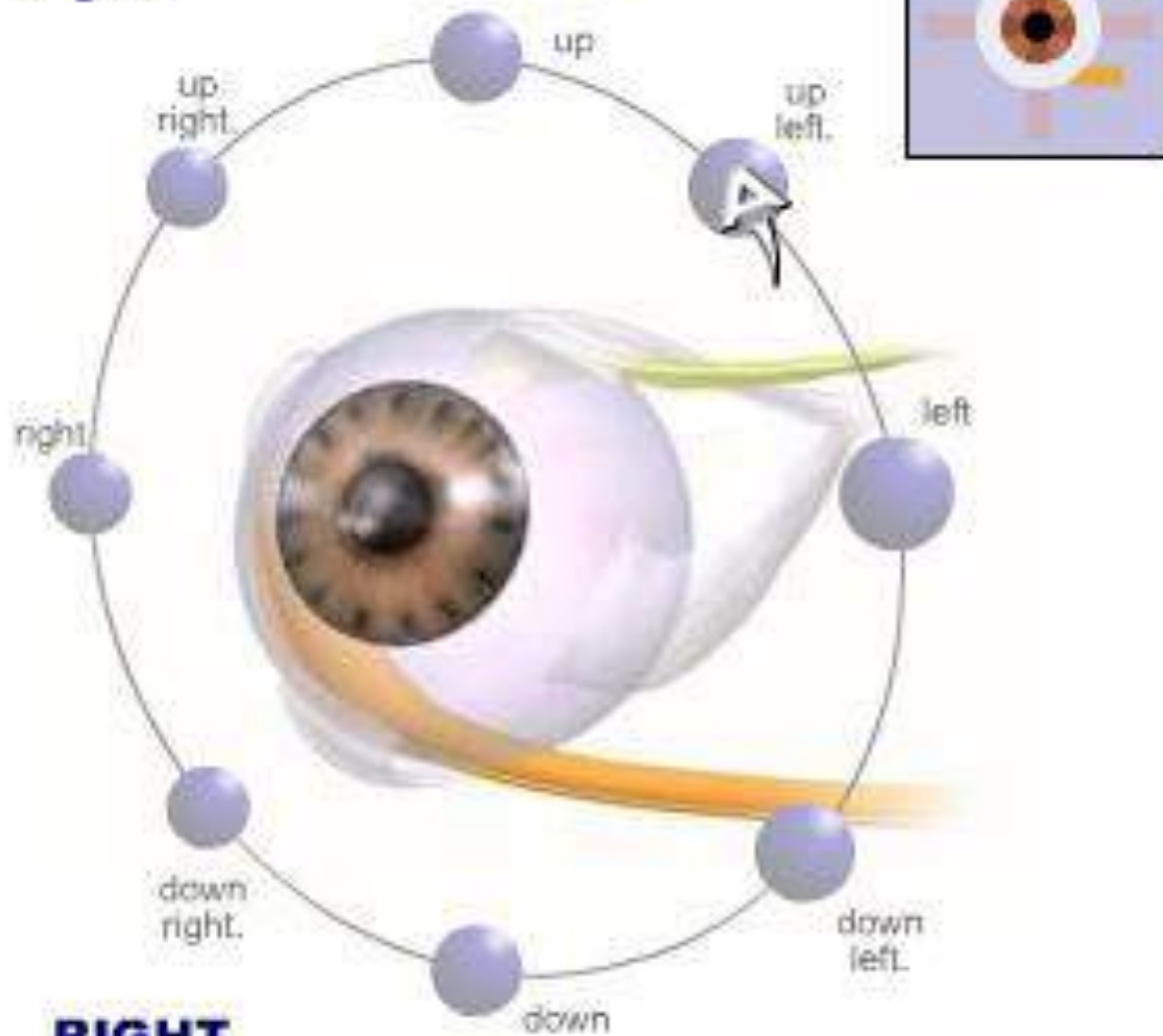


RIGHT EYE

orange contraction
yellow relaxation



Movements of right eye.

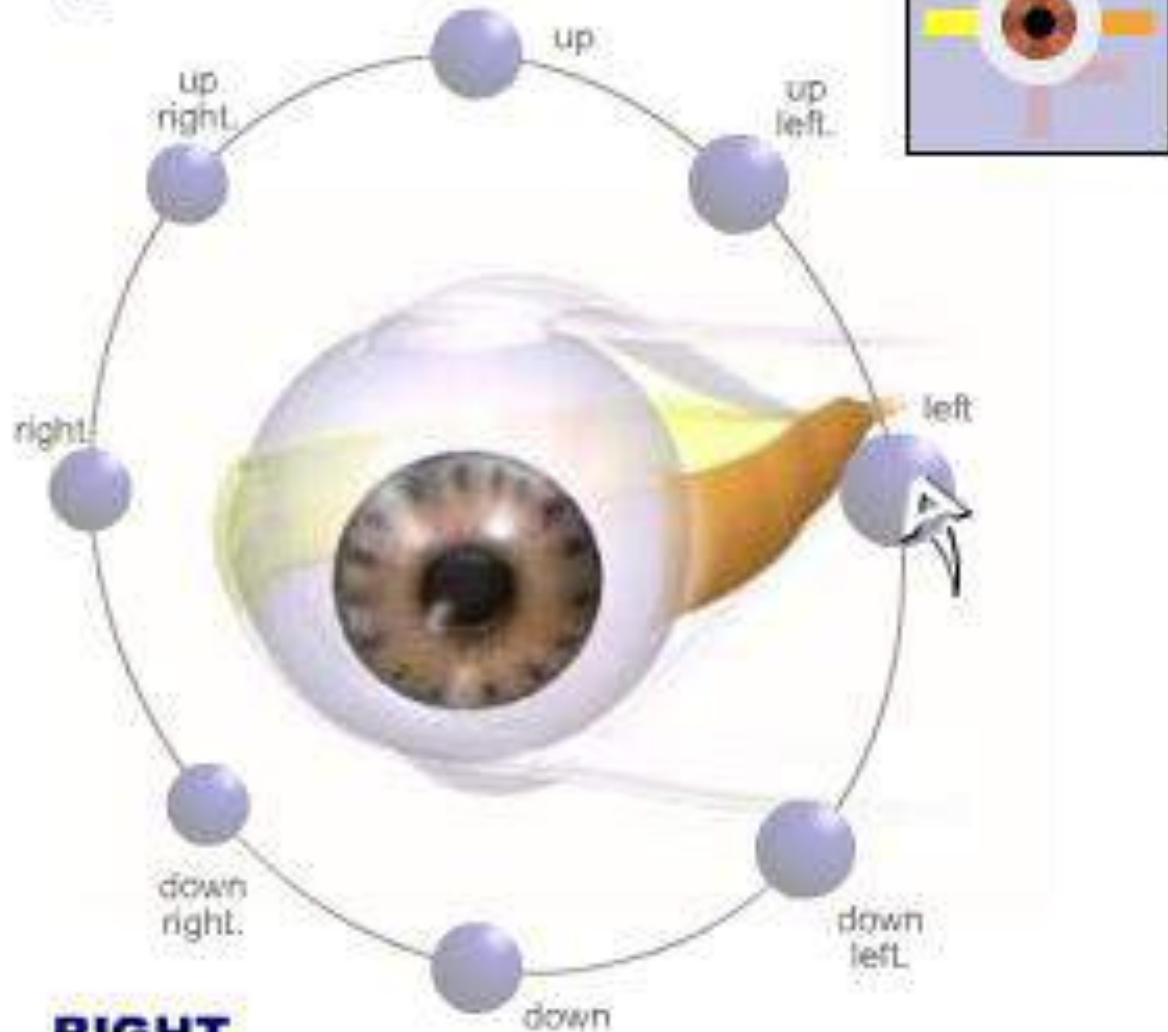


RIGHT EYE

-  contraction
-  relaxation



Movements of right eye.

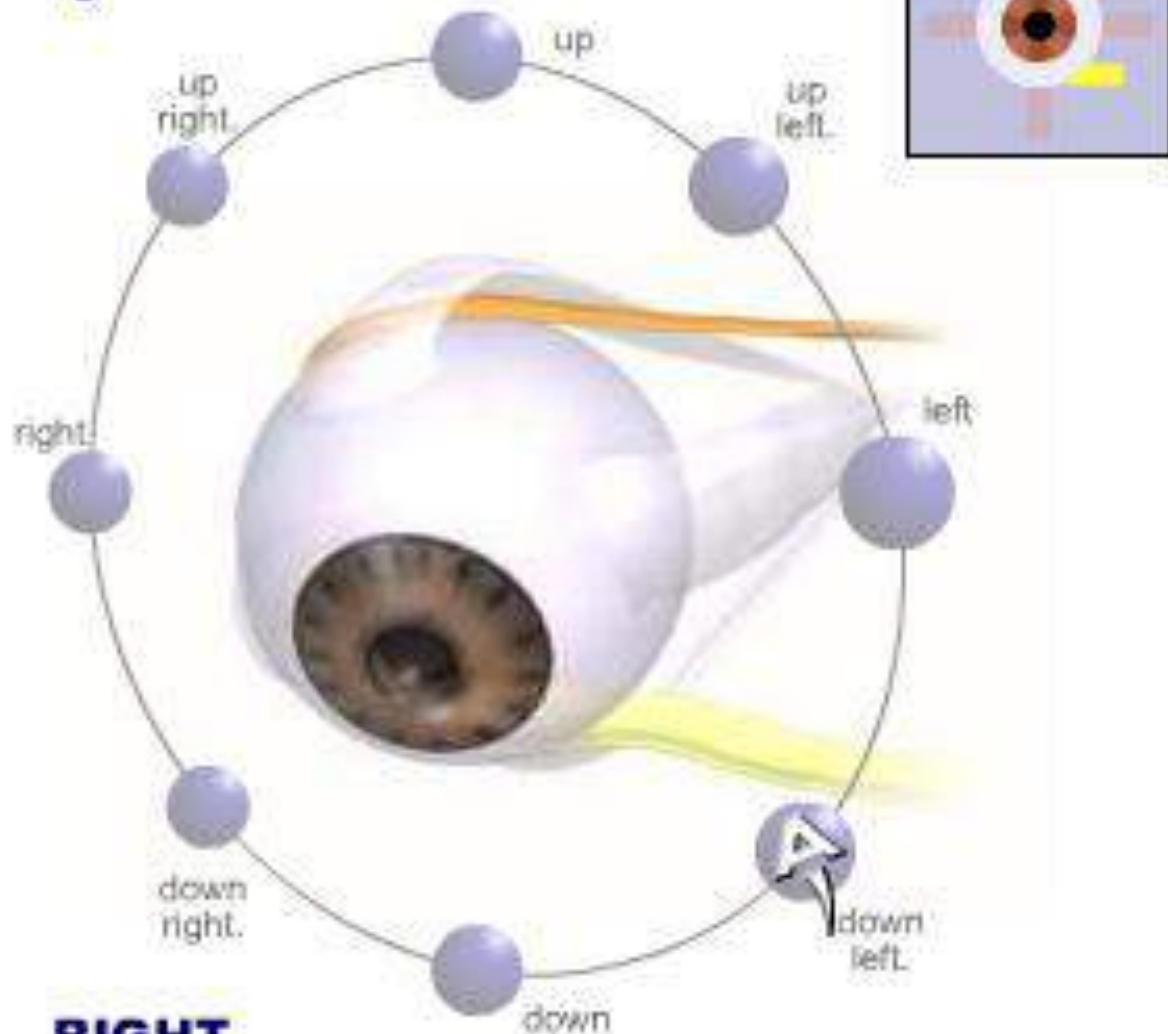


RIGHT EYE

- contraction
- relaxation



Movements of right eye.

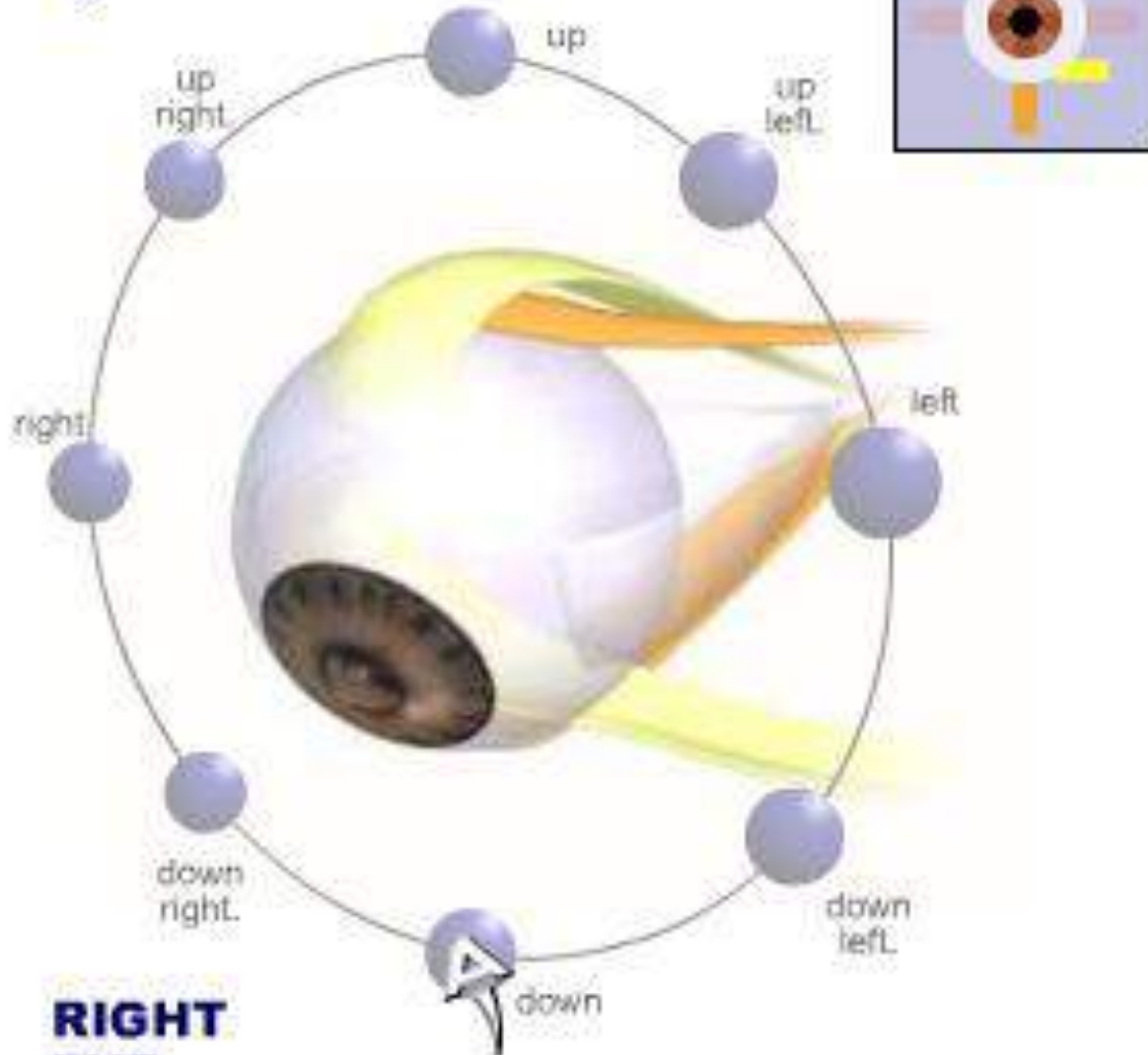


RIGHT EYE

- contraction
- relaxation



Movements of right eye.

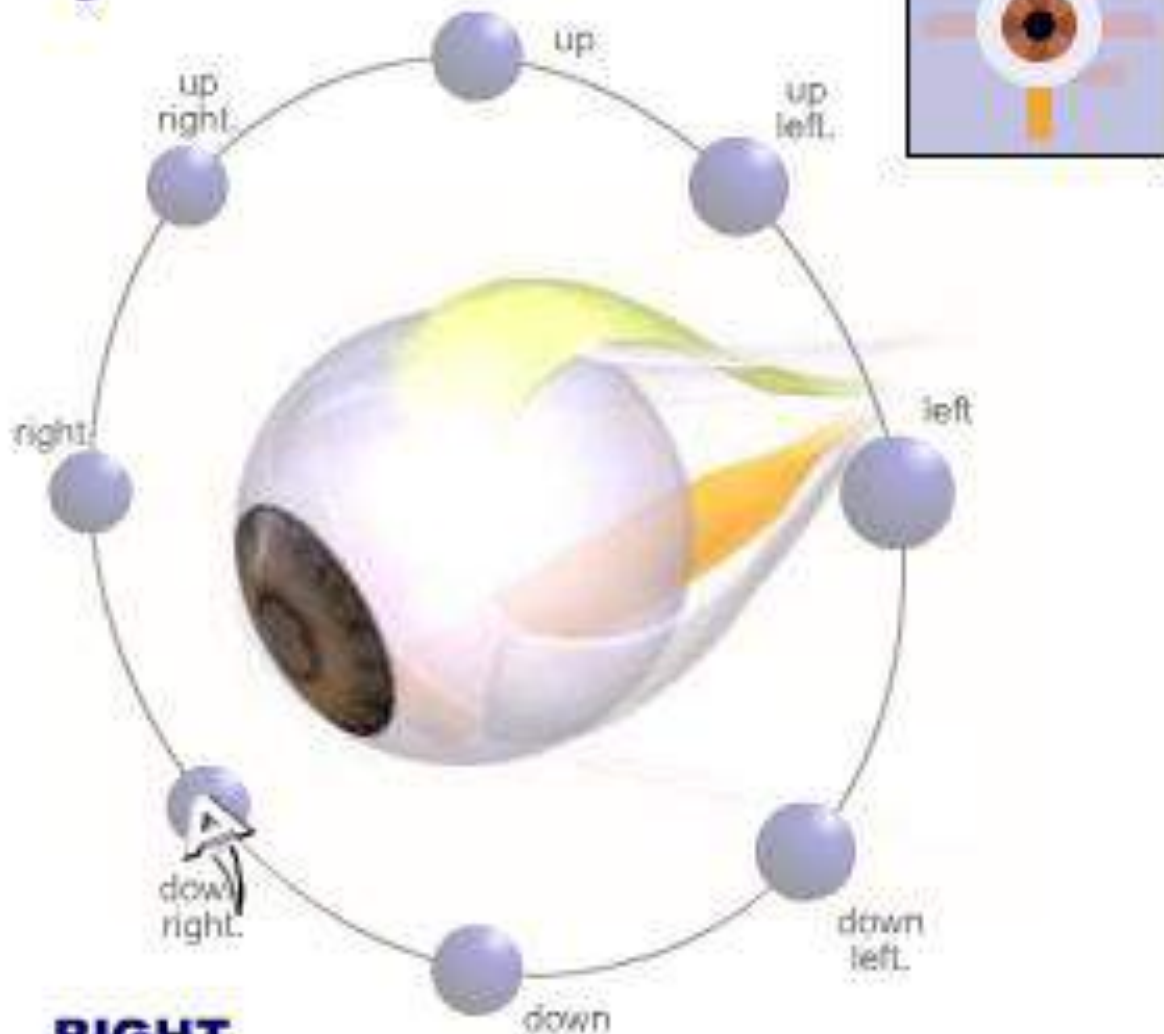


RIGHT EYE

- orange contraction
- yellow relaxation



Movements of right eye.

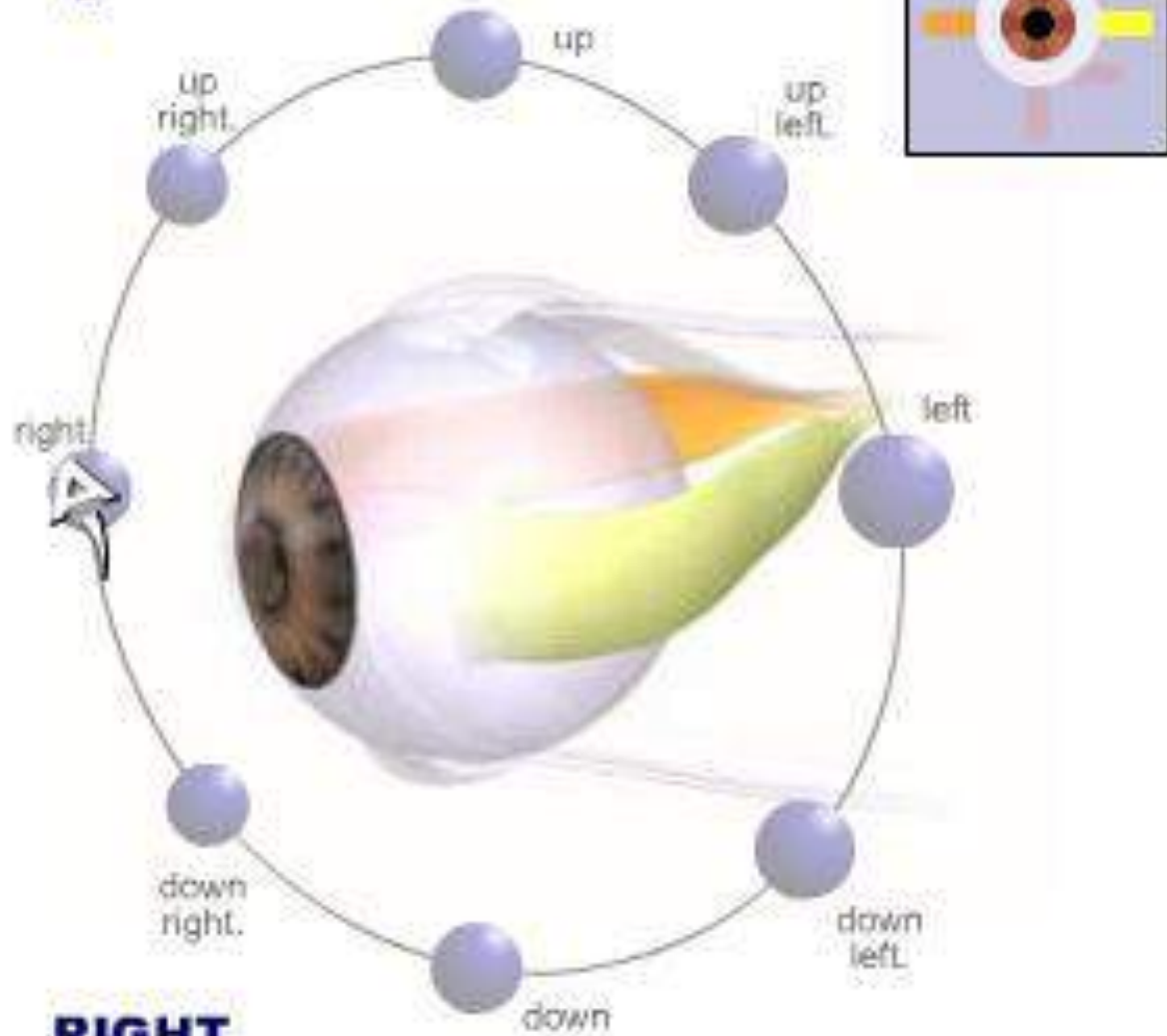


RIGHT EYE



- orange contraction
- yellow relaxation



Movements of right eye.

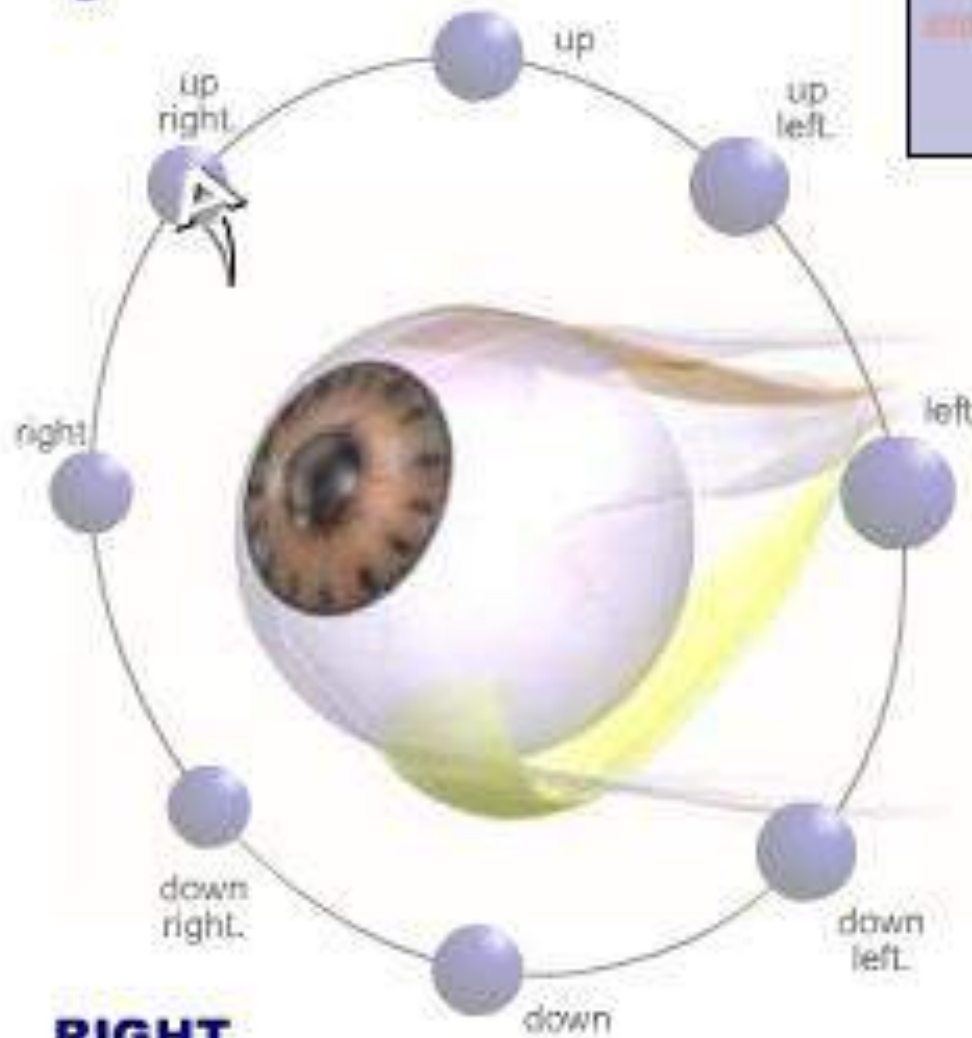


RIGHT EYE

-  contraction
-  relaxation



Movements of right eye.



RIGHT EYE

- contraction
- relaxation



Movimenti oculari

- **LEGGE DI HERING:** Quando viene inviato uno stimolo motorio a un occhio, i muscoli corrispondenti di ciascun occhio ricevono gli stessi segnali per contrarsi e rilassarsi. In questo modo possiamo spostare entrambi gli occhi verso destra in maniera uguale e congiunta
- **LEGGE DI SHERRINGTON:** Quando un muscolo agonista riceve uno stimolo a contrarsi, un antagonista riceve uno stimolo a rilassarsi. Questa legge viene anche chiamata “legge dell’innervazione reciproca”



Movimenti oculari

- Versioni: movimenti degli occhi nello stesso senso. Gli assi visivi non mutano, tra di loro, l'angolazione.
- Vergenze: movimenti degli occhi in senso opposto. Gli assi visivi mutano, tra di loro, l'angolazione.



Movimenti oculari coniugati

o

movimenti di sguardo

o

versioni

- Avvengono per rotazione di pari ampiezza
- Nella medesima direzione
- in entrambi gli occhi



Movimenti oculari coniugati

o

movimenti di sguardo

o

versioni

- Rapidi **SACCADI**

sistema discontinuo

- Lenti

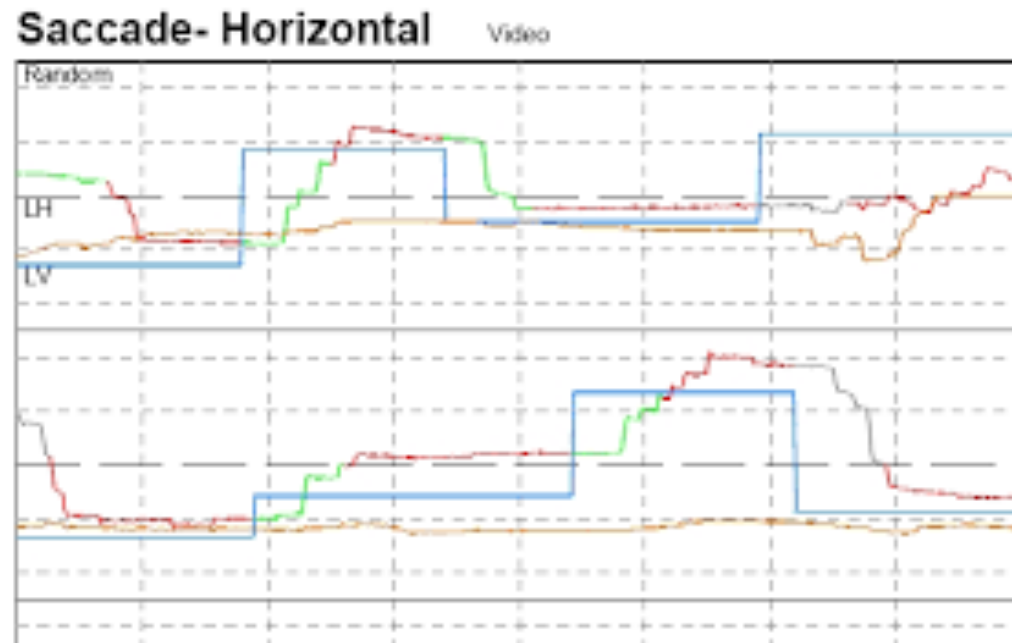
sistema continuo

entrambi possono essere evocabili da stimoli visivi e non visivi

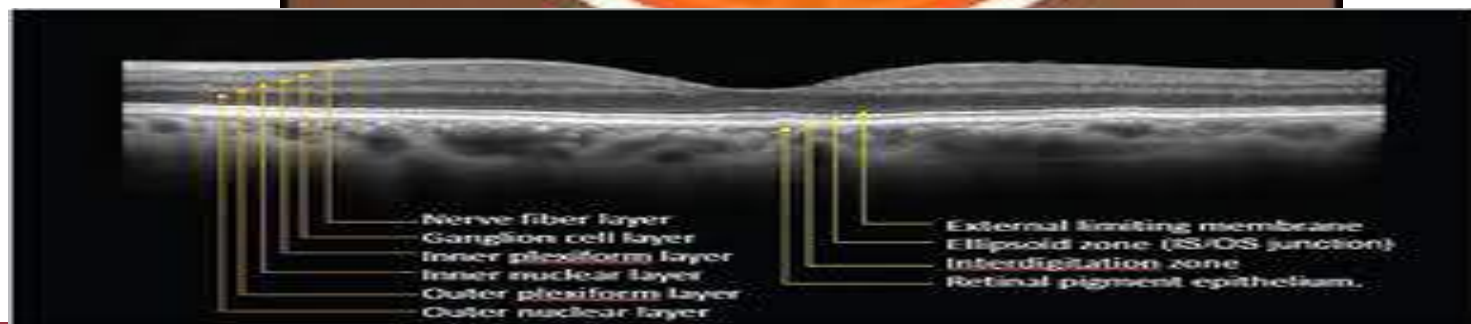


Saccadi

Le saccadi sono movimenti rapidi degli occhi



Saccadi



Saccadi

movimenti volontari e normali dell' occhio che hanno la funzione di spostare nella zona retinica di massima sensibilità, cioè nella fovea, i vari punti importanti dell' ambiente esterno che stiamo osservando, anche oggetti molto piccoli si proiettano sulla periferia retinica. Vengono eseguite in media 3-4 saccadi al secondo. In media, durante la veglia, vengono quindi eseguite circa 150.000 in un giorno.



Saccadi

Le saccadi sono evocate da stimoli visivi quando l'immagine di un oggetto si forma sulla retina con una sufficiente eccentricità rispetto alla fovea.

Sono espressione del riflesso di fissazione.

sistema saccadico controlla la posizione dell'immagine retinica nello spazio.

Finalità

Eliminare l'eccesso di informazioni

Foveazione del target presente nella retina periferica



Saccadi

Oltre alle saccadi "riflesse", guidate da eventi periferici (per esempio, quando accade qualcosa di nuovo in visione periferica) e alle saccadi "volontarie", guidate da strategie interne (per esempio, durante l'esplorazione visiva), sono movimenti saccadici le fasi rapide del nistagmo, le piccole saccadi durante i movimenti di inseguimento lento, i movimenti oculari durante la fase REM del sonno e le microsaccadi durante i periodi di fissazione.



Sistema Saccadico

Presiede all' orientamento rapido della fovea verso un bersaglio che si trovi nel campo visivo e sul quale si rivolge l' interesse dell' osservatore.

Presenti alla nascita

Si affinano già dal III mese



Saccadi

- VELOCI 600-700 °/sec. e ciò è molto utile in quanto durante la loro esecuzione la visione viene sospesa per evitare il disturbo causato dal movimento dell'immagine sulla retina.



Saccadi

- RAPIDI – Il movimento dura frazioni di secondo, ed in particolare inizia 0.2 secondi (latenza) dopo l'individuazione del bersaglio e viene portato a termine in circa 0.05 secondi (tempo d'esecuzione).



Saccadi

- NATURA BALISTICA - Una volta iniziato un movimento di questo tipo può essere corretto con molta difficoltà nel corso del suo svolgimento. Infatti, una volta che il processo neuronale che provoca un saccadico è iniziato, il sistema di controllo non è in grado di generarne un altro prima di 0.2 sec. indipendentemente dal comportamento del bersaglio



Saccadi

- POSIZIONE DELL' OGGETTO NELLO SPAZIO – Questo è possibile grazie al valore retino-motorio degli elementi retinici.
- POSIZIONE DELL' OCCHIO NELL' ORBITA nel momento in cui l' oggetto viene visto. Questo è possibile grazie alla presenza di particolari neuroni, detti “tonici”, che informano costantemente il sistema di controllo sulla posizione degli occhi nell' orbita.



Saccadi

- Direzione
- Ampiezza



Saccadi

- Normometriche (raggiungimento del bersaglio con accuratezza)

- Dismetriche

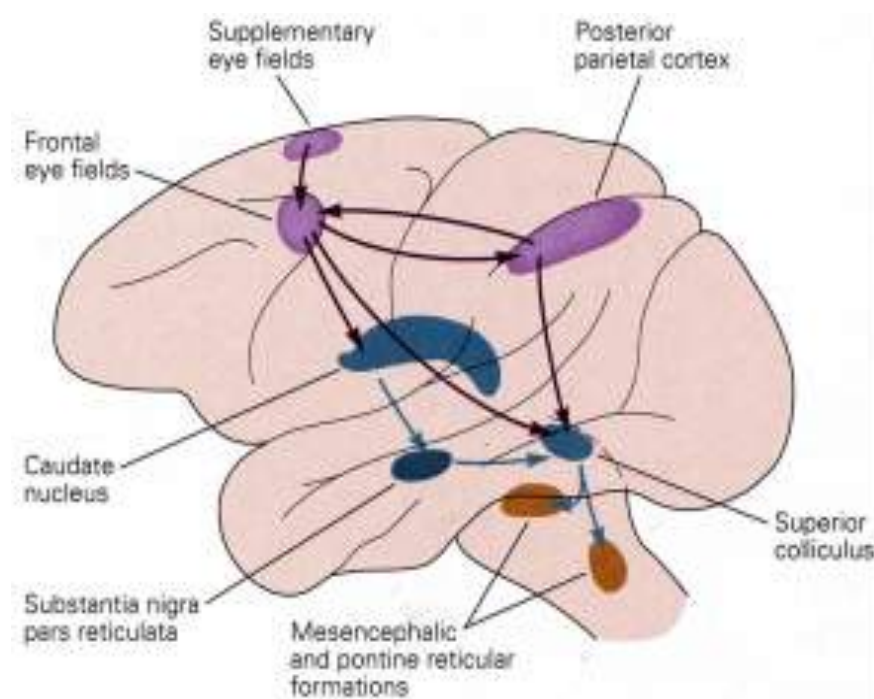
Eccesso ipermetriche

Difetto ipometriche



Saccadi

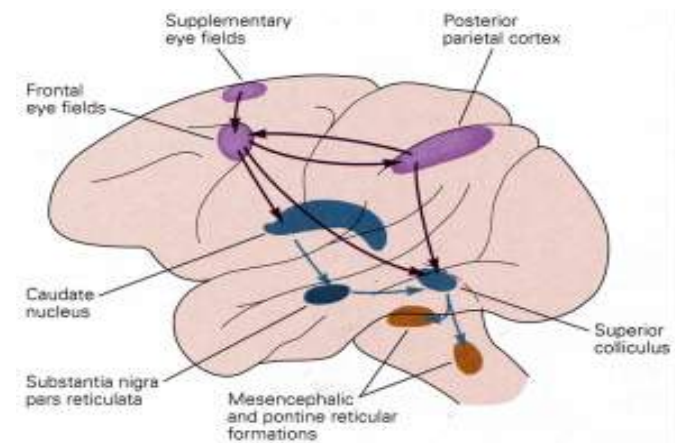
I centri sottocorticali che partecipano alla generazione delle saccadi si trovano nel tronco dell'encefalo e nel collicolo superiore.



Saccadi

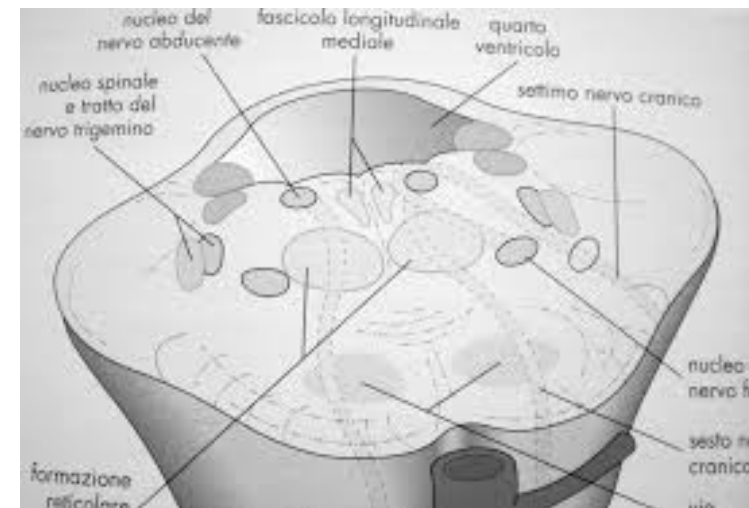
collicolo superiore:

- Invia informazioni ai centri di generazione delle saccadi nel mesencefalo e nel tronco encefalico.
- Riceve informazioni sia dalla retina che dalla corteccia visiva primaria.
- Trasforma le afferenze visive in comandi oculomotori.
- I neuroni del collicolo superiore hanno campi recettivi che corrispondono a regioni del campo visivo, sensibili sia alla presenza di stimoli visivi, che all'esecuzione di movimenti oculari.



Centro pontino dello sguardo e dei movimenti saccadici

- **CELLULE "BURST"**
- **CELLULE TONICHE**
- **CELLULE "BURST" TONICHE**
- **CELLULE "PAUSE"**



Saccadi

CELLULE "BURST" - Svolgono un ruolo fondamentale nel processo d'inizio del movimento saccadico e nella regolazione della sua ampiezza.

serie di impulsi in alta frequenza che determinano un'energica contrazione dei muscoli agonisti.

- L'attività delle cellule burst “codifica” sia la direzione che l'ampiezza del movimento oculare.
- Sono dei neuroni che si attivano all'improvviso.
- Scaricano a raffica durante l'esecuzione del saccade ed il numero d'impulsi è proporzionale all'ampiezza del movimento saccadico
- Cessano la loro attività appena prima che l'occhio raggiunga la nuova posizione, e rimangono silenti fino al saccade successivo.
- Possono venire eccitate da afferenze vestibolari, visive e volontarie.



Saccadi

CELLULE TONICHE - Hanno il compito di trasmettere segnali sulla posizione degli occhi e sono attive durante l'esecuzione di tutti i movimenti oculari.

- Un cambio di posizione degli occhi viene associata ad una concomitante variazione della frequenza di scarica di tutti i neuroni tonici: alcuni aumentano la loro attività mentre altri la diminuiscono in base alla nuova posizione assunta. In questo modo il sistema nervoso centrale riceve le informazioni sulla posizione degli occhi nelle orbite.
- Durante la fissazione scaricano a frequenza costante; questa frequenza cresce linearmente all'aumentare della rotazione laterale dell'occhio.
- Durante i movimenti saccadici la loro attività passa dal livello costante che aveva prima del movimento, ad un nuovo livello post saccadico con frequenza di scarica più elevata.



Saccadi

CELLULE "BURST" TONICHE - Scaricano a frequenza costante durante la fissazione, mentre presentano un'attività a raffica durante i saccadi laterali. Aumentano la loro frequenza di scarica con la rotazione laterale degli occhi.



Saccadi

CELLULE "PAUSE" - Questi neuroni normalmente scaricano ad una frequenza abbastanza costante, ma cessano completamente la loro attività durante i movimenti oculari.

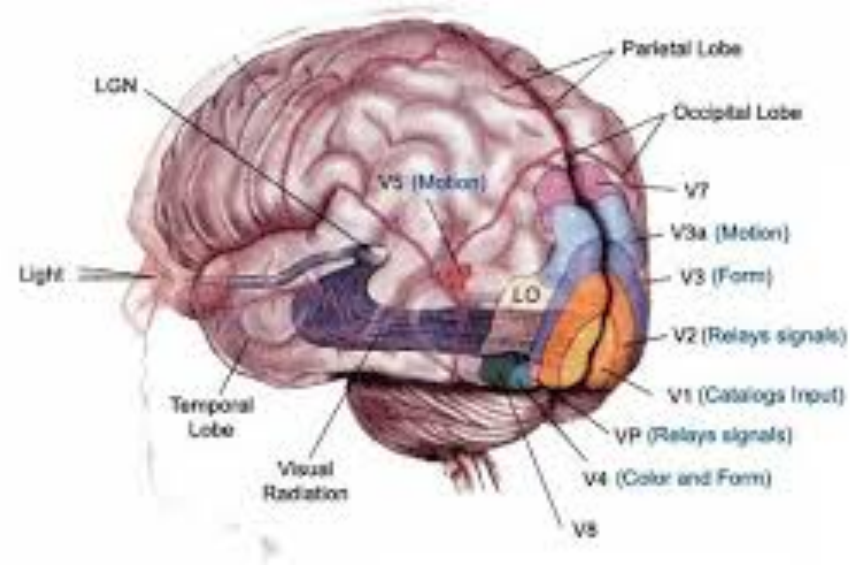
- Si ritiene che la loro attività inibisca le cellule "burst": la cessazione della loro scarica fa sì che le cellule "burst" possano determinare l'insorgenza dei movimenti saccadici.
- L'attività step è determinata da cellule cosiddette pause, o omnipause cells. Queste hanno un'attività tonica che dipende in ogni momento dalla posizione dell'occhio nell'orbita.
- Pochi ms (5-15) prima di un movimento oculare l'attività di questi neuroni si annulla per un breve periodo.
- L'attività ritorna ritmica e costante al termine del movimento oculare, e dipenderà dalla nuova posizione oculare.



Saccadi

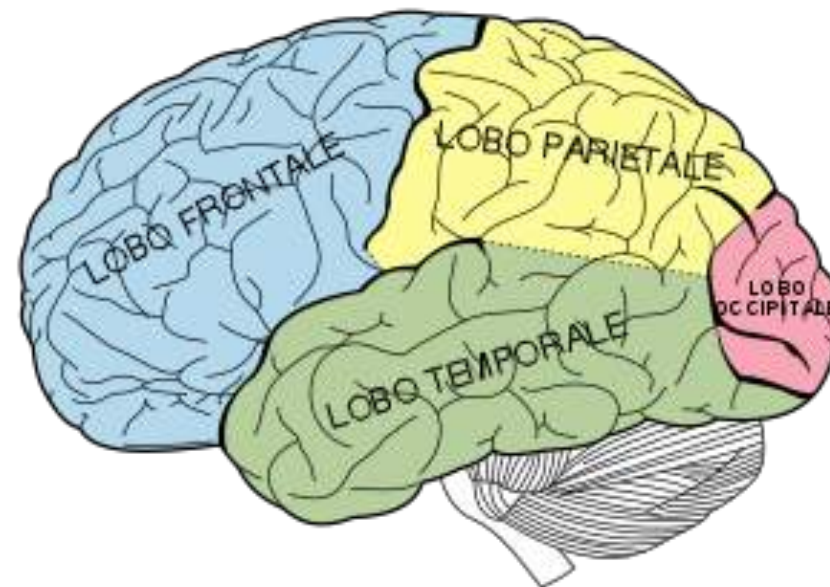
È stato proposto che, in particolari condizioni di stimolazione caratterizzate da una latenza saccadica molto breve (circa 100 ms), venga attivato un circuito saccadico rapido, una specie di riflesso optomotorio che coinvolge la **corteccia occipitale**. Tale circuito rapido verrebbe attivato quando le risorse attenzionali non sono impiegate nell'elaborazione dello stimolo visivo all'atto di programmare la nuova saccade

Fischer e Weber, 1993



Saccadi

per saccadi con latenza di 200–300 ms, sono implicate anche altre aree della corteccia parietale, frontale e temporale che consentono un'integrazione visuo-motoria più elaborata. Lesioni selettive a queste strutture neurali compromettono in diversa misura la capacità di generare movimenti rapidi degli occhi (Fuchs, Kaneko e Scudder, 1985).



Fissazioni

momenti fra una saccade e l'altra durante i quali l'occhio è fermo sul bersaglio.

Un sistema di stabilizzazione dello sguardo entra in funzione al termine della saccade per mantenere il bersaglio sulla fovea (Kowler, 1991).

La stabilizzazione sembra essere garantita dal movimento di inseguimento lento, anche se si tratta di un caso particolare, con lo stimolo a velocità zero.



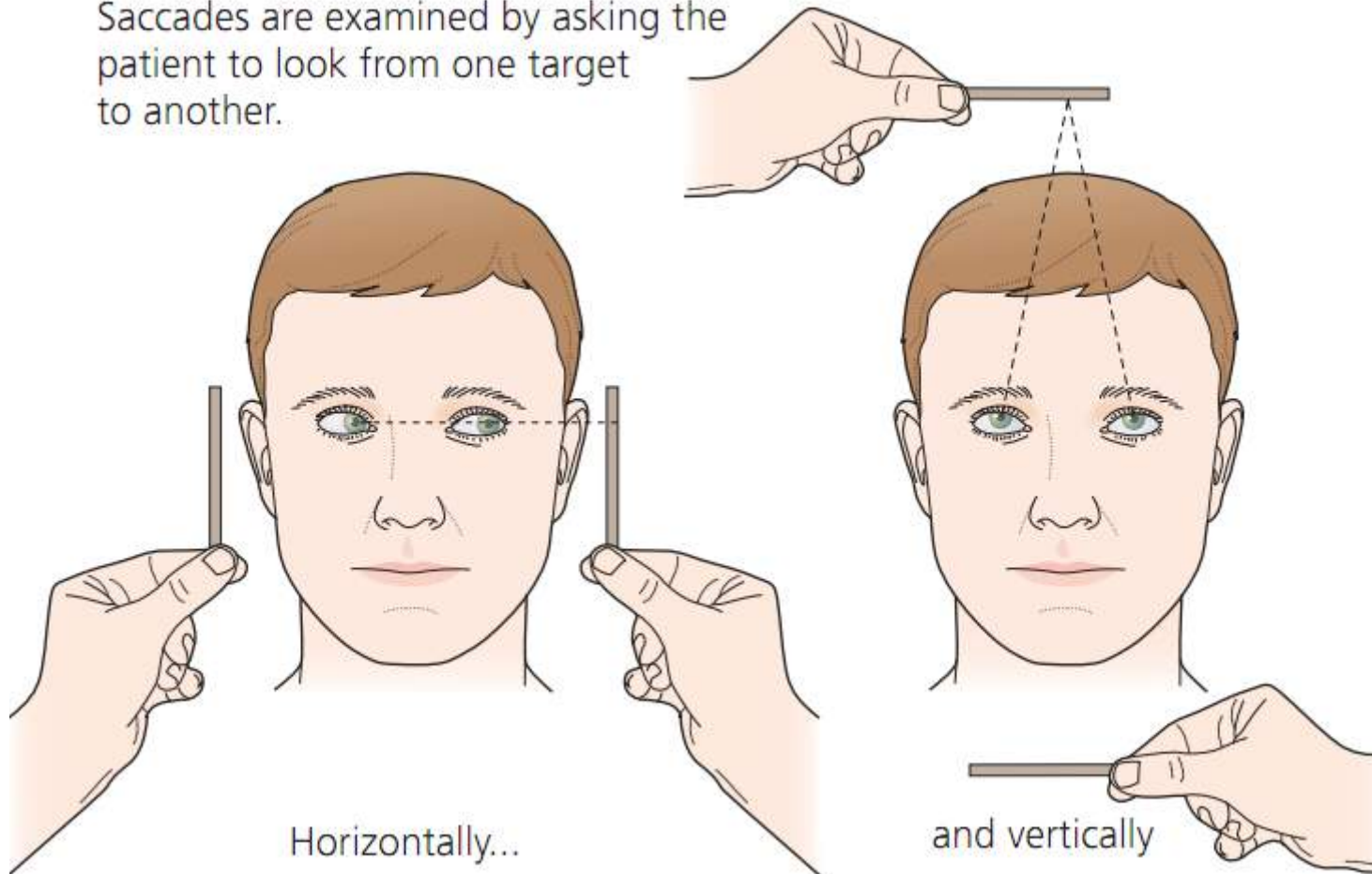
Fissazioni

Durante le fissazioni viene effettuata l'analisi dello stimolo visivo (fase che implica la perdita di rilevanza dell'attuale stimolo foveale e la selezione di un punto di fissazione periferico) e la programmazione della saccade successiva.



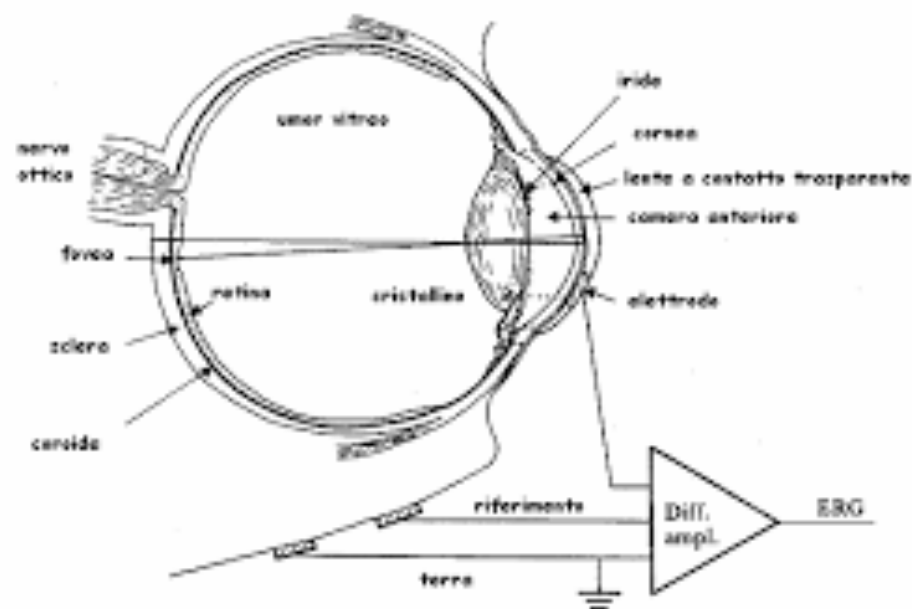
Saccadi

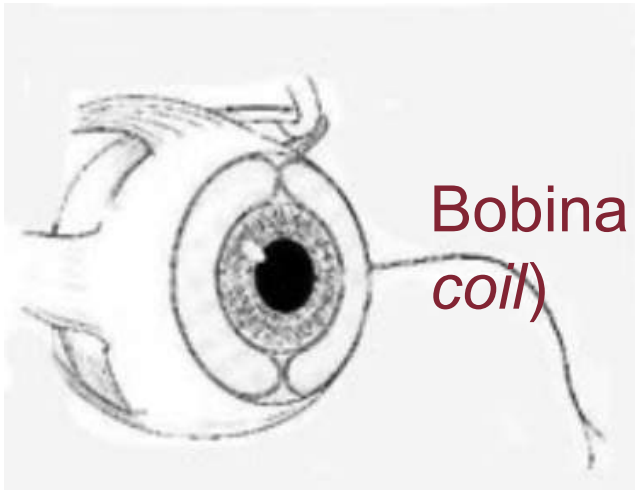
Saccades are examined by asking the patient to look from one target to another.



Elettrooculografia

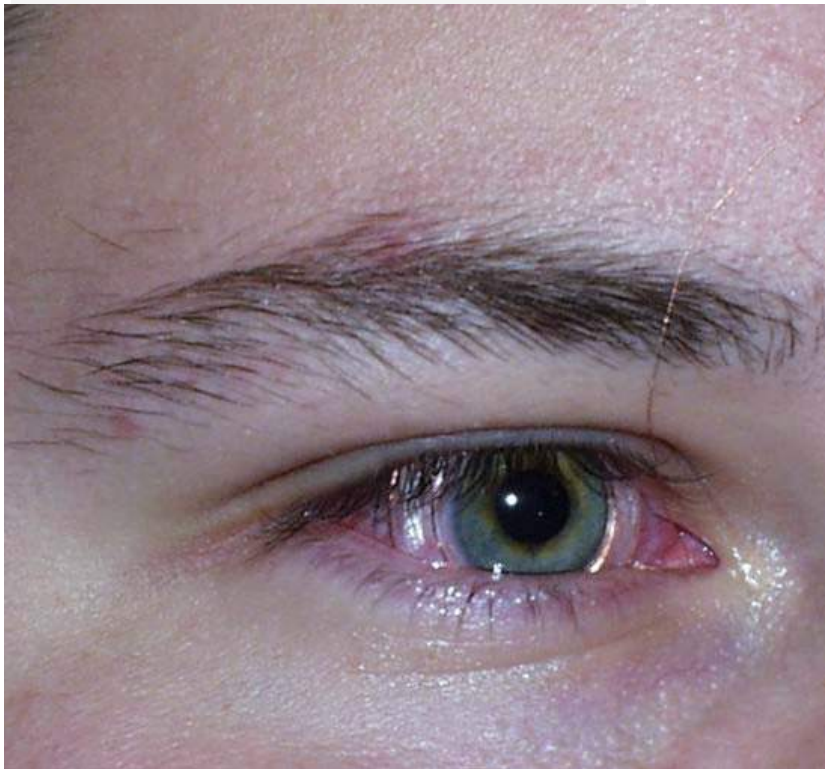
Metodica che permette di registrare e quantificare l'ampiezza e la velocità dei movimenti oculari



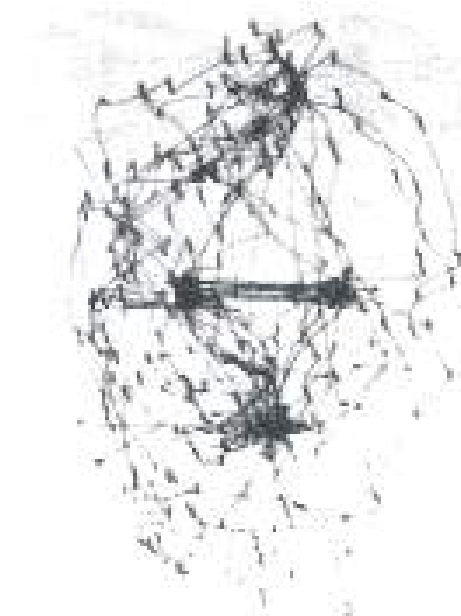


Bobina sclerale (*Scleral eye-coil*)

Eye trackers fotoelettrici



Il tracciato oculografico
rivela le parti più “importanti” dell’immagine.



Patologia

- assunzione di Droghe (molto comune)
- Sonnolenza o stanchezza (comune)
- Sindromi gangli basali
- Corea di Huntington (paresi globale dei saccadici)
- Paralisi sopranucleare progressiva (PSP) - (verticale prima)
- Morbo di Wilson (estremamente raro)
- Sindromi cerebellari
- Atrofia olivopontocerebellare
- Telangiectasia Atassia
- Malattia di Giuseppe (SCA-3)
- Debolezza periferica Oculomotoria (paralisi dei nervi cranici, miopatia)
- Paralisi del III° e VI° nervo (comune) (link al sesto nervo)
- sindrome di Miller Fisher (rara, rallentamento dei saccadici più areflessia e atassia)



Cause

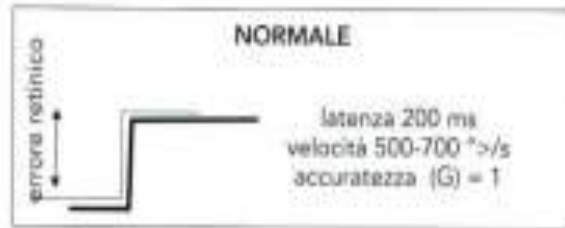
- Oftalmoplegia Progressiva esterna (PEO)
- Miopatia mitocondriale (estremamente raro)
- Disturbi della tiroide (comune, soprattutto verticale)
- Sindrome miastenica di Lambert-Eaton (estremamente raro)
- miastenia gravis (raro, oscilla)

Malattie della sostanza bianca

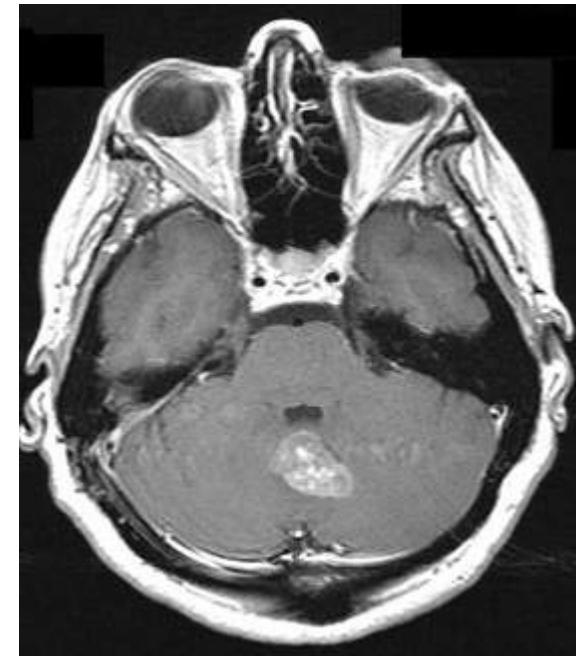
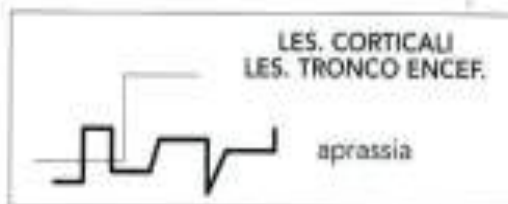
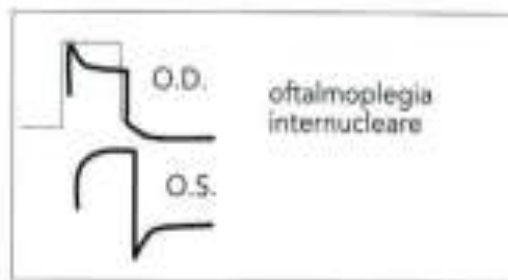
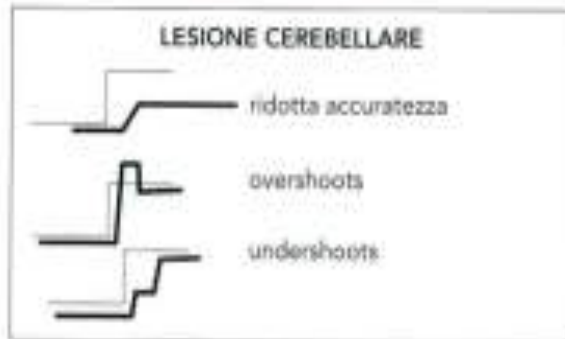
- Adrenoleucodistrofia - uno Stato membro come la malattia rara.
- Oftalmoplegia internucleare (comune nella SM, colpisce di adduzione (in entrata) saccadi principalmente)
- PPRF (lesioni della formazione reticolare parapontina), ad esempio a causa di **ms** (sclerosi multipla) o ictus cerebrale.



MOVIMENTI SACCADICI



— movimento-target
— movimento oculare



Grazie per l'attenzione

