

Alterazioni dell'oculomotricità nelle lesioni corticali



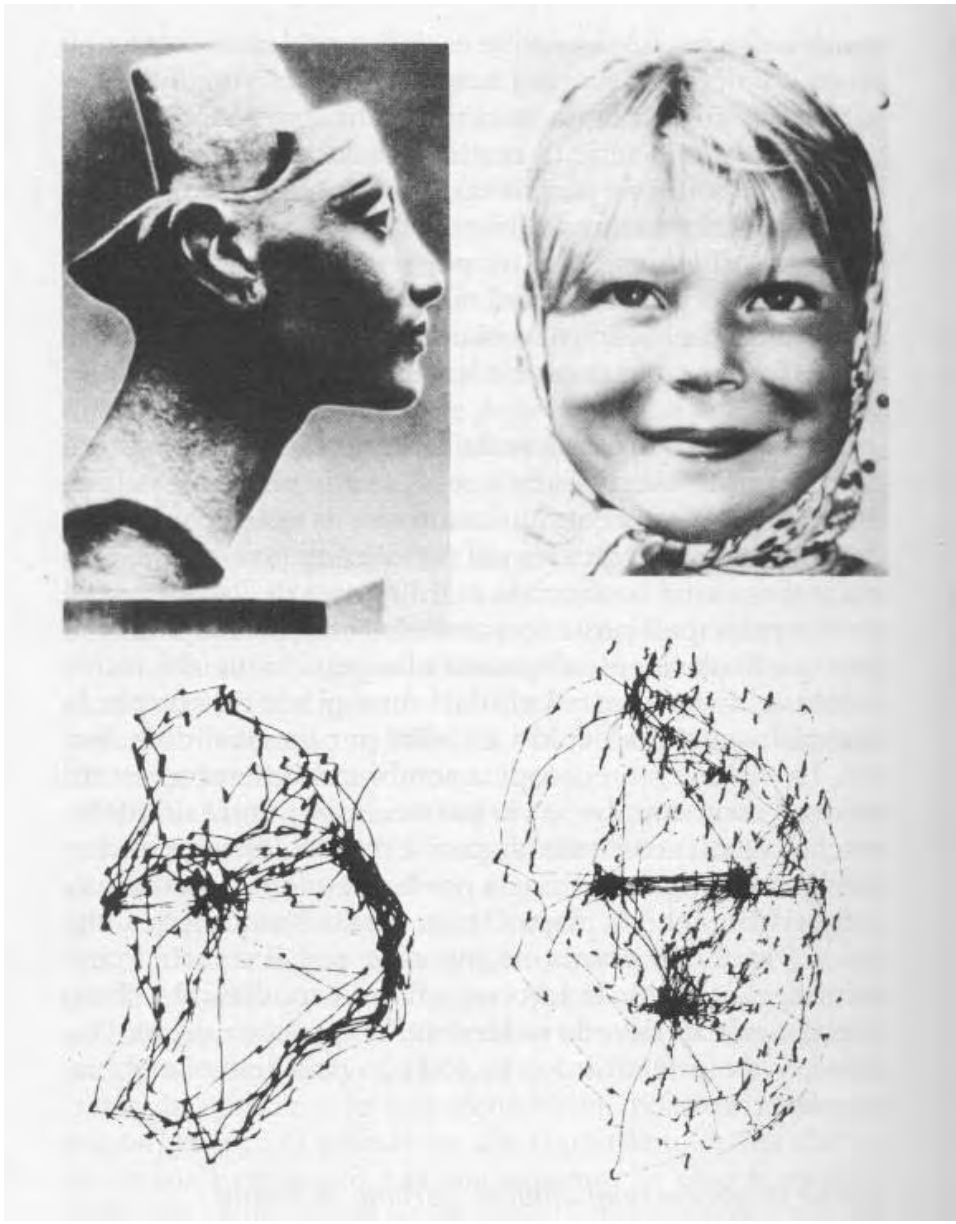
"Eugenio Medea"

Istituto di Ricovero e Cura
a Carattere Scientifico
Scientific Institute

Sandra Strazzer
Bosisio Parini

Il sistema oculomotore

- Il sistema oculomotore è il sistema motorio che controlla la posizione degli occhi con 2 funzioni principali:
 - portare le immagini sulla fovea
 - mantenerle su di essa
- La disomogeneità della retina rende infatti necessario la massima motilità dell'occhio nell'orbita in tutte le direzioni con le più diverse velocità a seconda le necessità del momento. Per tali ragioni l'oculomotricità è strettamente connessa con la capacità visiva



Il sistema oculomotore

- La funzione del sistema oculomotore è relativamente semplice, rispetto a quella che viene svolta dai sistemi motori per il controllo dei movimenti degli arti, infatti essa deve controllare "solo" 6 muscoli e 5 tipi di movimenti diversi

Il sistema oculomotore

I neuroni oculomotori differiscono dai motoneuroni spinali per queste caratteristiche

1. tutti i neuroni oculomotori prendono parte ai tutti e 5 i tipi di movimenti oculari (non esistono motoneurone specializzato sul singolo movimento)
2. presentano sequenze stereotipate di reclutamento, indipendentemente dal tipo di movimento che deve essere eseguito

Il sistema oculomotore

3. non rispondono mai a variazione di "carico" impreviste dall'esterno (non rispondono al riflesso di stiramento)
4. non hanno un controllo di tipo ricorrente
5. non sono divisi in muscoli rapidi e lenti

Il sistema oculomotore

Ogni medico che conosca il sistema oculomotore è in grado di descrivere e diagnosticare la maggior parte dei deficit oculomotori direttamente al letto del paziente, nonché di stabilire con esattezza la diagnosi di sede della lesione



Il sistema oculomotore

Tuttavia ad ogni livello del sistema oculomotore vi sono ancora molte cose oscure. Alcuni esempi:

1. Ogni neurone oculomotore codifica con precisione la posizione e la velocità dell'occhio. Ma poiché posizioni orbitali diverse richiedono forze differenti per raggiungere un certo equilibrio, il fattore che sta alla base del controllo motorio dovrebbe essere il diverso reclutamento dei motoneuroni. Al momento non si conosce come venga determinato e controllato il reclutamento dei neuroni

Il sistema oculomotore

2. Nei muscoli dell'occhio sono presenti numerosi recettori da stiramento quanti sono presenti nei muscoli scheletrici, e il numero dei fusi neuromuscolari aumenta passando dai carnivori, ai primati all'uomo. Ciononostante i muscoli extraoculari non utilizzano riflessi di stiramento perciò non si conosce il ruolo funzionale dei fusi

Il sistema oculomotore

3. sappiamo che il cervelletto partecipa alla funzione adattiva del controllo dell'oculomozione, ma questa funzione richiede la modifica permanente della sensibilità sinaptica... ma non è stata ancora determinata con certezza la sede di queste sinapsi modificabili
4. sappiamo che i movimenti oculari saccadici sono il mezzo con cui controlliamo il mondo, e che la corteccia cerebrale seleziona gli oggetti da esplorare, ma non conosciamo i meccanismi alla base di questa selezione

Il sistema oculomotore

Ciò che rende estremamente complessa la comprensione dei meccanismi che controllano il sistema oculomotore è la sua interazione con il sistema visivo, ma anche quello cognitivo che ci permettono ad esempio di individuare l'oggetto, di localizzarlo nello spazio, nell'identificazione del movimento, di percepirne la profondità...

Il sistema oculomotore

Queste interazioni richiedono tutte una integrazioni con funzioni cerebrali superiori nelle aree visive primarie, ma anche nelle aree associative. Tale complessità si gioca tra meccanismi riflessi e volontari, tra sistemi sottocorticali e corticali.

La semplice visione binoculare è il risultato della cooperazione del sistema visivo e del complesso sistema oculomotorio

Il sistema oculomotore

- Nel 1902 Raymond Dodge descrisse 5 sistemi motori in grado di portare la fovea sul bersaglio visivo e di mantenerla. Ognuno di questi sistemi utilizza poi la stessa via efferente comune costituita dai 3 gruppi di motoneuroni del tronco encefalico. Di questi 5 sistemi 2 stabilizzano gli occhi durante il movimento del capo e 3 portano la fovea sul bersaglio

Il sistema oculomotore

1. **MOVIMENTI VESTIBOLO-OCULARI:** mantengono stabile l'immagine sulla retina durante i movimenti del capo
2. **MOVIMENTI OPTOCINETICI:** mantengono stabile l'immagine sulla retina durante movimenti rotatori prolungati del capo
3. **MOVIMENTI OCULARI SACCADICI:** portano rapidamente la fovea verso un bersaglio visivo disposto sulla periferia del campo visivo
4. **MOVIMENTI DI INSEGUIMENTO:** mantengono fissa sulla retina l'immagine di un oggetto in movimento
5. **MOVIMENTI DI VERGENZA:** sono movimenti dei 2 occhi in direzioni opposte che fanno sì che l'immagine dello stesso bersaglio visivo si proietti su entrambe le fovee

Il sistema oculomotore

- Ognuno di questi sistemi pur utilizzando la stessa via efferente comune costituita dai 3 gruppi di motoneuroni del tronco encefalico, richiedono però un controllo ed una integrazione specifica a livello centrale

I MOVIMENTI LENTI

Il sistema del movimento lento di inseguimento provoca il movimento degli occhi nello spazio per mantenere sulla fovea l'immagine di un particolare bersaglio visivo, calcolandone la velocità del movimento e facendo muovere gli occhi alla stessa velocità, in modo da mantenere una visione perfetta. È un movimento volontario per la cui esecuzione è necessaria la presenza dello stimolo in movimento, non si può eseguire come semplice risposta ad uno stimolo verbale

I MOVIMENTI LENTI

La loro velocità massima è di $100^\circ /s$. Si conosce molto poco dell'organizzazione neuronale che permette movimenti di inseguimento. Non ci sono dubbi sulla partecipazione della corteccia e in particolare di quella visiva, ma le stimolazioni elettriche corticali hanno evocato esclusivamente movimenti saccadici e successivi ritorni lenti. Sono state però identificate attivazione di cellule della corteccia parietale

I MOVIMENTI SACCADICI

Il movimento saccadico porta velocemente, con un movimento simile a quello della fase rapida del nistagmo, l'oggetto sulla fovea.

Sono movimenti programmati prima dell'esecuzione del movimento stesso.

I movimenti saccadici sono molto stereotipati, hanno un movimento caratterizzato dal regolare aumento e diminuzione della velocità del globo oculare

I MOVIMENTI SACCADICI

I movimenti saccadici possono essere eseguiti anche su comando verbale, possono conseguire a stimoli tattili, e anche a ricordi della posizione di un oggetto nello spazio. Possiamo inoltre modificare l'ampiezza e la direzione dei movimenti saccadici, ma non ne possiamo controllare la velocità. I movimenti saccadici sono così rapidi ($900^\circ/s$) che, di norma, non possono sfruttare controlli a feedback, le correzioni avvengono con piccoli saccadici che seguono quello primario

I MOVIMENTI SACCADICI

La velocità è determinata dalla ampiezza dell'impulso (differenza tra scarica ad alta frequenza e scarica di tipo tonico = step). La durata dell'alta frequenza determina la durata del saccadico.

Il sistema del movimento saccadico è in grado di adattarsi alle variazioni dello stato funzionale dei muscoli estrinseci degli occhi

I MOVIMENTI SACCADICI E IL CONTROLLO CENTRALE

Se un muscolo diventa paretico il movimento saccadico diventa ipometrico, ma se si occlude l'occhio sano si modifica il saccadico dell'occhio paretico (diventa ipermetrico nell'occhio sano).

I MOVIMENTI SACCADICI E IL CONTROLLO CENTRALE

Il cervelletto controlla tale attività e l'adattamento alle variazioni delle forze dei muscoli: le lesioni della parte dorsale del verme cerebellare e dei nuclei del fastigio interferiscono con l'ampiezza dell'impulso e le lesioni del flocculo interferiscono con l'adeguamento dell'intensità del gradino (step) saccadico all'intensità dell'impulso

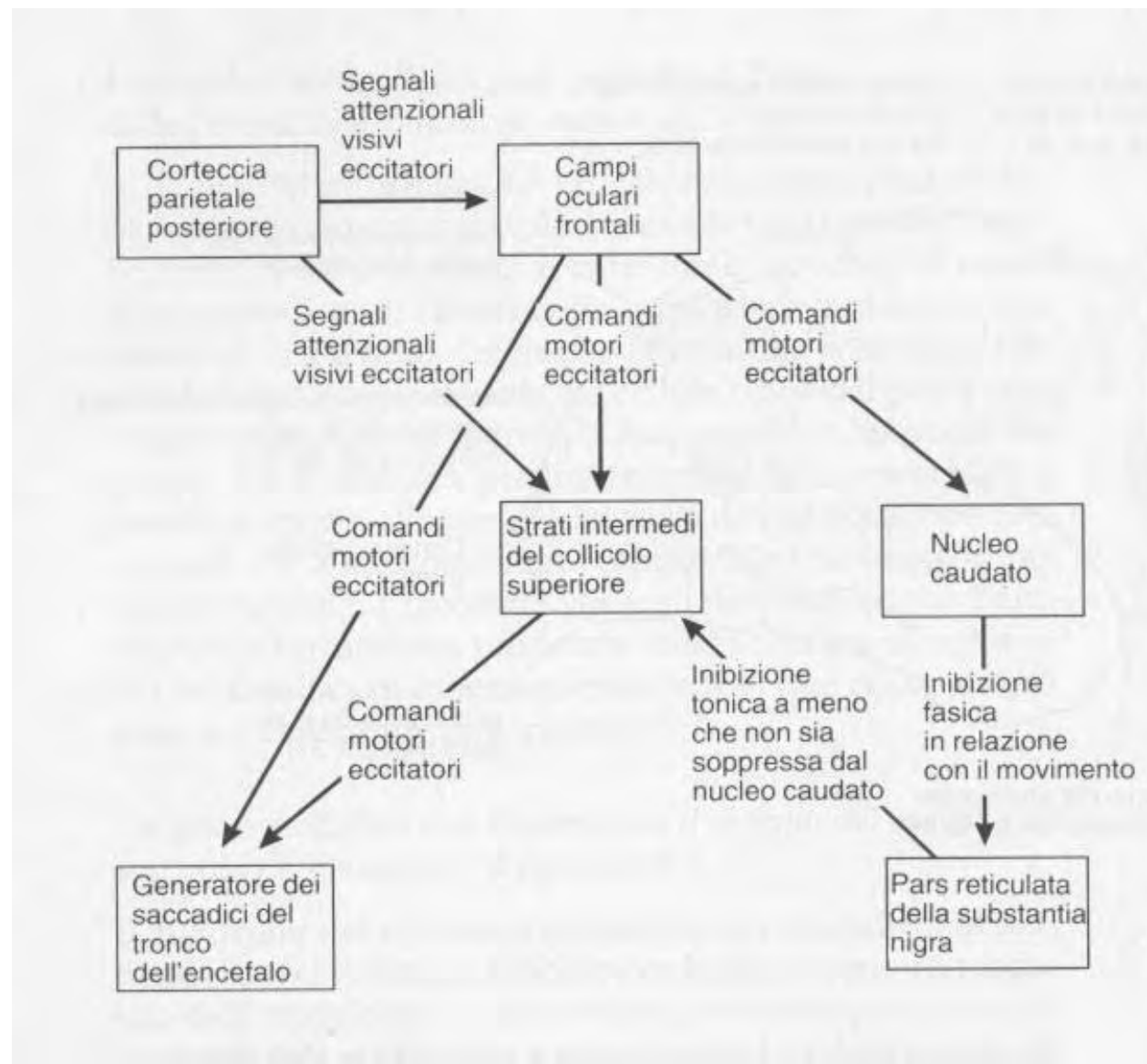
I MOVIMENTI SACCADICI E IL CONTROLLO CENTRALE

Quindi, il flocculo assicura la corrispondenza impulso-gradino e la parte dorsale del verme ed i nuclei del fastigio assicurano che l'ampiezza dell'impulso sia adeguata.

I saccadici vengono organizzati da circuiti pontini e mesencefalici di cui fanno parte le cellule burst, che in genere sono sotto il controllo del collicolo superiore

I MOVIMENTI SACCADICI E IL CONTROLLO CENTRALE

I saccadici che sono rilevanti per il comportamento visivo sono sotto controllo della corteccia cerebrale, che può agire tramite il collicolo superiore o indipendentemente da esso



I MOVIMENTI SACCADICI E IL CONTROLLO CENTRALE

Lo studio delle saccadi nel primo anno di vita può rappresentare anche un esempio di come vi sia una progressiva evoluzione verso una "funzionalità corticale", passando da meccanismi puramente riflessi a dinamiche intenzionali

I MOVIMENTI SACCADICI E IL CONTROLLO CENTRALE

Nel primi mesi l'attenzione visiva passa infatti dalla pura attrazione dell'oggetto per le sue caratteristiche esteriori, che appunto "attragono" lo sguardo del bambino (saccade "riflessa"), alla ricerca intenzionale da parte del soggetto (saccade "intenzionale").

I MOVIMENTI SACCADICI E IL CONTROLLO CENTRALE

Il primo soggiace a meccanismi sottocorticali costituiti dal circuito tratti ottici- collicolo superiore - nuclei oculomotori. L'altro meccanismo è invece sotto il controllo corticale attraverso la via genicolo-striatale, aree corticali striate ed estrastriate e di associazione - corteccia frontale - nuclei oculomotori (Bianchi P.E. e Fazzi E. - 1999).

I MOVIMENTI SACCADICI E IL CONTROLLO CENTRALE

Queste vie pur essendo indipendenti fra loro sono però collegate da una via inibitoria costituita da corteccia cerebrale - nuclei della base - sostanza nigra - collicolo superiore, che bloccano la via della saccade riflessa, libera le potenzialità del sistema corticale, bilanciando e integrando così i due sistemi di orientamento visivo (Schiller 1985)

I MOVIMENTI SACCADICI E IL CONTROLLO CENTRALE

In realtà non esiste un movimento saccadico senza movimento della testa per tale motivo il movimento saccadico deve essere controllato attraverso un meccanismo a feed-back dal sistema vestibolare. Il blocco della testa durante l'esecuzione di movimenti saccadici porta a un movimento eccessivo che supera il bersaglio

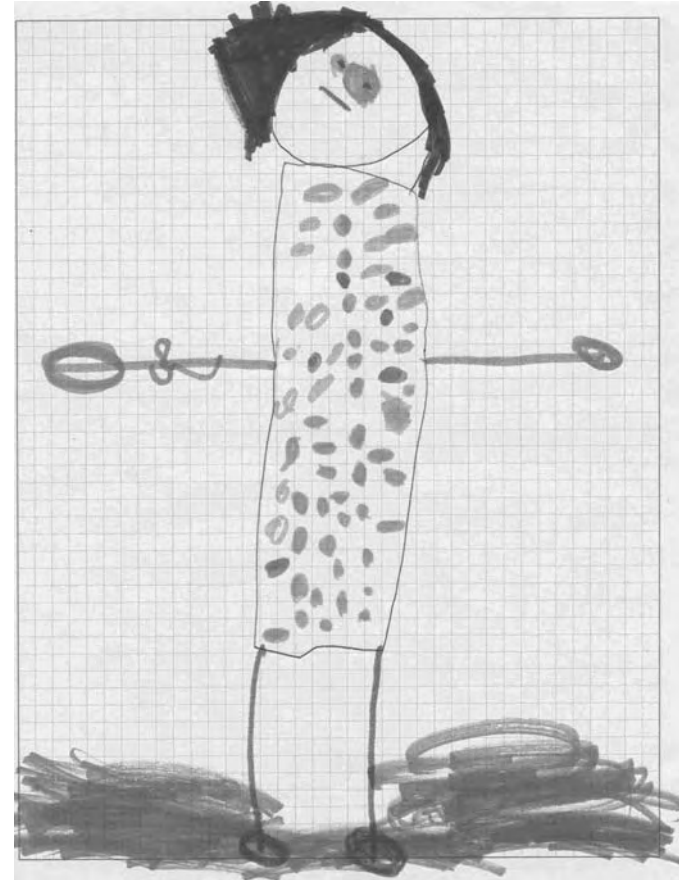


Quali sono i quadri di alterazioni dell'oculomotricità nelle lesioni centrali???

Una lesione acuta in area frontale provoca **deviazione dello sguardo** dal lato della lesione, abolizione dei movimenti saccadici volontari verso il lato opposto con pseudoemianopsia. Le paralisi sono transitorie, pochi giorni.

In conseguenza di lesioni frontali bilaterali c'è la perdita della motilità saccadica in tutte le direzioni.

Le lesioni capsulari portano a deviazione del capo e degli occhi dal lato della lesione.



LESIONI DEI LOBI FRONTALI sono caratterizzate da anomalie ai movimenti saccadici e deficit dell'esplorazione visiva volontaria. La latenza dei saccadici normalmente aumenta, mentre a volte può diminuire, probabilmente per la perdita dell'inibizione verso il collicolo superiore.

LESIONI FRONTALI ALLE AREE MOTORIE SUPPLEMENTARI mostrerebbero uno specifico deficit nella generazione di sequenze di saccadi precedentemente memorizzate.

LESIONI ALLA CORTECCIA PREFRONTALE DORSOLATERALE ha evidenziato un deficit nell'esecuzione di saccadi riflesse su target visivi

LESIONI PARIETALI FOCALI sono raramente descritte, più spesso associate a disturbi di campo visivo. È descritto un incremento di latenza, ipometria per saccadi dirette controlateralmente, una riduzione della velocità.

LESIONI PARIETALI BILATERALI possono causare aprassia oculomotoria, anomalie nello scanning visivo. È stato anche descritto un deficit nelle saccadi riflesse.

Sicuramente è implicata l'abilità dello shifting dell'attenzione su nuovi stimoli che compaiono nel campo visivo.

Vi può essere anche un deficit nel generare saccadi che prevedono la posizione finale del target

C'è una tale interconnessione tra aree parietali e frontali che probabilmente non è possibile separare completamente le due vie

IL CERVELLETTO appare importante per il controllo delle saccadi per quanto riguarda l'accuratezza (metria), e nel correggere le saccadi in base alle modifiche meccaniche dei muscoli extraoculari e ai tessuti dell'orbita (funzione adattiva)

Funzioni superiori e movimenti oculari

The Journal of Neuroscience, September 12, 2007 • 27(37):9893–9900 • 9893

Behavioral/Systems/Cognitive

Common and Differential Ventrolateral Prefrontal Activity during Inhibition of Hand and Eye Movements

Hoi-Chung Leung and Weidong Cai

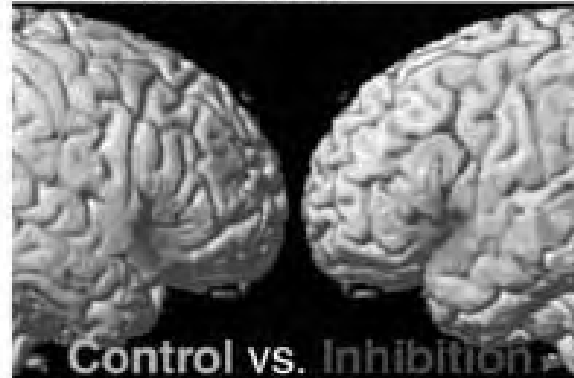
Department of Psychology, State University of New York at Stony Brook, Stony Brook, New York 11794

The inferior frontal cortex, particularly the ventrolateral prefrontal cortex (VLPFC) in the right hemisphere, has been implicated to serve as a general inhibitory mechanism in the cognitive control of behavior. Because this notion was primarily based on studies of response inhibition in manual tasks, it has yet to be validated in other response modalities. We conducted a functional magnetic resonance imaging study to examine whether the VLPFC is commonly activated during inhibition of responses by hand and by eye within the same subjects. We used the stop-signal task, a relatively pure measure of response inhibition, as the behavioral paradigm. Results from 12 subjects showed that both the right and the left caudal VLPFC and anterior insula, rostral to the premotor area, are activated during inhibition of both manual and saccadic responses. Within the posterior VLPFC, activations overlapped to a significant extent across the two response modalities, although a weaker functional differentiation was also found along the dorsoventral axis. Other areas such as medial superior frontal gyrus (pre-supplementary motor area/supplementary eye field), dorsolateral prefrontal cortex, and inferior parietal cortex were also activated during canceling both hand and eye movements. Our findings suggest that a common VLPFC network is involved in response inhibition, although the specific control of the different response modalities may be partially segregated within the lateral prefrontal cortex.

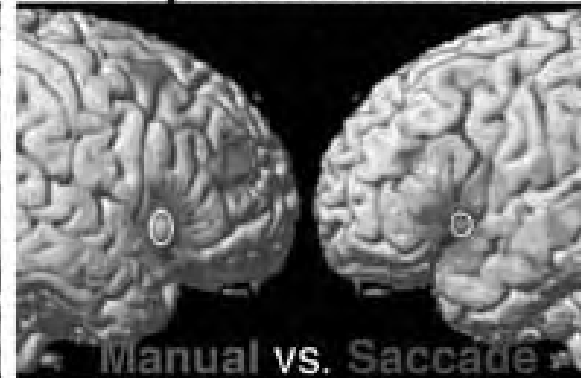
Key words: inferior frontal gyrus; insula; motor; oculomotor; cognitive control; countermanding; stop-signal task; human

Funzioni superiori e movimenti oculari

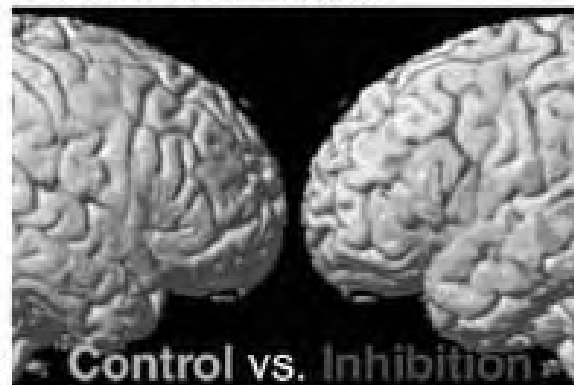
C. Manual data



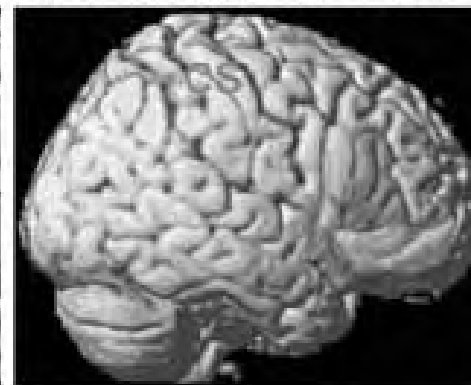
E. Resp. inhibition data



D. Saccade data

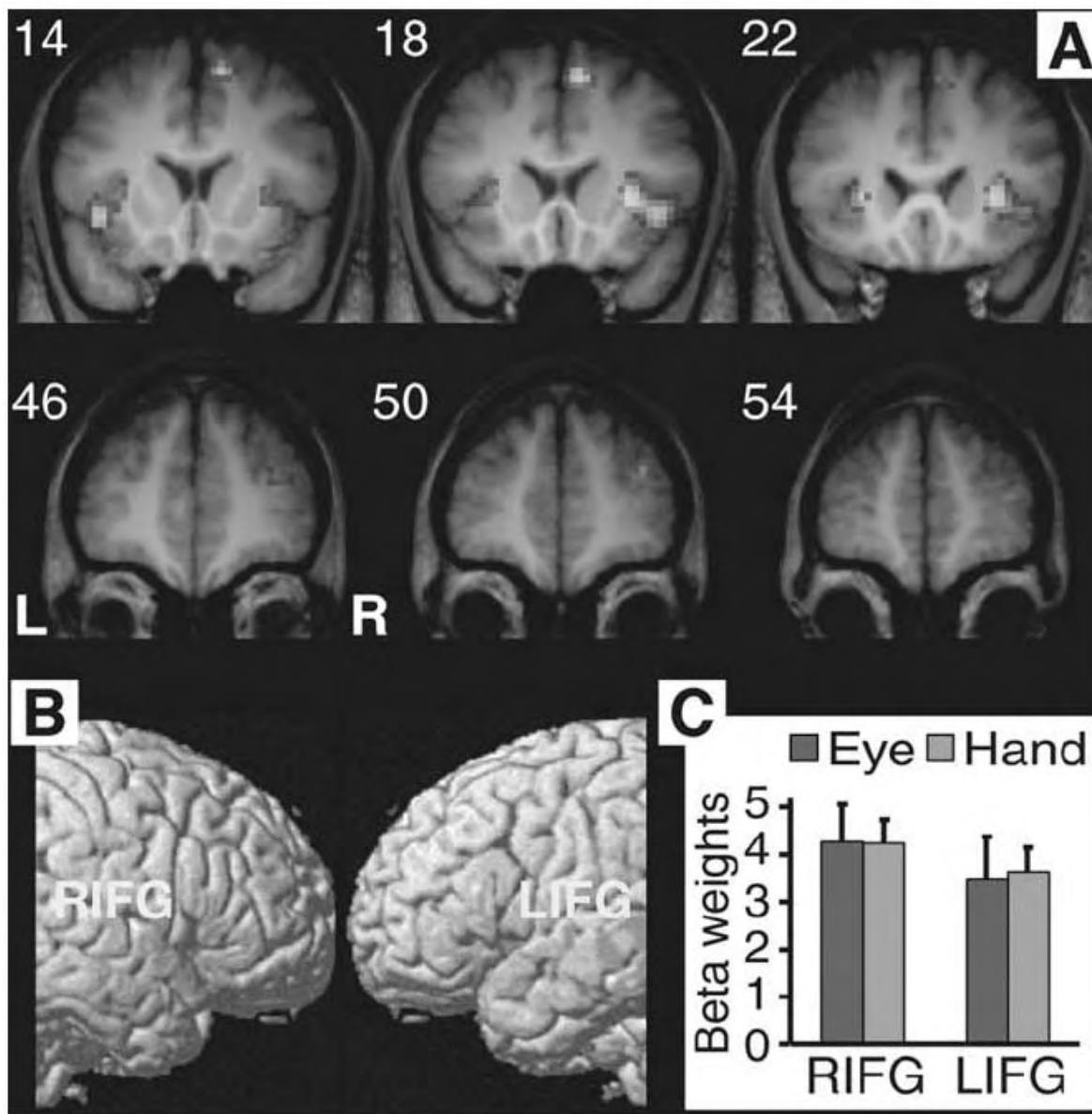


F. IFG subdivisions



]

-
-
-
-
ns



CASISTICA DI BOSISIO CEREBROLESIONI ACQUISITE

CASISTICA DI BOSISIO

Da una casistica di 396 pazienti ricoverati dal 2002 al 2007 nel nostro Istituto, sono stati selezionati 307 pazienti che abbiamo diviso in 3 categorie:

- 211 pazienti presentavano esiti di TC
- 43 pazienti esiti di danno anossico
- 53 pazienti presentavano una lesione focale (stroke ischemici ed emorragici ed encefaliti)

Le valutazioni riguardano il primo ricovero riabilitativo dopo la fase acuta.

CASISTICA DI BOSISIO

L'età media dei pazienti è 12,2 anni (SD 8,8), mediana 11,5.

212 maschi/95 femmine.

media della GCS 5,5,

media dei giorni di coma è 42 giorni

CASISTICA DI BOSISIO



Presentano un'alterazione
dell'oculomotricità

il 45,5% dei posttraumatici

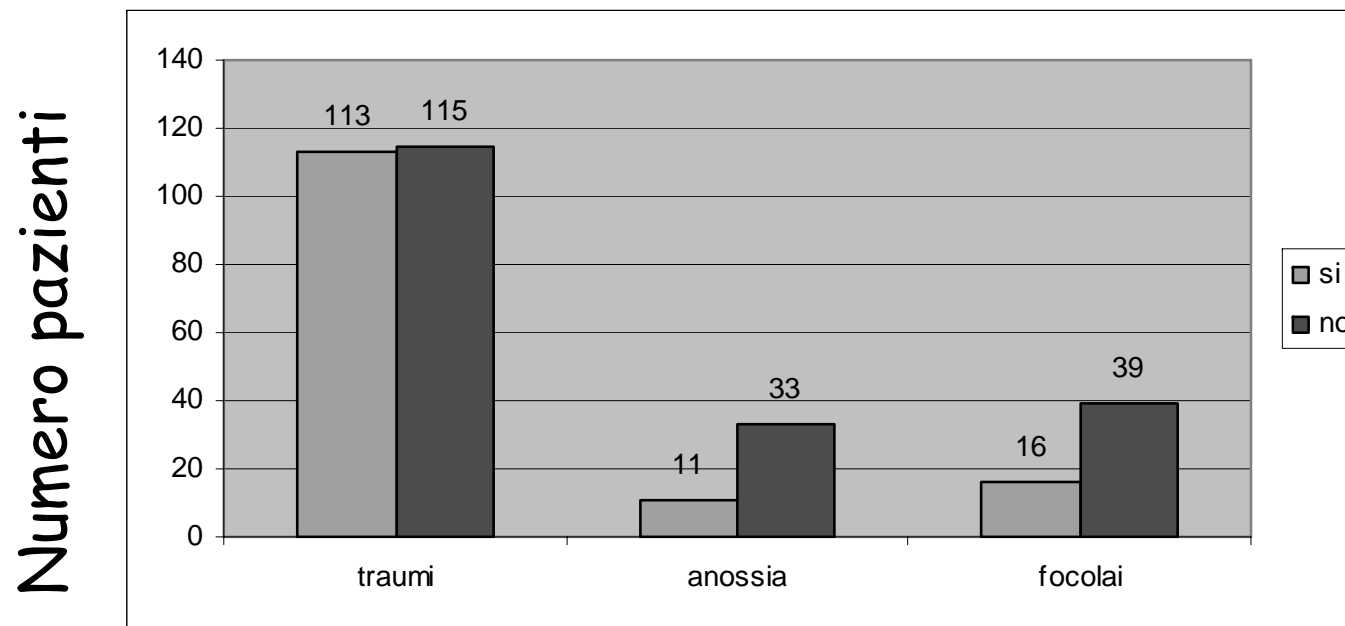
il 23,3% dei post-anossici

il 26,4% dei pazienti con lesione focale

problematiche visive associate nelle tre
classi esaminate nel 36, 27 e 32%

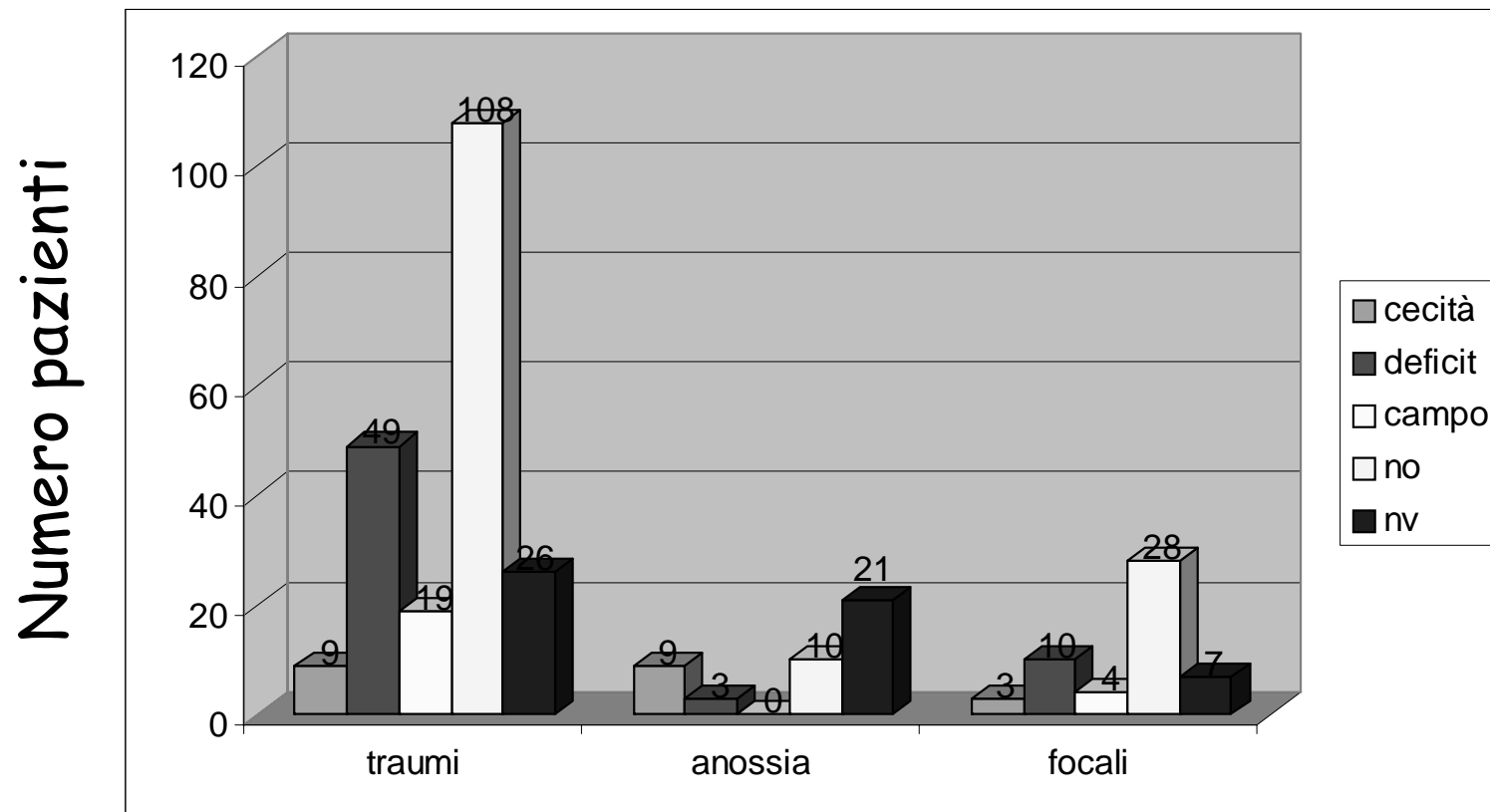
CASISTICA DI BOSISIO

alterazione dell'oculomotricità



CASISTICA DI BOSISIO

alterazione visiva



CASISTICA DI BOSISIO

Per quanto riguarda l'oculomotricità
l'alterazione più frequente è l'exotropia:
15% dei soggetti posttraumatici
9,3 % dei postanossici
7,5% nelle lesioni focali

Nel loro complesso l'alterazione della tropia
(exo, eso, ipo, iper-tropia) sono
rispettivamente di 28,4%, 13,9% e 11,3

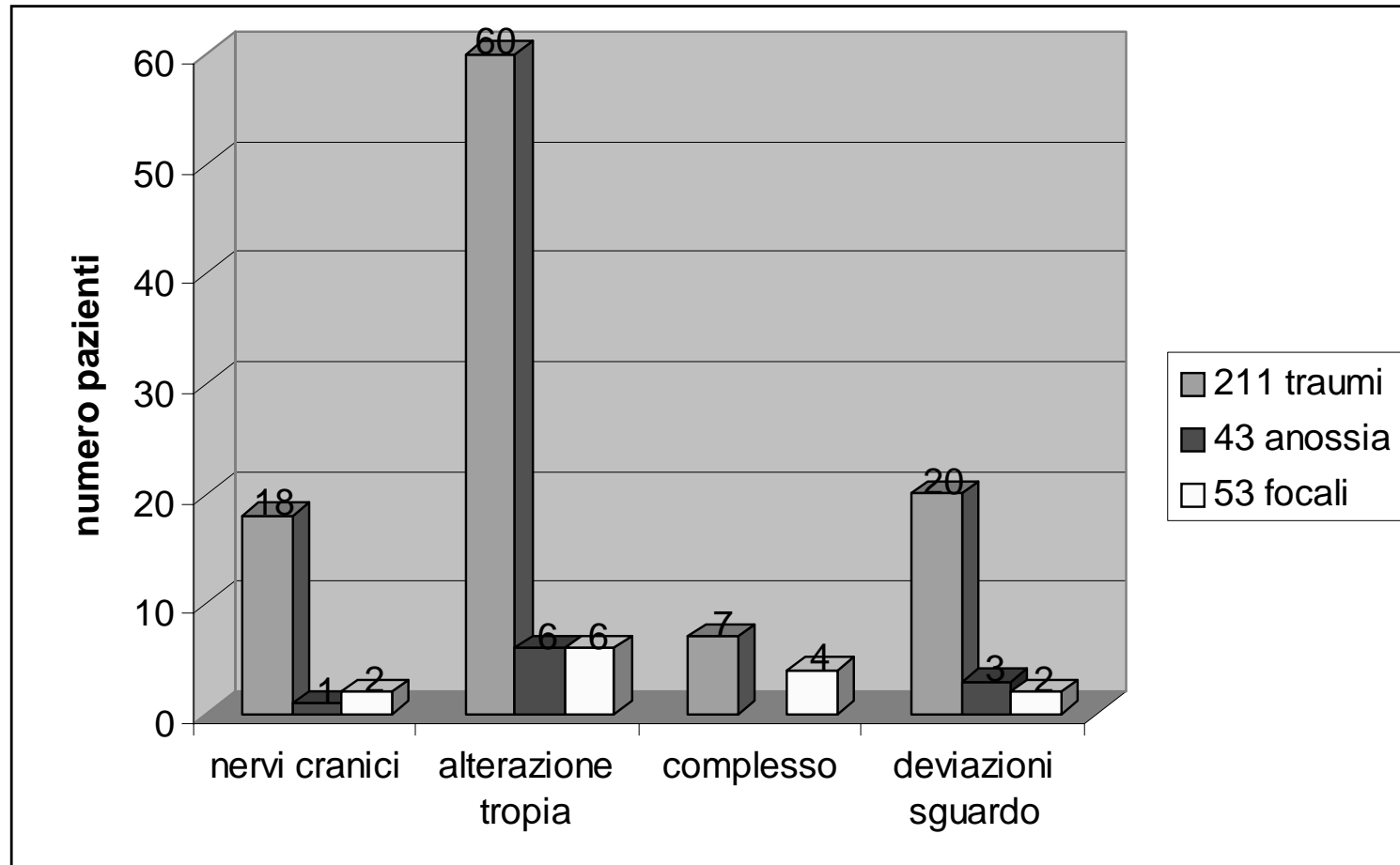
CASISTICA DI BOSISIO

La seconda alterazione della motilità oculare è, per tutte e 3 le categorie, la deviazione oculare che rappresenta il 9,5%, il 7% e il 3,8%

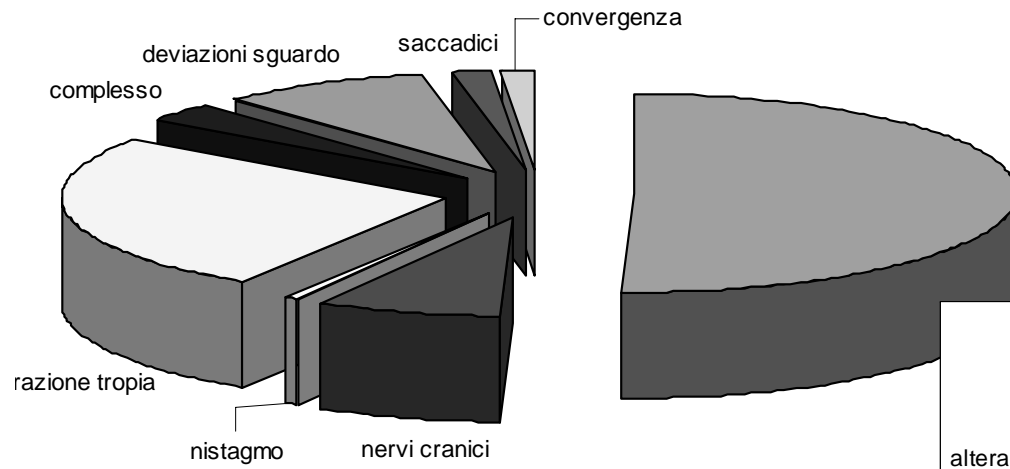
La terza più frequente alterazione è la paralisi dei nervi cranici che sono l'8,5%, l'2,3 e 3,8% con netta prevalenza della paralisi del 3 nervo cranico

Seguono i deficit definiti complessi, alterazioni dei movimenti saccadici, deficit della convergenza

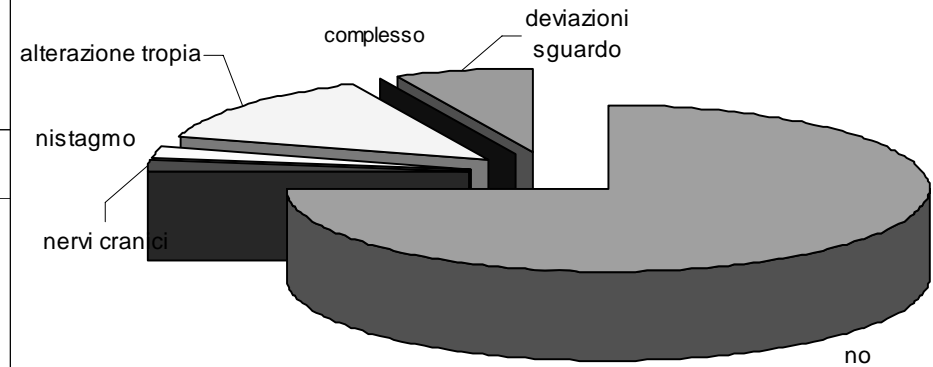
CASISTICA DI BOSISIO



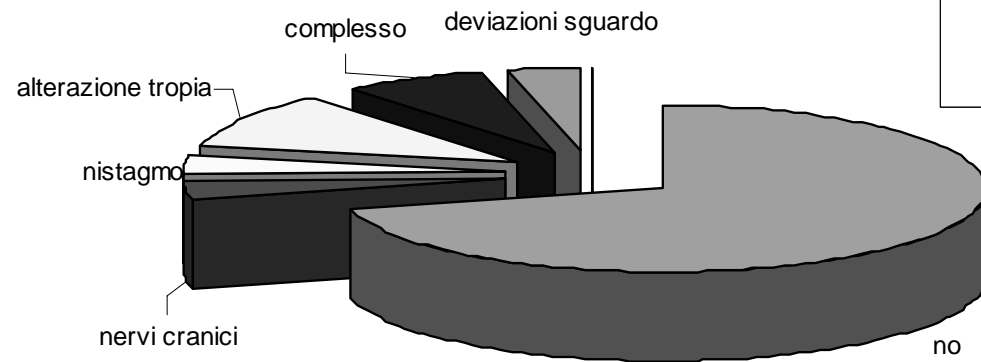
211 traumi



43 anossia



53 focali



CASISTICA DI BOSISIO

Rivalutando al follow-up (media 3,5 anni con SD 3,0) i 26 pazienti che presentavano deviazione oculare durante il I ricovero abbiamo riscontrato:

- in 10 pazienti exotropia, mentre 1 paziente presentava esotropia
- persistenza di deviazione oculare in 8
- alterazione dell'inseguimento visivo, alterazioni dell'esplorazione o dei movimenti saccadici in 10 pazienti
- in 2 pazienti non era possibile evocare un inseguimento e una fissazione

DEVIAZIONE OCULARE

Esoforia

No

Dev difficoltà di inseguimento

Dev

Dev saccadici occasionali

esplorazione disorganizzata

Exotropia inseguimento lento difficile da evocare

Exotropia inseguimento a scatti

difficile inseguimento a scatti con perdita di
fissazione

Exotropia

Exotropia

Exotropia fissazione e inseguimento non evocabili

Exotropia

Dev

DEVIAZIONE OCULARE

	accomodazione convergenza
Exotropia	accomodazione convergenza
Exotropia	fissazione e inseguimento non evocabili
No follow up	
exoipertropia	inseguimento a scatti
Exotropia	
Dev	oculomozione difficile da evocare
Nistagmo	
inseguimento difficile	saccadici dismetrici
Dev	mov oculari non finalizzati all'aggancio visivo
Dev	
Dev	

CONCLUSIONE

- I problemi dell'oculomotricità sono frequenti nelle lesioni acquisite con una netta prevalenza nei traumi cranici rispetto alle lesioni focali e ai quadri di anossia. I quadri descritti sono spesso più complessi e durevoli rispetto a quanto si trova in letteratura

CONCLUSIONE

- La presenza dei disturbi visivi e dell'oculomotricità può influire sul recupero motorio, funzionale e cognitivo nei pazienti con esiti di TC e altre CLA. Richiede una particolare attenzione soprattutto nei piccoli che non hanno ancora raggiunto una maturazione del SNC
- Capire quanto tali disturbi possano influire sul recupero funzionale permette di impegnare risorse per predisporre interventi riabilitativi mirati al miglior recupero possibile



Grazie!