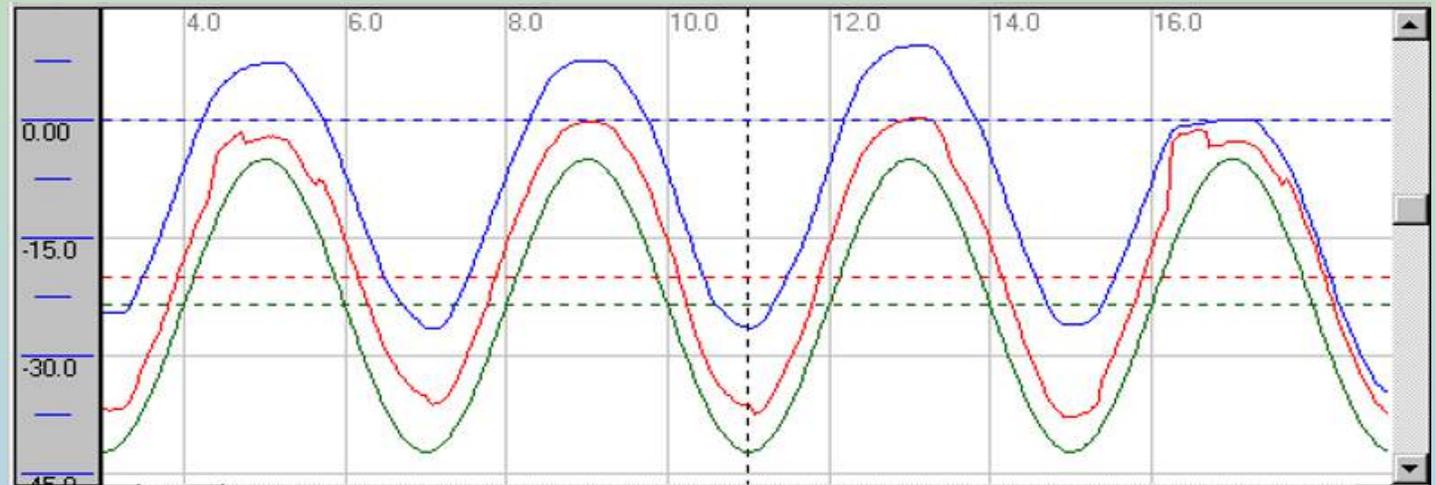


MASTER
DI VESTIBOLOGIA PRATICA
Direttore del Master: Prof. Giovanni Ralli
ANNO ACCADEMICO 2017/2018



Policlinico Umberto I
Viale dell'Università, 55
ROMA

I movimenti oculari:
MOVIMENTO DI INSEGUIMENTO
LENTO (SMOOTH PURSUIT)

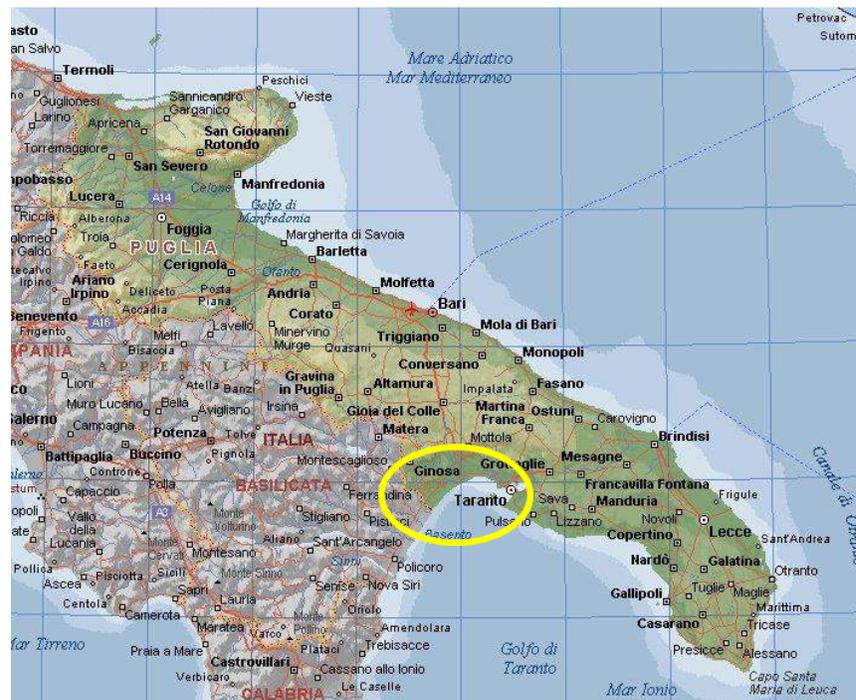


Dott. EMANUELE FERRI

Incarico di Alta Specializzazione in Otochirurgia e Audiovestibologia
Ospedali Riuniti Padova Sud «Madre Teresa di Calcutta»
MONSELICE (Padova)



La città dei Due Mari





ROMA – 1984-1994
Policlinico Gemelli
UCSC Prof. G. Paludetti



Azienda ULSS 13
Veneto
Ospedali di DOLO E
MIRANO (VENEZIA)
1995-2012
Dott. E. Armato



MARSIGLIA (FRANCIA)
Prof. ERIK ULMER



1° CORSO TEORICO - PRATICO DI VIDEONISTAGMOGRAFIA CLINICA

Regione del Veneto Azienda U.L.S.S. 13 "Riviera del Brenta" Presidio Ospedaliero di Dolo (VE) Unità Operativa Autonoma di Otorinolaringoiatria Primario: Dr. Ferdinando Ianniello



Dolo (VE), 24-25-26 ottobre 2002
Hotel Villa Ducale

Regione del Veneto Azienda U.L.S.S. 13 - Riviera del Brenta Presidio Ospedaliero di Dolo (VE) Unità Operativa Autonoma di Otorinolaringoiatria Primario: Dott. Ferdinando Ianniello

1° CORSO TEORICO-PRATICO DI VIDEONISTAGMOGRAFIA CLINICA
Villa Ducale - Dolo (VE)
24-25-26 Ottobre 2002



Presidente onorario: G. Babighian (Padova)
Presidente: F. Ianniello (Dolo)
Coordinatori: E. Armato (Dolo) - E. Ferri (Dolo)
Onorary Guest: E. Ulmer (Marseille)
Chairman: A. Martini (Ferrara), C. Vicini (Forlì)
Docenti: E. Armato (Dolo), T. Bagnol (Marseille), A. Campanini (Forlì), E. Ferri (Dolo), A. Martini (Ferrara), F. Trabaltini (Padova), C. Vicini (Forlì), E. Ulmer (Marseille)
Tutori: A. Cappelli (Forlì), P. Casadio (Forlì), R. Ciuffoloni (Forlì), O. Michalesco (Dolo), M. Simi (Forlì)

Con il patrocinio di:
Azienda ULSS 13 - Riviera del Brenta
Scuola Veneta Ospedaliera di Discipline Otorinolaringoiatriche
Ordine dei Medici e degli Odontoiatri della Provincia di Venezia
Comune di Dolo
Provincia di Venezia
Assessorato alla Sanità della Regione Veneto

vol. no. **23/6** December **2003**



ACTA
Otorhinolaryngologica Italica

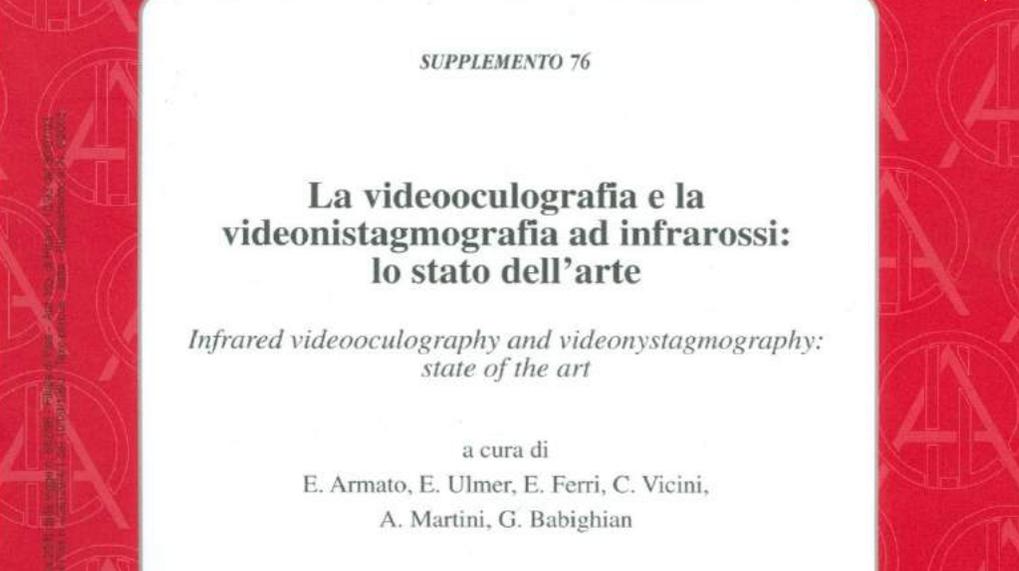
Official Journal of the Italian Society of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery
Organo Ufficiale della Società Italiana di Otorinolaringoiatria e Chirurgia Cervico-Facciale

SUPPLEMENTO 76

La videoculografia e la videonistagmografia ad infrarossi: lo stato dell'arte

Infrared videooculography and videonystagmography: state of the art

a cura di
E. Armato, E. Ulmer, E. Ferri, C. Vicini,
A. Martini, G. Babighian



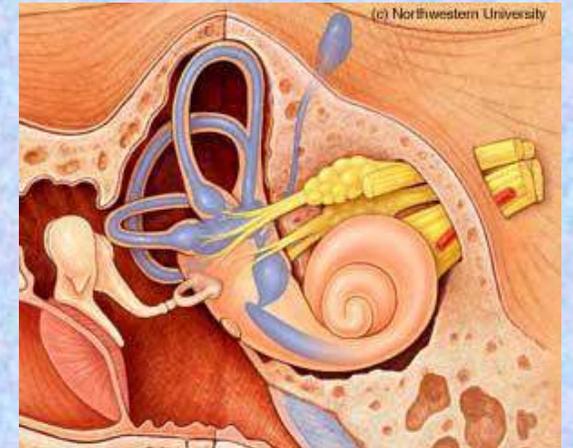
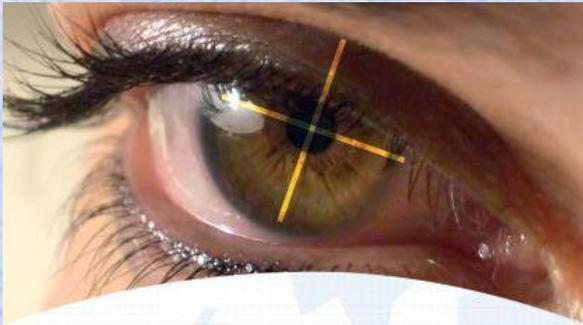

**Special guest:
Prof. Michael Halmagyi**



Azienda ULSS 6 Euganea - Ospedali Riuniti Padova Sud «Madre Teresa di Calcutta» - MONSELICE (PADOVA) 2012-2018
Incarico di Alta Specializzazione in Otochirurgia e Audiovestibologia

L'OCULOMOTRICITÀ CONIUGATA ha origine da diversi sistemi oculomotori che hanno tutti lo scopo di stabilizzare l'immagine visiva sulla retina.

Quando l'ambiente esterno è immobile e l'immagine è resa instabile da movimenti della testa ad alta frequenza, il sistema che interviene è quello **vestibolo-oculomotore** (movimenti compensatori canalari, maculari e cervicali)



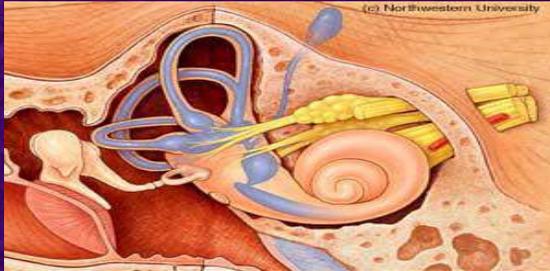
Se i movimenti della testa sono invece lenti e prolungati (bassa frequenza), il sistema vestibolo-oculomotore non riesce a compensare in quanto risponde per stimoli a frequenza elevata;

pertanto interviene il sistema *visuo-oculomotore* stimolato dallo scivolamento dell'immagine sulla retina (movimenti saccadici, pursuit, ottico-cinetico)

Quando invece la testa è immobile ma si muove l'ambiente esterno, i movimenti compensatori necessari per una visione nitida sono garantiti dal sistema visuo-oculomotore.

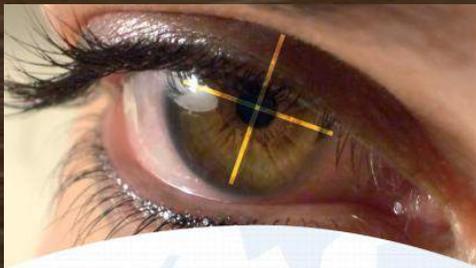


RIFLESSO VESTIBOLO- OCULOMOTORE (VOR)



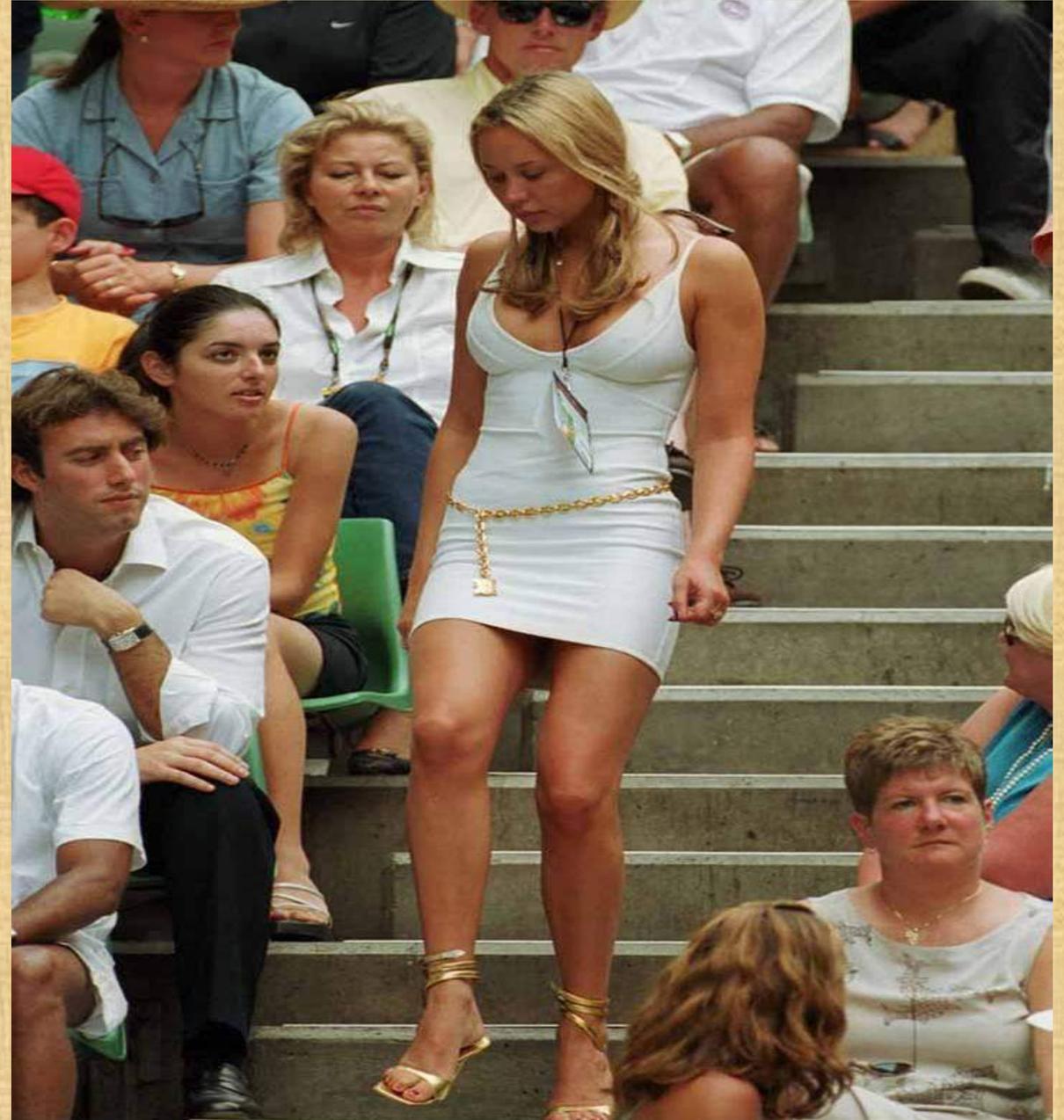
**Movimenti compensatori canalari
Movimenti compensatori maculari
Movimenti compensatori cervicali**

RIFLESSO VISUO- OCULOMOTORE



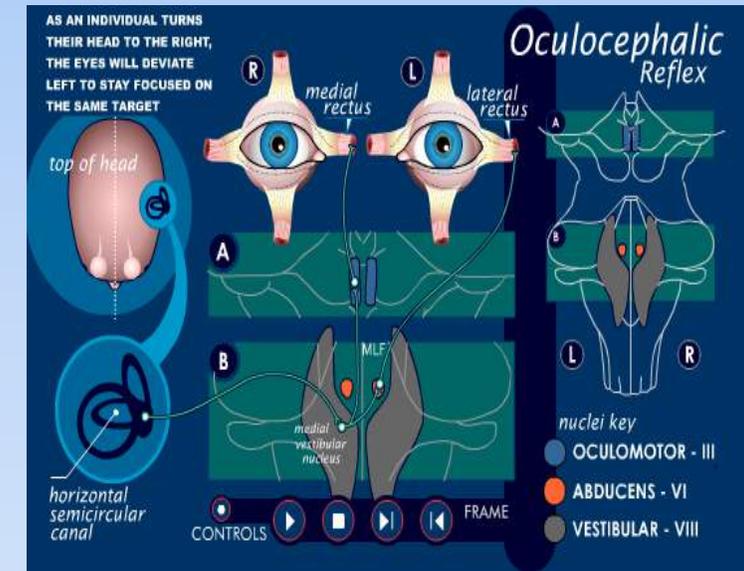
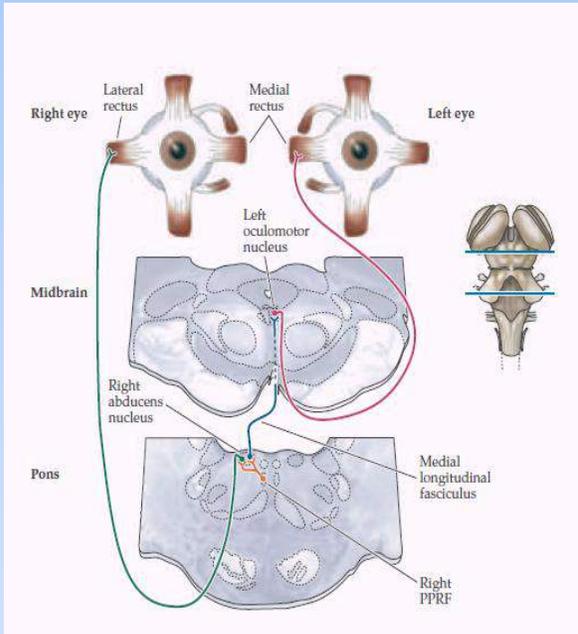
**Movimento di inseguimento lento
(Smooth pursuit)
Movimenti saccadici
Riflesso ottico-cinetico (OKN)**

In realtà nella vita di tutti i giorni spesso sono presenti contemporaneamente movimenti della testa e dell'ambiente circostante e questo comporta un'interazione continua dei sistemi vestibolo-oculomotori e visuo-oculomotori, sia in senso agonista che antagonista



SISTEMA VESTIBOLO-OCULOMOTORE

SISTEMA VISUO-OCULOMOTORE



ORGANI BERSAGLIO COMUNI

MOTONEURONI DEI NUCLEI PONTO-MESENFALICI CHE INNERVANO I MUSCOLI OCULARI (III, IV, VI)

Equilibrio: organizzazione e sistema



Per ottenere un perfetto equilibrio sono necessari:

Conoscenza delle condizioni ambientali istante per istante

Adattamenti rapidi ed efficaci ad ogni mutamento di condizione

Coscienza della situazione

Per questo l'organismo necessita di un insieme di strutture comunicanti e di processi di elaborazione che concorrano alla funzione stessa.

Il sistema dell'equilibrio è:

Aperto (interagisce con l'ambiente)

Causale (necessita di input per fornire un output)

Complesso (formato da più sottosistemi)

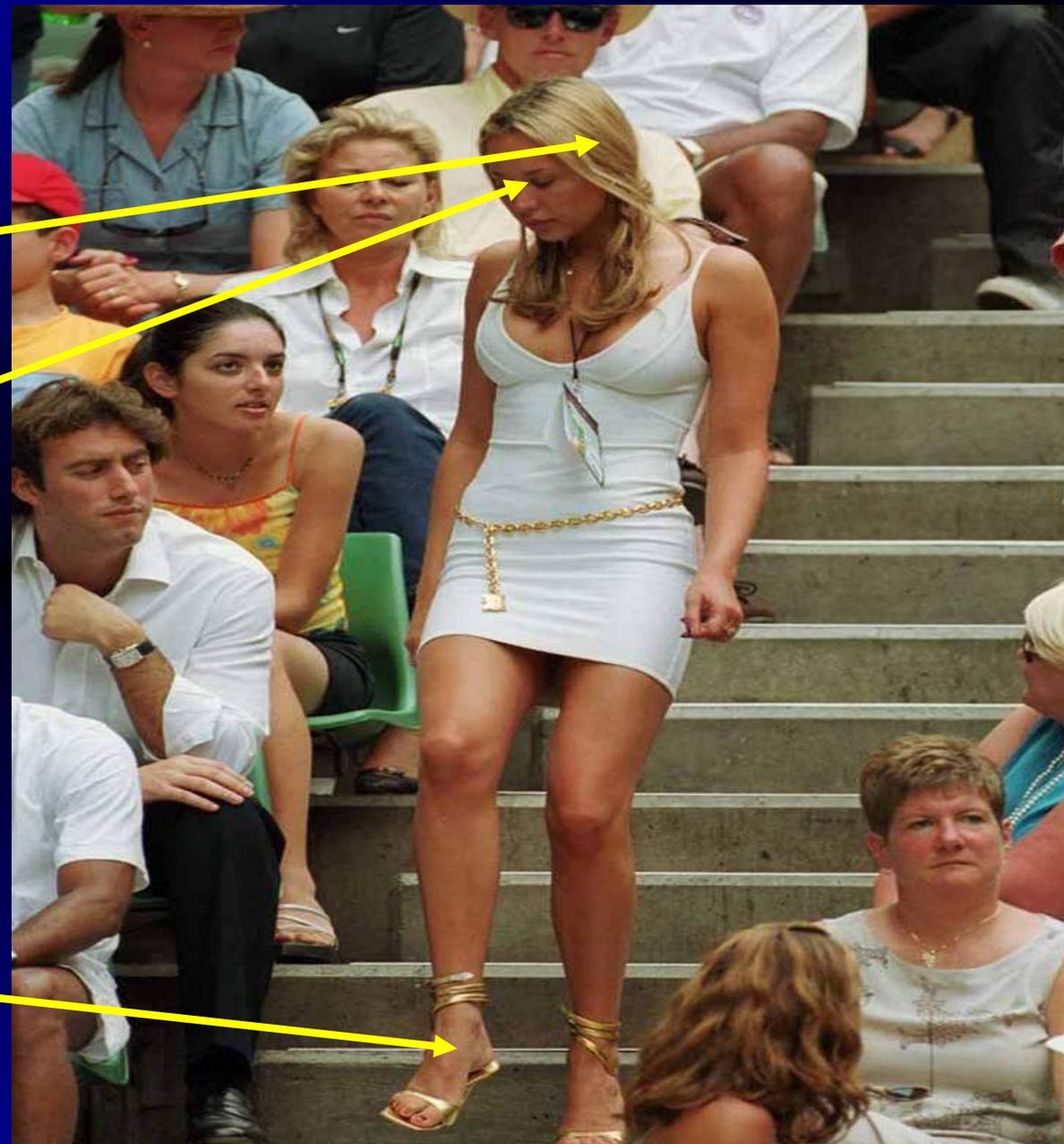
Tempo-variante (le componenti si modificano ad ogni istante)

Ingressi (Inputs)

INPUTS VESTIBOLARI

INPUTS VISIVI

INPUTS PROPRIOCETTIVI



Uscite (Outputs)

RIFLESSO VESTIBOLO - OCULOMOTORE (VOR)

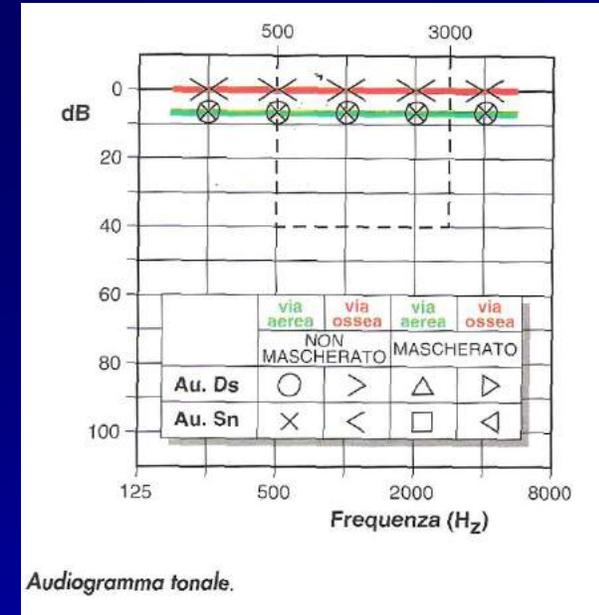
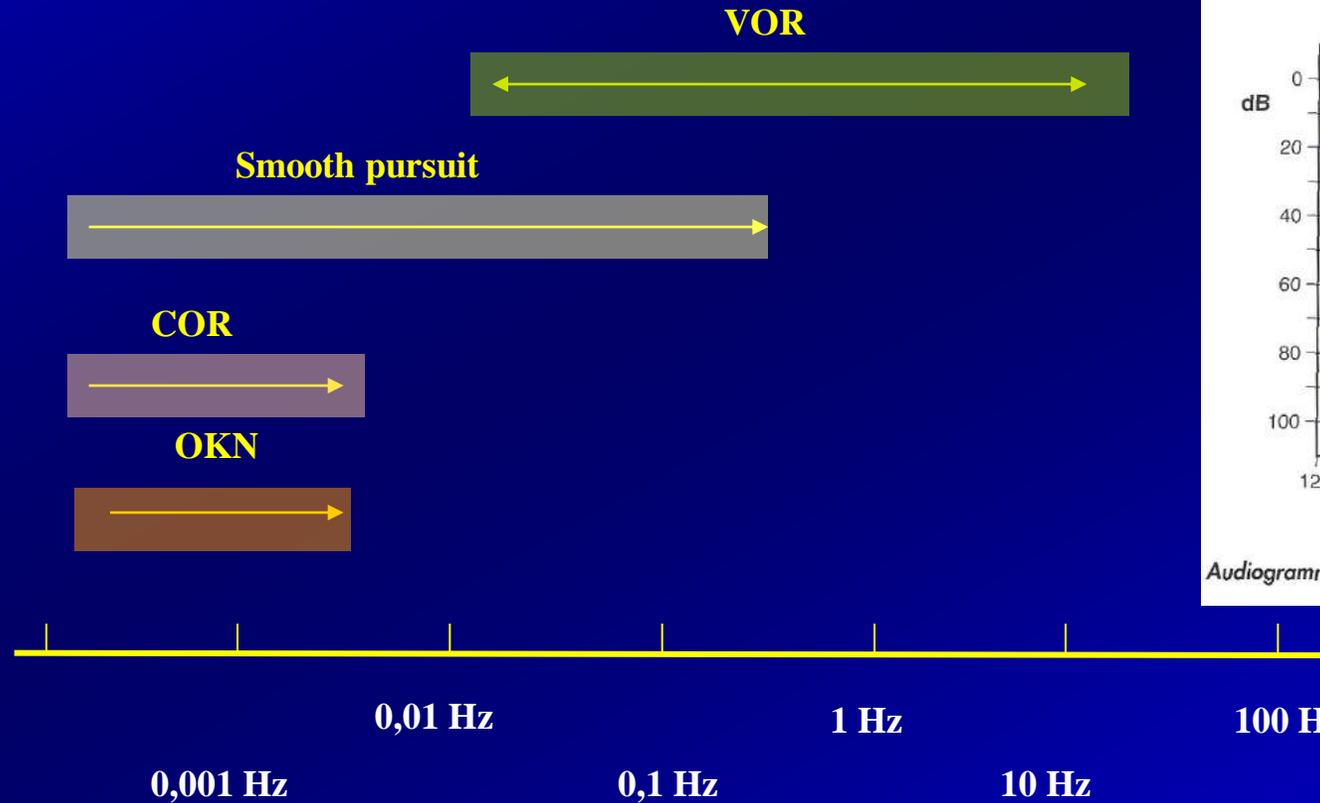
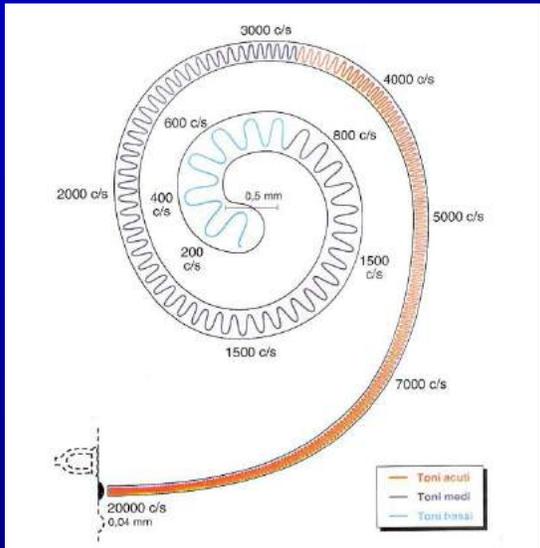
RIFLESSI VISUO-OCULOMOTORI

RIFLESSO VESTIBOLO - SPINALE (VSR)



Le bande passanti dei sistemi neurosensoriali

?.....*VESTIBOLOGRAMMA*.....?



I vari sistemi di stabilizzazione dello sguardo intervengono a seconda della frequenza del movimento del capo o dell'ambiente, così come i diversi giri cocleari elaborano stimoli sonori di diversa frequenza (organizzazione tonotopica)

Ogni sottosistema “entra in azione” a frequenze di movimento diverse:

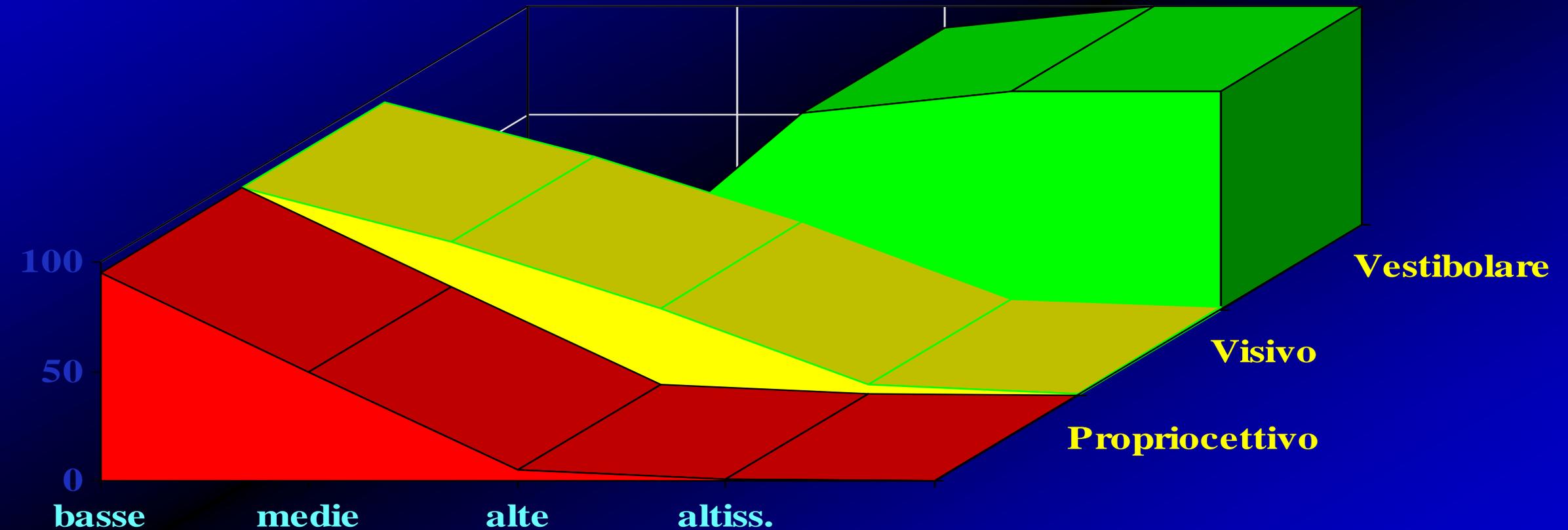
Sistema vestibolare
Frequenze $1 \div 10\text{Hz}$

Sistema visivo
Frequenze $0.1 \div 1\text{Hz}$

Sistema propriocettivo
Frequenze $0.001 \div 0.1\text{Hz}$



Il VOR è l'unico sistema "passa-alto" e lavora alle alte frequenze in modo "solitario"



**Conflitto
neurosensoriale
EXTRA vestibolare**



Info VESTIBOLARI

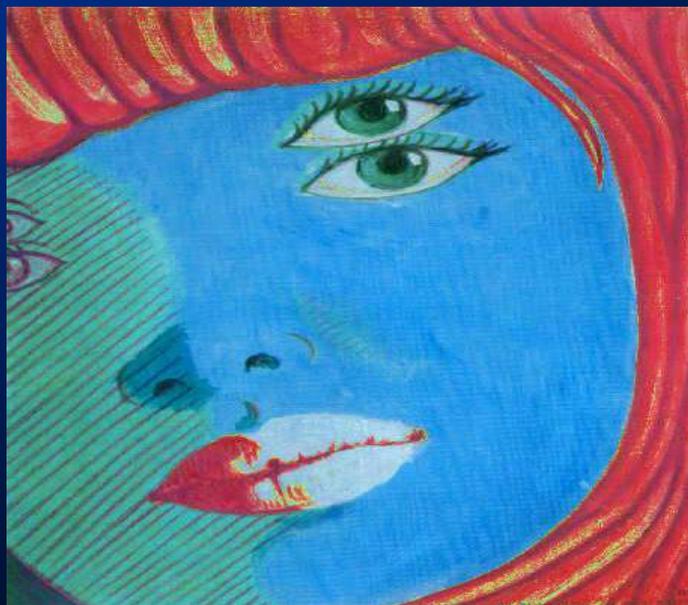
(accel. lineari e gravitazionali)

Info VISIVE

(foveali e retiniche)

Info PROPRIOCETTIVE

(muscolari, tendinee, ecc.)



**Conflitto
neurosensoriale
INTRA vestibolare**



Info UTRICOLARI

(accel. lineari e gravitazionali)

Info CANALARI

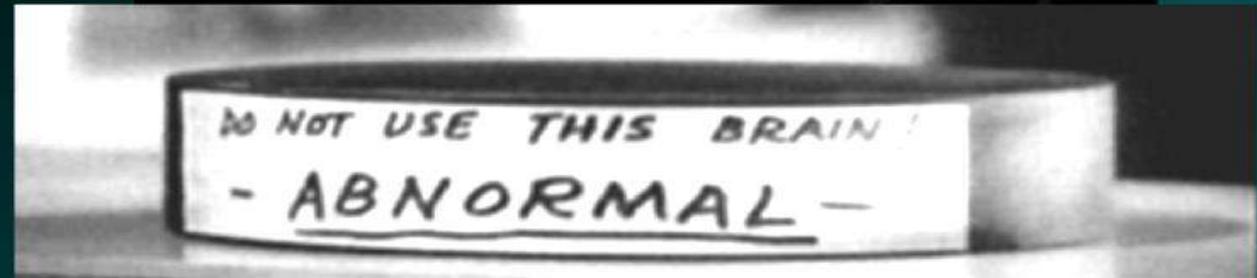
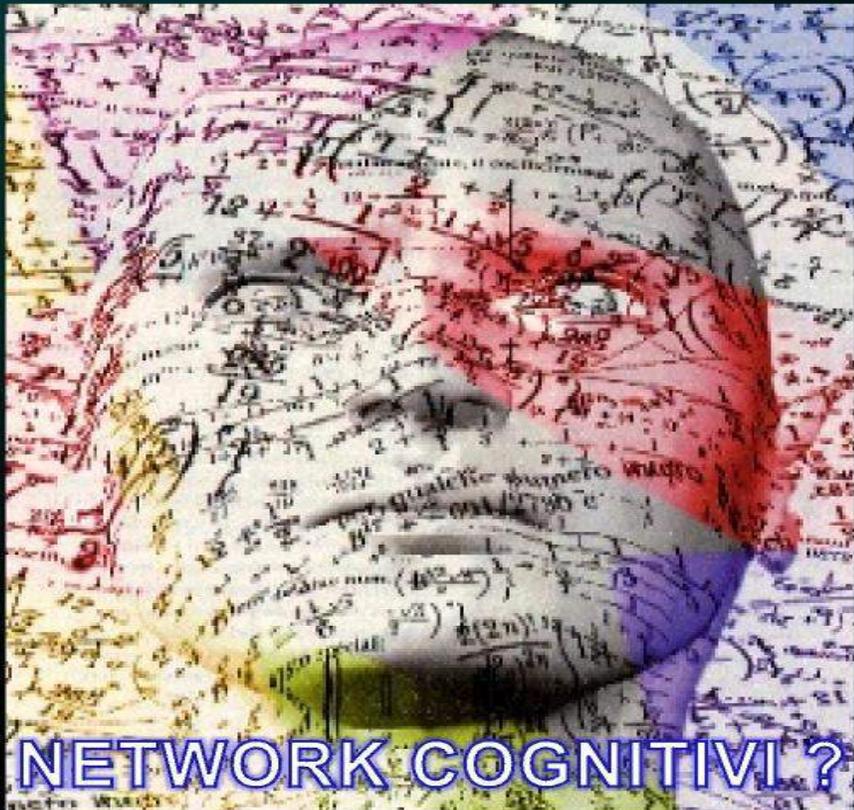
(accel. angolari)

Classificazione dei movimenti oculari (Robinson, 1981)

- Riflesso vestibolo-oculare (VOR)
- Riflesso otticocinetico (OKN)
- Riflesso di inseguimento lento o smooth pursuit
- Movimenti saccadici
- Movimenti di vergenza

I MOVIMENTI OCULARI

- **MOVIMENTI SACCADICI**
 - INSEGUIMENTO LENTO (SMOOTH PURSUIT)
 - RIFLESSO OTTICOCINETICO (OKN)
 - RIFLESSO VESTIBOLO - OCULOMOTORE (VOR)

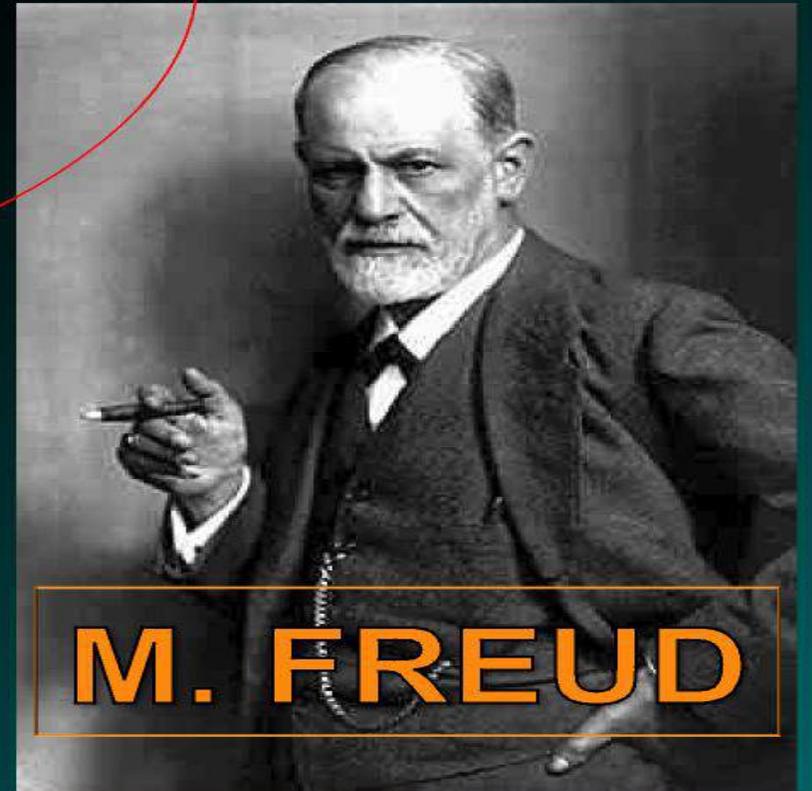


I MOVIMENTI OCULARI

· Processi neuropsicologici

- ⊗ Attenzione e Memoria
- ⊗ Motivazione
- ⊗ Processi decisionali

MOLTI FATTORI POSSONO PROVOCARE
ALTERAZIONI DEL CONTROLLO VISIVO



M. FREUD

In realtà, l'azione dei sistemi visuo-oculomotore e vestibolo-oculomotore può essere **ANTAGONISTA**, come quando, durante la rotazione del capo, si fissa una mira solidale con la testa.

In tali condizioni, per basse velocità e frequenze di rotazione, il comando visivo inibisce completamente il comando vestibolare ottenendo una ***soppressione visiva del VOR (interazione visuo-vestibolare) (VVOR)***.

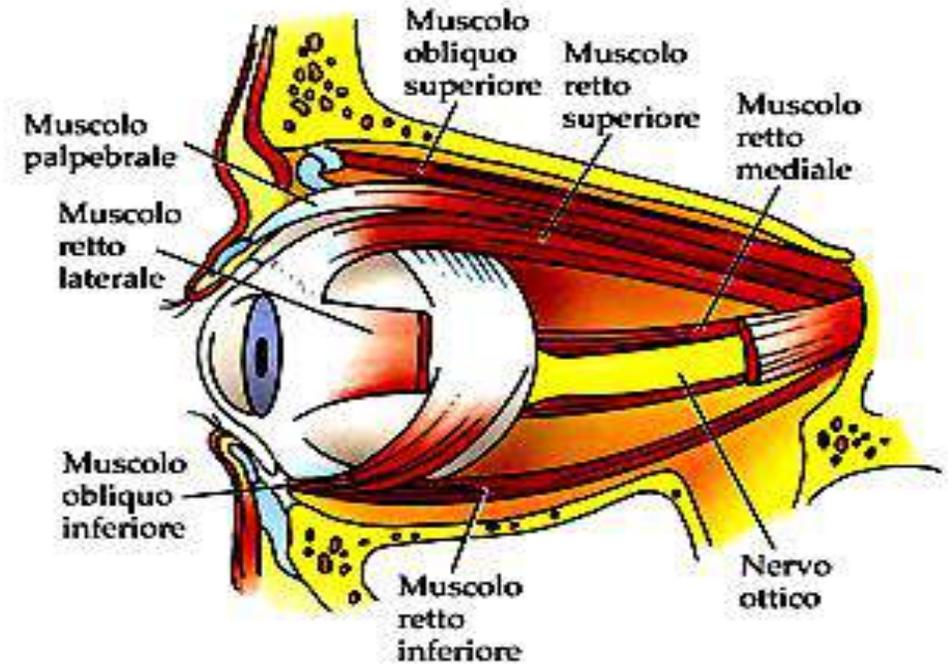
L'assenza di tale soppressione è spesso utilizzata nella pratica clinica per la diagnosi di centralità.

I movimenti oculari

- Servono per:
 - spostare lo sguardo
 - stabilizzarlo
- Mantenere l'immagine degli oggetti di interesse entro 0.15° della fovea.
- Stabilizzare la velocità di slittamento per valori $< 2-3^\circ/\text{sec}$

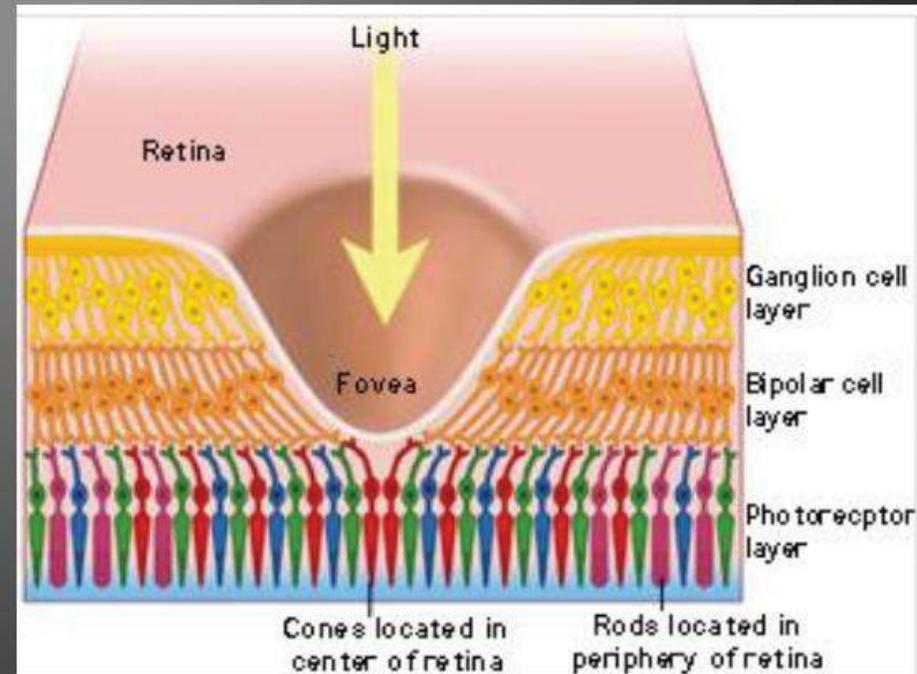
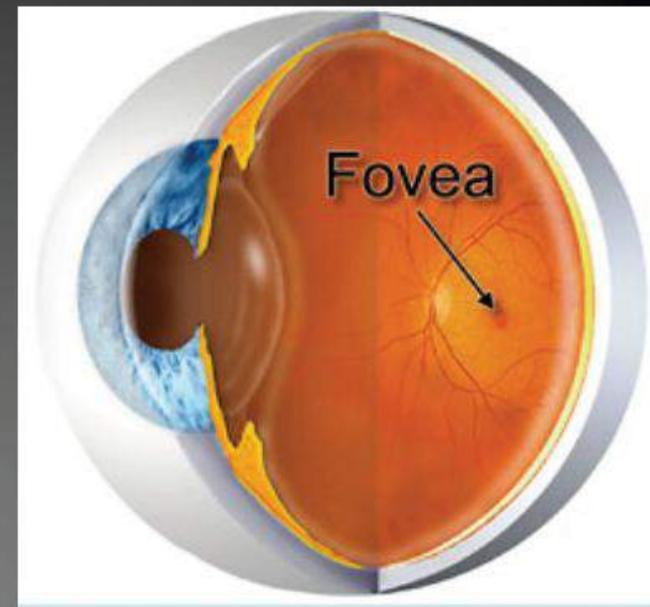
- L'occhio è ancorato all'orbita mediante muscoli estrinseci dell'occhio.
- I muscoli estrinseci sono caratterizzati da fibre contrattili rapide.
- I muscoli sono organizzati in tre coppie ad azione antagonista.
 - *Retti mediali e laterali (orizzontale)*
 - *Retti superiore e inferiore (verticale)*
 - *Obliqui superiore e inferiore (rotazione)*

(a) L'occhio sinistro e i suoi muscoli



Nell'uomo la zona di massima acuità visiva è rappresentata da una piccola depressione della retina chiamata fovea del diametro inferiore al mezzo millimetro.

Nella fovea è presente un forte addensamento di coni, mentre le cellule bipolari e gangliari sono ripiegate.



I movimenti dei globi oculari sono possibili grazie alla attività dei muscoli oculomotori

1. Retto inferiore
2. Retto superiore
3. Retto mediale
4. Retto laterale
5. Obliquo inferiore
6. Obliquo superiore

III° →

III° →

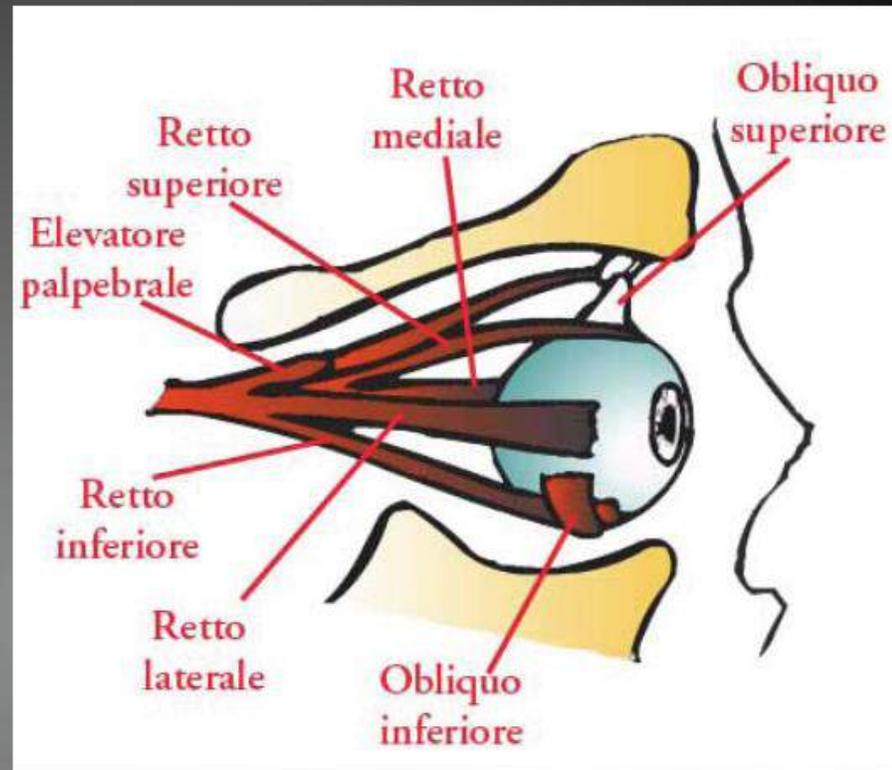
VI° →

III° →

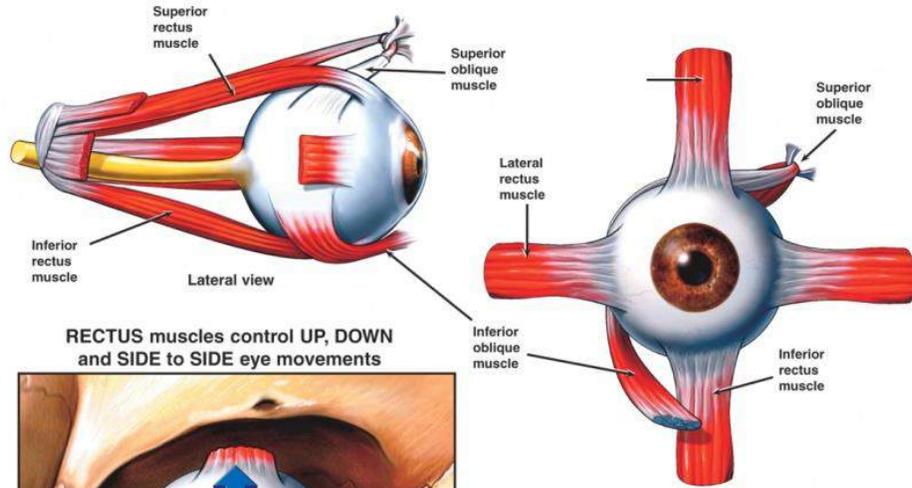
IV° →

III° →

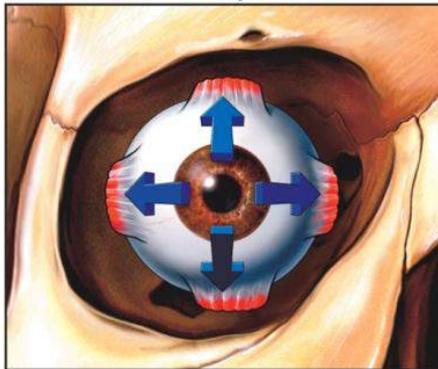
Superior rectus	Superior branch of oculomotor nerve
Inferior rectus	Inferior branch of oculomotor nerve
Lateral rectus	Abducens nerve
Medial rectus	Inferior branch of oculomotor nerve
Superior oblique	Trochlear nerve
Inferior oblique	Inferior branch of oculomotor nerve



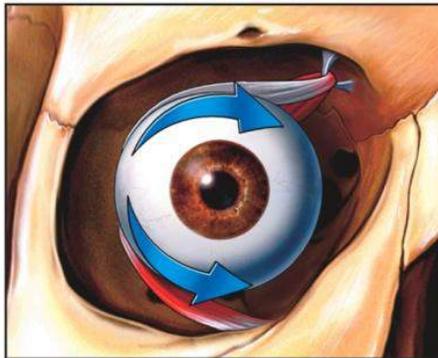
I muscoli oculomotori operano in sinergia e sono in grado di contrarsi più rapidamente degli altri muscoli



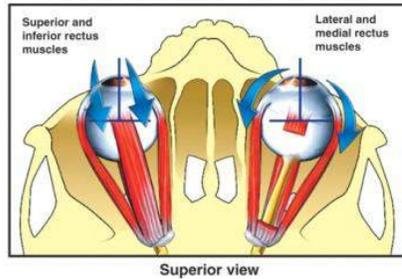
RECTUS muscles control UP, DOWN and SIDE to SIDE eye movements



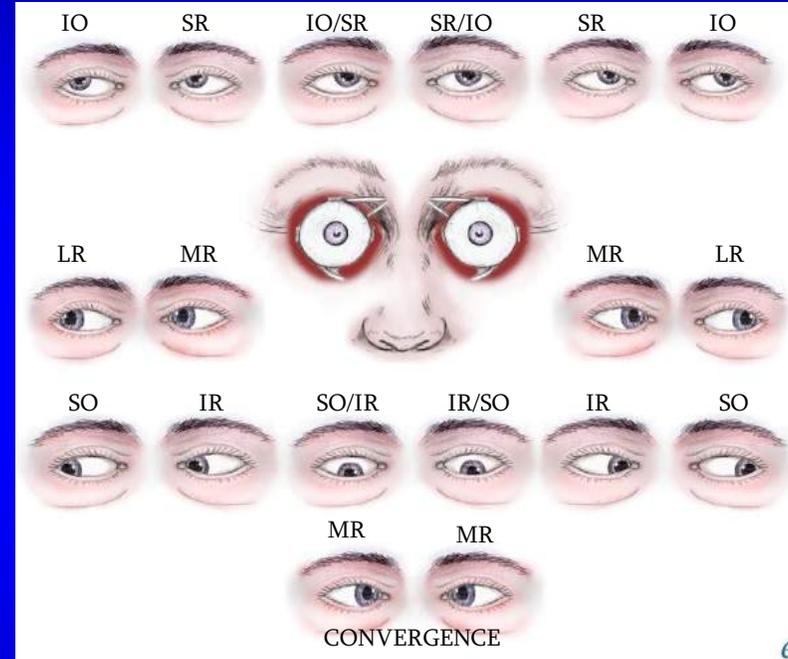
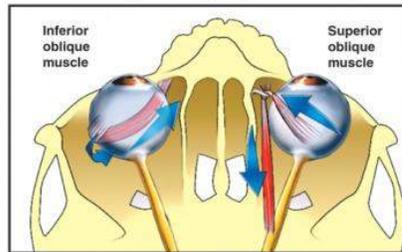
OBLIQUE muscles control ROTATION of the eye during angled viewing.



RECTUS muscles control UP, DOWN and SIDE to SIDE eye movements

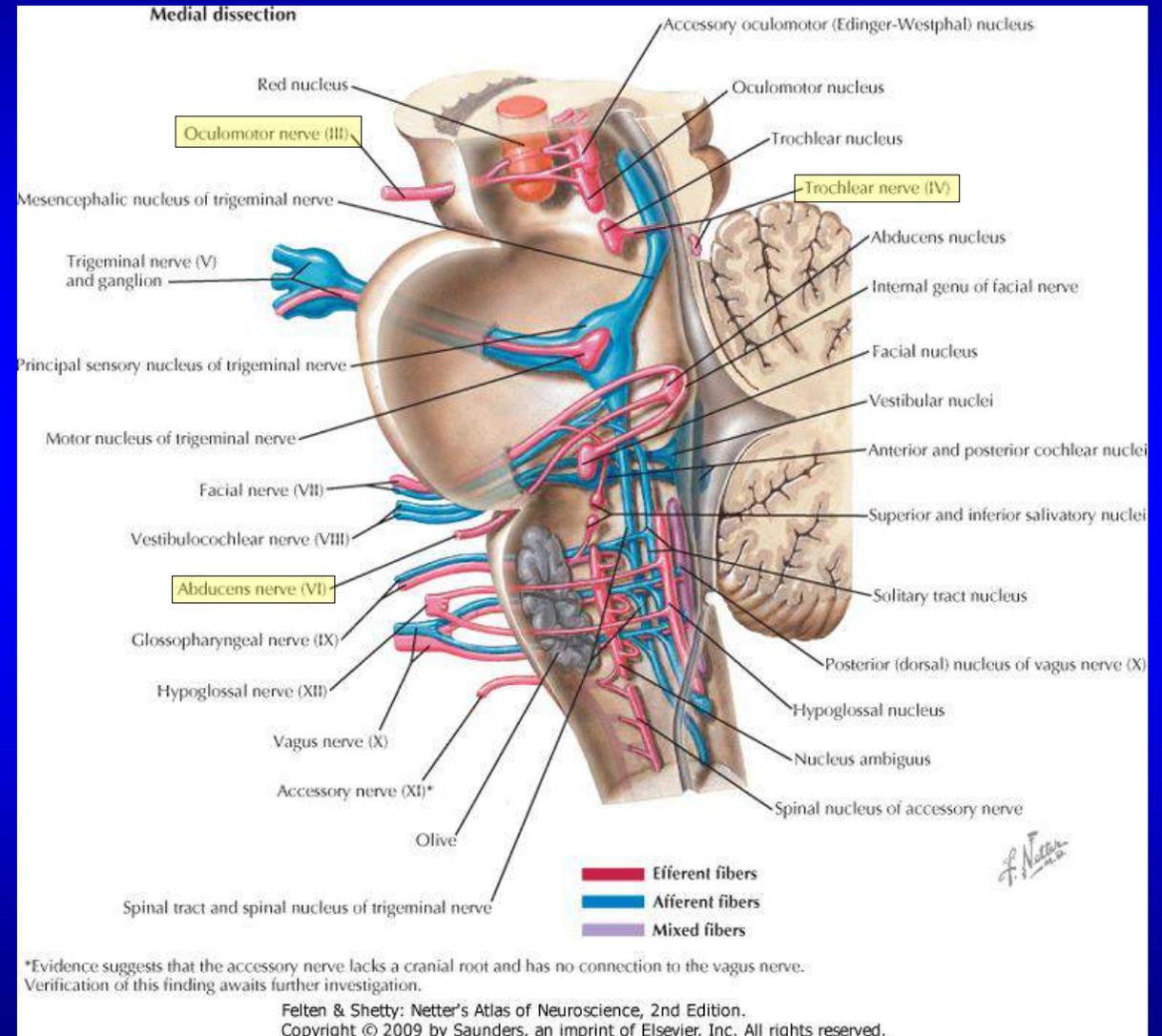
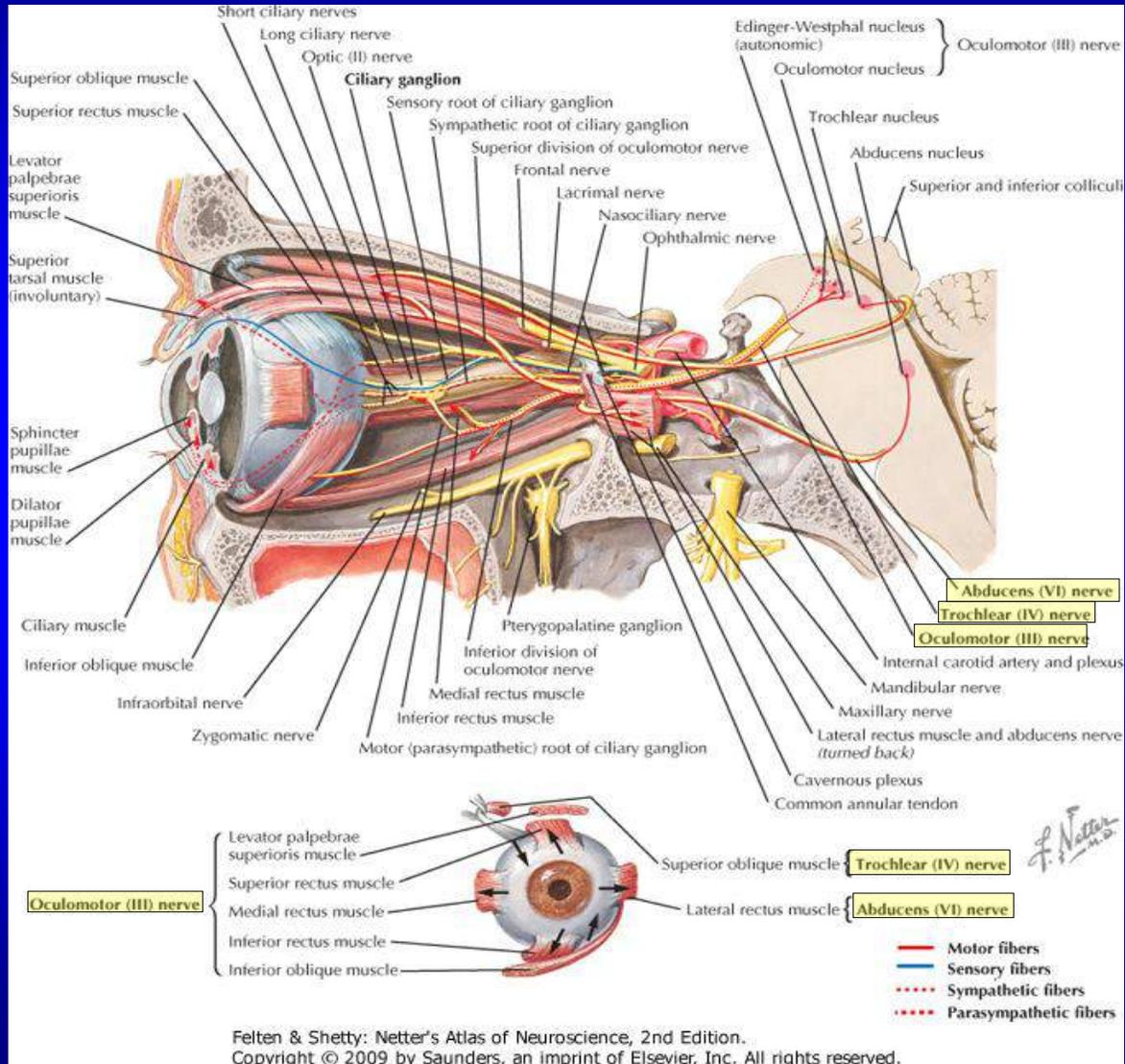


OBLIQUE muscles control ROTATION of the eye during angled viewing.



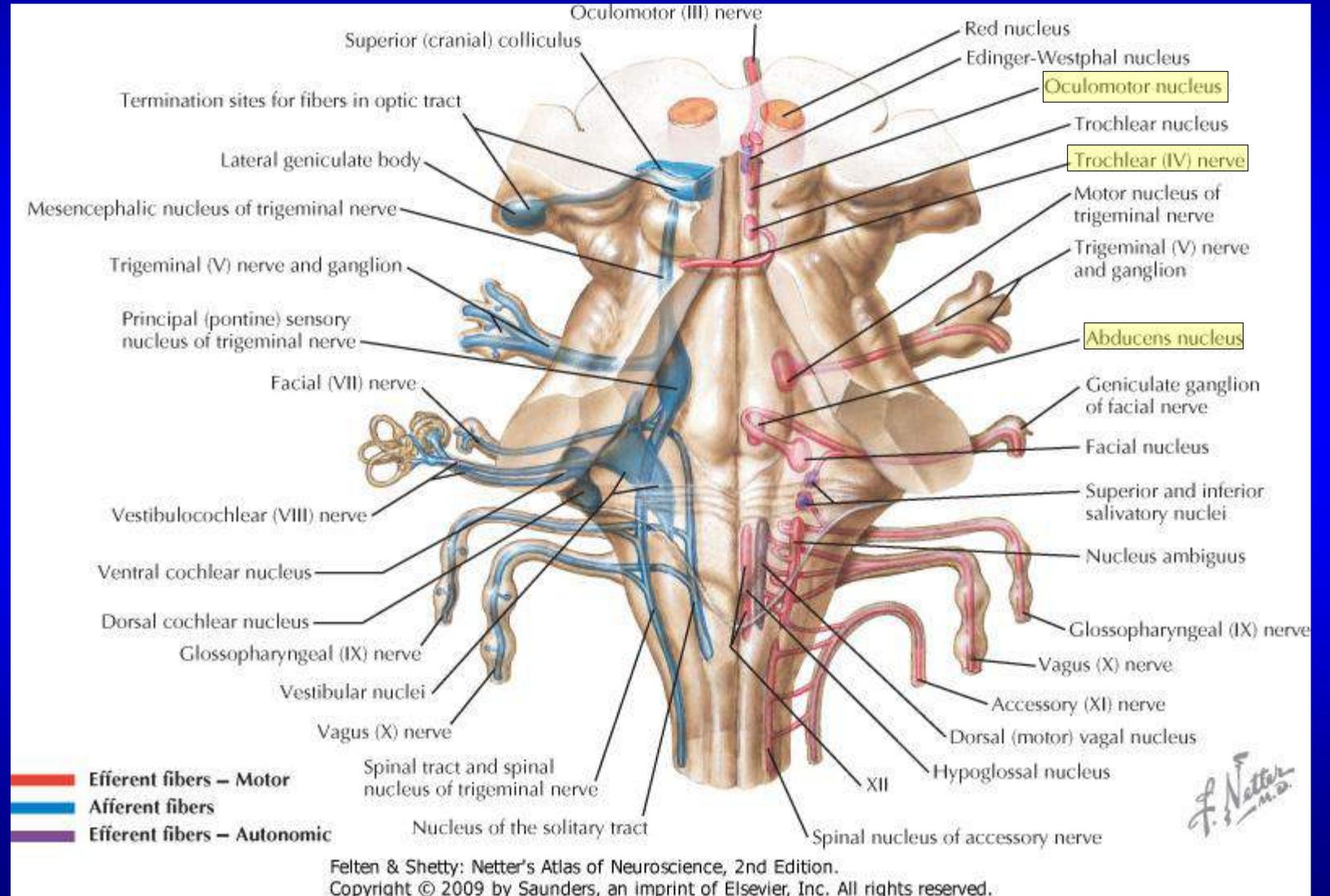
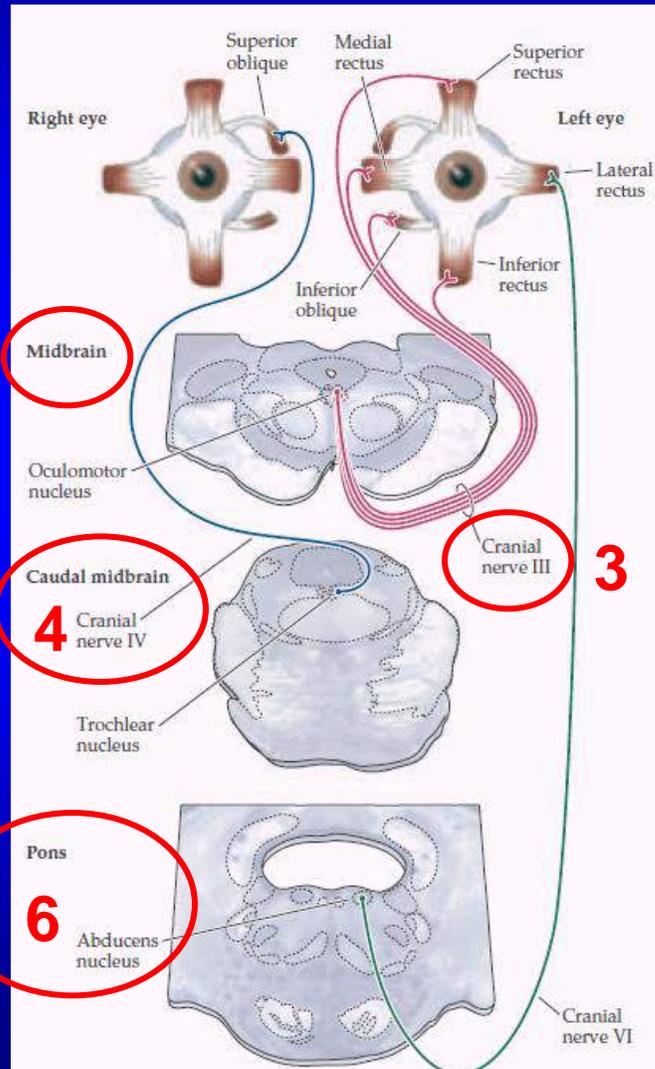
emedicine.medscape.com/article/1189759-overview

Extraocular Muscle Innervation



Extraocular Muscle Innervation

Ocular Motor Neuron Nuclei



SMOOTH PURSUIT

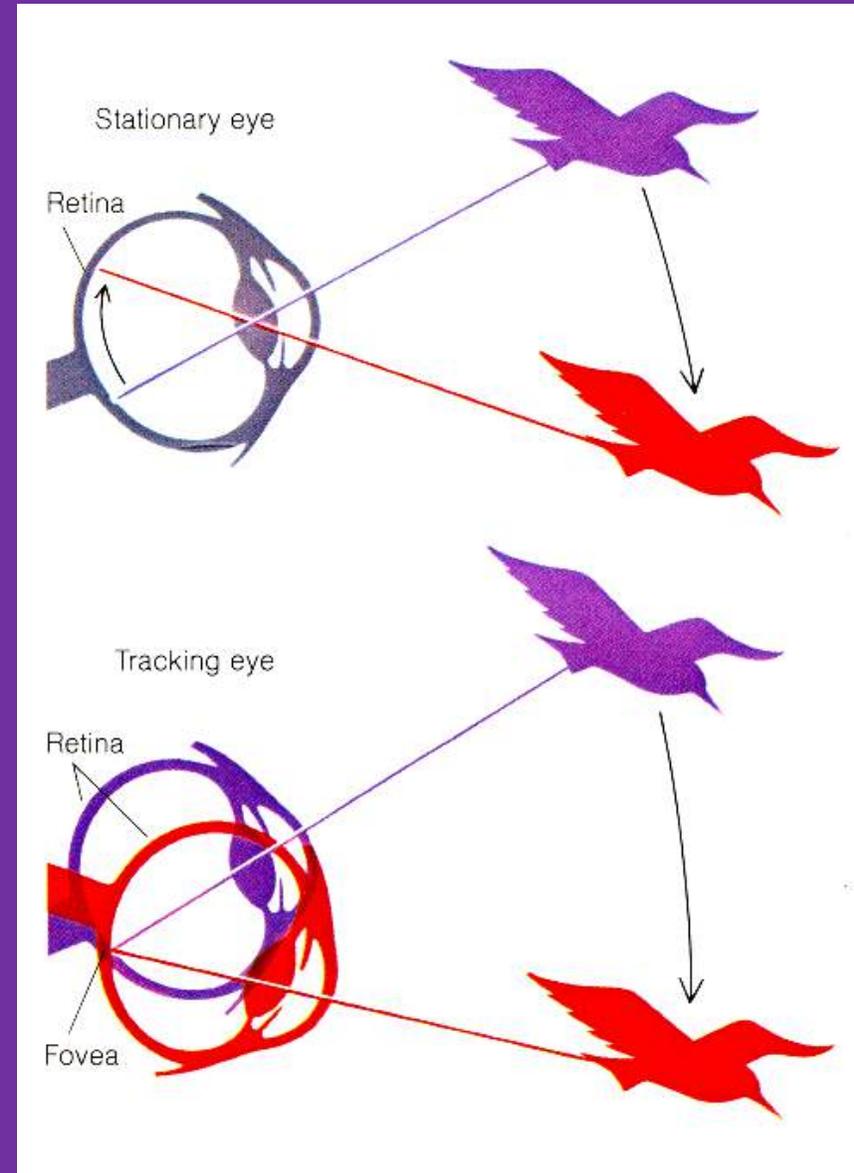
Il sistema di inseguimento visivo lento ha lo scopo di seguire un oggetto che si muove lentamente nel campo visivo, mantenendone l'immagine sulla fovea.

Se la velocità della mira non supera i 40-45°/sec, la corrispondenza tra occhio e mira è praticamente perfetta ed ***il guadagno***, ossia il rapporto tra velocità dell'occhio e velocità della mira, ***è prossimo all'unità***.



L'operatività del pursuit è proprio quella di saper adattare la velocità degli occhi alla velocità della mira, consentendo il continuo riposizionamento dell'immagine a livello foveale

- **Lo Smooth Pursuit (SP)** è un movimento oculare lento e coniugato in risposta ad un target visivo o acustico in lento spostamento davanti al nostro piano visivo, che ha lo scopo di **fermare sulla fovea retinica un'immagine-bersaglio in movimento**.
- Un'alterazione anche modesta di tale attività motoria è espressione di affezioni cerebrali, cerebellari e del tronco encefalico.
- Se si fissa un bersaglio in movimento, il sistema SP genera, **dopo una latenza di circa 100-200 ms, un movimento di inseguimento, coniugato, che ha una velocità max di 60°/s e un'ampiezza max di 70°-80°**.
- **Il rapporto velocità del bersaglio/velocità media dei bulbi oculari definisce il guadagno del Pursuit.**



Smooth Pursuit Eye Movements

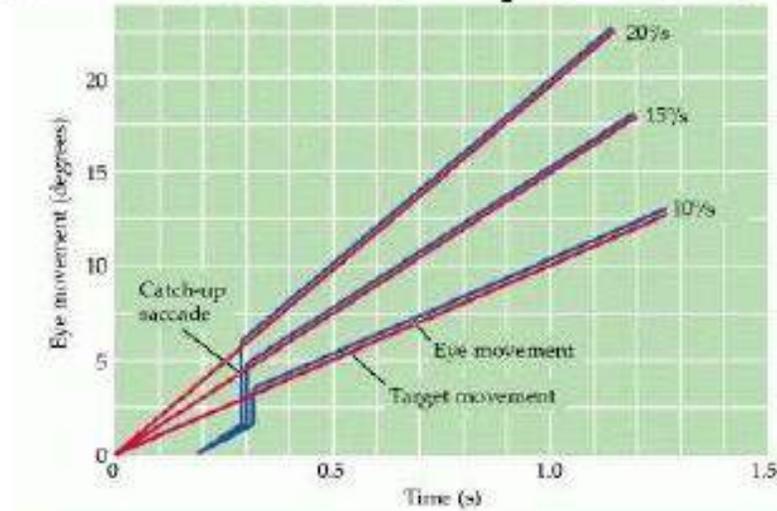
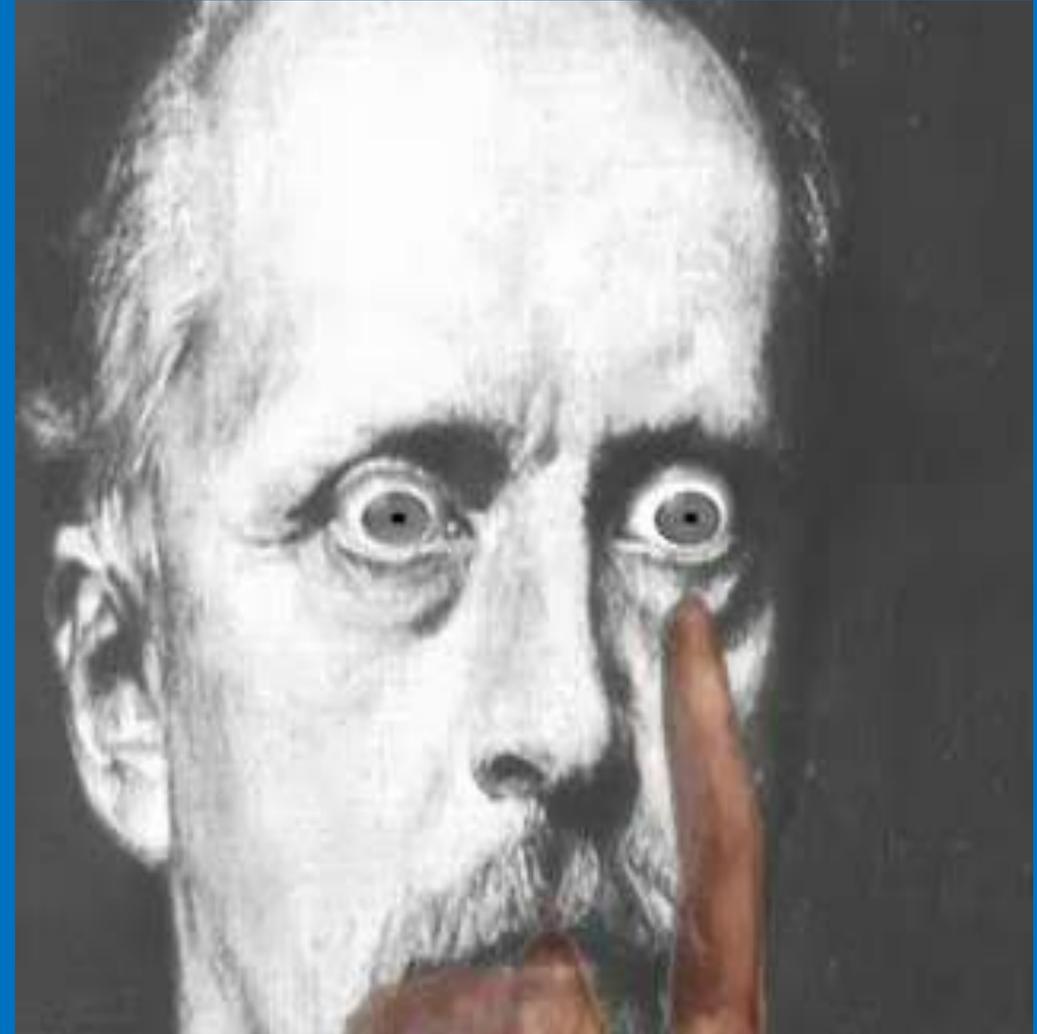


Figure 20.5

The metrics of smooth pursuit eye movements. These traces show eye movements (blue lines) tracking a stimulus moving at three different velocities (red lines). After a quick saccade to capture the target, the eye movement attains a velocity that matches the velocity of the target. (After Fuchs, 1967.)

- Il sistema SP dipende dalla **conoscenza visiva del movimento della mira** e si esplica tramite il confronto tra l'elaborazione visiva del movimento della mira e il movimento stesso.
- Tale meccanismo si attiva attraverso una **via riflessa di pre-programmazione** che ha origine **a livello corticale nel Frontal Eye Field (FEF)** e che coinvolge i Nuclei Pontini Dorso-Laterali.
- **Se una mira luminosa tende a scomparire, l'occhio infatti tende ad eseguire ancora il movimento per circa 200-300 msec**, confermando l'attivazione di questo meccanismo pre-programmato.



www.youtube.com/watch?v=kEfz1fJjU78

SMOOTH PURSUIT

- E' un movimento oculare esclusivo degli esseri foveati
- Lo stimolo di partenza risulta essere l'errore retinico (**retinal error velocity**), cioè lo spostamento del bersaglio dalla fovea alla periferia retinica.
- Estremamente sofisticato con **pre-programmazioni** continue dei suoi parametri.



***E' influenzato:
dalla capacità di apprendimento
del soggetto,
dalla prevedibilità del movimento
del bersaglio
dalla percezione del movimento
stesso***

Caratteristiche del Movimento di Inseguimento Lento

In Realtà, il MIL, oltre a garantire il mantenimento sulla fovea di un'immagine-bersaglio in movimento lento e continuo, provvede:

- 1) a compensare i contemporanei fisiologici movimenti della testa e del corpo sempre al fine del mantenimento sulla fovea dell'immagine
- 2) Eliminare il VOR se il bersaglio si muove in maniera solidale con l'osservatore
- 3) Garantire l'inseguimento lento oltre che sul piano frontale anche sul piano anteroposteriore (in profondità)
- 4) Anticipare e predire il movimento del bersaglio per sopperire alla lunga latenza rispetto al VOR (VOR → 10 msec; MIL → 100-200 msec)

Caratteristiche del Movimento di Inseguimento Lento

Affinchè possa evocarsi il riflesso del MIL, il sistema deve poter accedere istante per istante *all'analisi del movimento della mira* all'interno del campo visivo (sia in termini di direzione che velocità)

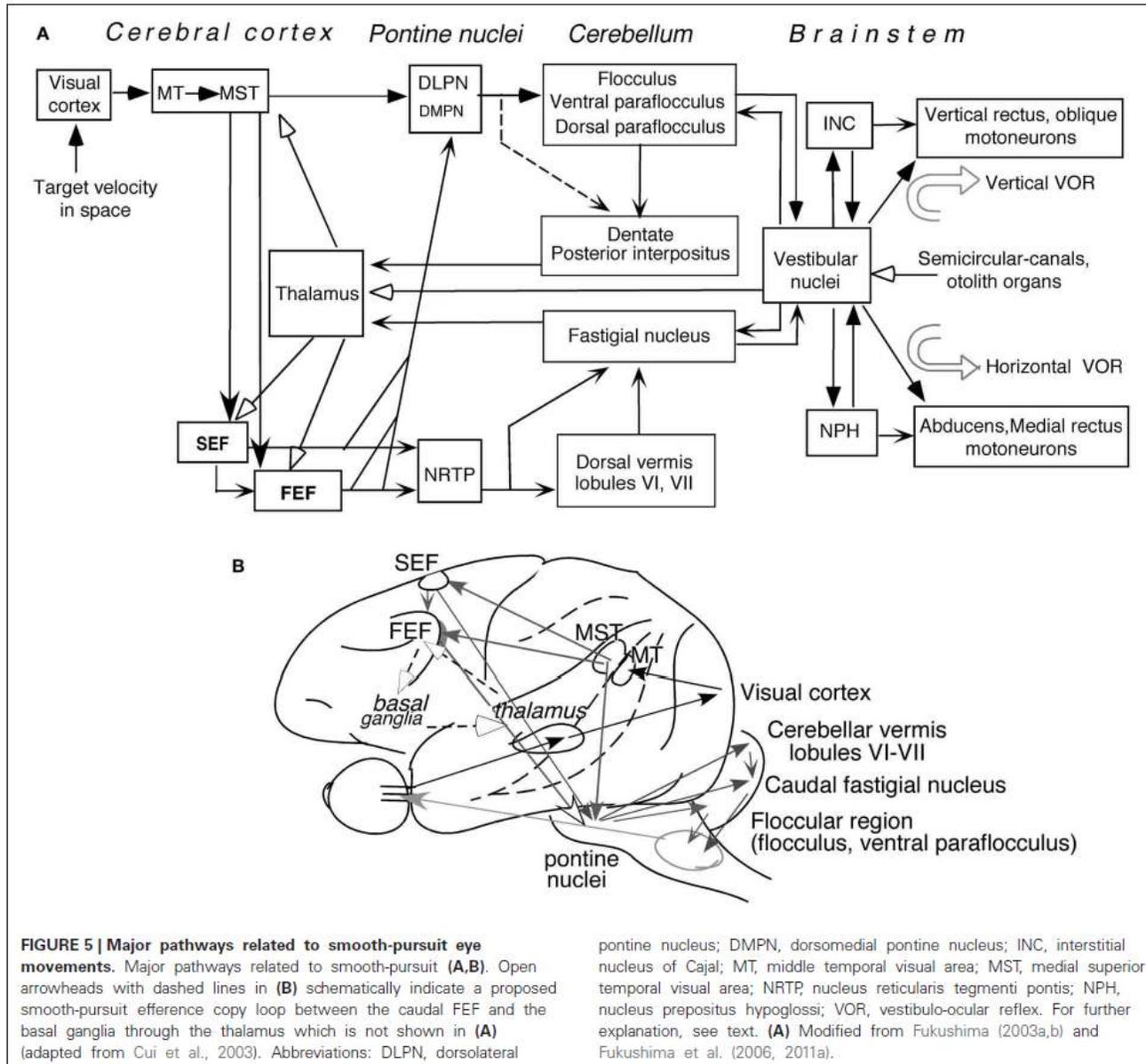
Tale analisi viene fornita dalla *MT (Area corticale Temporale Mediale)*

Una volta che la mira viene a trovarsi in prossimità della fovea, il sistema sfrutta le *info visive provenienti dallo scivolamento del bersaglio visivo* sulla fovea

Il *comando sul motoneurone oculare* è di *tipo step-ramp*

- *Step (generatore)*: scarica neurale costante e definita nel tempo necessaria a compiere un movimento rapido per portare la mira in prossimità della fovea
- *Ramp (integratore)*: scarica neurale a freq progressiva che consente l'inseguimento della mira e il suo mantenimento nell'area foveale

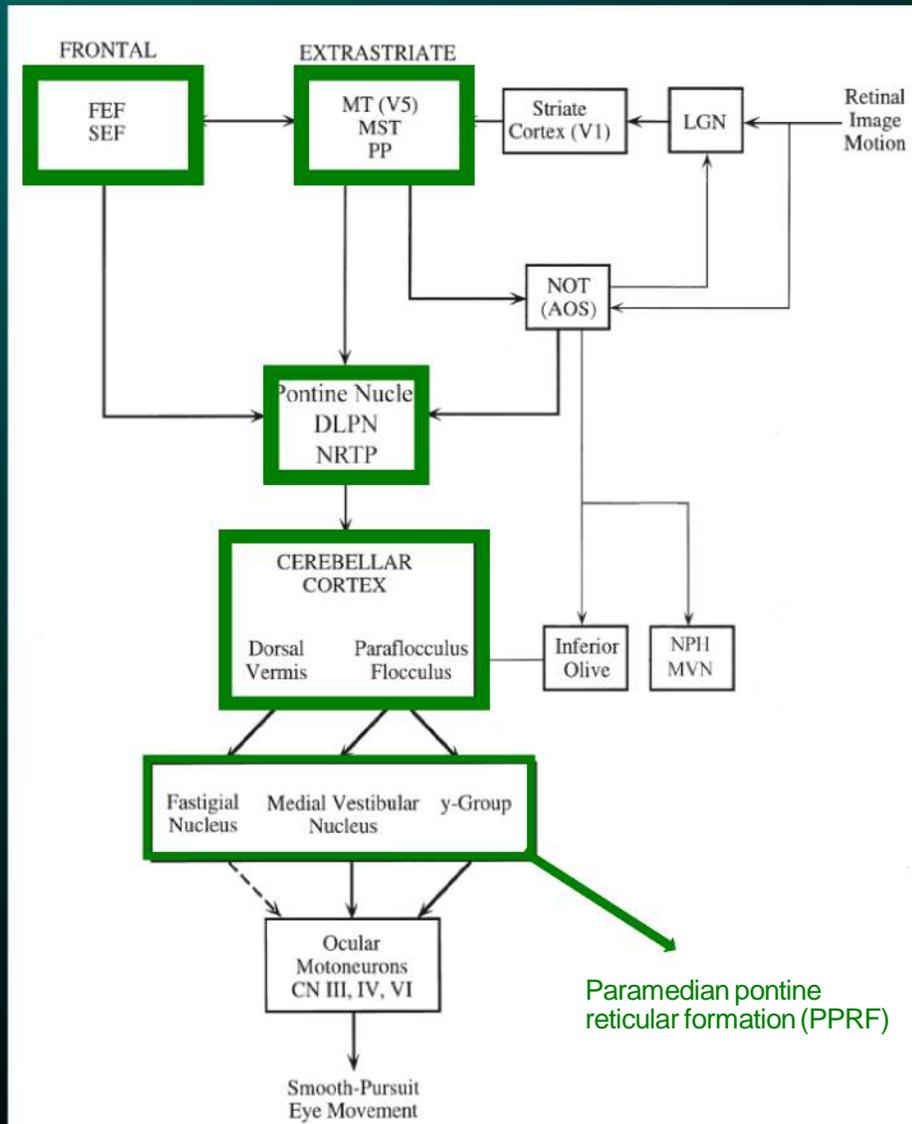
MAJOR PATHWAYS RELATED TO SMOOTH-PURSUIT EYE MOVEMENTS



Errore retinico di velocità (cellule gangliari retiniche) > Corteccia visiva primaria occipitale > connessioni con le aree corticali extra-striate (temporali, MT, MST + FEF e SEF) che elaborano lo stimolo visivo in movimento (pursuit cells) > connessione con i nuclei dorso-laterali e dorso-mediali del ponte > connessioni con il cervelletto (verme posteriore e flocculo) per la modulazione del movimento > connessioni con i nuclei vestibolari > infine nuclei oculomotori (III, IV e VI nc)

MT: Middle Temporal Visual Area
MST: Medial Superior Temporal Visual Area
SEF: Supplementary Eye Fields
FEF: caudal Frontal Eye Fields
DLPN: Dorsolateral Pontine Nucleus
DMPN: Dorsomedial Pontine Nucleus
INC: Interstitial Nucleus of Cajal
NRTTP: Nucleus Reticularis Tegmenti Pontis
NPH: Nucleus Prepositus Hypoglossi

SMOOTH PURSUIT VOLONTARIO CENTRALE



START: cellule gangliari retiniche

Controllo frontale – FEF
Supplementary eye field – SEF

**Aree extra-striate – MST (giunzione
temporo-supero-mediale)**

Nuclei del ponte Dorso-Laterali
Dorso-Mediali (DLPN / NRTP)

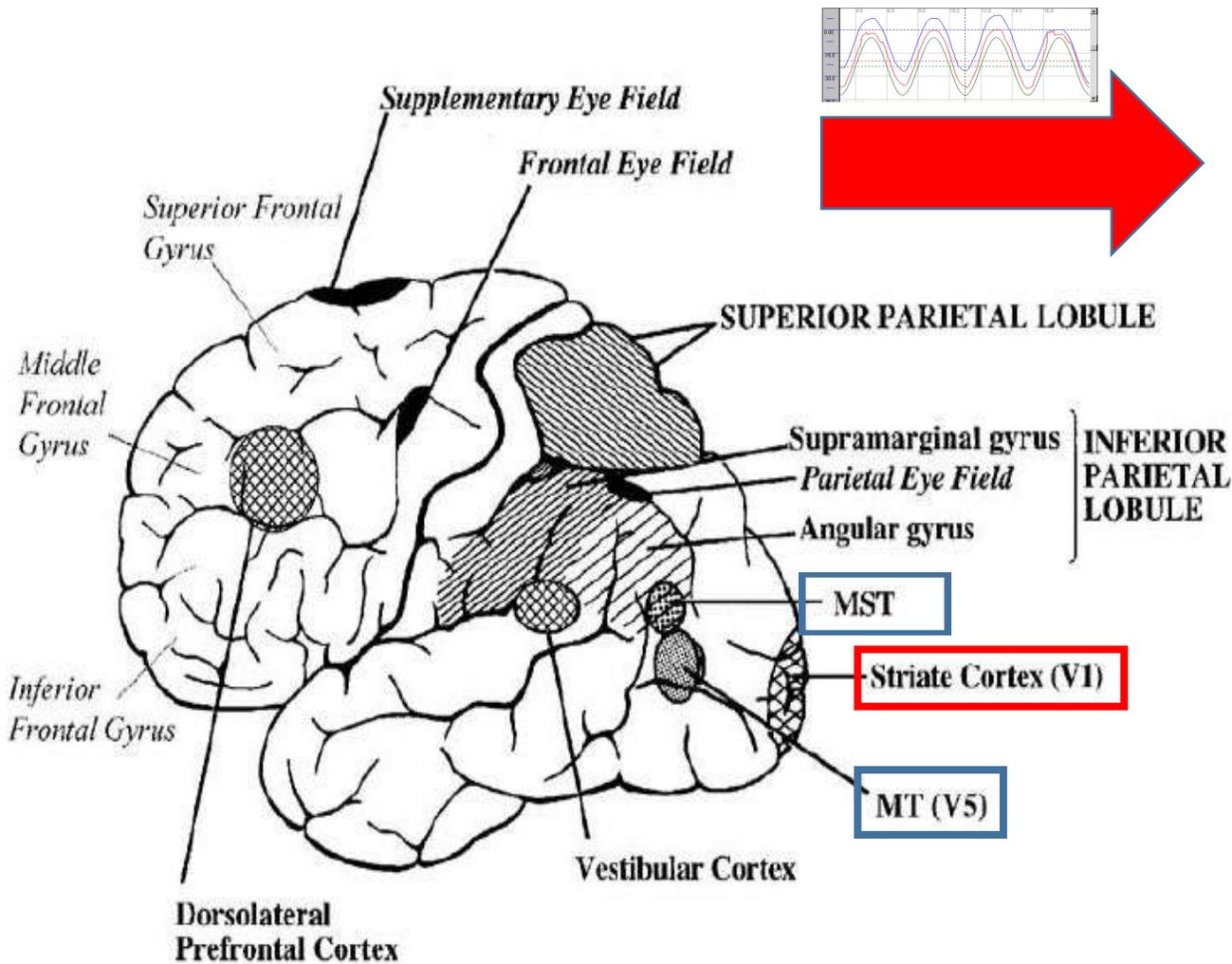
*Integrazione della PPRF – Formazione
reticolare pontina paramediana*

Cerebellum:

dorsal vermis (lobes V, VI and VII), fastigium nucleus

Nuclei vestibolari
Nuclei oculomotori (III, IV, VI)

DETTAGLIO DELLE AREE CORTICALI IMPLICATE NELL'ATTIVAZIONE DEI MOVIMENTI OCULARI



La corteccia cerebrale contiene diverse aree che sono importanti per i movimenti oculari.

La corteccia visiva primaria striata (V1) è la più importante area di afferenza visiva, fondamentale per l'attivazione dei movimenti oculari guidati.

Aree visive secondarie, come l'area visiva temporale media (MT, o V5) e l'area visiva temporale mediale-superiore (MST) sono essenziali per l'estrazione di informazioni sulla velocità e sulla direzione dei bersagli visivi e sulla successiva programmazione dei **movimenti di inseguimento**.

Il campo visivo parietale contribuisce alle saccadi relativamente ai cambiamenti di direzione dell'attenzione.

Il campo visivo frontale è importante per le saccadi volontarie e per la loro soppressione durante la fissazione.

I campi visivi supplementari e le adiacenti cortecce motorie pre-supplementari, guidano le saccadi durante **compiti complessi, come ad esempio sequenze di movimenti** e corrispondenti risposte quando il set di istruzioni cambia.

La corteccia prefrontale dorsolaterale è importante per le saccadi «memorizzate» e per le saccadi di riprogrammazione nella direzione opposta a uno stimolo visivo (antisaccadi).

*Queste aree corticali proiettano al collicolo superiore e, tramite i nuclei pontini, al cervelletto; proiezioni dirette al PPRF o RIMLF sono sparse; **non ci sono proiezioni dirette ai motoneuroni oculari**. Le fibre nervose discendenti al collicolo superiore sono sia dirette che mediate dai gangli della base (caudato, pars reticulata della substantia nigra e nucleo subtalamico).*

Caratteristiche del Movimento di Inseguimento Lento

- Il movimento di inseguimento lento (MIL) deriva probabilmente dalla componente corticale del riflesso otticocinetico (OKN), come dimostrato dal fatto che lesioni della corteccia temporale e occipitale compromettono la sua evocazione
- Il MIL è efficace per velocità dello stimolo fino a 100°/sec
- Come per l'OKN, le prestazioni con stimoli sinusoidali sono migliori alle basse frequenze (< 1Hz)
- E' un riflesso fortemente dettato dallo stimolo, non può essere eseguito senza un bersaglio, ha una latenza di circa 100-200 msec.

Caratteristiche del Movimento di Inseguimento Lento

- E' un riflesso intenzionale in cui l'attenzione ha un ruolo fondamentale per determinarne la performance
- Un inseguimento «passivo» con un livello di attenzione «bassa» ne determina un guadagno ridotto, mentre ***un inseguimento «attivo» con un livello di attenzione «alto» ne determina un guadagno elevato*** (Pola e Wyatt, 1991)
- Inoltre, se lo stimolo è periodico, è presente una componente «predittiva» che ***consente di evocare la risposta motoria, non solo senza ritardo rispetto allo stimolo, ma addirittura spesso in anticipo*** (St Cyr e Fender, 1969)
- Nel 1982, Whittaker e Eaholtz scoprono il ***modello interno di rappresentazione del moto*** che consente al MIL di persistere (pur degradando in breve tempo) anche se lo stimolo retinico scompare improvvisamente

SMOOTH PURSUIT: volontario o involontario?

- La volontà di eseguire il movimento e la scelta del bersaglio sono elementi fondamentali del pursuit
- Il ruolo della volontà non si limita alla possibilità di inibire il pursuit attraverso la scelta di un bersaglio stazionario su uno sfondo in movimento, ma anche di un bersaglio mobile tra più mire in movimento su uno sfondo fisso
- D'altronde il pursuit rimane comunque un fenomeno riflesso, non essendo possibile controllarlo volontariamente in presenza di una mira mobile, né tantomeno generarlo in assenza di una mira mobile

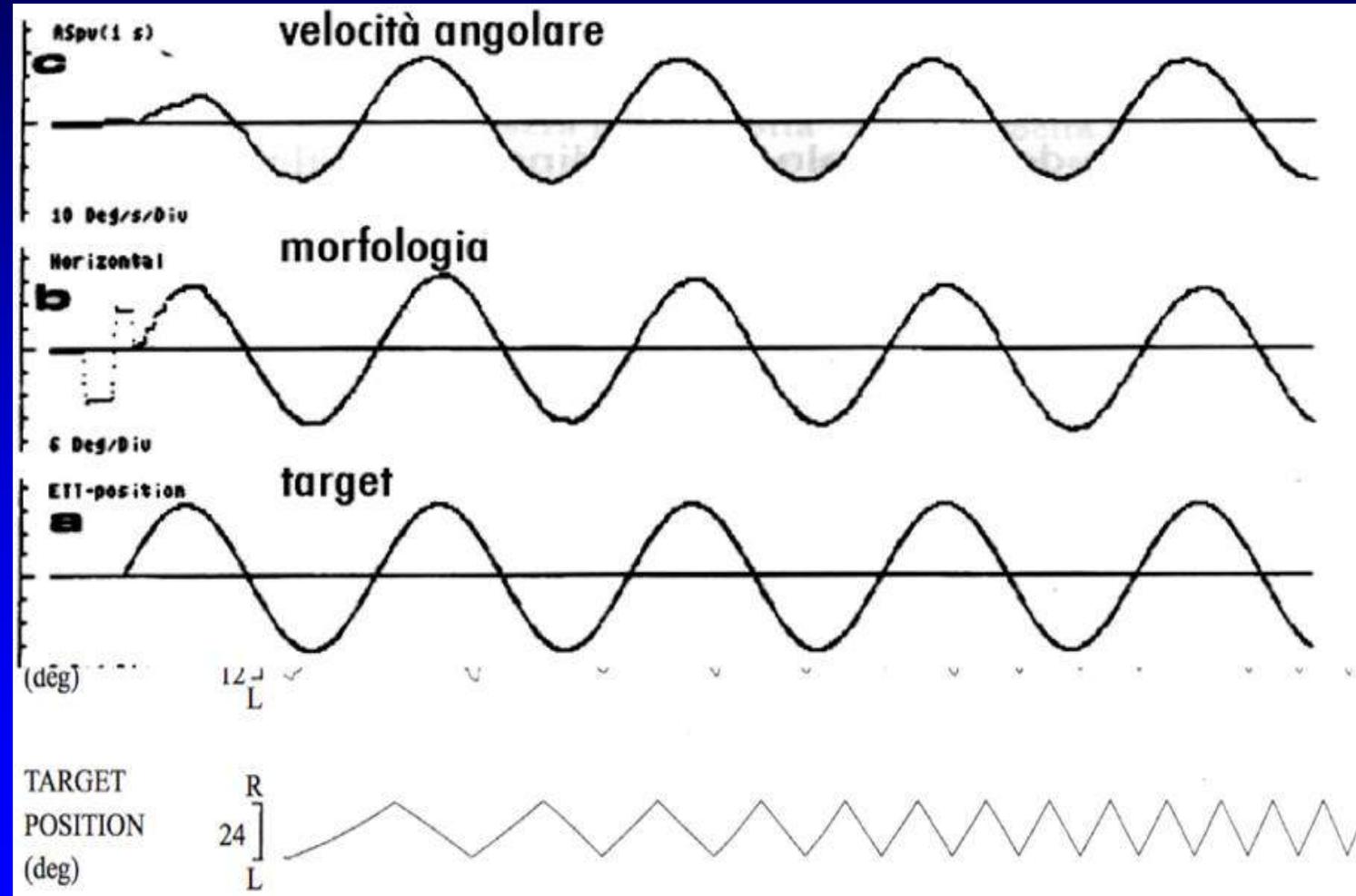
SMOOTH PURSUIT: metodiche di stimolo

Vengono utilizzate 2 metodiche di stimolo:

1) - A velocità variabile in accelerazione e decelerazione, con ampiezza e frequenza di inversione prefissate, tracciato sinusoidale, con velocità angolare degli occhi massima in posizione centrale

E' quello più utilizzato

2) - A velocità e ampiezza costanti, con inversione periodica della direzione, tracciato triangolare



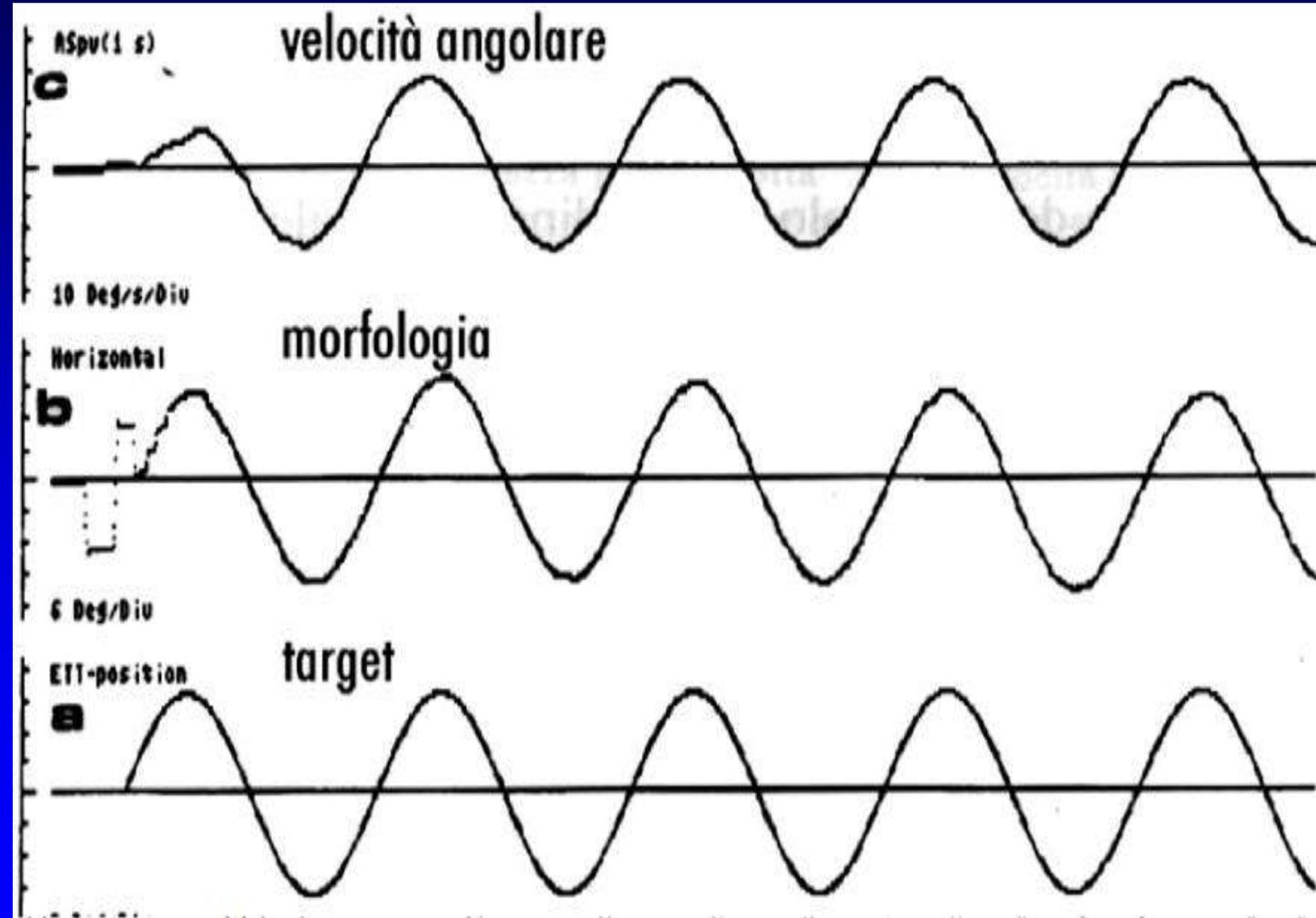
SMOOTH PURSUIT: tracciato sinusoidale

Il tracciato sinusoidale è quello più utilizzato in ambito clinico

**Ampiezza (espressa in gradi °):
+/- 20°**

**Frequenza (espressa in Hertz):
0,2-0,9**

**Velocità angolare (gradi°/sec):
40-60°/sec**



PARAMETRI DEL PURSUIT

- **IL GUADAGNO** che è il rapporto tra *velocità degli occhi* e *velocità della mira visiva*, nei soggetti normali è intorno a 0.80 (a 10°-20°/sec.); con il salire della velocità della mira (30°/sec.) scende a 0.70; è *condizionato da attenzione, alcool, tabacco, sedativi (benzodiazepine, ecc.) patologie vascolari ed età.*

- **LA FASE DELLA RISPOSTA IN VELOCITÀ** è la differenza temporale o in gradi tra il picco della velocità oculare e quella del bersaglio.

- **LA VELOCITÀ ANGOLARE.** in un soggetto normale l'inseguimento risulta regolare fino a 40°/sec. Nei patologici, per mantenere l'inseguimento regolare si riduce drasticamente la velocità angolare. Interviene il sistema saccadico nella fase più veloce dello Smooth pursuit (nelle stimolazioni sinusoidali) con movimenti correttivi di compenso

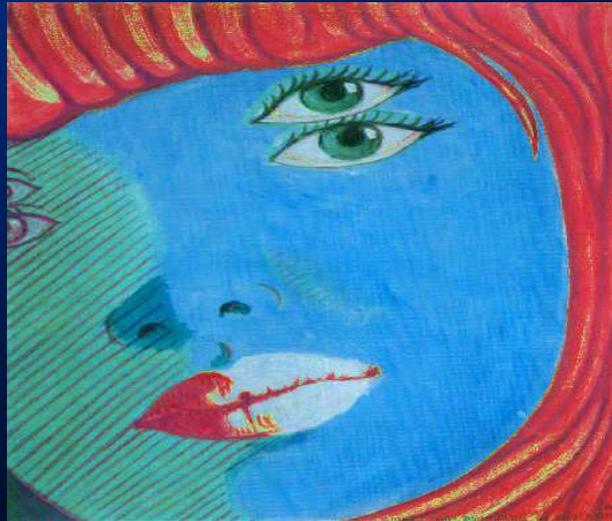
TIPI DI ALTERAZIONI DEL PURSUIT

ALTERAZIONI
ESTRINSECHE
(Patologia vestibolare)



Ny VESTIBOLARE

- Ny spontaneo
- Gaze evoked Ny
- Ny multiplo
- Ny congenito



ALTERAZIONI
INTRINSECHE
(Patologia diretta dello SP)



Guadagno Ridotto

- Sostituzione con saccadici multipli o unici

Alterazioni in ampiezza

- Ampiezza ridotta-irregolare
- Affaticabilità

Mancata evocazione

TIPI DI ALTERAZIONI DEL PURSUIT

Ny VESTIBOLARE interferisce con il pursuit:

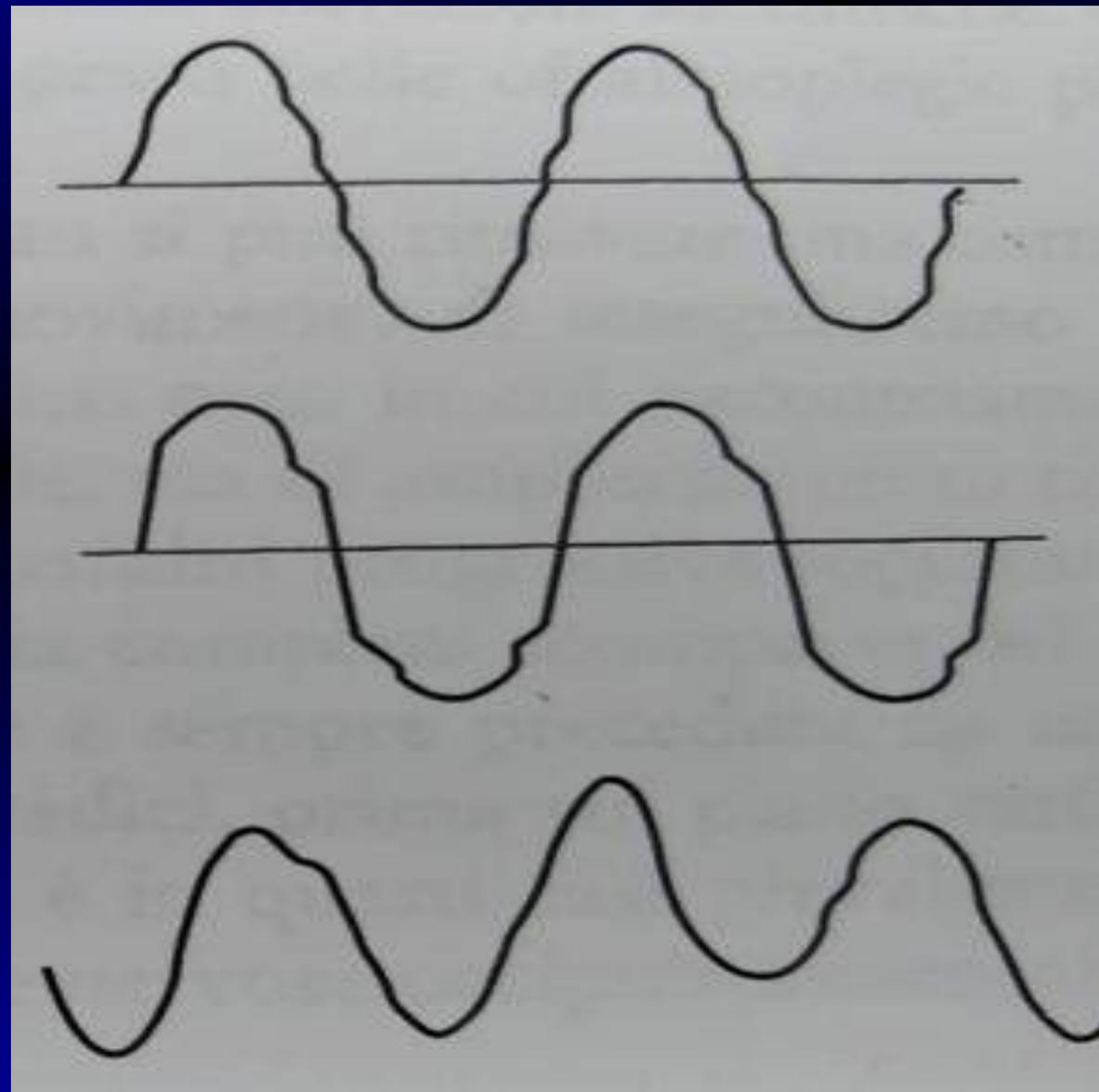
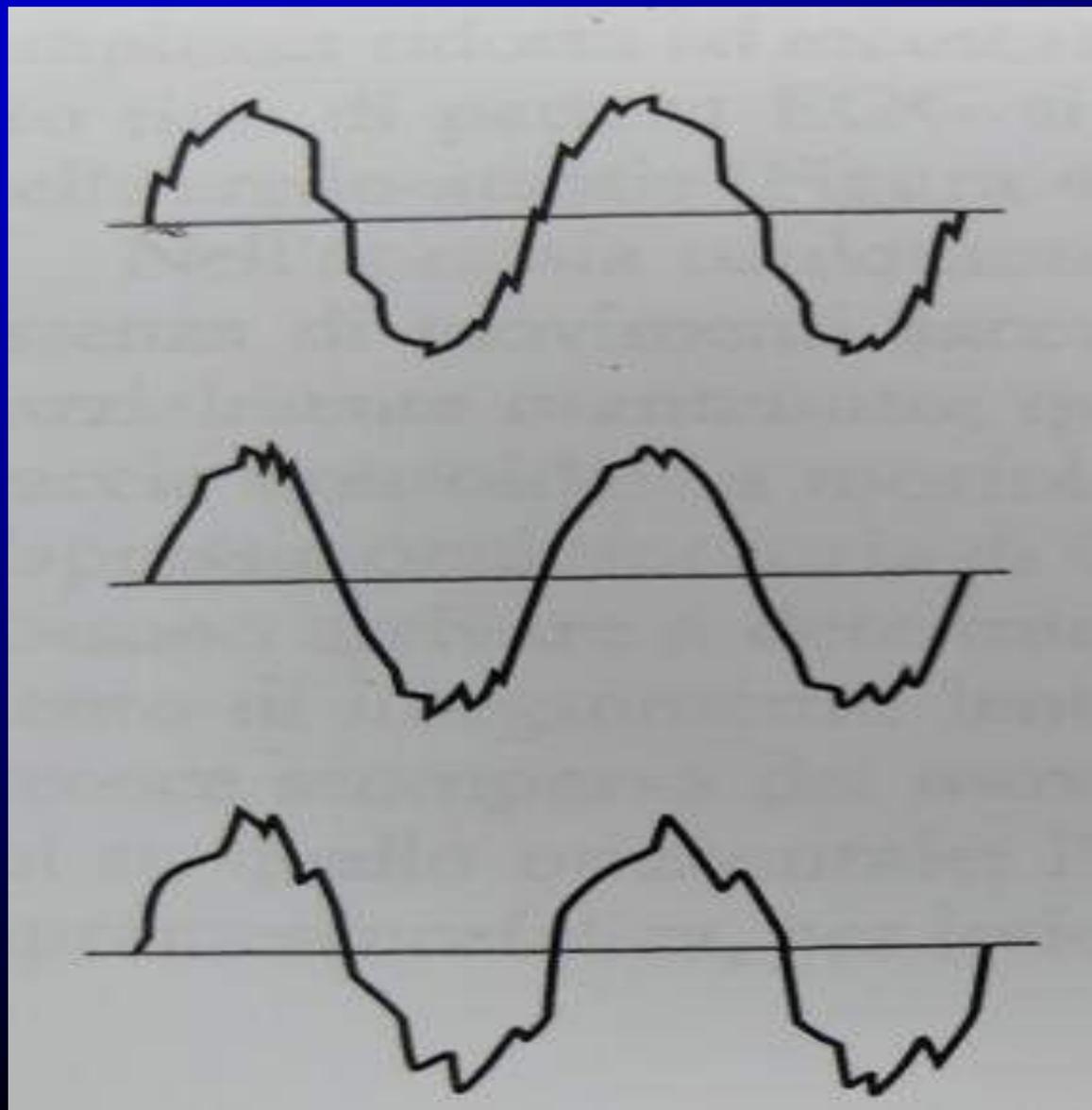
- *Quando non viene inibito dalla fissazione visiva (patologia vestibolare associata a patologia dell'arco riflesso visuo-vestibolare)*

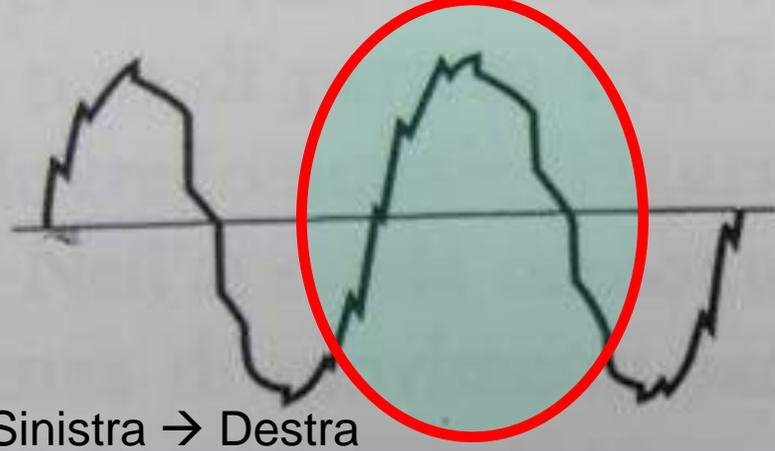
- *Quando ha un'ampiezza maggiore di 8-10° o una velocità angolare maggiore di 20-25°/sec*

(incapacità dell'interazione visuovestibolare di soppressione di NNyy vestibolari di particolare intensità)

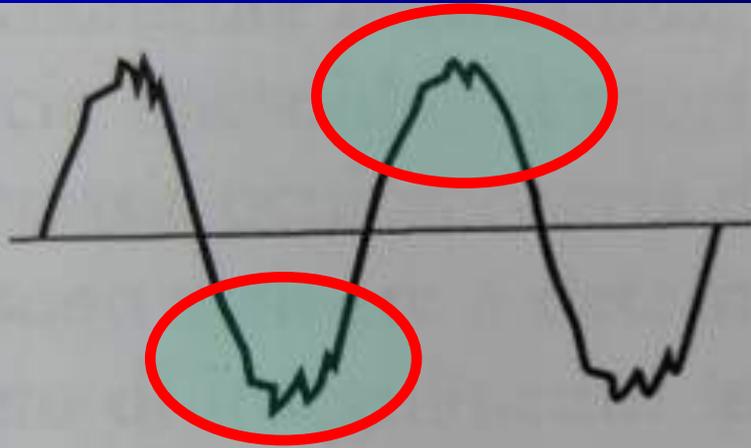


ALTERAZIONI MORFOLOGICHE DEI TRACCIATI DEL PURSUIT

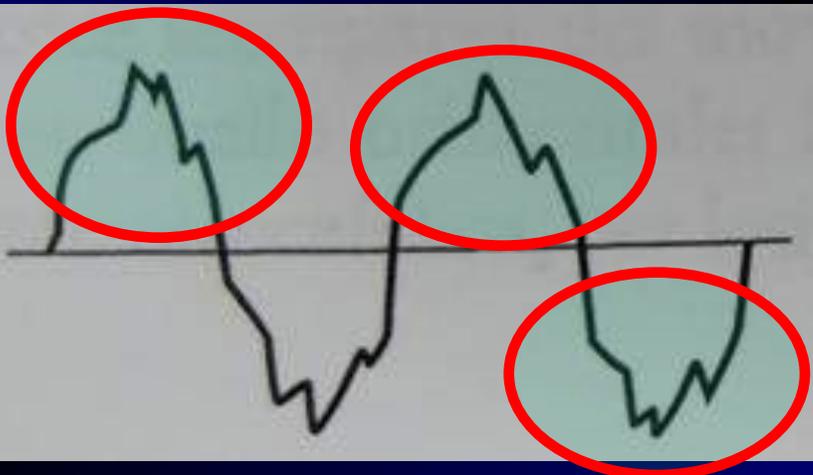




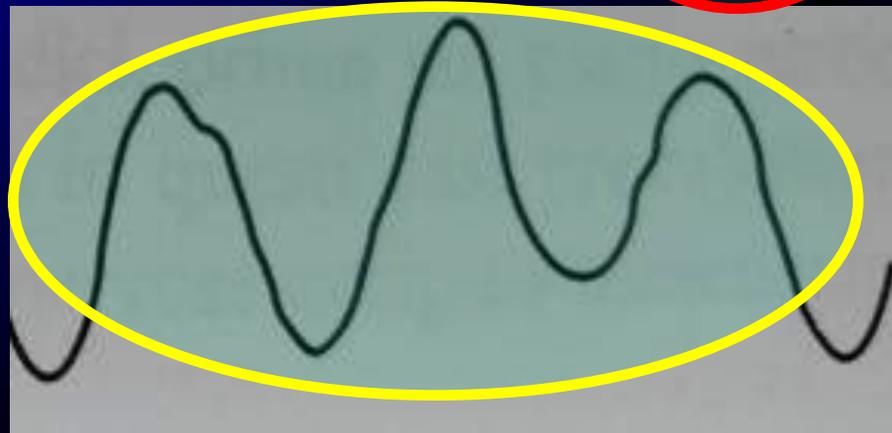
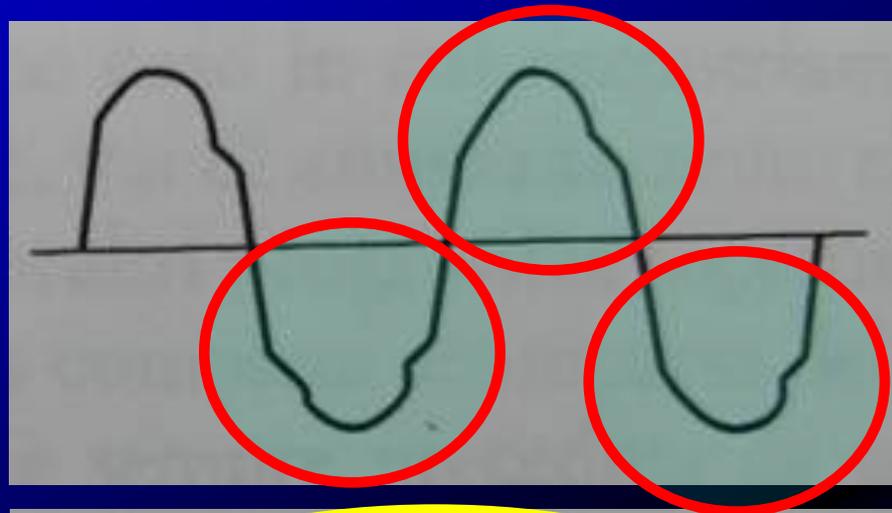
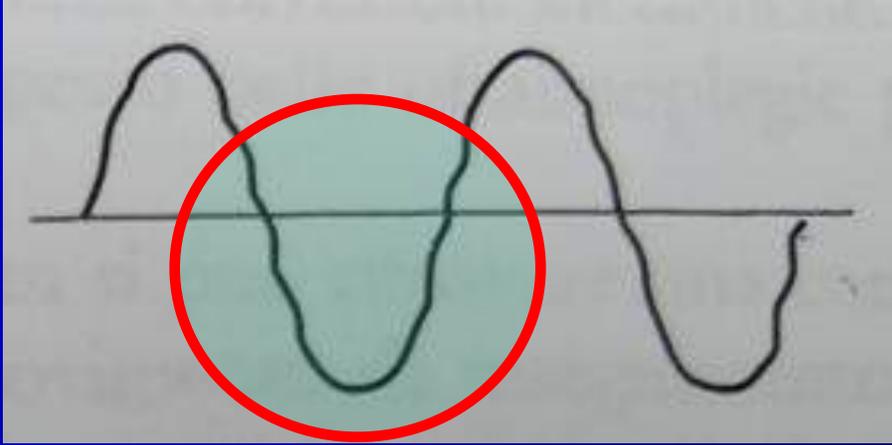
**Presenza di Ny spontaneo → sinistra
(Neuronite vestibolare destra)**



**Presenza di Gaze Ny bilaterale, simmetrico
(lesioni centrali di natura tossica o
farmacologica) o asimmetrico**



**Presenza di Ny multidirezionale (movimento
oculare atassico con totale sovvertimento
del tracciato)**



**Presenza di movimenti saccadici multipli di compenso, più evidenti nella parte centrale del tracciato dove è massima la velocità di spostamento del bersaglio
(deficit intrinseco del pursuit con riduzione del guadagno $<0,70$) → patologia del tronco encefalico**

Alterazioni del pusuit e del riflesso saccadico (tracciato completamente dismorfico) → oftalmoplegie, eredoatassie



Cognitive processes involved in smooth pursuit eye movements: behavioral evidence, neural substrate and clinical correlation

Kikuro Fukushima^{1,2}, Junko Fukushima³, Tateo Warabi¹ and Graham R. Barnes^{4*}

¹ Department of Neurology, Sapporo Yamanoue Hospital, Sapporo, Japan

² Department of Physiology, Hokkaido University School of Medicine, Sapporo, Japan

³ Faculty of Health Sciences, Hokkaido University, Sapporo, Japan

⁴ Faculty of Life Sciences, University of Manchester, Manchester, UK

Edited by:

Sebastian Pannasch, Technische Universität Dresden, Germany

Reviewed by:

Uwe Ilg, Hertie-Institute for Clinical Brain Research, Germany
Marcus Missal, Université Catholique de Louvain, Belgium

***Correspondence:**

Graham R. Barnes, Faculty of Life Sciences, University of Manchester, Carys Bannister Building, Dover Street, Manchester M13 9PL, UK.
e-mail: g.r.barnes@manchester.ac.uk

Smooth-pursuit eye movements allow primates to track moving objects. Efficient pursuit requires appropriate target selection and predictive compensation for inherent processing delays. Prediction depends on expectation of future object motion, storage of motion information and use of extra-retinal mechanisms in addition to visual feedback. We present behavioral evidence of how cognitive processes are involved in predictive pursuit in normal humans and then describe neuronal responses in monkeys and behavioral responses in patients using a new technique to test these cognitive controls. The new technique examines the neural substrate of working memory and movement preparation for predictive pursuit by using a memory-based task in macaque monkeys trained to pursue (go) or not pursue (no-go) according to a go/no-go cue, in a direction based on memory of a previously presented visual motion display. Single-unit task-related neuronal activity was examined in medial superior temporal cortex (MST), supplementary eye fields (SEF), caudal frontal eye fields (FEF), cerebellar dorsal vermis lobules VI–VII, caudal fastigial nuclei (cFN), and floccular region. Neuronal activity reflecting working memory of visual motion direction and go/no-go selection was found predominantly in SEF, cerebellar dorsal vermis and cFN, whereas movement preparation related signals were found predominantly in caudal FEF and the same cerebellar areas. Chemical inactivation produced effects consistent with differences in signals represented in each area. When applied to patients with Parkinson's disease (PD), the task revealed deficits in movement preparation but not working memory. In contrast, patients with frontal cortical or cerebellar dysfunction had high error rates, suggesting impaired working memory. We show how neuronal activity may be explained by models of retinal and extra-retinal interaction in target selection and predictive control and thus aid understanding of underlying pathophysiology.

Keywords: smooth pursuit, eye movements, anticipation, efference copy, species comparisons, prediction, computational modeling, pathophysiology

I processi cognitivi sono alla base della memorizzazione, della predittività e della preparazione dei movimenti oculari. Aree corticali specifiche selezionano i bersagli e interagiscono con il cervelletto e con il tronco per l'attivazione dei movimenti oculari. Da questo possono derivare importanti sviluppi per svelare i processi patologici che sono alla base di alcune malattie.

SMOOTH PURSUIT AND SCHIZOPHRENIA

[Arch Soc Esp Oftalmol](#). 2014 Sep;89(9):361-7. doi: 10.1016/j.oftal.2014.02.007. Epub 2014 Jun 19.

Smooth pursuit eye movements and schizophrenia: literature review.

[Article in English, Spanish]

Franco JG¹, de Pablo J², Gaviria AM², Sepúlveda E², Vilella E².

⊕ Author information

Abstract

OBJECTIVE: To review the scientific literature about the relationship between impairment on smooth pursuit eye movements and schizophrenia.

METHODS: Narrative review that includes historical articles, reports about basic and clinical investigation, systematic reviews, and meta-analysis on the topic.

RESULTS: Up to 80% of schizophrenic patients have impairment of smooth pursuit eye movements. Despite the diversity of test protocols, 65% of patients and controls are correctly classified by their overall performance during this pursuit. The smooth pursuit eye movements depend on the ability to anticipate the target's velocity and the visual feedback, as well as on learning and attention. The neuroanatomy implicated in smooth pursuit overlaps to some extent with certain frontal cortex zones associated with some clinical and neuropsychological characteristics of the schizophrenia, therefore some specific components of smooth pursuit anomalies could serve as biomarkers of the disease. Due to their sedative effect, antipsychotics have a deleterious effect on smooth pursuit eye movements, thus these movements cannot be used to evaluate the efficacy of the currently available treatments.

CONCLUSION: Standardized evaluation of smooth pursuit eye movements on schizophrenia will allow to use specific aspects of that pursuit as biomarkers for the study of its genetics, psychopathology, or neuropsychology.

I movimenti di Smooth Pursuit potrebbero essere utilizzati come biomarker per lo studio della genetica e neuropsicopatologia della schizofrenia

Predittività dei movimenti oculari e loro sviluppo

Adv Child Dev Behav. 2018;55:73-106. doi: 10.1016/bs.acdb.2018.04.003. Epub 2018 May 21.

The Development of Sensorimotor Intelligence in Infants.

von Hofsten C¹, Rosander K¹.

⊕ Author information

Abstract

Infancy is the most dynamic part of human development. During this period, all basic sensorimotor and cognitive abilities are established. In this chapter, we will trace some of the important achievements of this development with a focus on how infants achieve predictive control of actions, i.e., how they come to coordinate their behavior with the ongoing events in the world without lagging behind. With the maturation of the brain, new possibilities that have profound effects on cognition open up. Some of them are core abilities, i.e., they function at birth or very early in development. Important examples are the structured perception of objects and surfaces and the control of arm movements. Closely after birth, infants move their arms to the vicinity of objects in front of them demonstrating that they have some control of their arms and indicating that they perceive objects as such. Another example is the rapid onset of smooth-pursuit eye movements during the second month of life and the emerging ability to predict when and where an occluded moving object will reappear. At 4 months of age, out of sight is no longer of mind. The child's sensorimotor system is especially designed to facilitate the extraction of knowledge about the world including other people. In addition, the infant is endowed with motives that ensure that the innate predispositions are transformed into a system of knowledge for guiding actions predictively. By perceiving and acting on the world, infants develop their cognition and through developmental studies; we can learn more about these processes.

L'infanzia è la parte più dinamica dello sviluppo umano. Durante questo periodo, vengono stabilite tutte le abilità sensitivomotorie e cognitive di base, in particolare come i bambini ottengono il controllo predittivo delle azioni. **Un esempio è la rapida insorgenza di movimenti oculari di inseguimento durante il secondo mese di vita e la capacità emergente di prevedere quando e dove un oggetto in movimento scomparso riapparirà.** Inoltre, il bambino è dotato di motivazioni che assicurano che le predisposizioni innate siano trasformate in un sistema di conoscenza per guidare le azioni in modo predittivo.



*GRAZIE PER
L'ATTENZIONE!!!*