Università degli Studi di Napoli "Federico II"
ASL NA-1 Centro DSB 30

REGIONE CAMPANIA
Azienda Sanitaria Locale Napoli 1

Fisiopatologia del Sistema Vestibolare

Vincenzo Marcelli

Fiuggi, 16 maggio 2013

Una visione generale

Il Sistema Vestibolare

- **Finalità**
  - **Garantire riflessi “oculo-posturali”**
  - **Garantire una rappresentazione coerente dello spazio**

Il Sistema Vestibolare

- **La rappresentazione coerente dello spazio è condizionata dalla disponibilità, elaborazione e codifica di “riferimenti” presenti nello spazio personale ed extrapersonale**

Il Sistema Vestibolare

- **Riferimenti**
  - **Allocentrici visivi (mondo esterno)**
  - **Egocentrici somatosensoriali (il corpo)**
  - **Geocentrici maculari (la gravità)**

Il Sistema Vestibolare

- **Il SV è al centro di una convergenza multimodale di input sensoriali, ha un ruolo determinante nella loro corretta integrazione, pur non avendo una propria proiezione corticale**

Il Sistema Vestibolare

- **Limiti e Vantaggi**

Il Sistema Vestibolare

- **Limiti**
  - **L’ampia proiezione corticale non garantisce una percezione cosciente come avviene con altri sistemi sensoriali (vista, tatto, udito)**

Il Sistema Vestibolare

- **Vantaggi**
  - **Contributo indispensabile nelle funzioni di “alto livello”**

Il Sistema Vestibolare

- **Vantaggi**
  - **Percezione dello spazio personale ed extrapersonale**
  - **Percezione della posizione e del movimento del corpo nello spazio**
  - **Percezione del movimento dello spazio**

Il Sistema Vestibolare

- **Una lesione vestibolare determina un danno a differenti livelli, tra loro additivi, coinvolgendo**
  - **Riflessi “oculo-posturali”**
  - **Funzioni di alto livello**

Il Sistema Vestibolare

- **Lesione labirintica**
  - **Testa, tronco e verticale inclinati IL**
  - **Asimmetria del tono muscolare AI**
  - **Shift del peso IL**
  - **Ridotta stabilizzazione del capo**
  - **Ridotta frequenza e lunghezza del passo**
  - **Asimmetria del G del OKN**

Il Sistema Vestibolare

- **Lesione labirintica**
  - **Disorientamento spaziale determinato dal deficit di integrazione alla base di gravi alterazioni dei processi di alto livello**

Il Sistema Vestibolare

- **Lesione labirintica**
  - **Alterazione della rappresentazione interna dello spazio, in particolare della "verticalità"**

Il Sistema Vestibolare

- **Lesione labirintica**
  - **Alterazione della “navigazione”**

Il Sistema Vestibolare

- **Il soggetto vestibolopatico**
  - **ha un’erronea percezione della propria posizione, del proprio movimento e della posizione degli oggetti memorizzati**

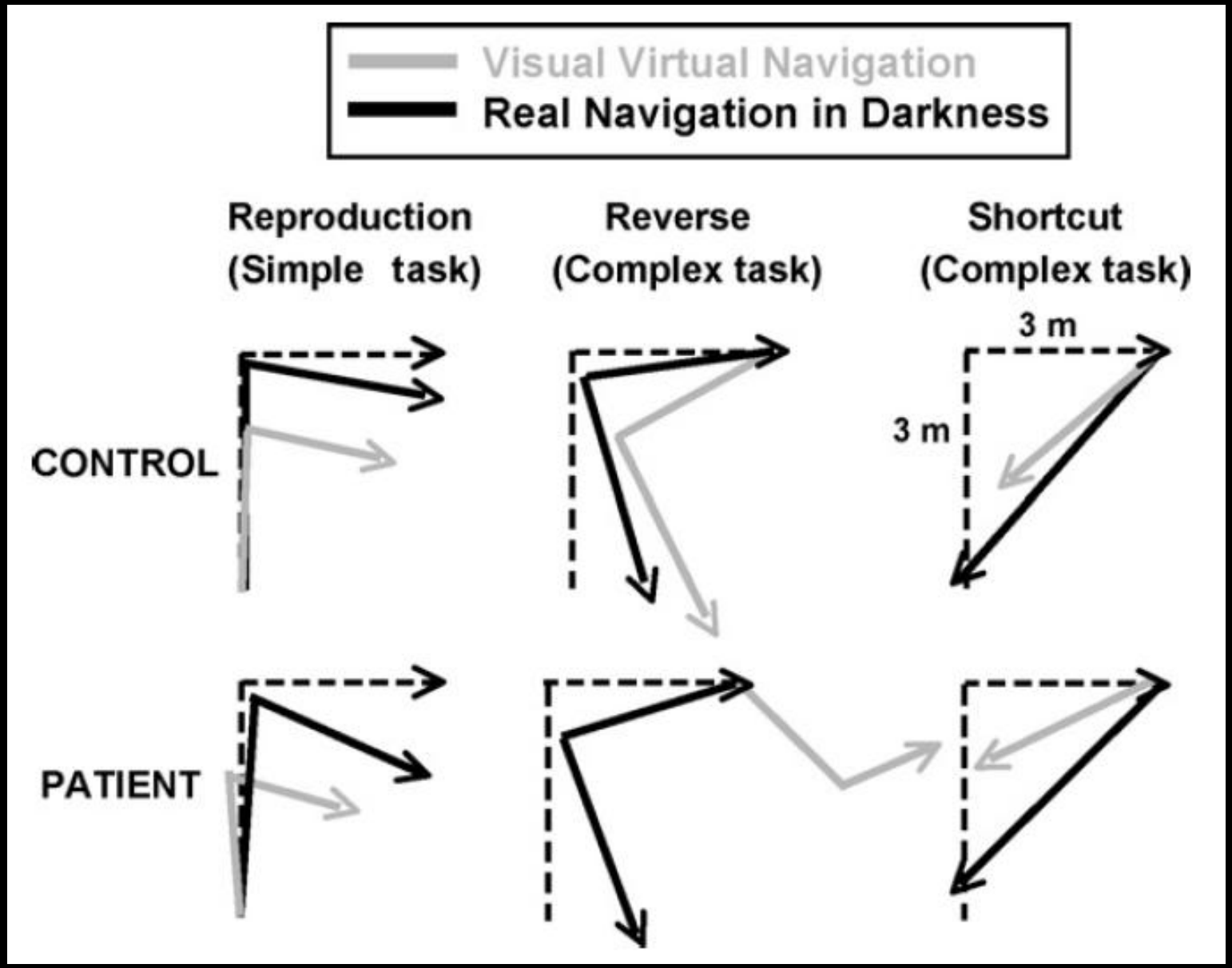
Il Sistema Vestibolare

- **Il soggetto vestibolopatico**
  - **calcola male le distanze lineari (specialmente alla guida, nel parcheggio) ed angolari**

Il Sistema Vestibolare

- **Tali difficoltà sono minime nei compiti semplici e massime nei compiti complessi**
  - **Camminare sui due lati di un triangolo (S)**
  - **Fare il percorso inverso (C)**
  - **Utilizzare una scorciatoia (C)**

Il Sistema Vestibolare



Il Sistema Vestibolare

- **Una lesione a carico del SV determina sintomi specifici ma soprattutto una drammatica alterazione della elaborazione delle altre afferenze**

Il Sistema Vestibolare

- **Il risultato è un disturbo dell'equilibrio che trova la sua base più profonda nella nuova e differente rappresentazione mentale dello spazio**

Il Sistema Vestibolare

- **Una sofferenza acuta o cronica a carico del sistema vestibolare non determina solo “vertigine”**

Argomenti dell'Incontro

- **Terminologia**
- **Il rapporto ottimale con lo spazio**
- **L'organizzazione del sistema**
- **Anatomia e fisiologia del SE**
- **Semeiotica, Clinica e Terapia**

Terminologia

- **Vertigine**
- **Oscillopsia**
- **Dizziness**

Terminologia

- **Vertigine (latino: vertere)**
  - **Illusione di movimento**
    - **Oggettiva: vede l'ambiente "muoversi"**
    - **Soggettiva: si sente "muovere/girare"**

Terminologia

- **Vertigine (latino: vertere)**
  - **Sintomo corticale “acuto” determinato da una sofferenza del SV non necessariamente generato dal movimento del soggetto**

Terminologia

- **La vertigine viene descritta sufficientemente bene perché, specie in fase acuta, domina l'asimmetria (periferica) o la dismodulazione (centrale) dei segnali vestibolari**

Terminologia

- **Oscillopsia**
  - **Illusione di movimento dell'ambiente determinato dallo scivolamento delle immagini sulla retina**

Terminologia

- **Oscillopsia**
  - **Sintomo non corticale determinato da una sofferenza del SV generato <u>necessariamente</u> dal movimento del soggetto**
    - ⋆ **Riduzione del gain del VOR**
    - ⋆ **Areflessia labirintica bilaterale**
      - **Nei casi gravi, anche da pulsazione vascolare**

oscillopsia

Terminologia

- **Dizziness (dysig: stupido)**
  - **Aspecifico e non topodiagnostico**
    - **Disequilibrio**
    - **Instabilità**
    - **“Testa vuota”**
    - **Confusione**

Terminologia

- **Tali sintomi vengono descritti con grande difficoltà perché figli di una nuova rappresentazione mentale dello spazio e della alterata integrazione di altri input sensoriali**
  - **non esiste un vocabolario specifico!!!**

Terminologia

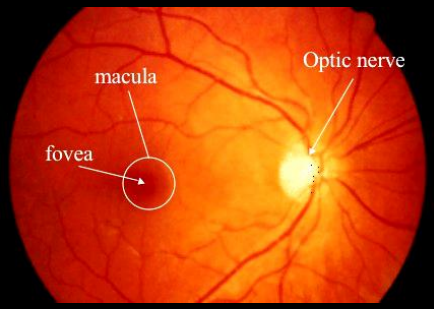
- **Vertigine e dizziness indicano un rapporto non ottimale con lo spazio!**

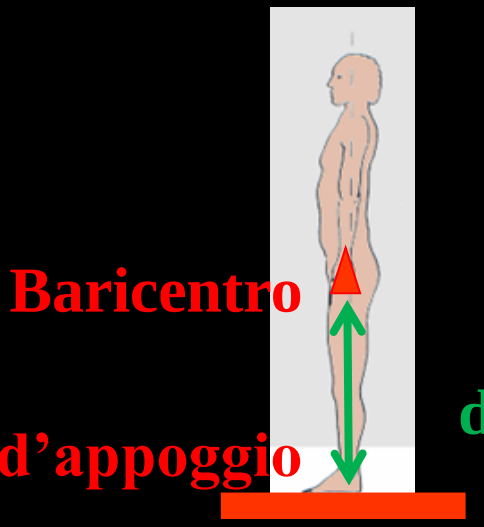
Il rapporto ottimale con lo spazio

- **Controllo visivo dell'ambiente**
  - **Stabilizzazione e variazione dell'α visivo**
- **Controllo postura e allineamento**
  - **Baricentro nella base d'appoggio**

Limiti

- **Ridotte dimensioni fovea**
- **Ridotte dimensioni base d'appoggio**
- **Baricentro sopra il punto di vincolo**



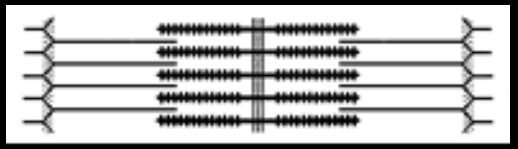


Organizzazione SE: Input

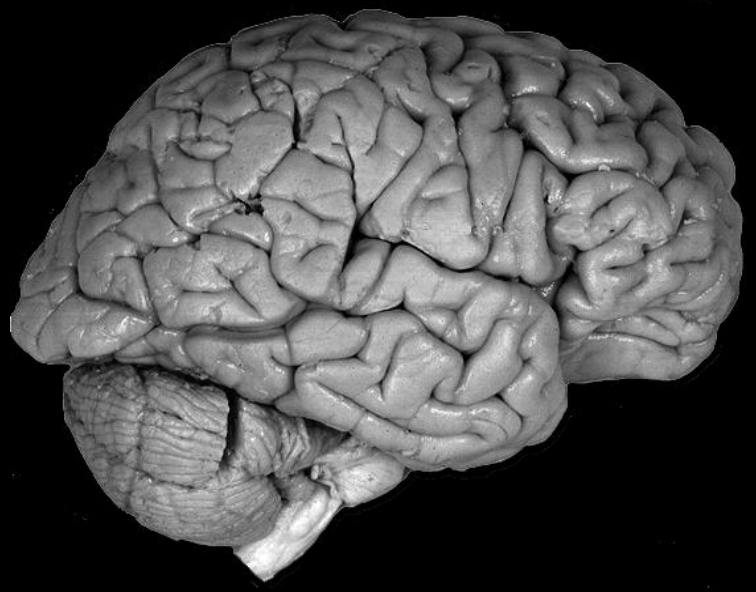
Vestibolare

Visivo

Propriocettivo



Organizzazione SE: Contributo Centrale



Riconoscimento
Elaborazione
Integrazione
Confronto
Memorizzazione

Organizzazione SE: Output

Riflesso Vestibolo-Oculomotore (VOR)

Riflesso Vestibolo-Spinale (VSR)

Riflesso Vestibolo-Collico (VCR)

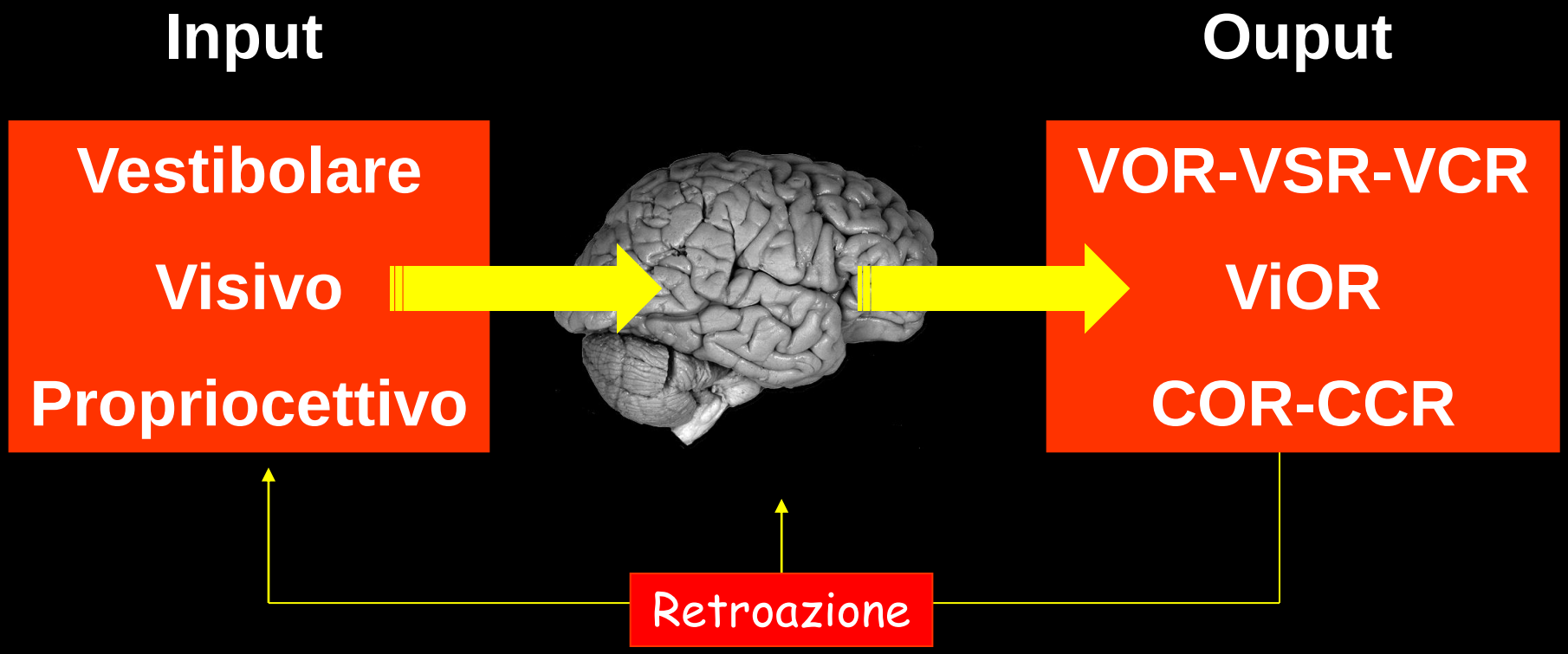
Riflessi Visuo-Oculomotori (ViOR)

Saccade - Smooth Pursuit - Otticocinetico

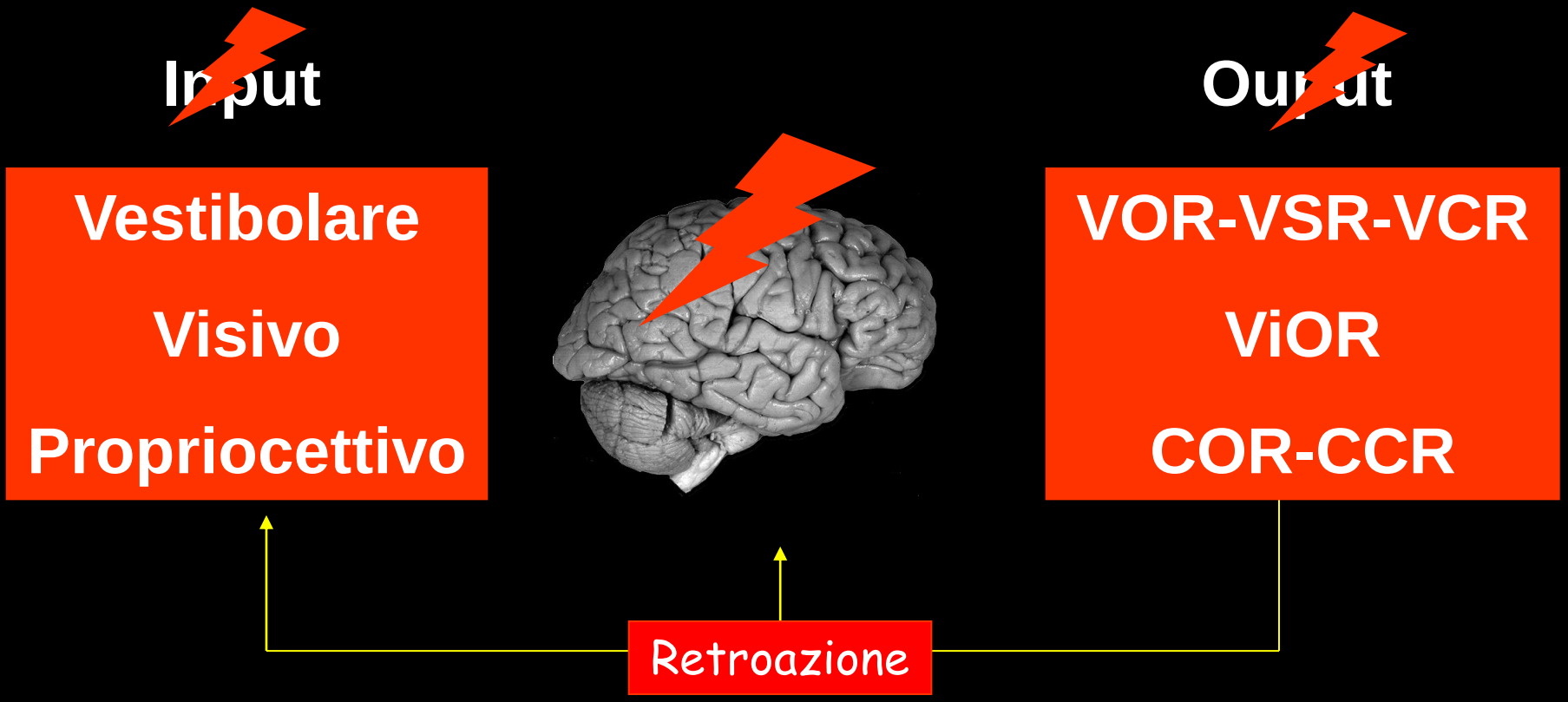
Riflesso Cervico-Oculomotore (COR)

Riflesso Cervico-Collico (CCR)

Organizzazione SE: Sintesi



Possibile sede del danno del SE



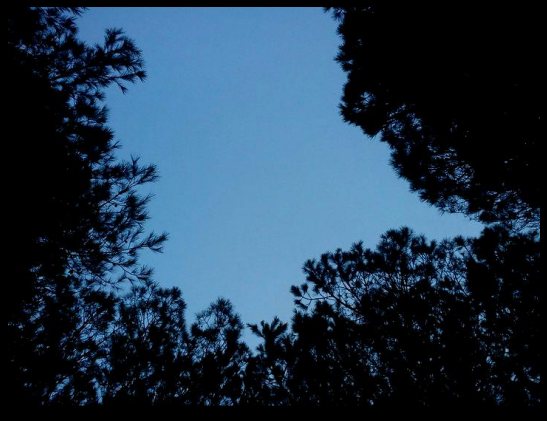
Possibile sede del danno del SE

- **Periferica**
  - **input assenti, ridotti, incongrui**
- **Centrale**
  - **input “distorti”**

Anatomia e fisiologia

Anatomia e fisiologia

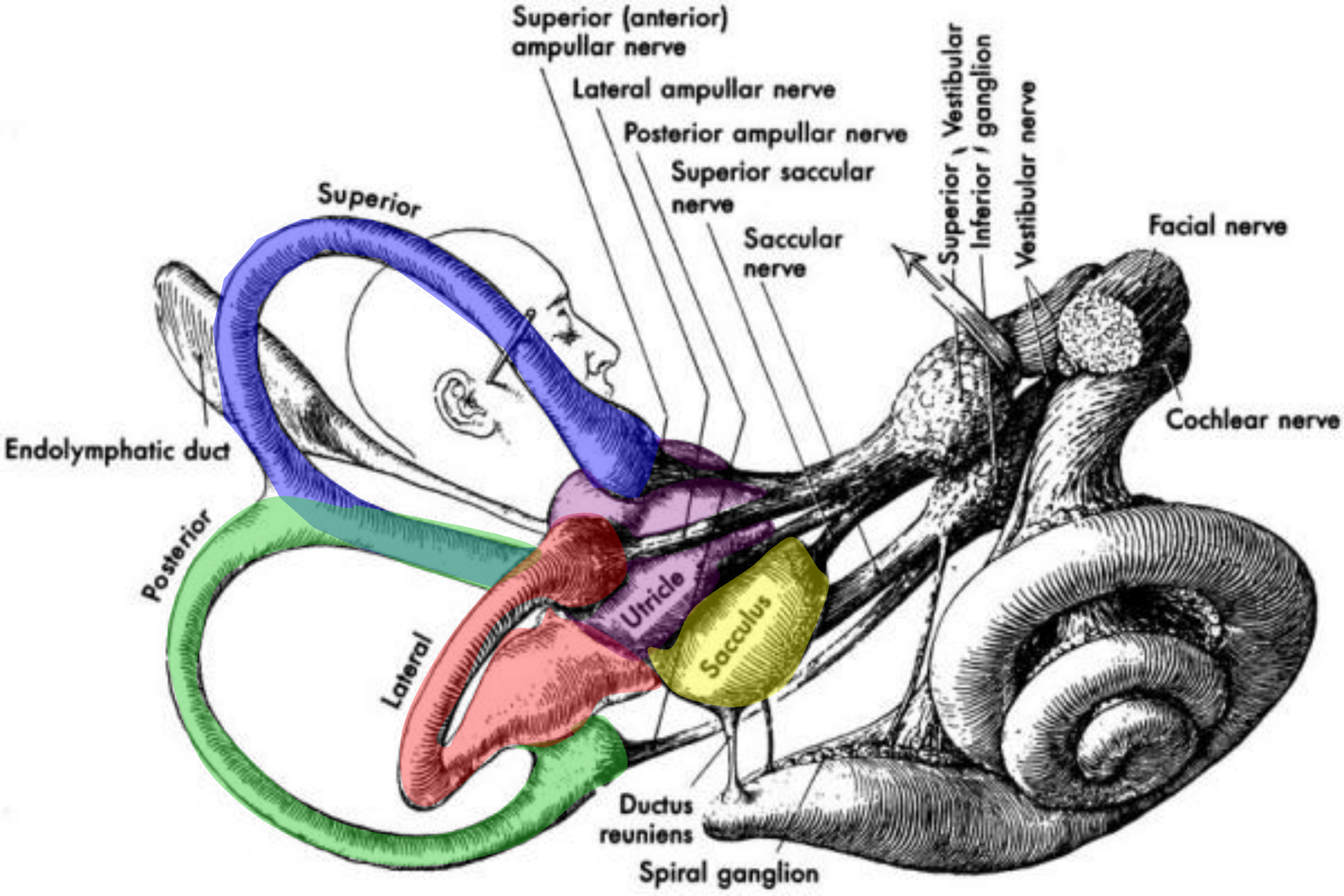
- **Perché l'anatomia e la fisiologia?**
  - **Interpretazione di segni e sintomi**



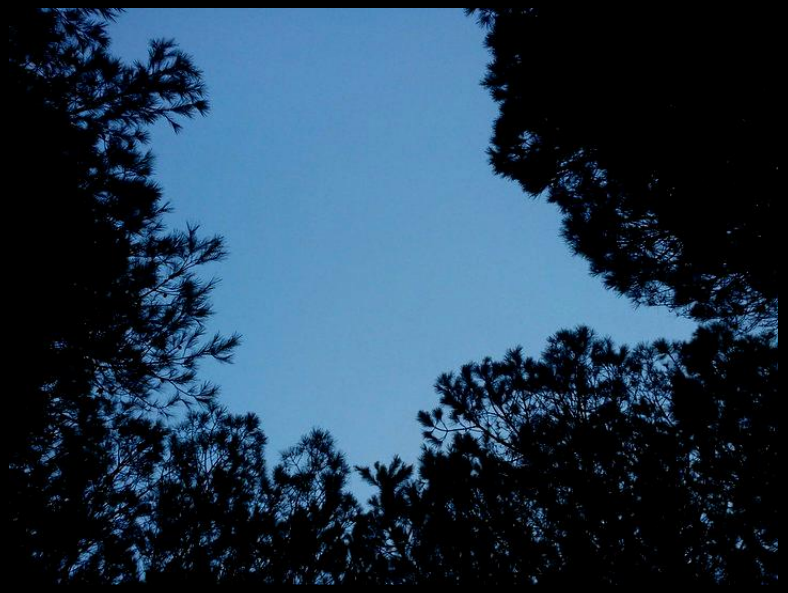
Via Vestibolare

- **Orecchio interno**
- **Ramo Vestibolare Nervo VIII**
- **Nuclei Vestibolari – Cervelletto**
- **Tronco encefalico (complesso OM)**
- **Talamo – Corteccia**

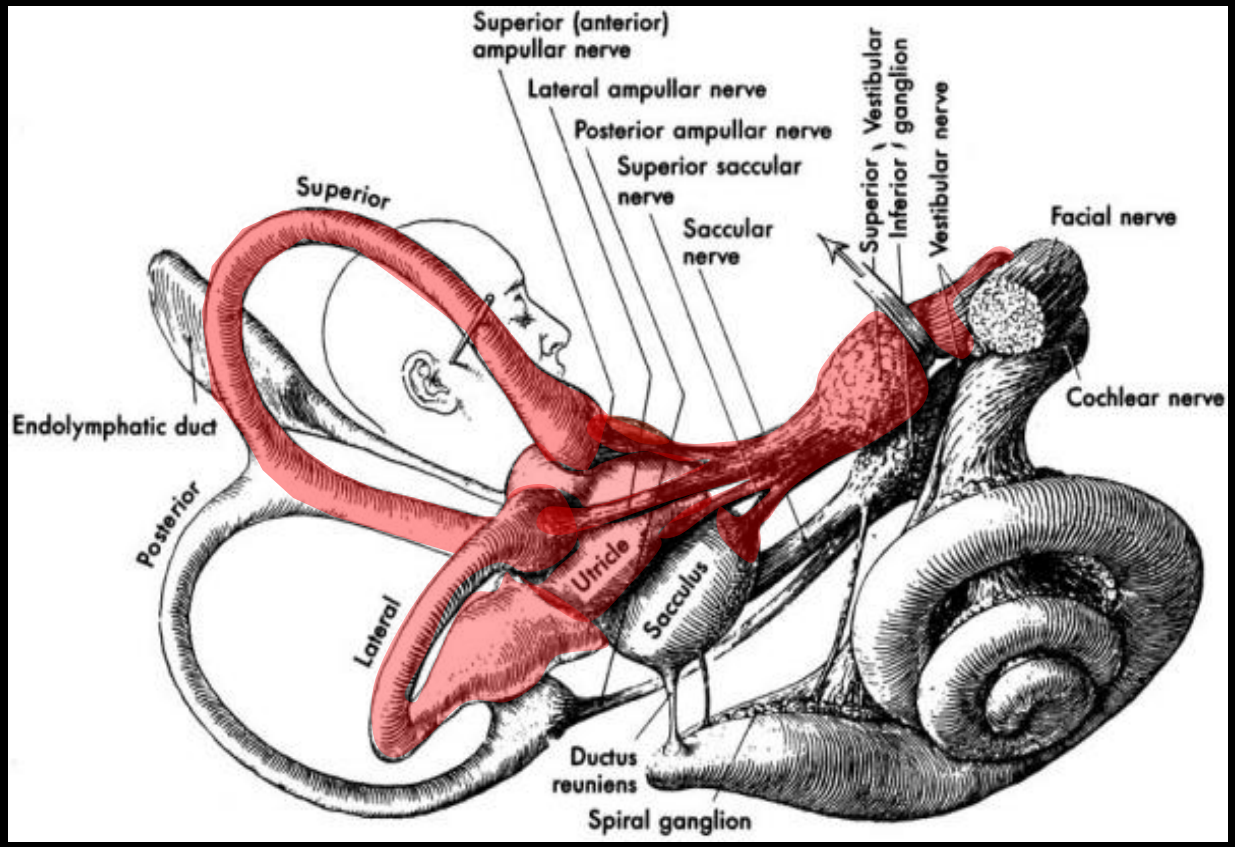
L'Orecchio Interno


Superior (anterior) ampullar nerve
Lateral ampullar nerve
Posterior ampullar nerve
Superior saccular nerve
Saccular nerve
Vestibular ganglion
Superior
Inferior
Vestibular nerve
Facial nerve
Cochlear nerve
Superior
Endolymphatic duct
Posterior
Lateral
Utricle
Sacculus
Ductus reuniens
Spiral ganglion

Anatomo-Fisiologia: Innervazione

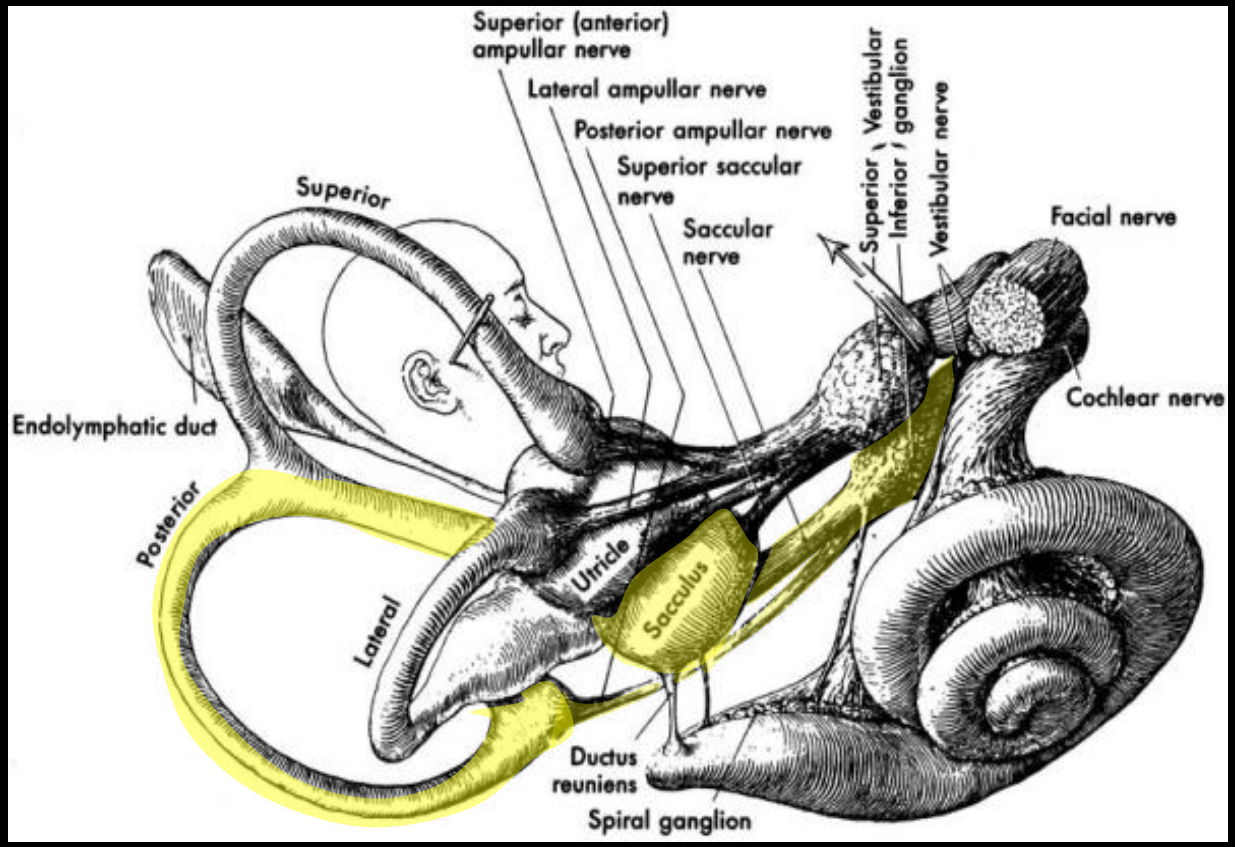


Anatomo-Fisiologia: Innervazione - RS



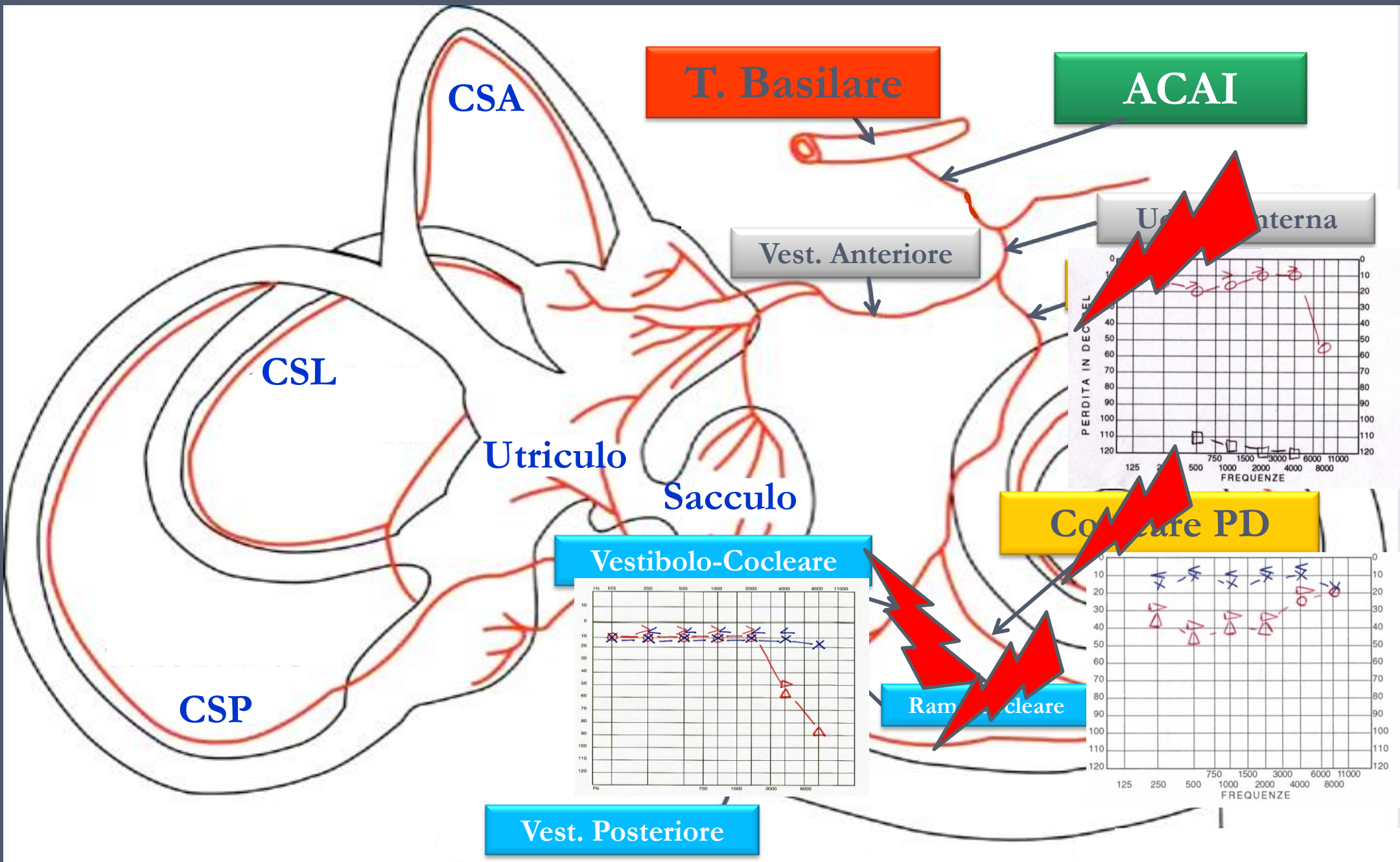
UTRICOLO
SACCULO anterosuperiore
CRESTE AMPOLLARI CSA-CSL

Anatomo-Fisiologia: Innervazione - RI



SACCULO
CRESTA AMPOLLARE CSP

L'Orecchio Interno: Vascolarizzazione

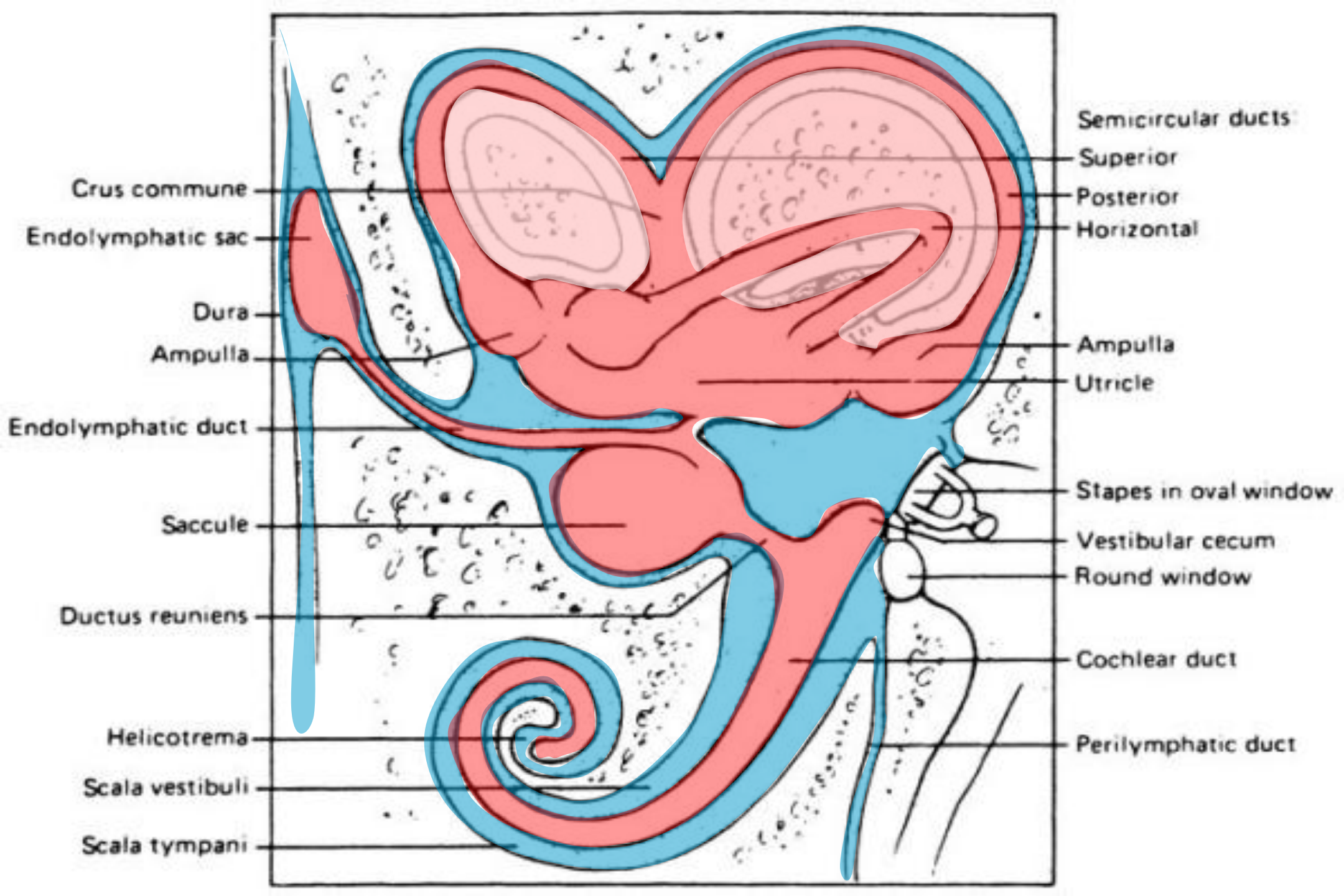

CSA
T. Basilare
ACAI
Vest. Anteriore
CSL
Utriculo
Sacculo
Vestibolo-Cocleare
CSP
Vest. Posteriore
PERDITA IN DECIBEL
FREQUENZE
125 250 500 750 1000 1500 2000 3000 4000 6000 8000 11000

L'Orecchio Interno: Ultrastruttura

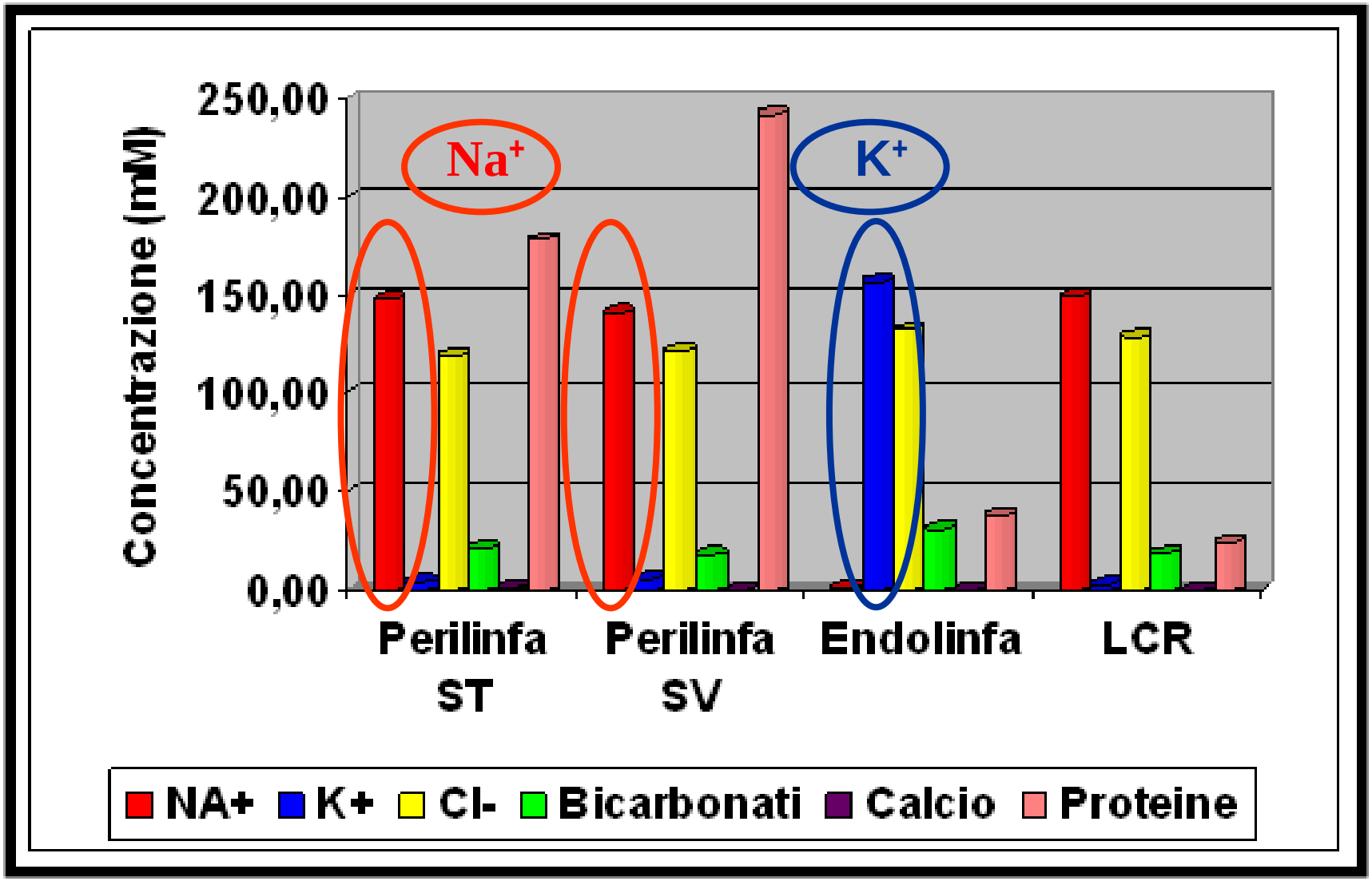
- **"Liquidi"**
- **Cellule polarizzate**

Liquidi

- **Endolinfa**
- **Perilinfa**


Semicircular ducts
Superior
Posterior
Horizontal
Crus commune
Endolymphatic sac
Dura
Ampulla
Endolymphatic duct
Saccule
Ductus reuniens
Helicotrema
Scala vestibuli
Scala tympani
Ampulla
Utricle
Stapes in oval window
Vestibular cecum
Round window
Cochlear duct
Perilymphatic duct

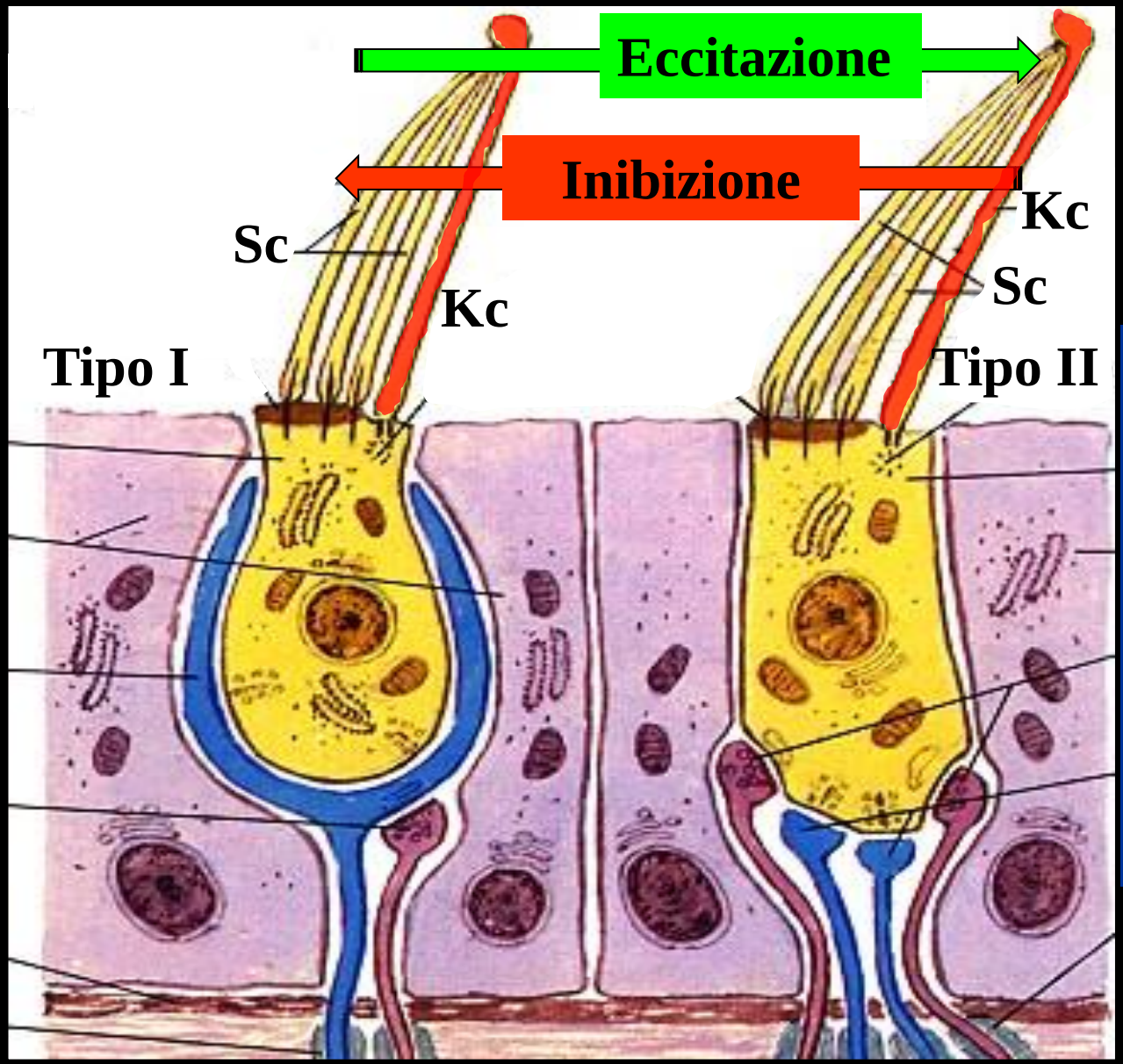
Liquidi


Concentrazione (mM)
250,00
200,00
150,00
100,00
50,00
0,00
Na+
K+
Perilinfa ST
Perilinfa SV
Endolinfa
LCR
NA+
K+
Cl-
Bicarbonati
Calcio
Proteine

Cellule Polarizzate

- **Stereociglia**
- **Kinociglio**

Cellule Polarizzate



Eccitazione ed inibizione sono conseguenti al movimento relativo tra ciglia, kinociglio ed endolinfa

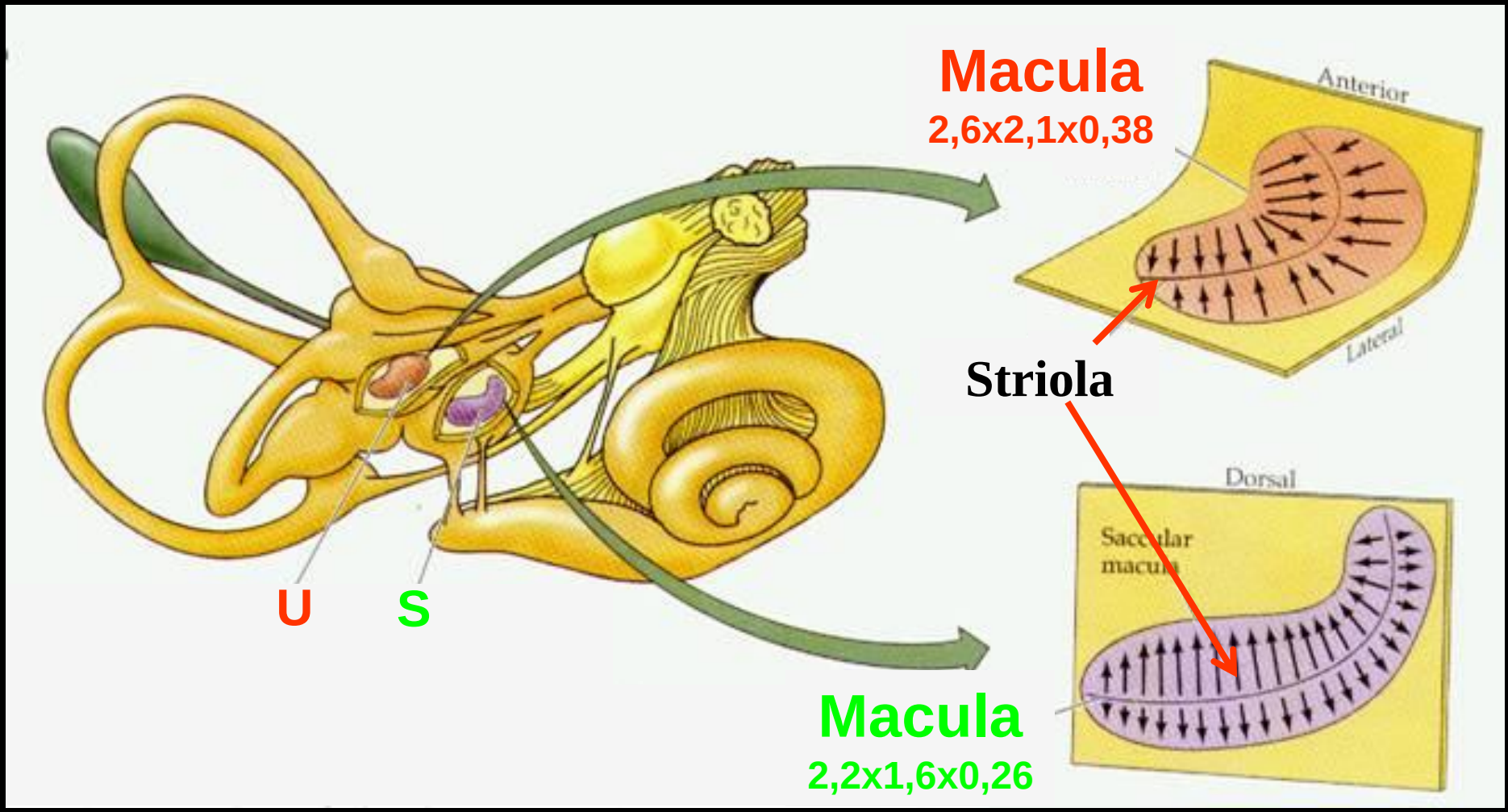
Cellule Polarizzate

- **Le cellule polarizzate si organizzano in recettori il cui scopo è la stabilizzazione <u>“oculo-spinale”</u>**
  - **Macule (sacculo-utricolo)**
  - **Cupole dei Canali semicircolari (A-P-L)**

Recettori

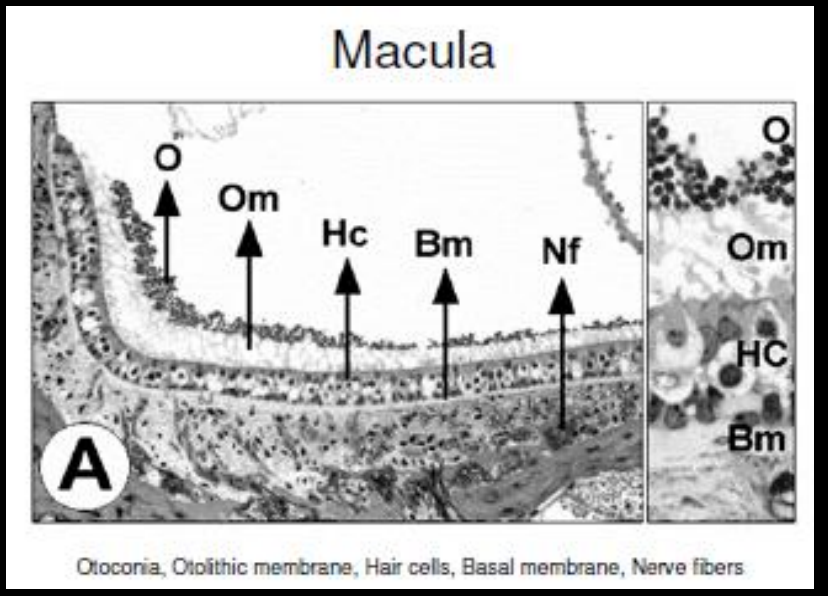
- **Macule e cupole**
  - **Accelerometri, inefficaci a V costante!**
  - **Tono di base “antagonizzante”**
    - **Un emisistema svolge un compito esattamente contrario al compito svolto dall’emisistema controlaterale!**

Sacculo e Utricolo



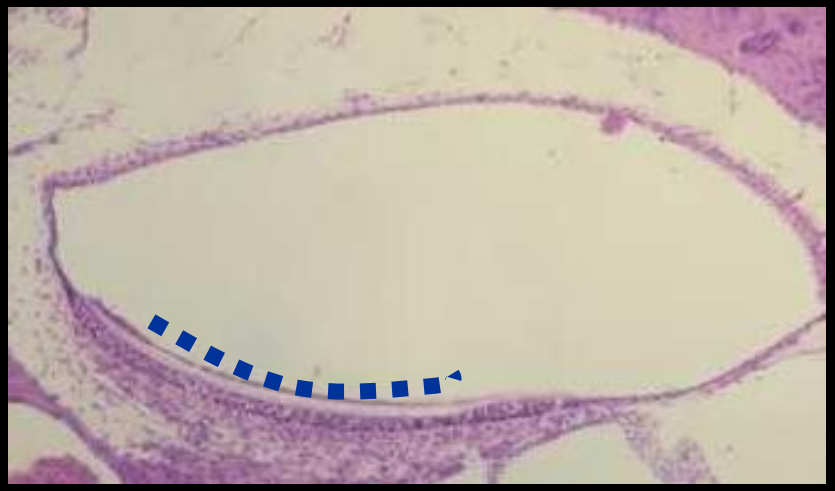
Sacculo e Utricolo

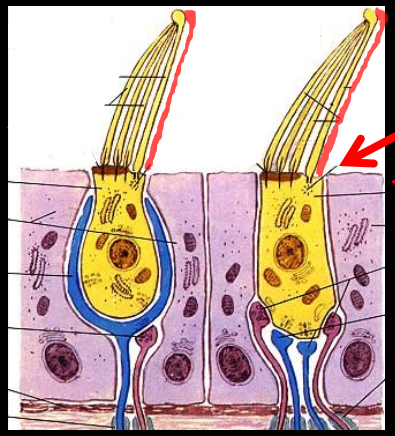
- **Recettori**
  - **Macule**

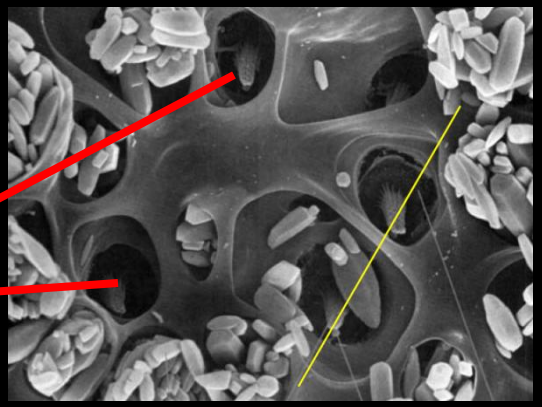


Sacculo e Utricolo

- **Macula in sezione**
  - **Otoconi**
  - **Membrana otoconiale**
  - **Reticolato subcupolare**
  - **Cellule ciliate**







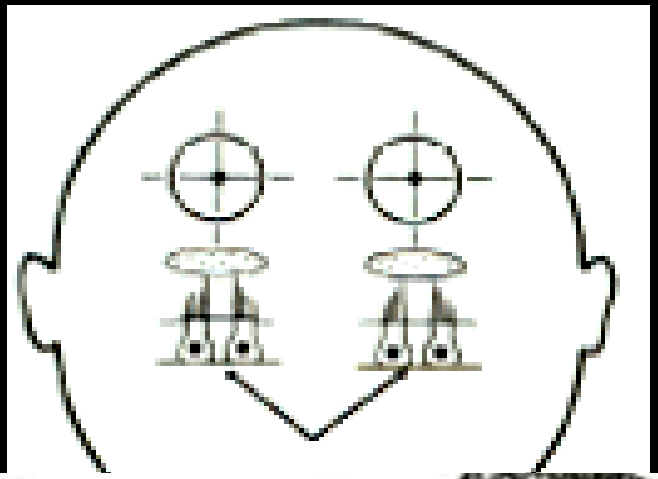
Sacculo e Utricolo

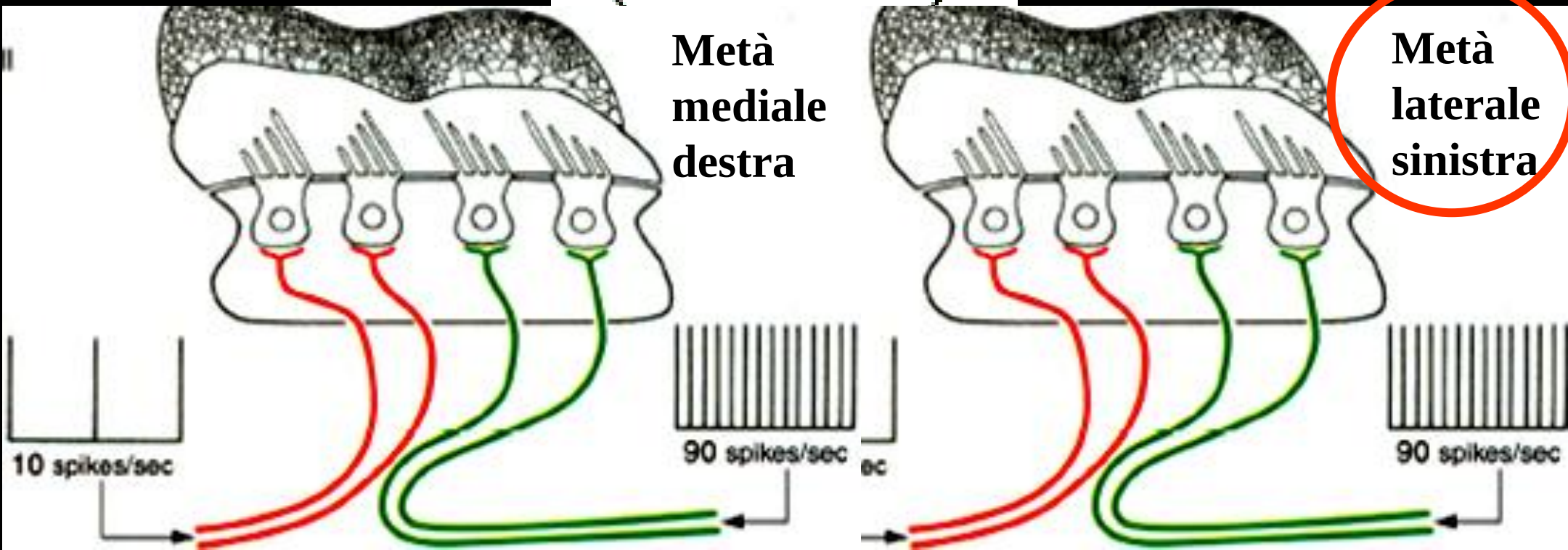
- **La particolare struttura delle macule garantisce una funzione gravicettiva e l'elaborazione di specifiche risposte**

Utricolo

- **Risposte**
  - **Traslazioni L-L e A-P, tilt**
  - **Riflesso cranio-oculo-spinale**
    - **Stabilizzazione sguardo**
    - **Stabilizzazione spinale**
  - **oVEMPs, Head Heave Test, VVS**

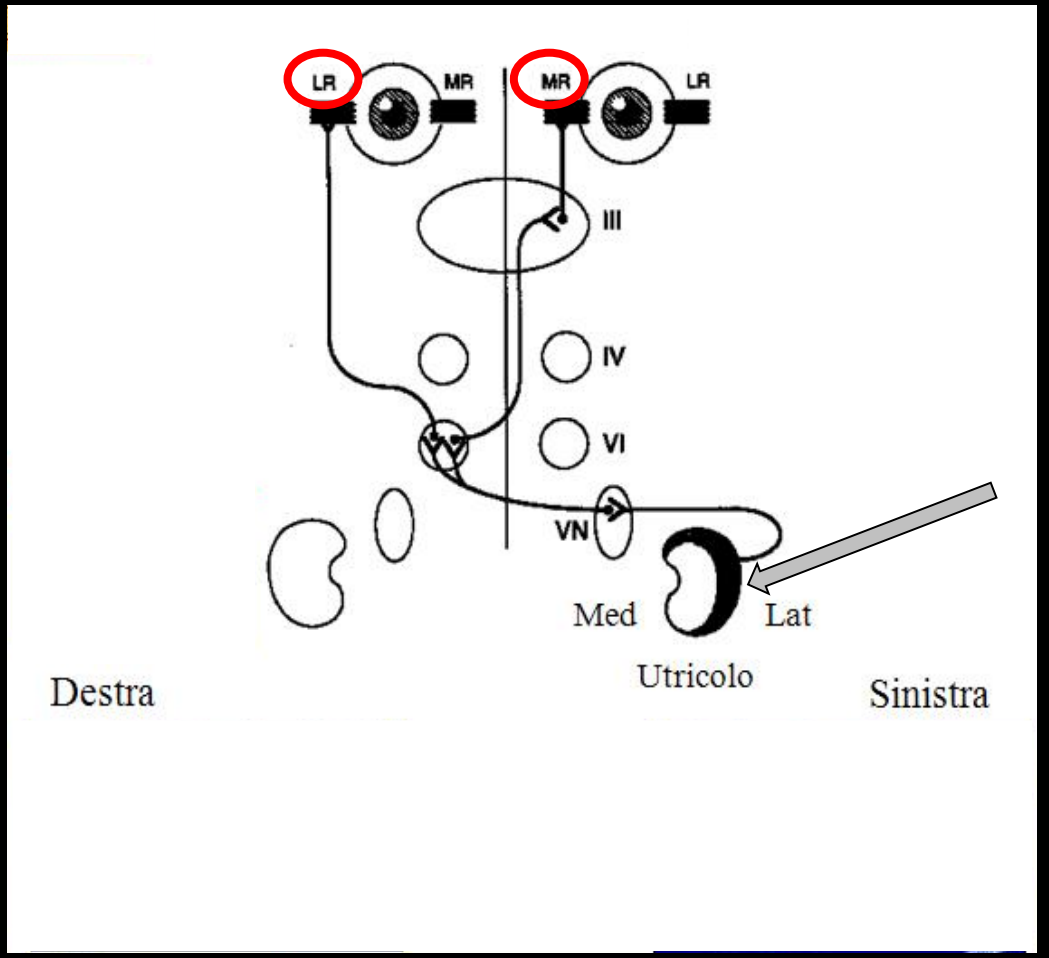
Utricolo



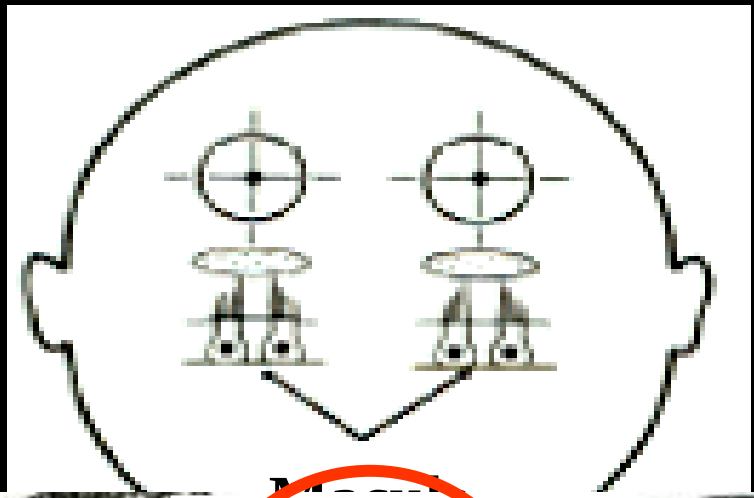

Metà mediale destra
Metà laterale sinistra
10 spikes/sec
90 spikes/sec
90 spikes/sec

Utricolo

- **Metà laterale**
  - **Traslazione**
  - **Head Heave Test!**



Utricolo

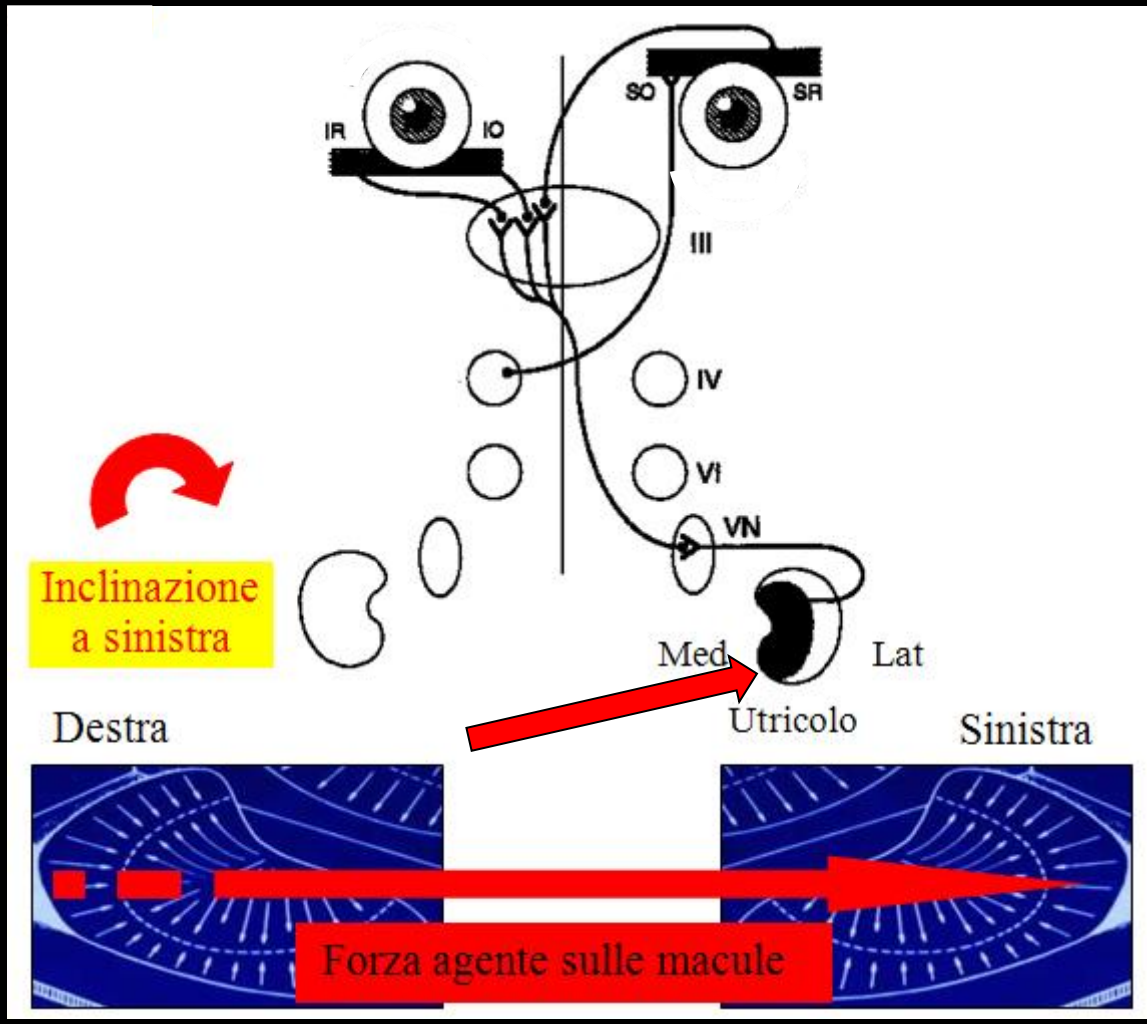


Metà laterale destra

Metà mediale sinistra

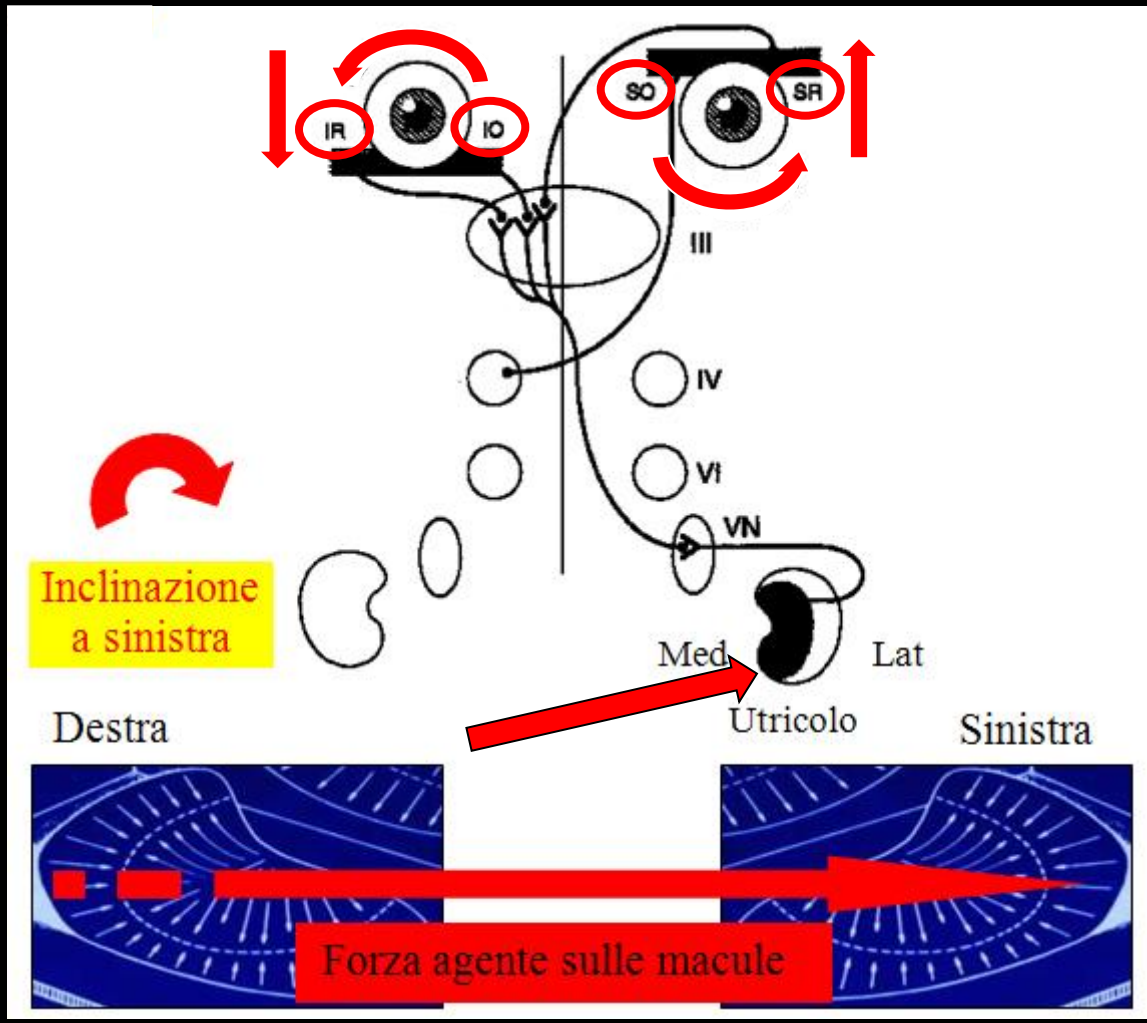
Utricolo

- **Metà mediale**
  - **Aumento di attività del lato verso il quale avviene l'inclinazione**



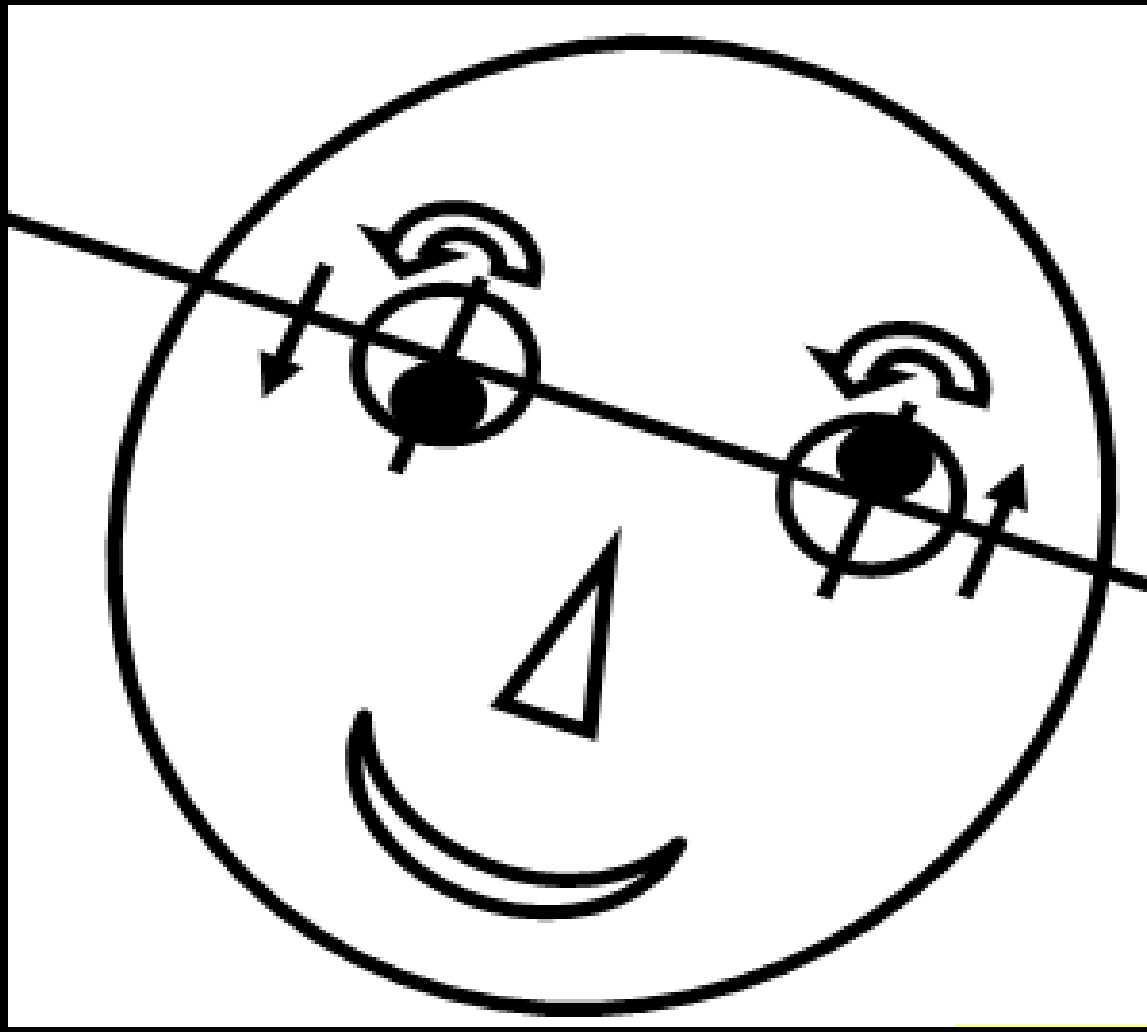
Utricolo

- **Metà mediale**
  - **Risposta in "roll"**
  - **Ocular counterrolling e skew deviation**



Utricolo

- **Metà mediale**
  - **Risposta in “roll”**
  - **Ocular counterrolling e skew deviation**

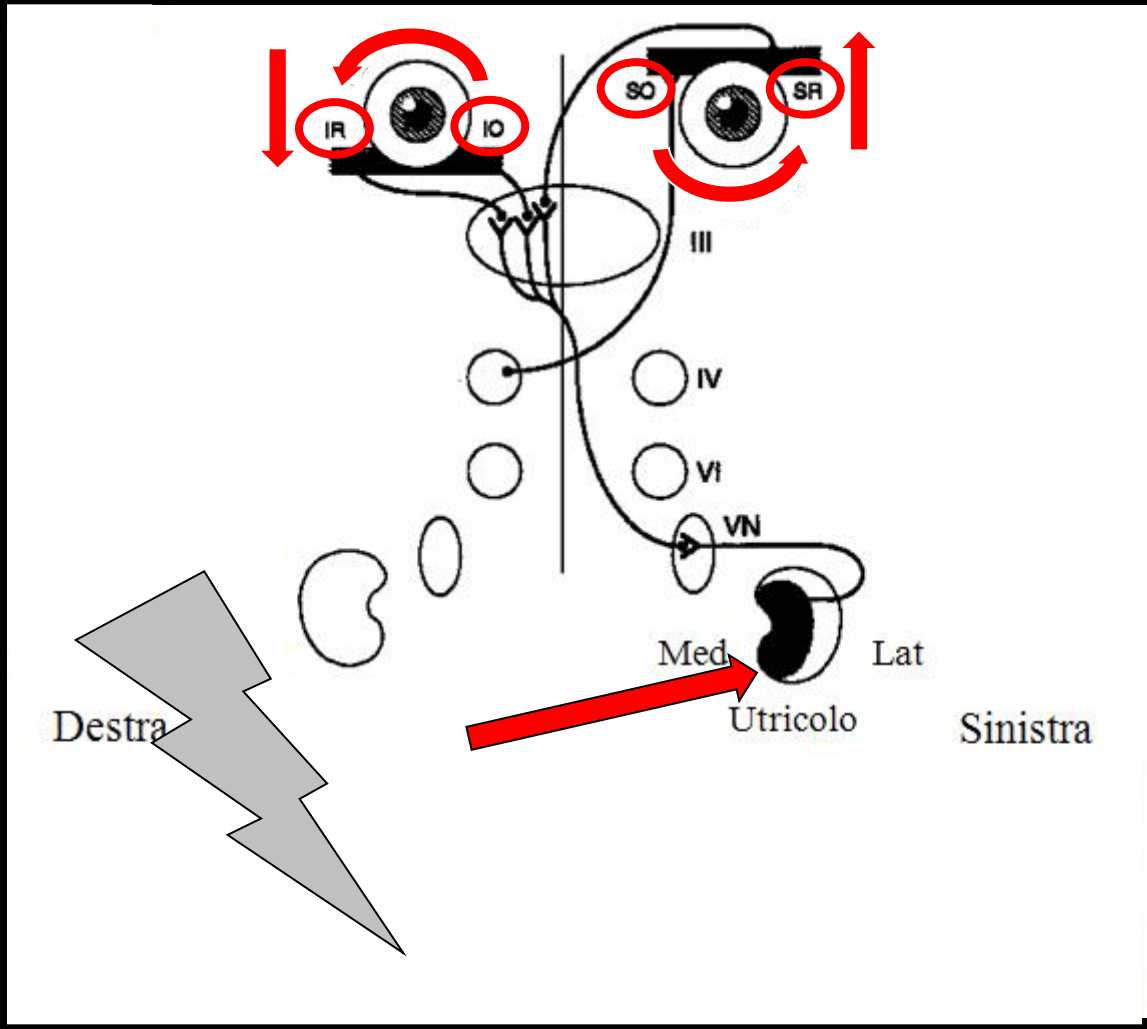


Lesione Destra

- **Prevalenza metà mediale controlaterale!**
  - **Il cervello ritiene che il capo sia inclinato a sn!**

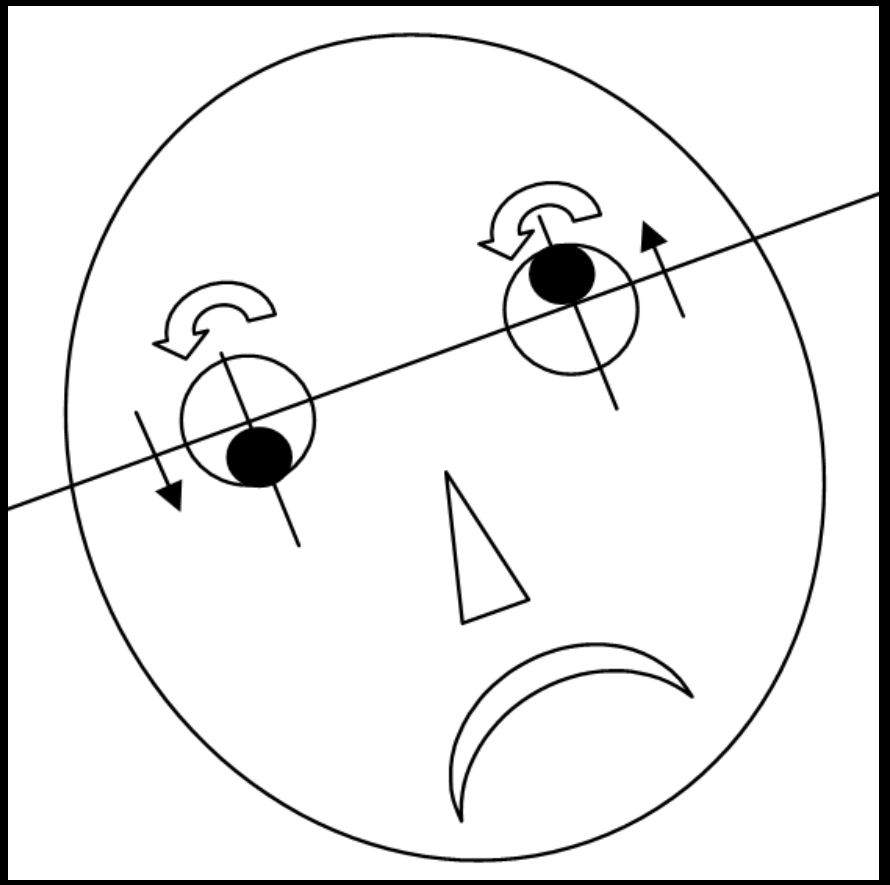
Lesione Destra

- **Prevalenza metà mediale controlaterale!**
  - **Il cervello ritiene che il capo sia inclinato a sn!**



Lesione Destra

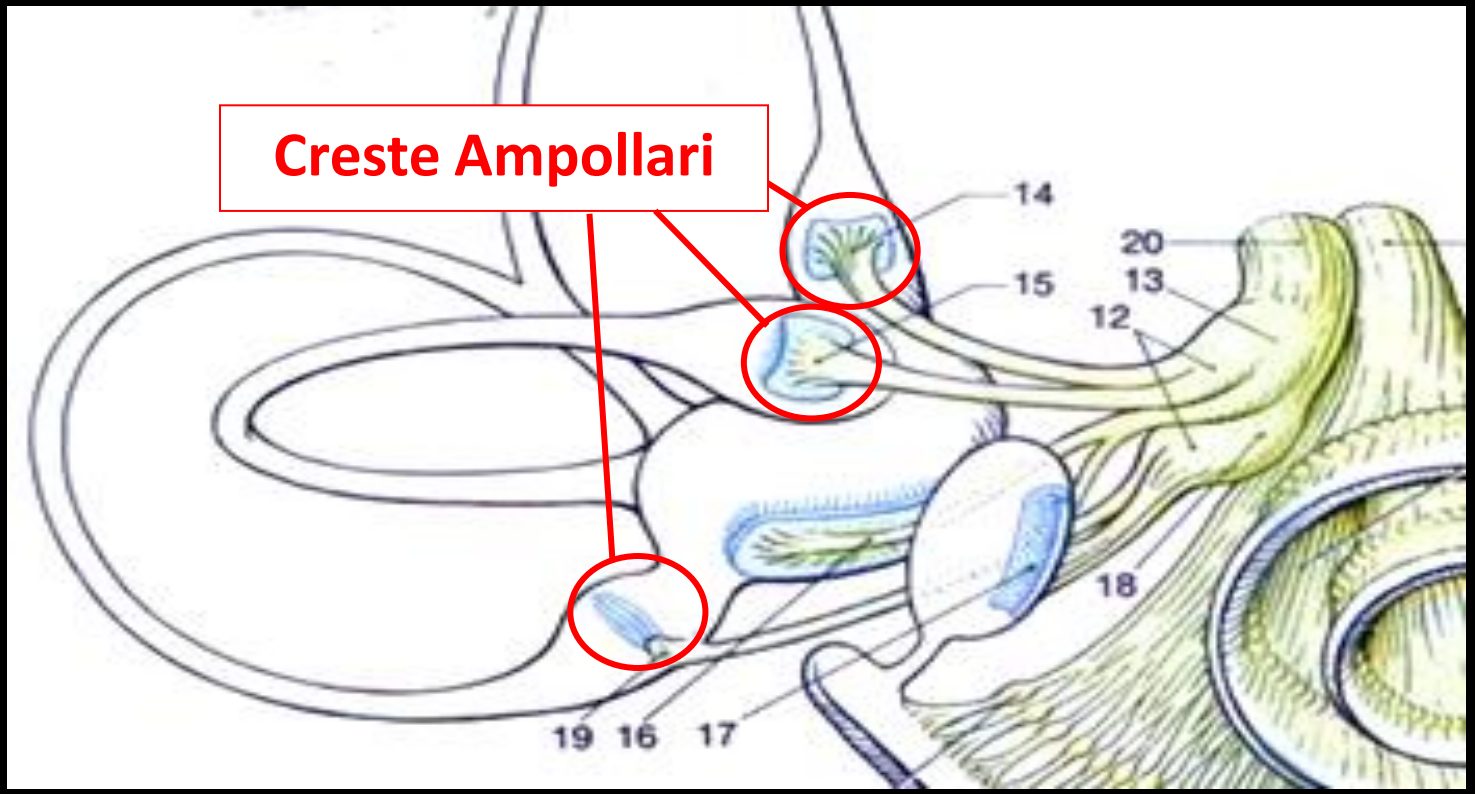
- **Sincinesia compensatoria**
  - **Inclinazione CL della rappresentazione interna del Vettore G**
  - **Disallineamento verticale, torsione oculare, tilt del capo HL alla lesione**



Sacculo

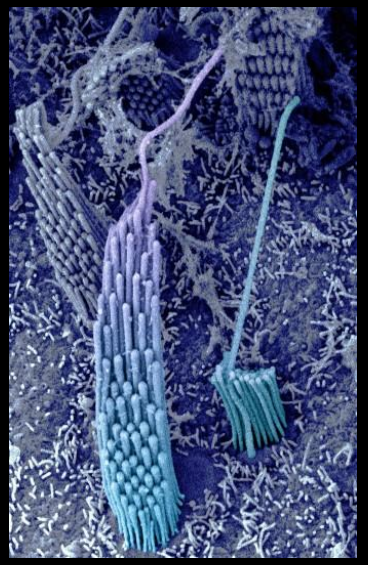
- **Risposte**
  - **Accelerazione verticale**
  - **Riflesso Vestibolo-Collico (VCR)**
    - **Controllo della posizione del capo vs collo**
  - **cVEMPs**

Canali Semicircolari

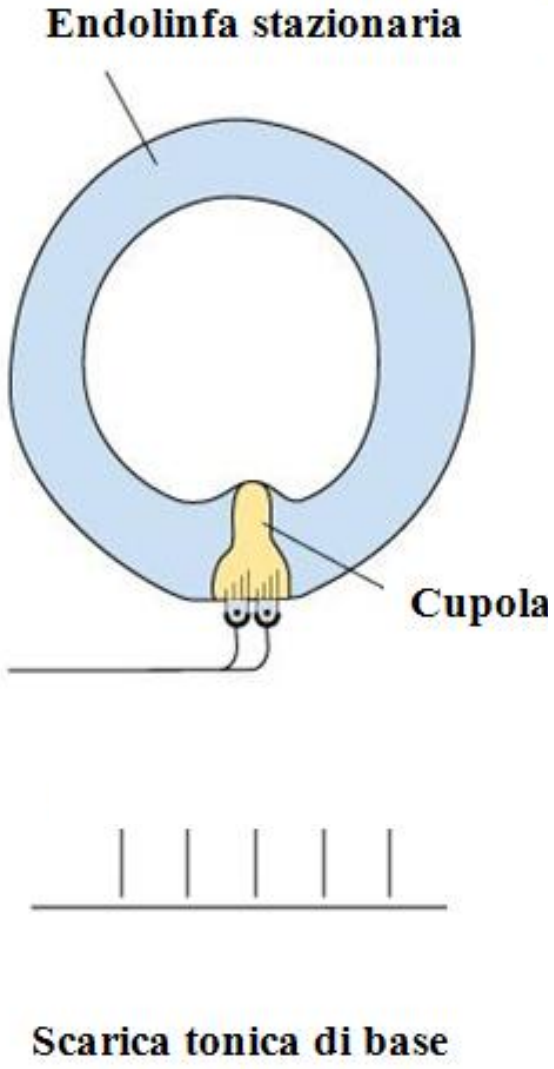


Canali Semicircolari

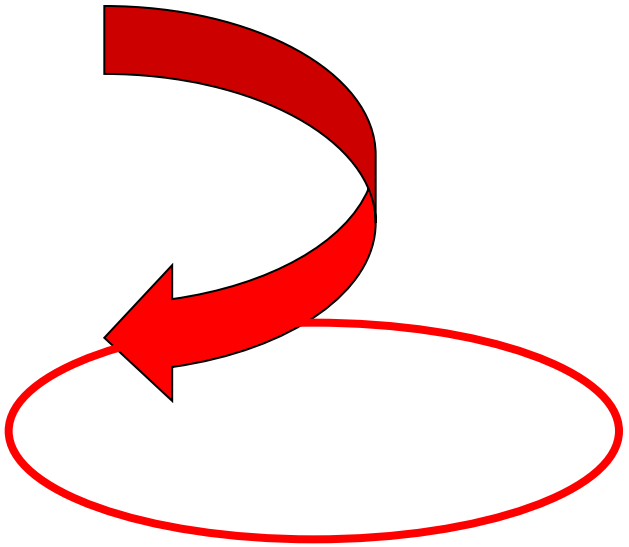
- **Recettori**
  - **Cupole-Creste Ampollari**

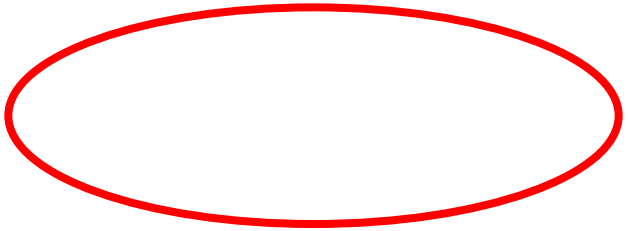


Canali Semicircolari

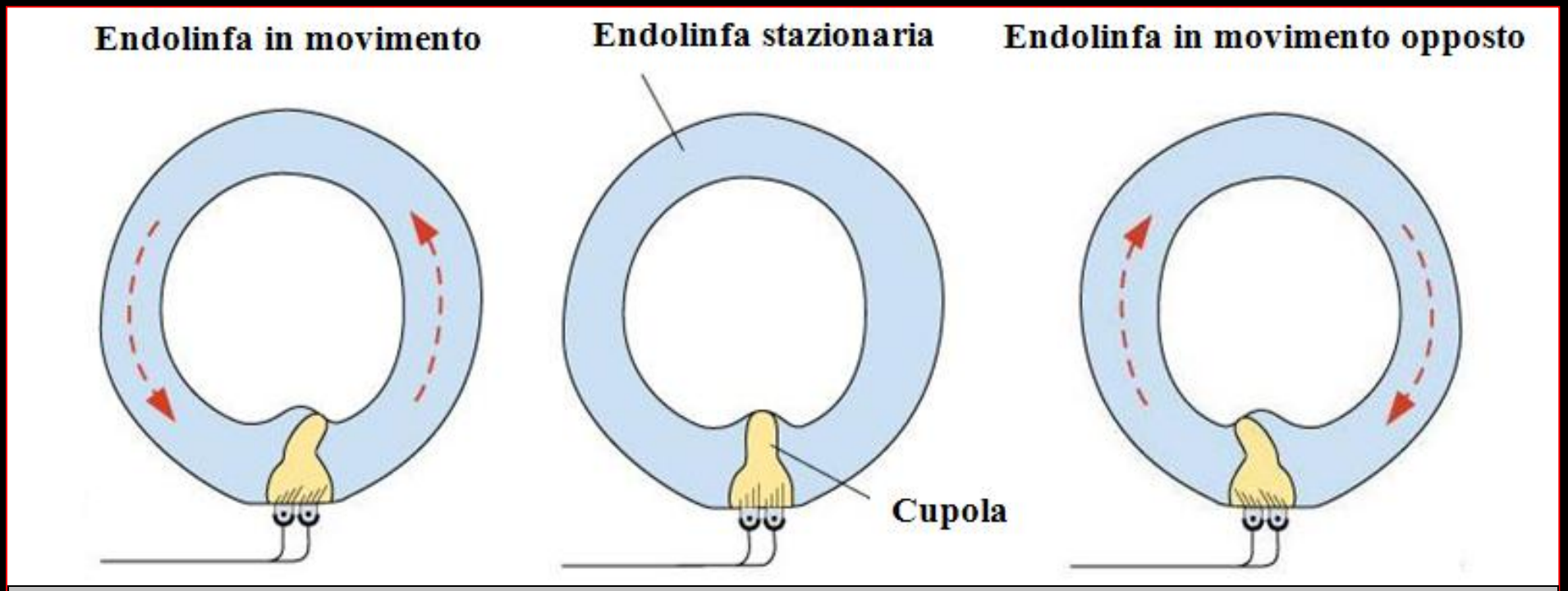


Canali Semicircolari



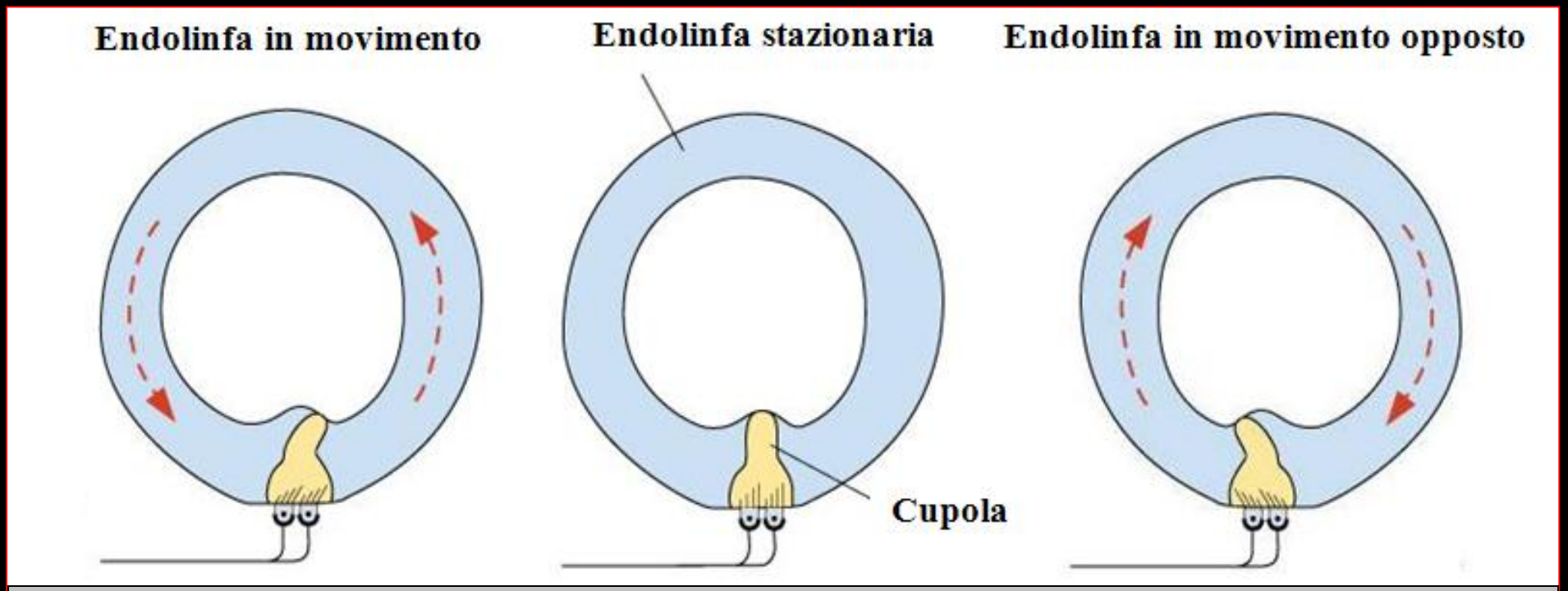


Canali Semicircolari



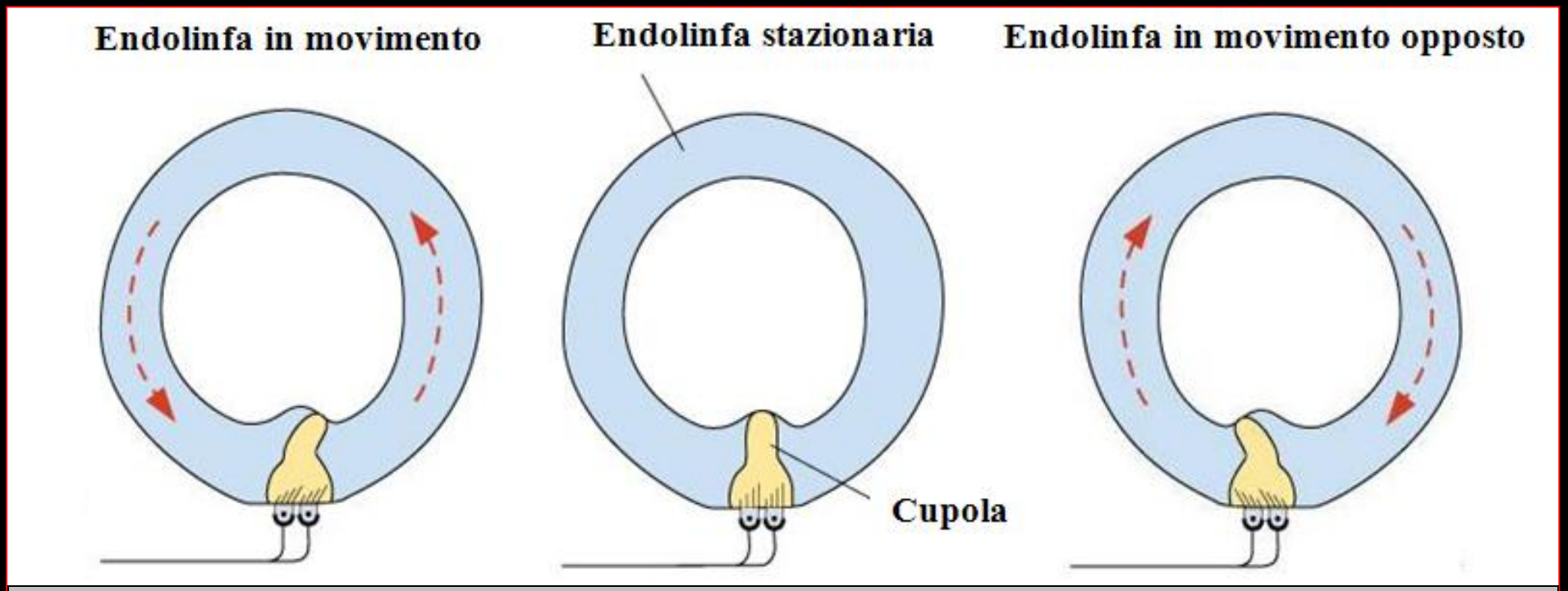
Il CS (con il contributo del SVC) trasforma un segnale di accelerazione α in un segnale di velocità V

Canali Semicircolari



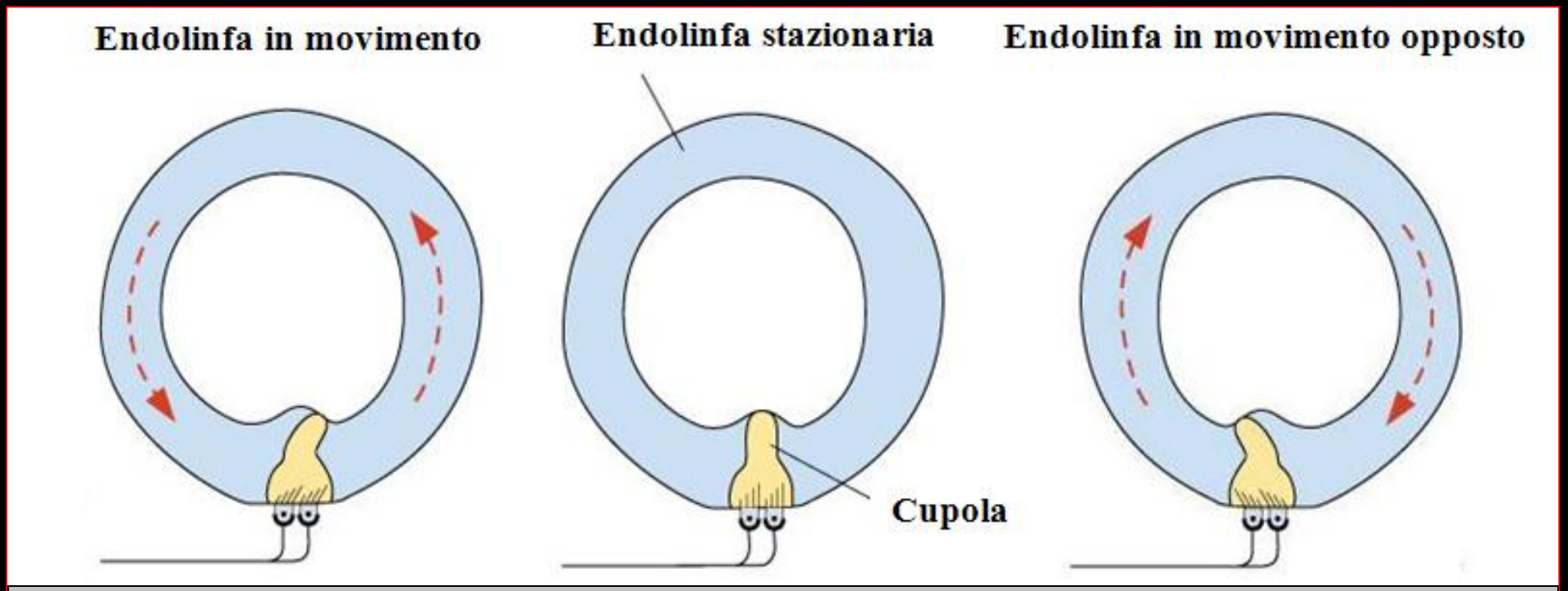
La Fr di scarica basale tonica è modulata in senso positivo e negativo dal movimento: il CS risponde sempre!

Canali Semicircolari



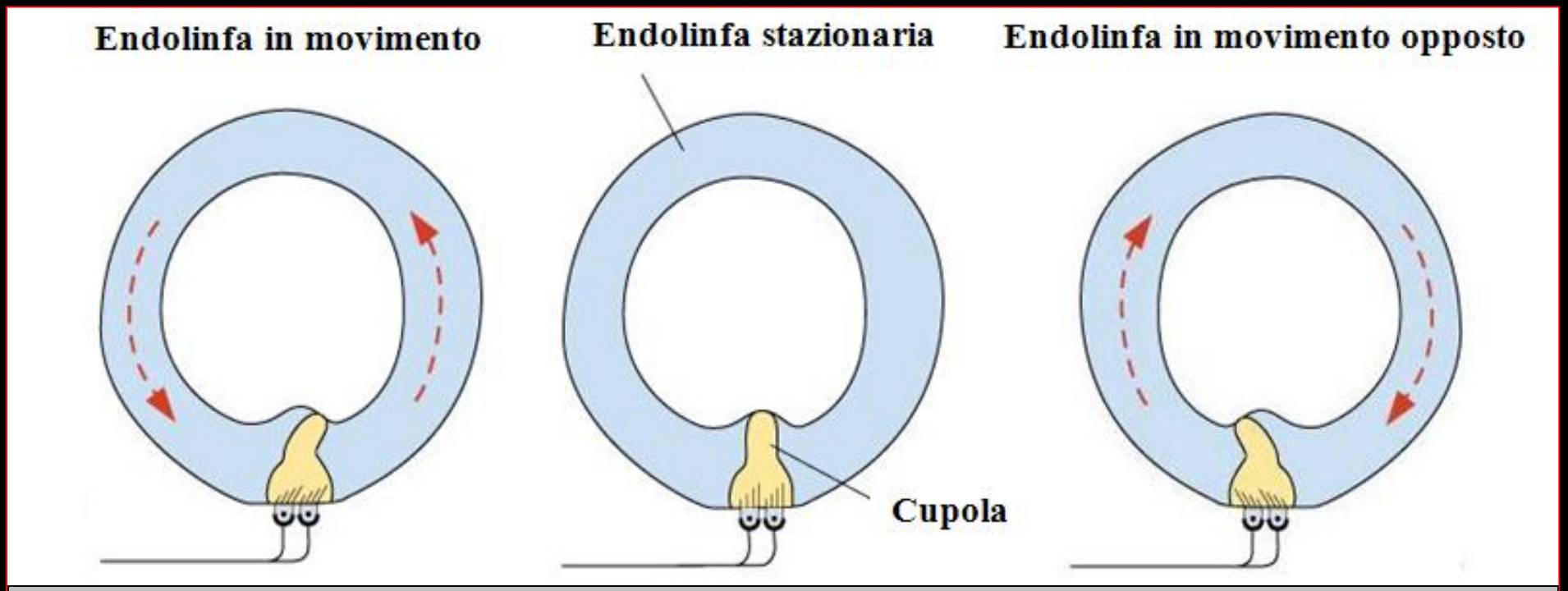
<u>Azione "bidirezionale":</u> l'eccitazione ha un effetto sui muscoli extraoculari, l'inibizione un effetto contrario!

Canali Semicircolari



La cupola torna in posizione neutra con un andamento temporale di tipo esponenziale negativo e Kt pari a 6” ca

Canali Semicircolari



La risposta viene prolungata fino a 15” grazie al Velocity Storage Mechanism (controllo cerebellare della Kt)

Canali Semicircolari

- **Due peculiarità**
  - **Caratteristiche anatomiche e fisiche**
  - **Non linearità**

Canali Semicircolari

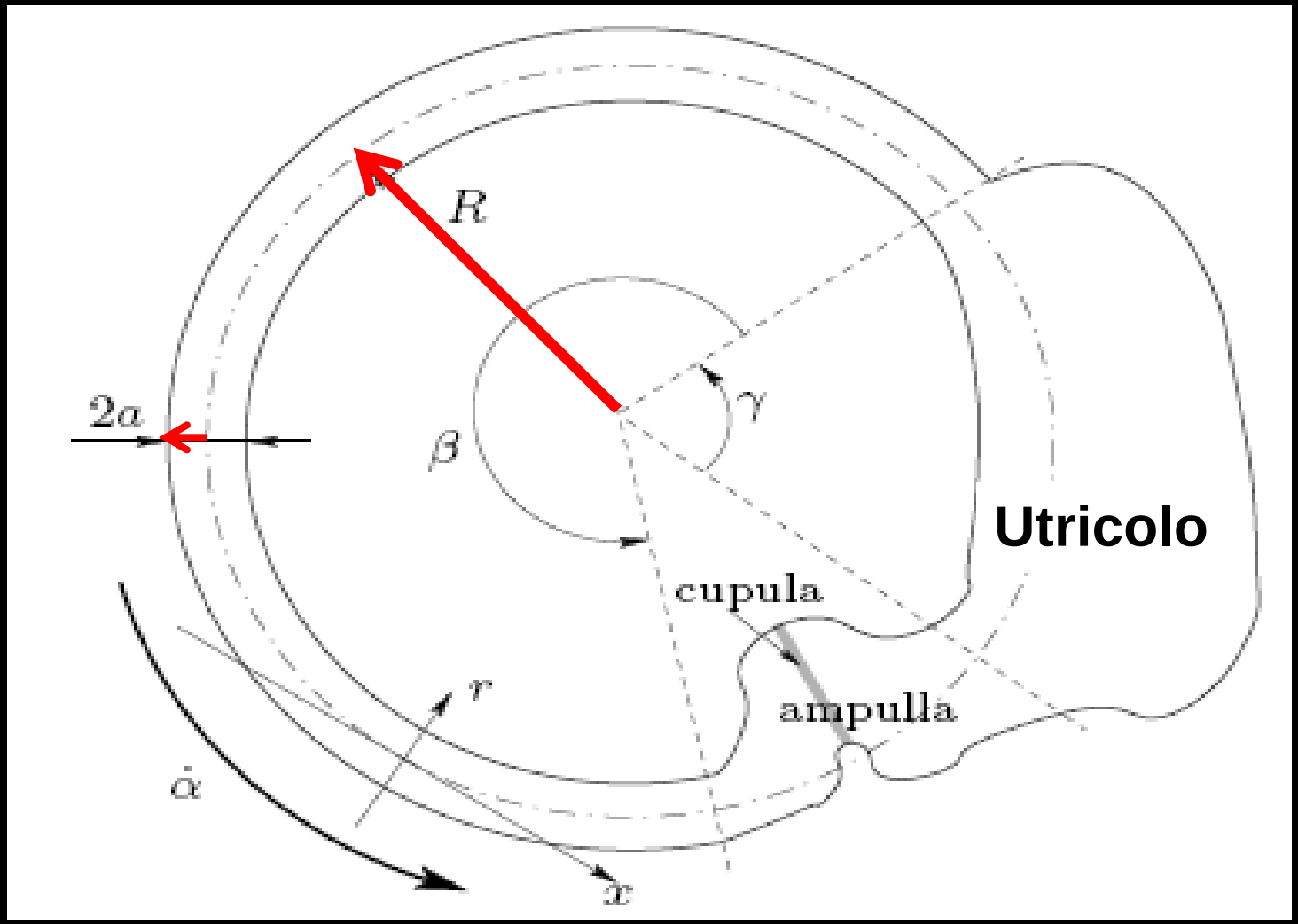
- **Caratteristiche anatomiche e fisiche**
  - **Il diametro interno del CS è piccolo rispetto al raggio di curvatura**

Canali Semicircolari

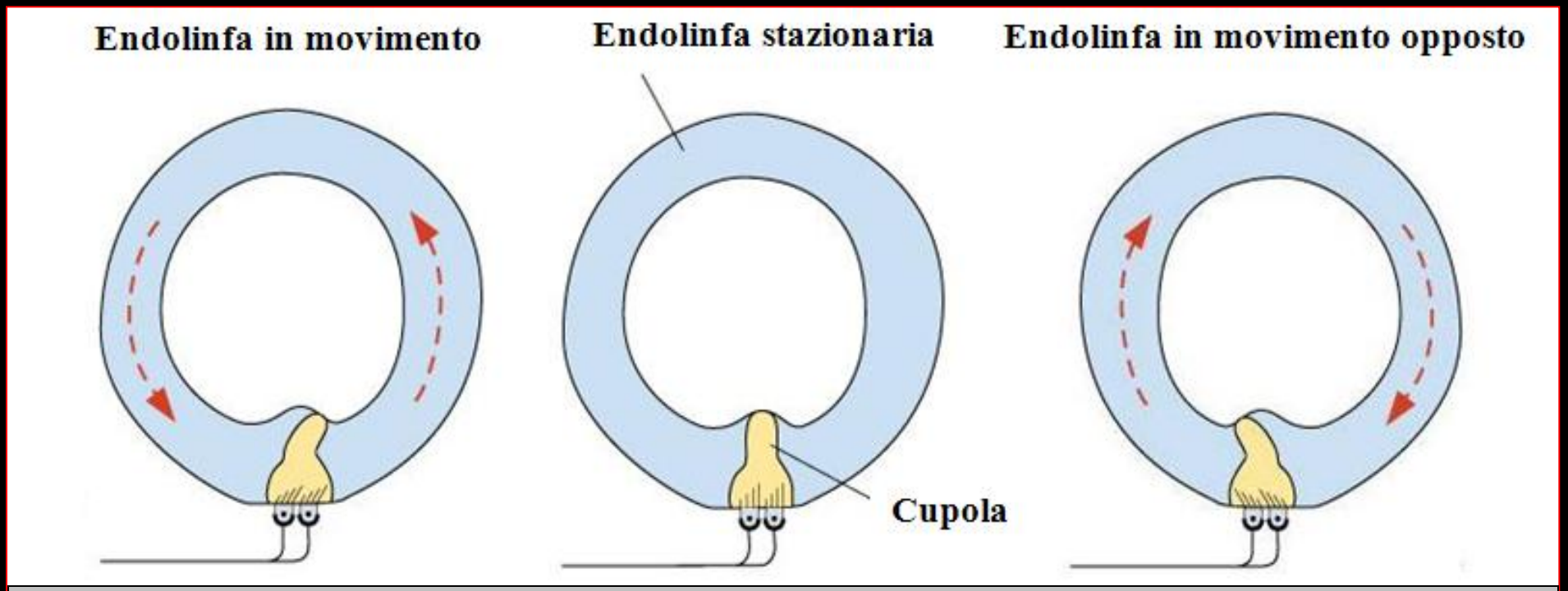
- **Caratteristiche anatomiche e fisiche**

description		value
major canal radius	R	$3.2 \times 10^{-3}\,\mathrm{m}$
duct radius	a	$1.6 \times 10^{-4}\,\mathrm{m}$
angle spanned by the duct	β	1.4π
angle spanned by the utricle	γ	0.42π
cupular stiffness	K	$13\,\mathrm{GPa/m^3}$
endolymph density	ρ	$10^3\,\mathrm{kg/m^3}$
endolymph viscosity	ν	$10^{-6}\,\mathrm{m^2/s}$
particle density	ρ_p	$2.7 \times 10^3\,\mathrm{kg/m^3}$
particle radius	a_p	$0.5 - 25\mu\mathrm{m}$

Canali Semicircolari



Canali Semicircolari

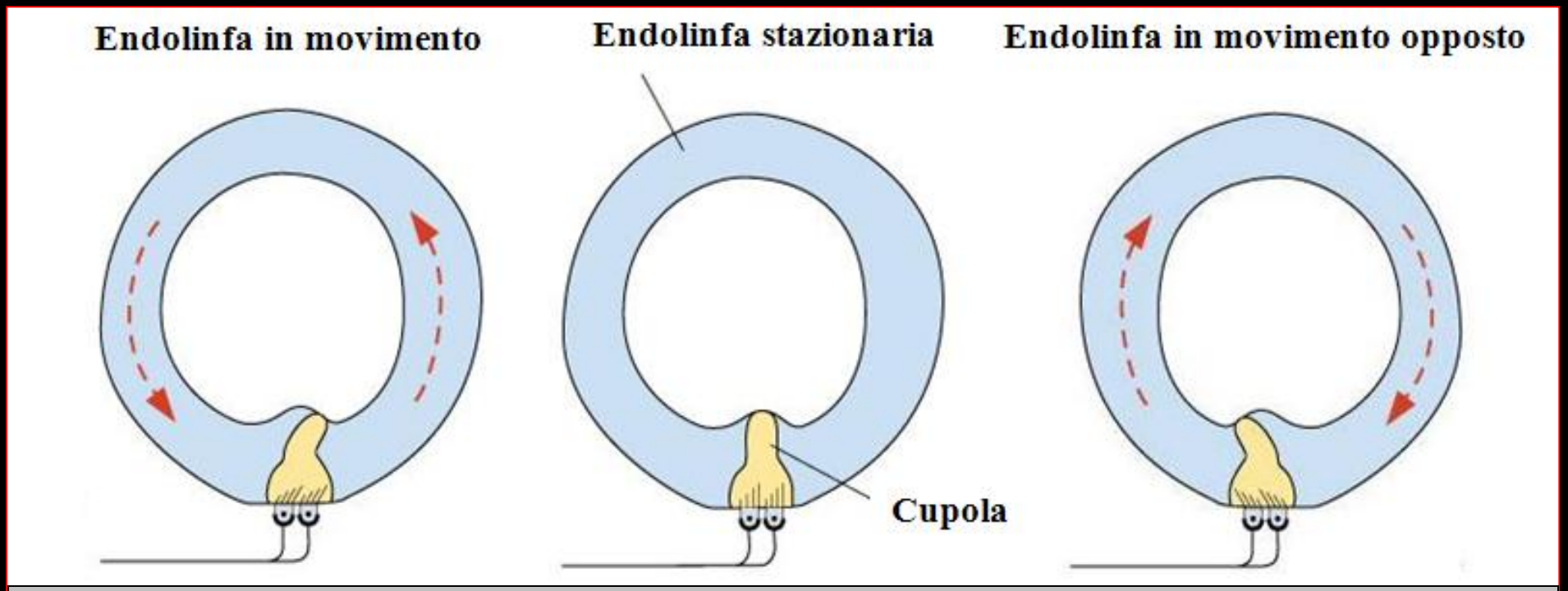


Anche in presenza di elevati valori di α la quantità di endolinfa da spostare è minima ed il sistema non è a "rischio"

Canali Semicircolari

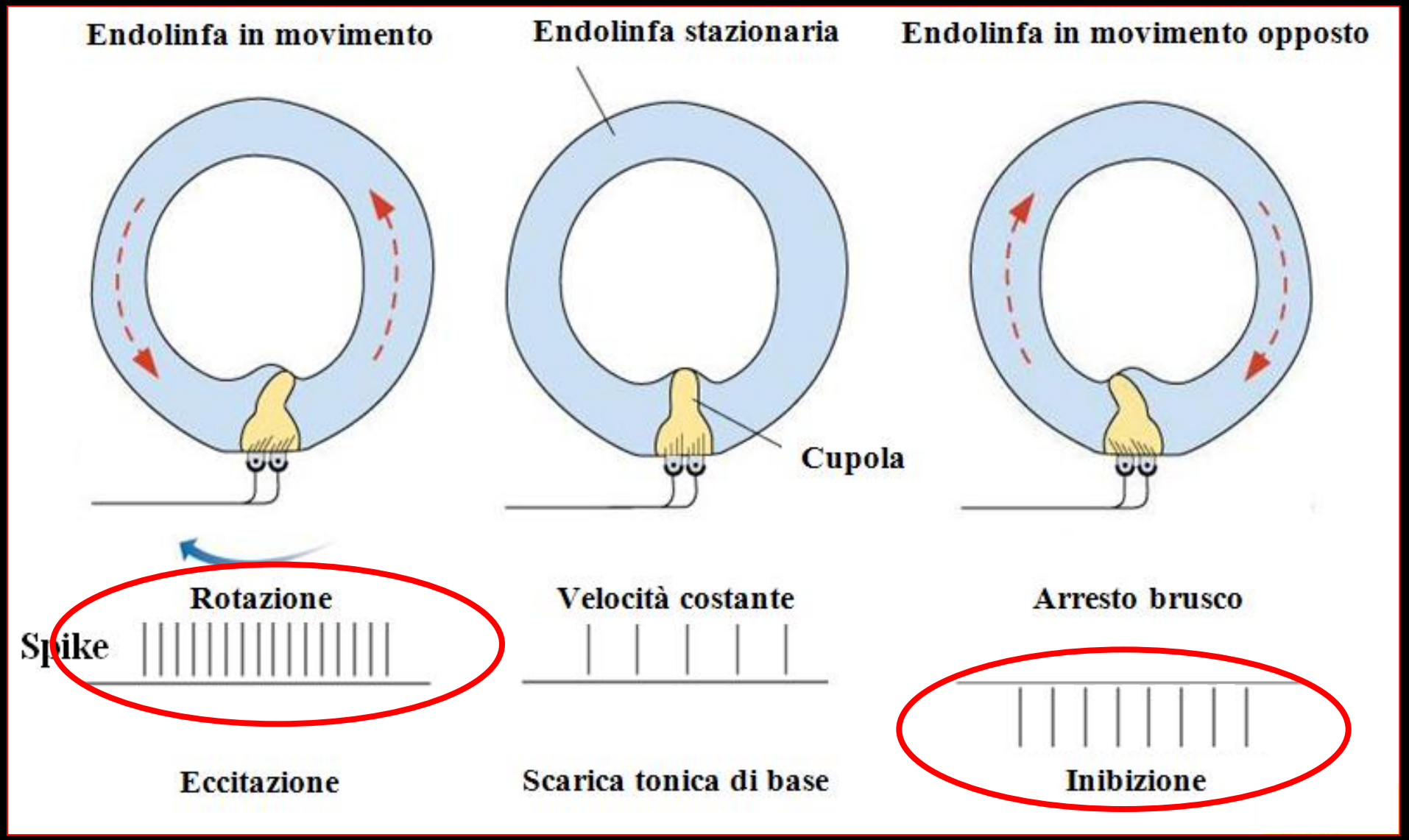
- **Due peculiarità**
  - **Caratteristiche anatomiche e fisiche**
  - **Non linearità**

Canali Semicircolari

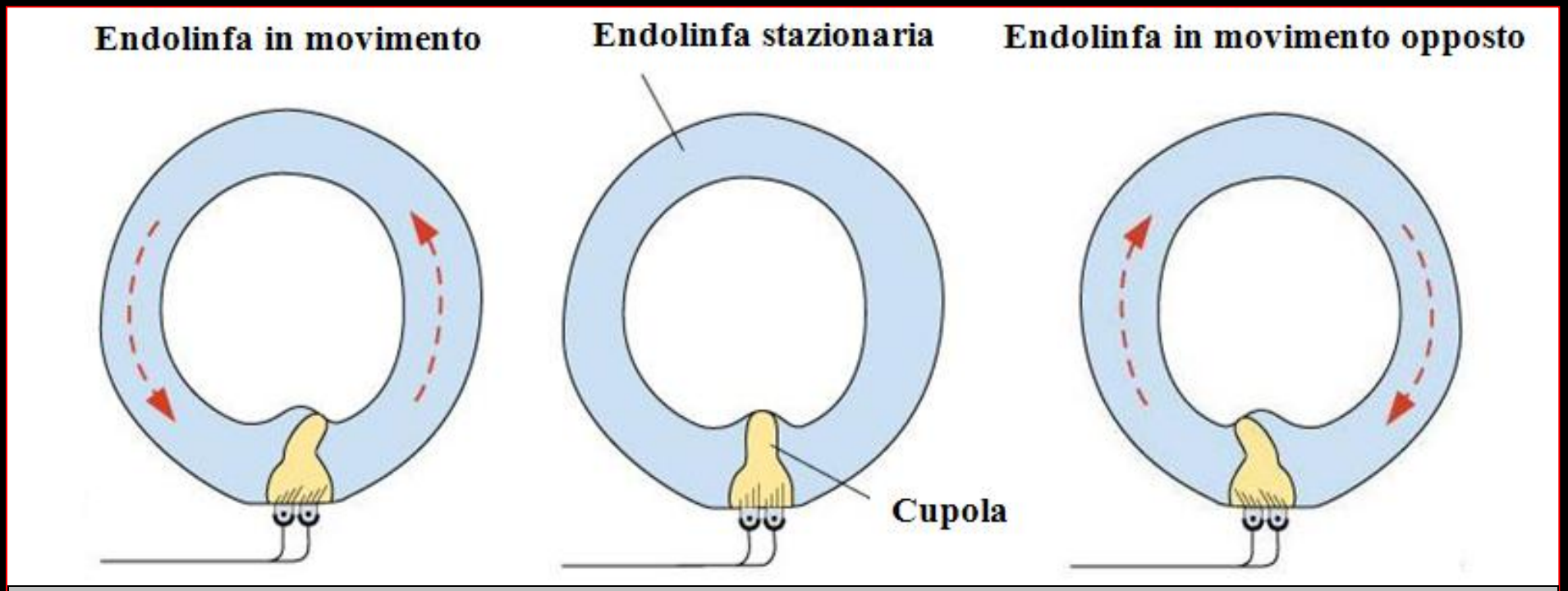


Il movimento modula la Fr di scarica basale tonica in senso positivo (eccitazione) e negativo (inibizione)

Canali Semicircolari

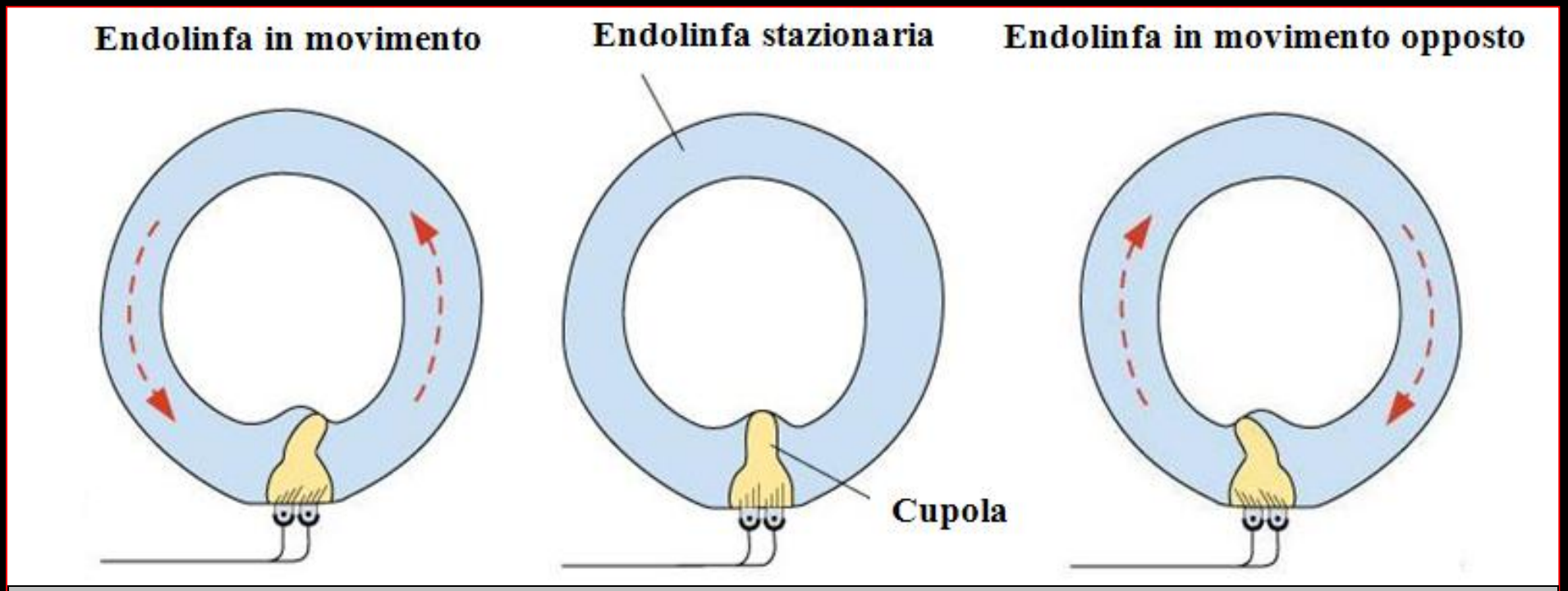


Canali Semicircolari



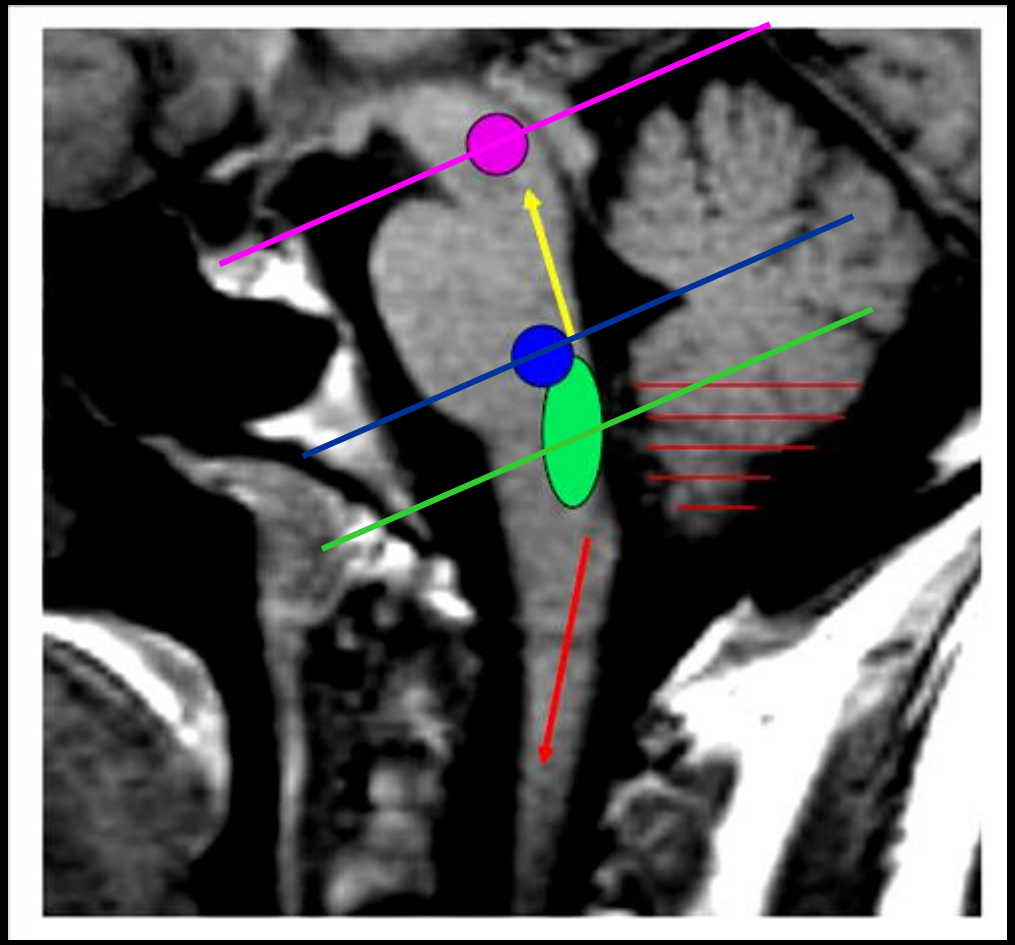
L'eccitazione determina una risposta più intensa delle risposta provocata dalla inibizione: II legge di Ewald

Canali Semicircolari



Guadagno pari a 1 fino a 400°/sec “on”
Gauadagno pari a 0 già a -200°/sec “off”
“Cutoff” e Anisotropia

Vie Centrali



Mesencefalo:
Movimenti rapidi verticali e torsionali

Ponte:
Movimenti rapidi orizzontali

Bulbo: Nuclei Vestibolari

Vestibolocerebellum (flocculo-nodulu)

Vie Vestibolari

- **Orecchio interno**
- **Ramo Vestibolare Nervo VIII**
- **Nuclei Vestibolari – Cervelletto**
- **Tronco encefalico (complesso OM)**
- **Talamo – Corteccia**

Ramo Vestibolare

- **Fibre afferenti**
  - **Regolari**
  - **Irregolari**

Ramo Vestibolare

Tipo	Risposta	Canale	Macula
FAR	Tonica Spostamento Cu/Ma, LS	Compensatoria LF	t-Vor
FAI	Fasica Velocità spostamento Cu/Ma LS (CC) HS (CP)	Compensatoria HF-HV Rotazione eccentrica Componente LF VSM Estensione RL R-HV	t-Vor OVAR

LS: bassa sensibilità; CC: Cresta Centrale
HS: alta sensibilità; CP: Cresta Periferica
LF: bassa frequenza; HF: alta frequenza; VSM: velocity storage mechanism
RL: Range Lineare; R-HV: Rotazione ad alta velocità

Via Vestibolare

- **Orecchio interno**
- **Ramo Vestibolare Nervo VIII**
- **Nuclei Vestibolari – Cervelletto**
- **Tronco encefalico (complesso OM)**
- **Talamo – Corteccia**

Nuclei Vestibolari

- **Inferiore o discendente**
- **Laterale (di Deiters)**
- **Mediale (di Schwalbe)**
- **Superiore (di Bechterev)**
- **Sottogruppi accessori**
  - **Nucleo Interstiziale e Gruppo Y**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Efferenze**
  - **Corteccia**
  - **Midollo spinale**
  - **Formazione reticolare**
  - **Nuclei somatomotori del III-IV-VI**
  - **Cervelletto**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Corteccia**
  - **In condizioni normali, garantisce la percezione incosciente della stabilità e/o del movimento**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Efferenze**
  - **Corteccia**
  - **Midollo spinale**
  - **Formazione reticolare**
  - **Nuclei somatomotori del III-IV-VI**
  - **Cervelletto**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Midollo spinale**
  - **Riflesso Vestibolo-Spinale: VSR**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Midollo spinale**
  - **Riflesso Vestibolo-Spinale: VSR**
    - **Fasci vestibolo-spinali laterale e mediale per il controllo e stabilizzazione della posizione del corpo e dei suoi segmenti nello spazio**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Connessioni**
  - **Corteccia**
  - **Midollo spinale**
  - **Formazione reticolare (bulbare)**
  - **Nuclei oculomotori del III-IV-VI**
  - **Cervelletto**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Formazione reticolare**
  - **Fascio reticolo-spinale :**
    - **controllo posturale**
  - **Fascio reticolo-vagale :**
    - **nausea, vomito, sbadigli, sudorazione fredda, alterazioni cardiovascolari**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Connessioni**
  - **Corteccia**
  - **Midollo spinale**
  - **Formazione reticolare (bulbare)**
  - **Nuclei somatomotori del III-IV-VI**
  - **Cervelletto**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Nuclei somatomotori III-IV-VI**
  - **Riflesso vestibolo-oculomotore: VOR**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Nuclei somatomotori III-IV-VI**
  - **Riflesso vestibolo-oculomotore: VOR**
    - **controllo e stabilizzazione della linea di sguardo nello spazio**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Nuclei somatomotori**
  - **III (oculomotore)**
  - **IV (trocleare)**
  - **VI (abducente)**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Proiezioni vestibolo-oculomotorie**

	Effetto	Nuclei	Relay	Vie	Muscoli
CL	Excitation	c-LR	M/LVN	MLF	c-VI
		i-MR	M/LVN	ATD	i-III
	Inhibition	i-LR	MVN	MLF	i-VI
		c-MR	—	Poly	c-III
CA	Excitation	i-SR	M/LVN*	MLF*	c-III
		c-IO	M/LVN*	MLF*	c-III
	Inhibition	i-IR	SVN	MLF	i-III
		c-SO	SVN	MLF	i-IV
CP	Excitation	c-IR	M/LVN	MLF	c-III
		i-SO	M/LVN	MLF	c-IV
	Inhibition	c-SR	SVN	extra	i-III
		i-IO	SVN	extra	i-III

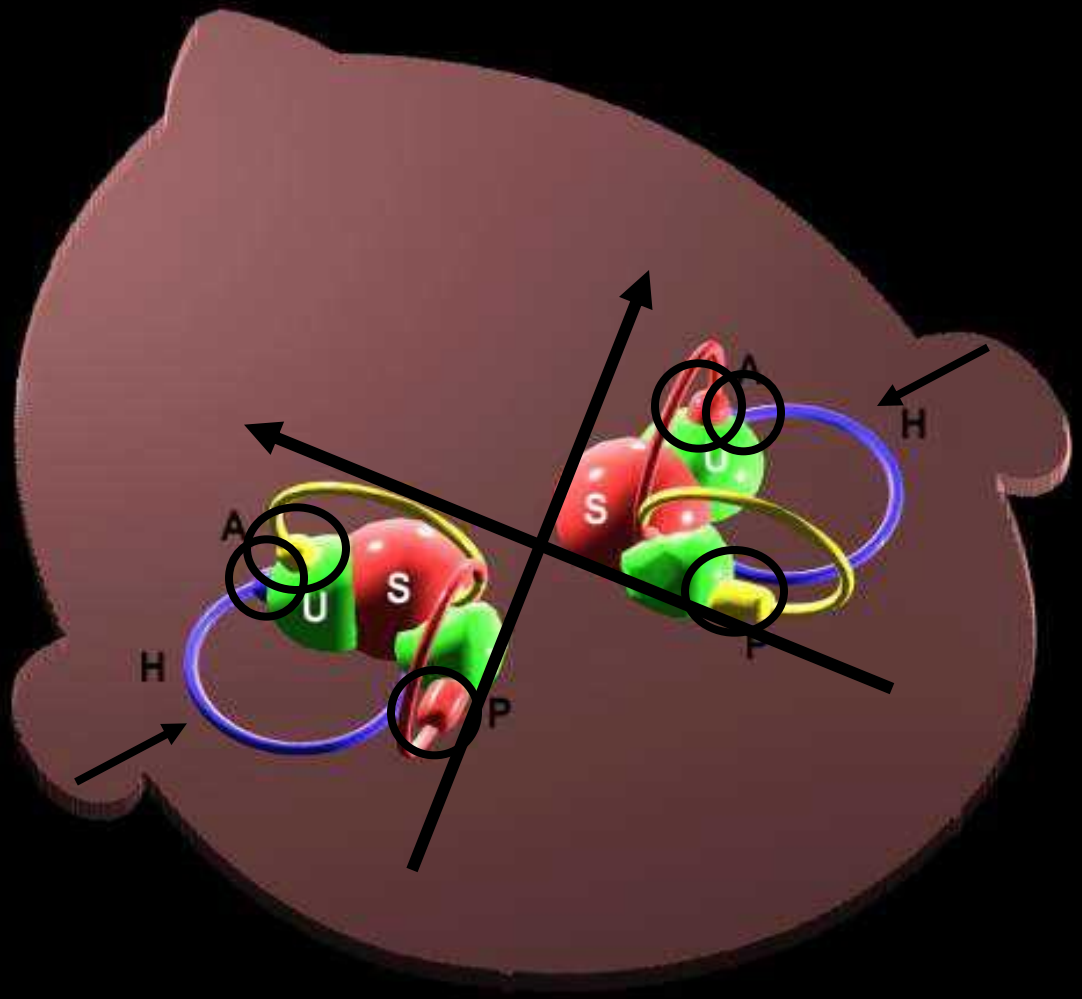
Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Ogni CS agisce direttamente e specificamente:**
  - **in senso eccitatorio su una coppia di muscoli extraoculari**
  - **in senso inibitorio sulla coppia di muscoli antagonisti**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Ogni CS è funzionalmente accoppiato con il suo "omologo"**
  - **meccanismo push-pull**
    - **quando un canale è "attivato", il canale ad esso funzionalmente accoppiato è "disattivato"**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari



Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Ad ogni movimento oculare contribuiscono quattro segnali**
  - **l'eccitazione del canale attiva i muscoli agonisti ed inibisce gli antagonisti**
  - **l'inibizione del canale omologo inibisce gli antagonisti ed attiva gli agonisti**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **In caso di lesione di un CS, il SNC può sfruttare il segnale inibitorio del CS “normale”**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Il segnale inibitorio (rotazione verso il lato leso) fornisce informazioni solo con movimento a <u>bassa accelerazione</u>**
  - **Saturazione!**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Connessioni**
  - **Corteccia**
  - **Midollo spinale**
  - **Formazione reticolare (bulbare)**
  - **Nuclei somatomotori del III-IV-VI**
  - **Cervelletto**

Connessioni dei Nuclei Vestibolari

- **Cervelletto**
  - **Controllo inibitorio**

Le Risposte

- **Vestibolo-Collico (VCR)**
- **Vestibolo-Spinale (VSR)**
- **Vestibolo-Oculomotore (VOR)**

Le Risposte

- **VOR**
  - **movimento oculare compensatorio**

Le Risposte

- **VOR**
  - **deviazione coniugata lenta degli occhi in senso opposto alla direzione della testa (FL), seguita da una scossa rapida che riporta l'occhio al centro dell'orbita (FR)**

Le Risposte

- **VOR**
  - **l'alternarsi di FL e FR è alla base del nistagmo**

Il Nistagmo

- **Movimento tonico-clonico dei GO coniugato, ritmico, involontario, caratterizzato da una FL (vera risposta) e da una FR (direzione)**

Il Nistagmo

- **Il nistagmo è assente**
  - **In assenza di movimento del soggetto e/o dell'ambiente**
  - **Nel soggetto con funzione labirintica simmetrica e SVC "normale"**

Il Nistagmo

- **Se il soggetto è “fermo”**
  - **I due emisistemi vestibolari hanno un’attività tonica di base <u>simmetrica e correttamente elaborata del SVC</u>**
  - **Il SVC non registra alcun segnale di movimento**
  - **Nistagmo assente!**

Il Nistagmo

- **Il nistagmo può essere**
  - **Fisiologico**
  - **Generato da manovre**
    - **Cliniche**
    - **Strumentali**
  - **Evocato**
  - **Spontaneo-posizionale**

Il Ny fisiologico

- **La FL ha come scopo la stabilizzazione sulla fovea dell'oggetto di interesse ed è generata da uno stimolo**
  - **Vestibolare, durante i movimenti del capo e/o del corpo**
  - **Visivo, durante l'osservazione di una scena in movimento**

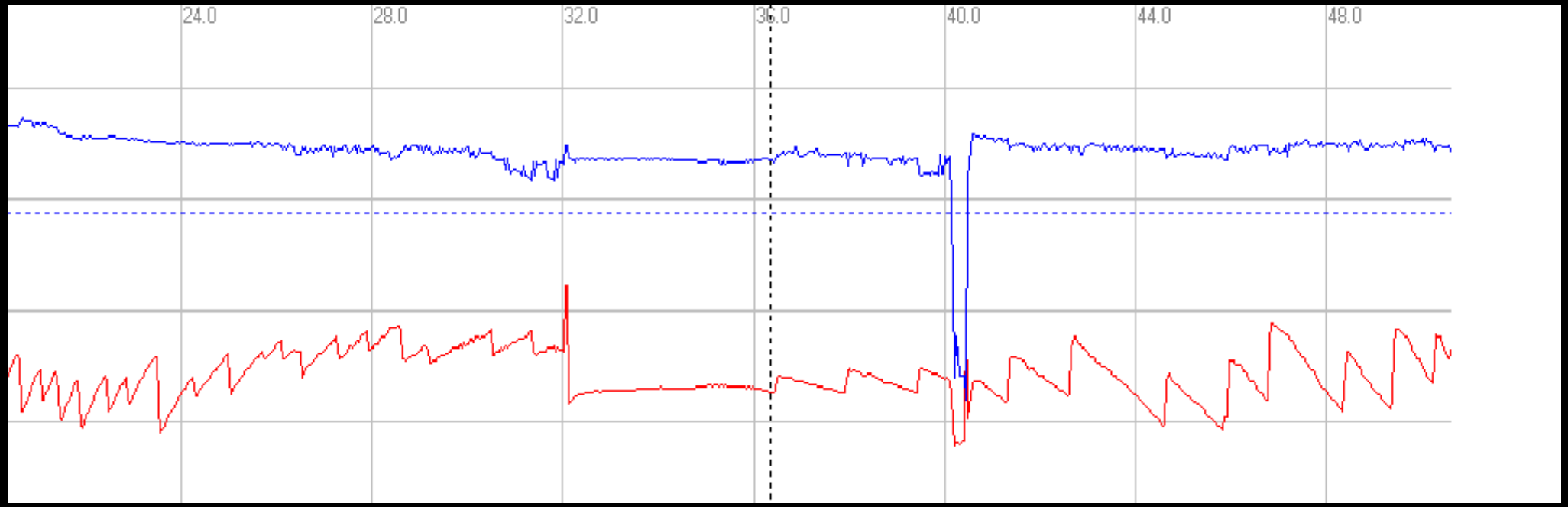
Il Ny fisiologico

- **Se il soggetto ruota a sinistra:**
  - **L'emisistema sinistro si eccita, l'emisistema destro si inibisce**
  - **Il SVC "registra una rotazione" verso il lato sede di maggiore attività**
  - **Nistagmo a sinistra!**
  - **Congruità percettiva (incosciente)!**

Il Ny generato da manovre cliniche

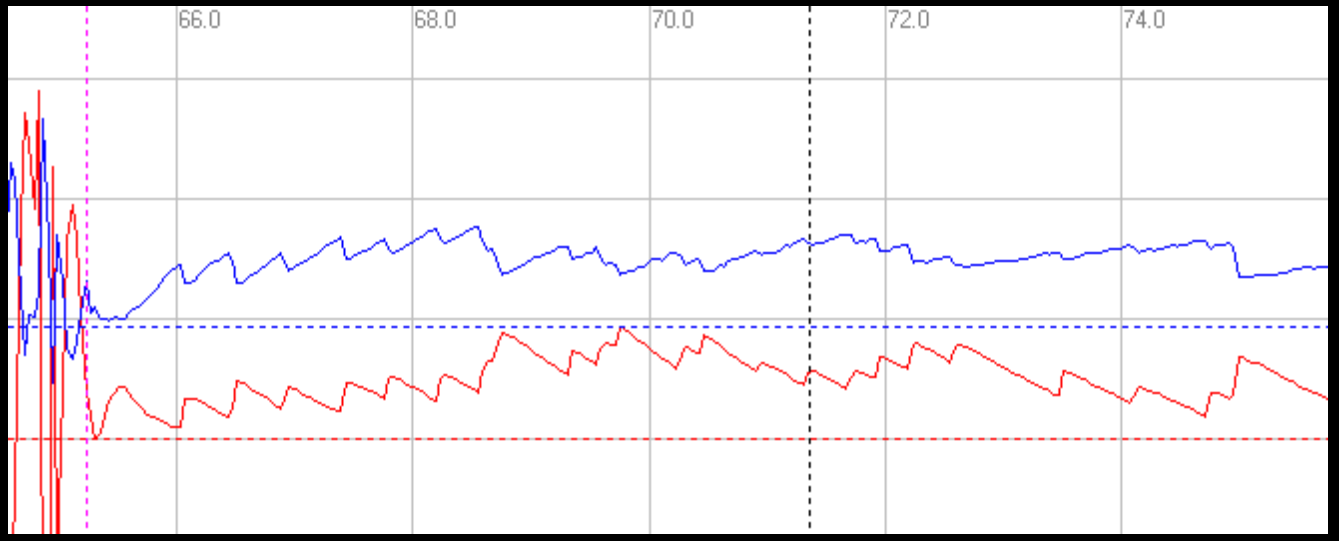
- **Rotazione del capo (H-VOR)**
- **Flesso-estensione del capo (V-VOR)**
- **Head-shaking test**
- **Manovra di Dix-Hallpike (CSV)**
- **Manovra di Pagnini-McClure (CSL)**

Il Nistagmo: Head Shaking Test



Prima Fase **Seconda Fase**

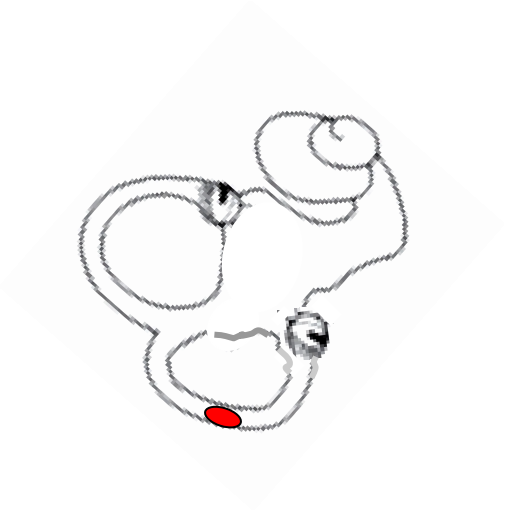
Il Nistagmo: Head Shaking Test



H-S orizzontale, Perverted Ny

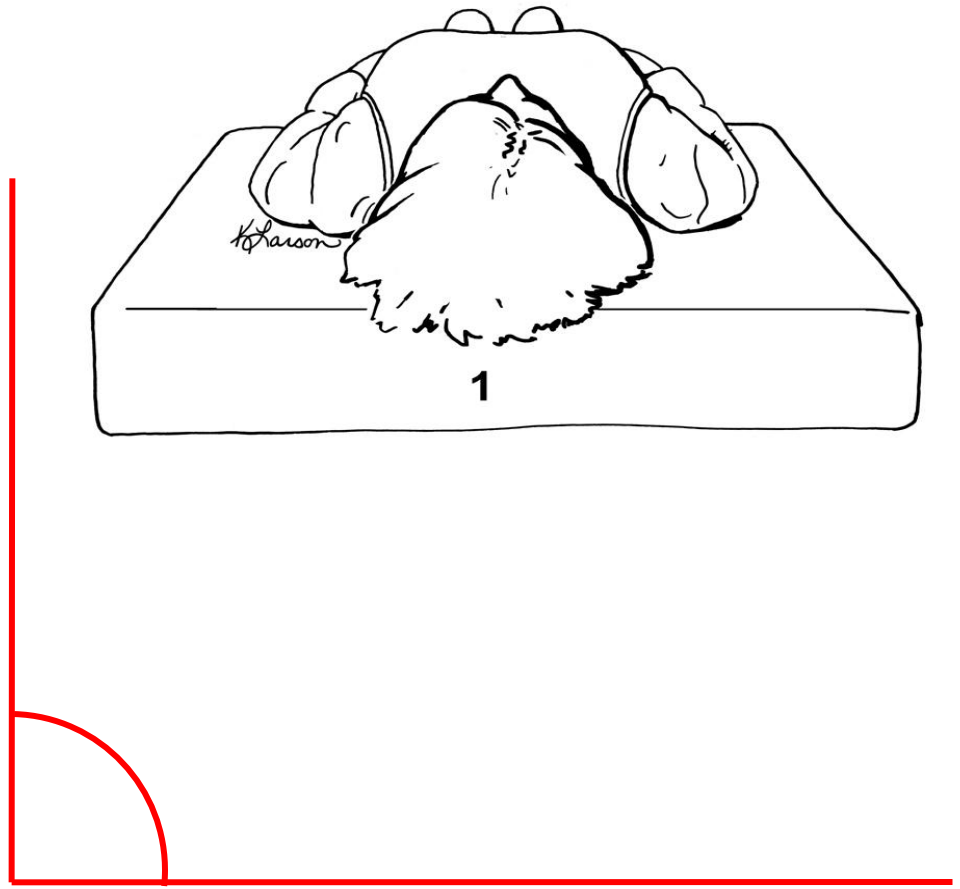
Il Nistagmo: Manovra di Dix-Hallpike

Il Nistagmo: Manovra di Dix-Hallpike



Il Nistagmo: Manovra di Dix-Hallpike

Il Nistagmo: Manovra di Pagnini-McClure



Il Nistagmo: Manovra di Pagnini-McClure

- **Litiasi del CSL**
  - **Ny geotropo: otc nel braccio non ampollare**
  - **Ny apogeotropo: otc nel braccio ampollare**

Il Ny generato da manovre strumentali

- **Prove di stimolazione termica**
- **Prove roto-acceleratorie**
- **Vibrazione**

Il Ny evocato da manovre oculari

- **Ny da sguardo eccentrico**
  - **Indicativo di sofferenza cerebellare, specialmente se associato a “rimbalzo”**

Il Nistagmo spontaneo-posizionale

- **E' sempre patologico**
  - **La fase lenta ha come risultato l'allontanamento della fovea dall'oggetto di interesse**
  - **La FL fisiologica ha come scopo la stabilizzazione sulla fovea dell'oggetto di interesse**

Il Sistema Visivo

- **Recettori**
  - **Fovea (saccadici, smooth pursuit)**
  - **Retina periferica (otticocinetico)**

Vie Centrali

- **Nervo ottico e vie visive**
- **Nuclei Vestibolari – Cervelletto**
- **Tronco encefalico (complesso OM)**
- **Talamo – Corteccia**

Le Risposte

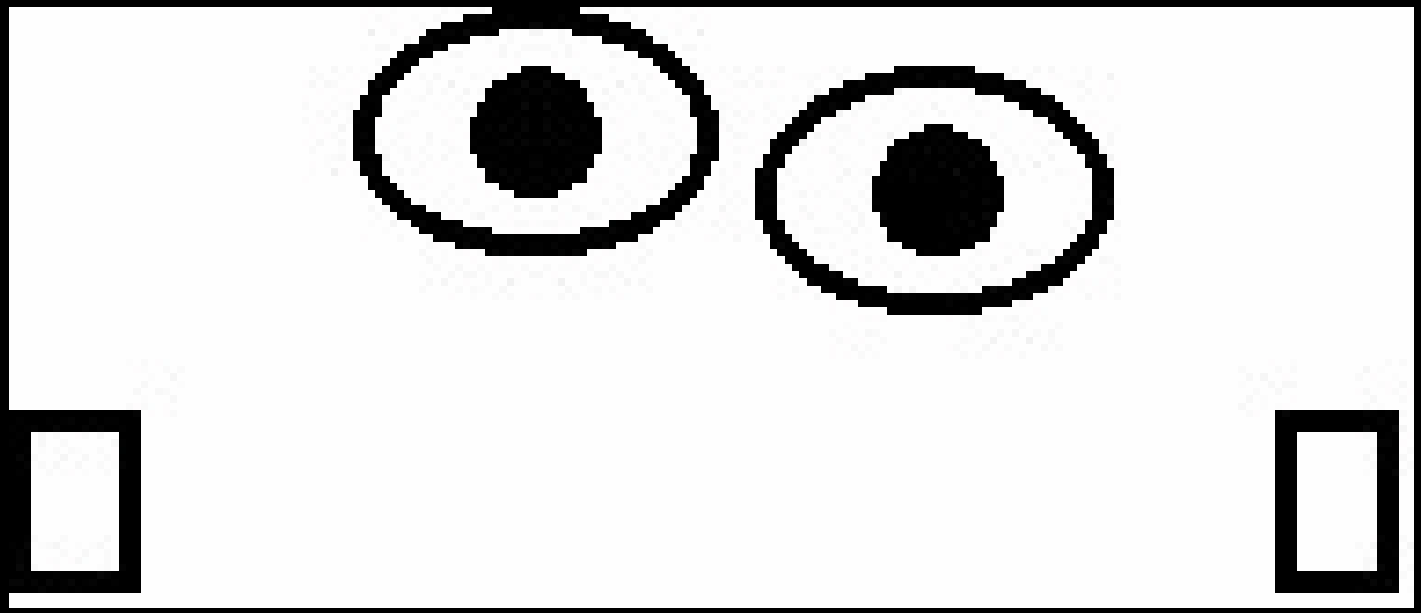
- **Saccadici**
- **Inseguimento lento**
- **Ny otticocinetico**

Le Risposte

- **Saccadici**
  - **Movimenti oculari di foveazione del T**
  - **Eliminano l'eccesso di informazioni**
    - **Breve latenza**
    - **Rapidi**
    - **Precisi**

Le Risposte

- **Saccadici**



Le Risposte

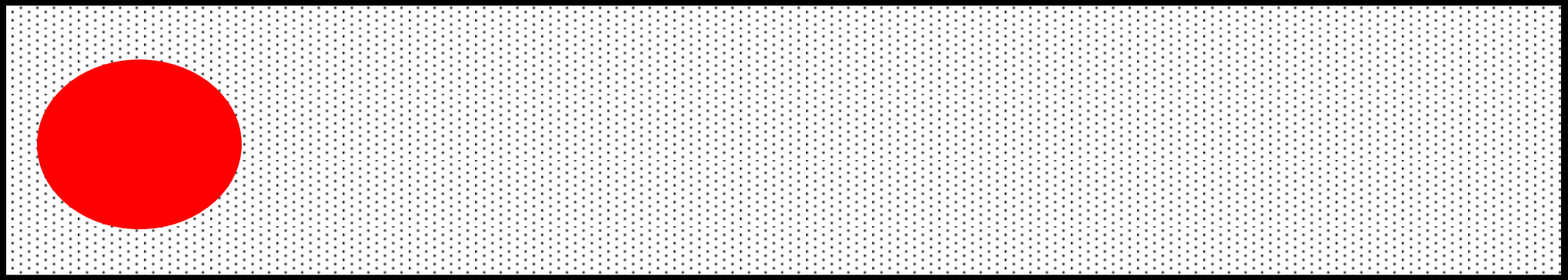
- **Saccadici**
- **Inseguimento lento**
- **Ny otticocinetico**

Le Risposte

- **Inseguimento lento**
  - **Stabilizzazione foveale che adatta V "OO" a V "T" in lento movimento**
    - **Se V "T" = 0: Fissazione**
    - **Se V "T" ≠ 0: Inseguimento lento**
    - **Efficace con V ≤ 40°/sec**

Le Risposte

- **Inseguimento lento**



Le Risposte

- **Saccadici**
- **Inseguimento lento**
- **Ny otticocinetico**

Le Risposte

- **Ny otticocinetico**
  - **Ampia scena in movimento (auto-treno)**
  - **Attivata dallo scivolamento delle immagini sulla retina**
    - **Stare: riflesso, FL piccole, FR frequenti**
    - **Look: fissazione, FL ampie, FR rare**

La Propriocezione

- **Recettori**
  - **Propriocettori**

Vie Centrali

- **Via della propriocezione**
- **Nuclei Vestibolari – Cervelletto**
- **Tronco encefalico (complesso OM)**
- **Talamo – Corteccia**

Le Risposte

- **Cervico-Collico (CCR)**
- **Cervico-Oculomotore (COR)**

Le Risposte

- **Cervico-Collico (CCR)**
  - **Stabilizzazione del capo**

Le Risposte

- **Cervico-Oculomotore (COR)**
  - **Stabilizzazione visiva dell'ambiente**
    - **rotazione del tronco a capo fermo**

Le Risposte

Riflesso Vestibolo-Oculomotore (VOR)

Riflesso Vestibolo-Spinale (VSR)

Riflesso Vestibolo-Collico (VCR)

Riflessi Visuo-Oculomotori (ViOR)

Saccade - Smooth Pursuit - Otticocinetico

Riflesso Cervico-Oculomotore (COR)

Riflesso Cervico-Collico (CCR)

Efficacia, Frequenza e Plasticità

- **Efficacia dei riflessi**
- **Range frequenziale dei sistemi**
- **Plasticità**

Efficacia dei Riflessi

- **Efficacia dei riflessi**
  - **Guadagno**
  - **Fase**
  - **K tempo**

Efficacia dei Riflessi

- **G = Risposta/Stimolo**
  - **Ideale = 1 (guadagno massimo)**
    - **Stimolo = 10**
    - **Risposta = 10**
    - **G = 1**

Efficacia dei Riflessi

- **I parametri nei riflessi vestibolari**
  - **VAFL: V alla quale si muove l'occhio (R)**
  - **Stimolo: V alla quale si muove**
    - **il capo (VOR)**
    - **una mira (inseguimento lento)**
    - **Il capo rispetto al tronco (COR)**

Efficacia dei Riflessi

Riflesso Vestibolo-Oculomotore (VOR)

Guadagno Alto: 0.9

Riflessi Visuo-Oculomotori (ViOR)

Smooth Pursuit

Guadagno Alto: 0.9

Riflesso Cervico-Oculomotore (COR)

Guadagno Basso: 0.1

Efficacia dei Riflessi

- **Efficacia dei riflessi**
  - **Guadagno**
  - **Fase**
  - **K tempo**

Efficacia dei Riflessi

- **Fase**
  - **sincronismo temporale tra R/S**
  - **valore ottimale: 180°**
    - **movimento degli occhi in perfetta opposizione di fase rispetto al movimento del capo**

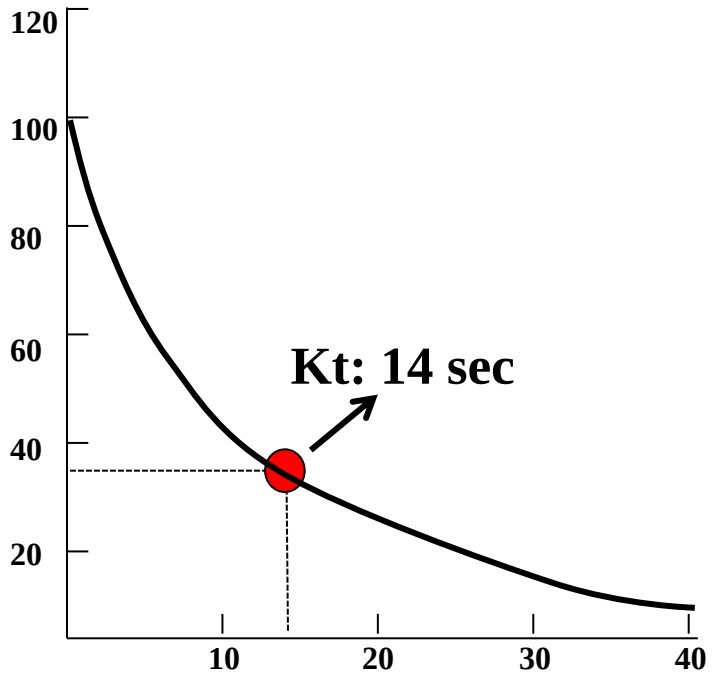
Efficacia dei Riflessi

- **Efficacia dei riflessi**
  - **Guadagno**
  - **Fase**
  - **K tempo**

Efficacia dei Riflessi

- **K tempo**
  - **tempo necessario affinché la risposta labirintica si riduca al 37 % del suo valore massimo: 10-15”**

Efficacia dei Riflessi



Risposta normale

Efficacia, Frequenza e Plasticità

- **Efficacia dei riflessi**
- **Range frequenziale dei sistemi**
- **Plasticità**

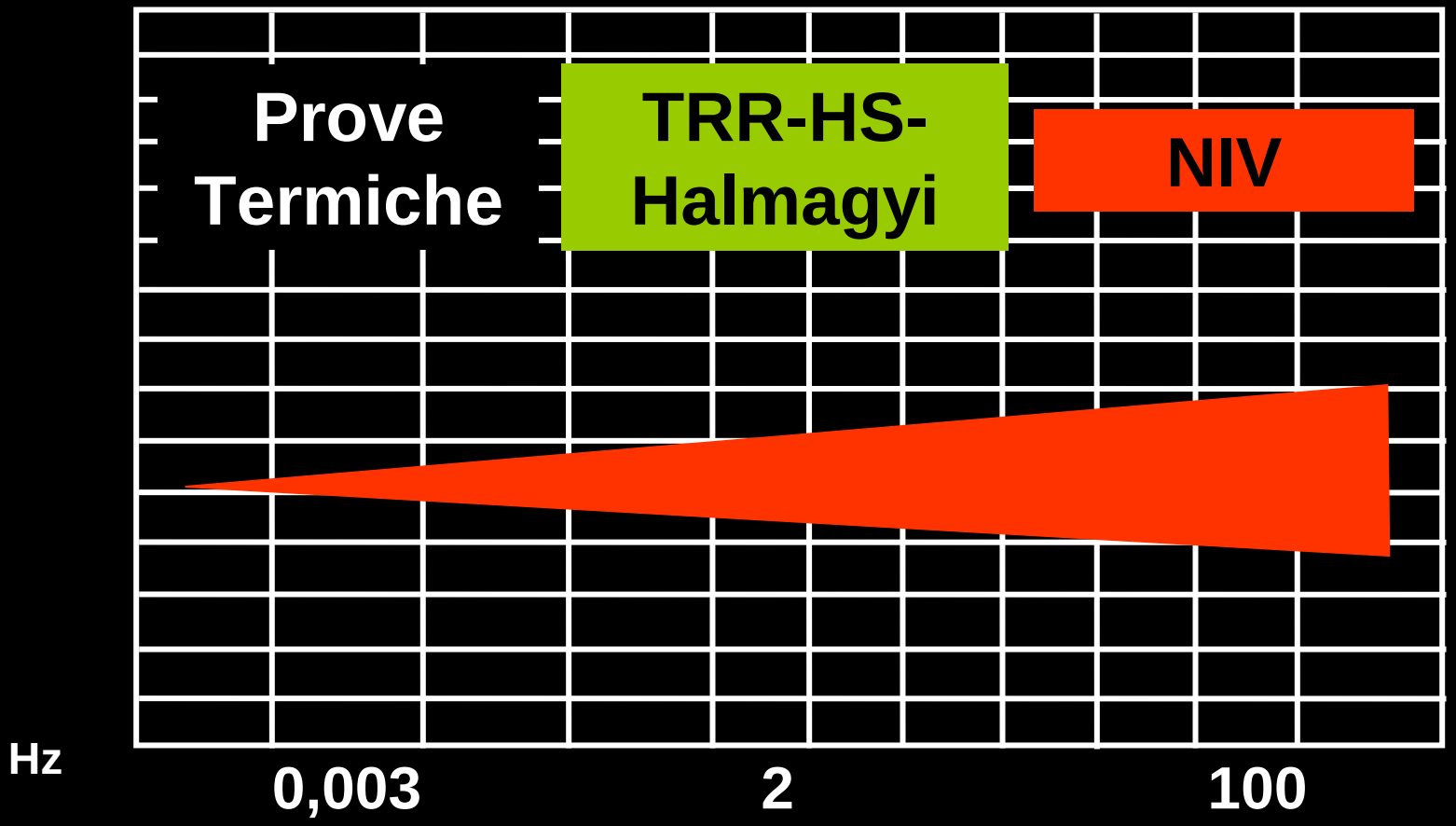
Frequenza

- **Range frequenziale dei sistemi**
  - **Frequenza alla quale il sistema “lavora” meglio**

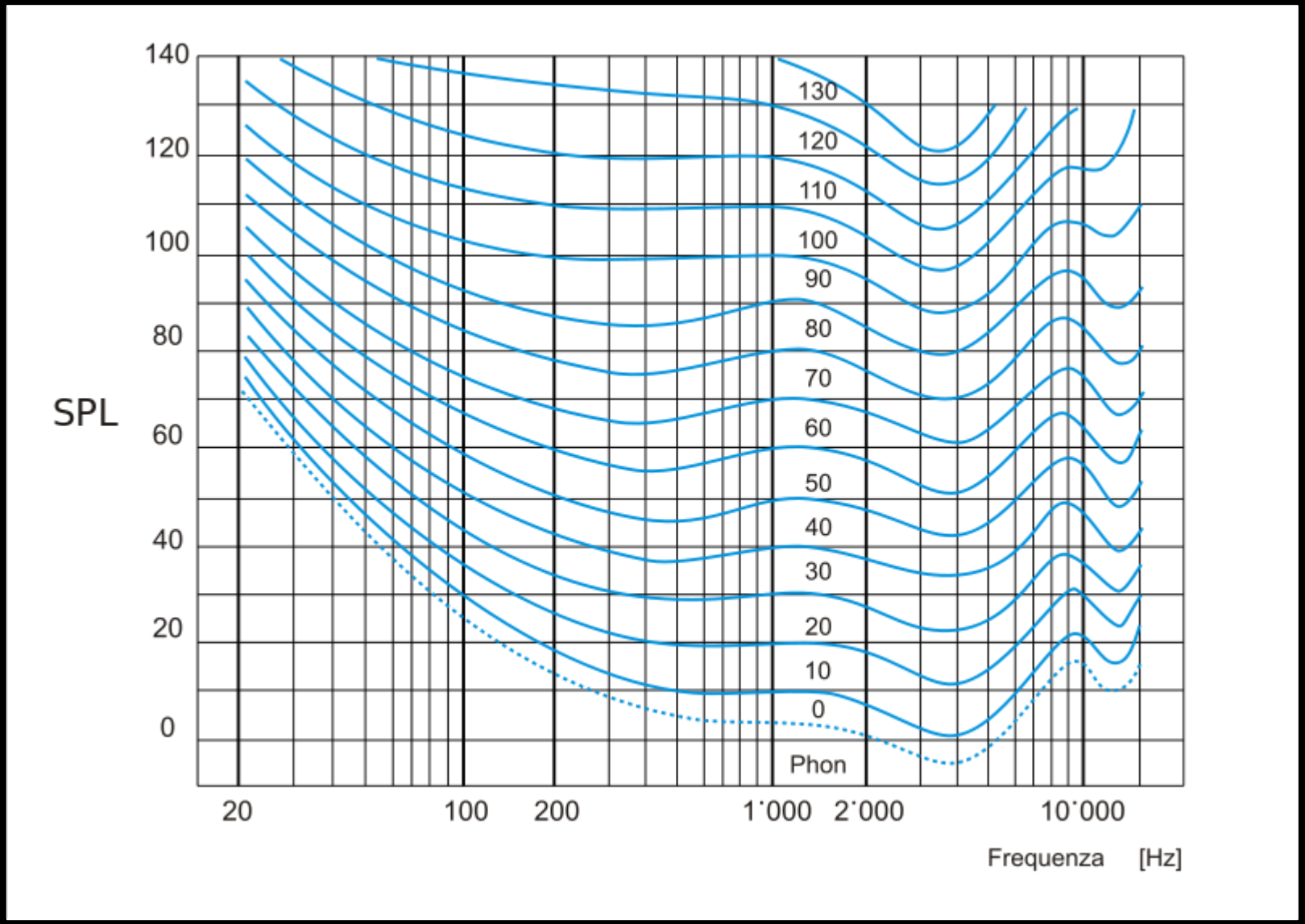
Frequenza

- **Il sistema vestibolare lavora ad alta frequenza, nell’ambito delle quali il sistema risponde a stimoli di bassa, media ed alta frequenza**

Frequenza



Frequenza


SPL
140
120
100
80
60
40
20
0
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Phon
20
100
200
1'000
2'000
10'000
Frequenza [Hz]

Frequenza

Riflesso Vestibolo-Oculomotore (VOR)

Frequenza Alta: 0.5-5 Hz

Riflessi Visuo-Oculomotori (ViOR)

Smooth Pursuit

Frequenza Bassa: ≤ 1 Hz

Riflesso Cervico-Oculomotore (COR)

Frequenza Bassa: ≤ 1 Hz

Frequenza

- **Lo stesso modello di protesi sanitaria, dalle valvole cardiache ai pacemaker, dai defibrillatori agli attrezzi chirurgici ha, in Italia, un**

prezzo che varia parecchio a seconda dell'Asl che lo acquista. "Repubblica" prova a squarciare il velo che copre il mercato impazzito dei dispositivi medici.

Efficacia, Frequenza e Plasticità

- **Efficacia dei riflessi**
- **Range frequenziale dei sistemi**
- **Plasticità**

Plasticità

- **Il peso relativo dei riflessi varia**
  - **in condizioni fisiologiche (età)**
  - **in condizioni patologiche (vestibolopatia)**

Riflessi Posturali, Sinergie e Strategie

- **Testa e/o corpo in movimento**
- **Testa ferma e mira in movimento**
- **Controllo postura e allineamento**

Riflessi Posturali, Sinergie e Strategie

- **Testa e/o corpo in movimento**
  - **Stabilizzare l'angolo di sguardo**

Riflessi Posturali, Sinergie e Strategie

- **Movimento rapido e breve**
- **Movimento lento e prolungato**

Riflessi Posturali, Sinergie e Strategie

- **Movimento rapido e breve**
  - **VOR e nistagmo fisiologico**

Riflessi Posturali, Sinergie e Strategie

- **Movimento prolungato**
  - **Inefficacia del VOR**
  - **Deterioramento delle immagini**
  - **ViOR e nistagmo otticocinetico**
  - **COR (-)**

Riflessi Posturali, Sinergie e Strategie

- **Testa e/o corpo in movimento**
- **Testa ferma e mira in movimento**
- **Controllo postura e allineamento**

Riflessi Posturali, Sinergie e Strategie

- **Testa ferma e mira in movimento**
  - **Variare l'angolo di sguardo**

Riflessi Posturali, Sinergie e Strategie

- **Mira in lento movimento**
- **Mira in rapido movimento**

Riflessi Posturali, Sinergie e Strategie

- **Mira in lento movimento**
  - **Movimento di inseguimento lento**

Riflessi Posturali, Sinergie e Strategie

- **Mira in rapido movimento**
  - **Movimento saccadico**

Riflessi Posturali, Sinergie e Strategie

- **Ampia scena in movimento**
  - **Nistagmo otticocinetico**

Riflessi Posturali, Sinergie e Strategie

- **Testa e/o corpo in movimento**
- **Testa ferma e mira in movimento**
- **Controllo postura e allineamento**

Riflessi Posturali, Sinergie e Strategie

- **Controllo postura e allineamento**
  - **VSR**
  - **CCR e VCR**

Riflessi Posturali, Sinergie e Strategie

	Sistema Propriocettivo	Sistema Visivo	Sistema Vestibolare
Recettore	Propriocettori	Fovea Ret. Periferica	Cupole Macule
Stimolo	Stiramento	Errore retinico Scivolamento	Accelerazione angolare-lineare
Riflesso	CCR COR	ViOR	VOR VSR-VCR
→ Guadagno	Basso (!!!)	Alto	Alto
→ Range Hz	Basso	Basso	Alto
Significato	Stabilizzazione α Posturale	Variazione α Posturale	Stabilizzaz. α Posturale

Conclusione Fisiopatologiche

- **VOR: informazioni sul movimento con alto guadagno (1)**
- **COR: informazioni sul movimento con basso guadagno (0.1)**
- **ViOR: nessuna informazione sul movimento (eccetto OK)**

Conclusione Fisiopatologiche

- **Solo la lesione di una struttura ad alto guadagno può determinare un'alterazione della percezione spaziale**

Conclusione Fisiopatologiche

- **La vertigine oggettiva origina da**
  - **lesione periferica: asimmetria acuta VOR**
  - **lesione centrale: dismodulazione acuta del VOR**

Conclusione Fisiopatologiche

- **Il disequilibrio origina da**
  - **lesione periferica: deficit acuto/cronico VSR**
  - **deficit visivo e/o propriocettivo**
  - **sofferenza neurologica extra-AV**

Conclusione Fisiopatologiche

- **La sofferenza propriocettiva non può mai determinare vertigine oggettiva ma solo contribuire al disequilibrio**

Implicazioni Cliniche

- **Una lesione periferica acuta monolaterale determinerà**
  - **deficit VOR con VO, Nistagmo, OTR, SD**
  - **deficit VSR con disequilibrio**
  - **fenomeni neurovegetativi**

Implicazioni Cliniche

- **Una lesione periferica bilaterale determinerà**
  - **deficit del VOR, assenza di ny, oscillopsia**
  - **deficit del VSR con disequilibrio**

Implicazioni Cliniche

- **Una lesione centrale determinerà**
  - **dismodulazione del VOR, VSR, ViOR**
  - **vertigine, disequilibrio, nistagmo**
  - **segni e sintomi della patologia di base**

Grazie