

Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Area Didattica di Scienze Matematiche Fisiche e
Naturali

Dipartimento di Fisica “Ettore Pancini”



Laurea triennale in Ottica e Optometria

L'EFFETTO DEI VIDEOGIOCHI SULLA VISIONE PERIFERICA.

RELATORE

Prof. Michele Gagliardi

CANDIDATA

Anna Arfè

Matricola M44000310

A.A. 2020-2021

INDICE

- **CAPITOLO 1:**

- I. INTRODUZIONE

- L'Anatomia della retina pag. 3

- Coni e Bastoncelli pag.4

- II. LA VISIONE PERIFERICA

- Sistema Magnocellulare e Parvocellulare pag. 6

- La percezione del movimento pag. 7

- Campo visivo pag.7

- Mappa retinoscopica e magnetificazione corticale pag.8

- M-scaling e E-2 di Levi pag. 9

- Mappatura logaritmica di Schwartz pag.9

- Tempi di reazione pag. 10

- Affollamento visivo della periferia del campo pag. 10

- Il ruolo dell'attenzione pag.10

- Configurazioni complesse dello stimolo del campo visivo pag. 11

- Riconoscere i volti e le espressioni facciali pag.12

- Apprendimento e generalizzazione spaziale attraverso campo visivo pag. 12

- Generalizzazione spaziale pag. 14

- Modellare la visione della forma periferica pag.15

- Parti, strutture e forma pag.15

- Ruolo della fase spaziale nel vedere la forma pag.15

- Le immagini di classificazione indicano come funziona l'affollamento pag.16

- L'affollamento pag.16

- Modelli computazionali di affollamento pag.17

- Classificazione dei modelli della vista indiretta pag.17

- Il caso della simmetria speculare pag.18

- **CAPITOLO 2:**

- III. IL RUOLO DEI VIDEOGIOCHI NEL MIGLIORAMENTO DELLE PRESTAZIONI VISIVE

- L'ambliopia pag.19

- I videogiochi migliorano l'attenzione visiva nei soggetti affetti da ambliopia (battito di ciglia nell'ambliopia) pag.19

- I videogiochi migliorano il tracciamento del movimento nella periferia pag.20

- Videogiochi e allenamento delle abilità visive pag.20

- La classifica dei videogiochi più accessibili alle persone aventi deficit visivi pag.22

- Supervision pag.23

- Esercizio per migliorare la visione periferica (metodo dello stuzzicadenti e della paglia) pag.24

- Gli effetti dei videogiochi sul tempo di reazione pag.24

- Gli effetti dei videogiochi sulle abilità visive pag.25

- Gli effetti dei videogiochi sull'attenzione pag.26

Come i videogiochi possono modificare le attività cerebrali pag.27
Videogiochi per anziani pag.28
Videogiochi per bambini pag. 28
I videogiochi utilizzati per migliorare le abilità del personale militare pag.29
Videogiochi per chirurghi pag.29

- **CAPITOLO 3:**

- IV. LE CONCLUSIONI

- Le difficoltà legate alle ricerche sui videogiochi pag.30

- Il ruolo dei videogiochi nel futuro e i loro potenziali effetti pag.30

- Altre osservazioni pag.31

- V. FONTI

- VI. RINGRAZIAMENTI

ABSTRACT:

In questa tesi sarà analizzato il ruolo dell'intrattenimento videoludico nell'incremento delle abilità della visione periferica, e sulle sue conseguenze nelle azioni della vita quotidiana.

Nel primo capitolo verrà spiegato il funzionamento della visione periferica, passando dalla descrizione anatomica della retina e delle caratteristiche del campo visivo, al modo in cui funzionano i meccanismi della percezione visiva nella periferia retinica.

Il secondo capitolo invece, sarà una carrellata di studi dedicati all'analisi delle migliorie apportate dai videogiochi sulla visione periferica, e su quali tipologie risultino più efficaci nel potenziarla.

Il terzo e ultimo capitolo si occuperà dell'interpretazione dei dati raccolti dagli studi precedentemente descritti, e sulla riflessione circa un possibile futuro in cui i videogiochi potranno essere applicati al visual training e al miglioramento dell'apprendimento percettivo e cognitivo.

CAPITOLO 1:

INTRODUZIONE

La visione periferica è il risultato dell'insieme di tutte le informazioni luminose che provengono dalla zona retinica esterna alla Fovea. Generalmente permette di allargare ancora di più il campo visivo e di osservare oltre l'oggetto fissato. Si tratta di una zona estremamente sensibile al movimento dato che in quest'area sono presenti numerosissime cellule gangliari. Quest'ultime sono strettamente connesse ad aree del nostro cervello deputate all'elaborazione del movimento.

L'ANATOMIA DELLA RETINA

La retina è situata tra l'umor vitreo e la coroide. La sua funzione è quella di rispondere agli stimoli luminosi che inviati alla zona del cervello, deputata all'elaborazione, nota anche con il nome di area di Brodmann, serviranno per costruire un'immagine visiva cosciente. La retina viene distinta a livello strutturale in due parti principali: L'epitelio pigmentato e il foglietto interno.

Il foglietto interno è la zona che va dal nervo ottico fino all'ora serrata, è una membrana sottile e trasparente e corrisponde alla parte sensoriale della retina. È suddivisa in 10 strati (riportati di seguito dall'interno verso l'esterno) fig1:

1. Strato delle cellule pigmentate
2. Coni e bastoncelli;
3. Membrana limitante esterna;
4. Strato nucleare esterno;
5. Strato plessiforme esterno;
6. Strato nucleare interno;
7. Strato plessiforme interno;
8. Strato delle cellule gangliari;
9. Strato delle fibre nervose;
10. Membrana limitante interna.

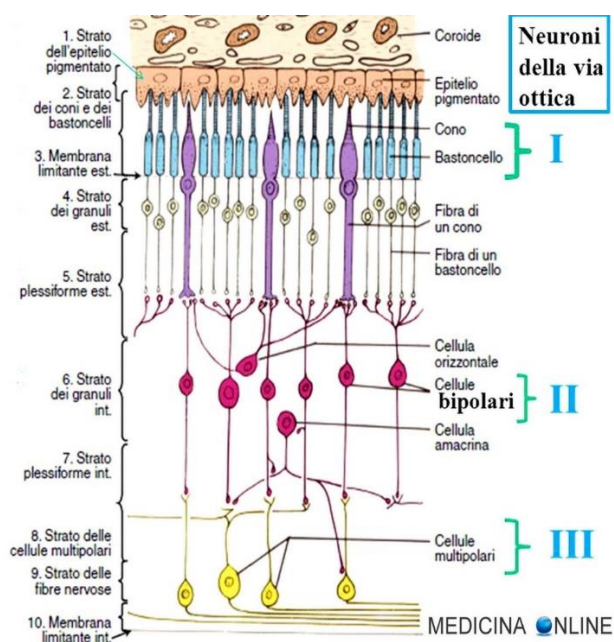


Fig.1

In tutti questi strati sono inseriti diverse tipologie di cellule. Le più importanti sono le cellule recettoriali (coni e bastoncelli) che hanno la funzione di modificare l'impulso luminoso in elettrico.

Le cellule bipolari che fungono da ponte tra i fotorecettori e le cellule gangliari;

Le cellule gangliari che con i loro assoni vanno a formare il nervo ottico;

Le cellule amacrine e Orizzontali che creano connessioni tra gli stimoli provenienti da diverse cellule, e infine ci sono le cellule di Muller, le quali attraversano verticalmente la retina. (Kolb, H., *L'organizzazione neurale della retina umana*. in *Principi e pratica dell'elettrofisiologia clinica della visione*, JR Heckenlively e GB Arden, editori. 1991, Annuario Mosby: St. Louis. P. 25-52.)

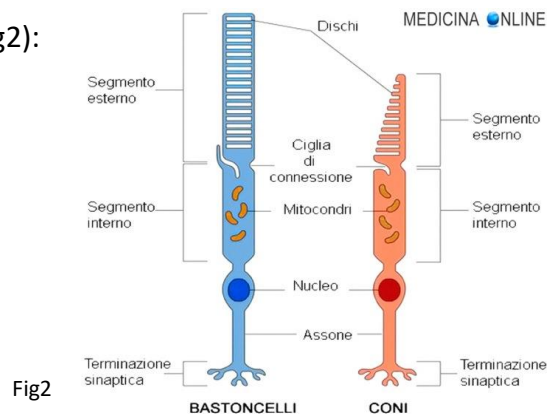
La distorsione dell'immagine viene minimizzata grazie alla trasparenza degli strati retinici e delle strutture precedenti. L'epitelio pigmentato, che si trova sotto i fotorecettori, ha la funzione sia di assorbire la parte di luce riflessa all'interno dell'occhio e sia del mantenimento dei fotorecettori.

(Bear, Connors & Paradiso, 2016)

CONI E BASTONCELLI

Nella retina sono presenti questi due tipi di fotorecettori. Il loro nome deriva dalla loro forma: uno lungo e sottile (bastoncello) e uno corto e tozzo (cono). Nonostante la loro diversa forma essi si presentano con le stesse strutture di componimento, suddivise in quattro parti (fig2):

- il segmento esterno
- il segmento interno
- il corpo cellulare
- la terminazione sinaptica



Nel segmento interno si verifica la costruzione dei fotopigmenti, che vengono poi immagazzinati nei dischi lipoproteici impilati l'uno sull'altro nel segmento esterno. Nei bastoncelli troviamo la rodopsina, mentre nei coni si trovano tre diversi tipi di opsina, divisi in base alle diverse lunghezze d'onda che assorbono. Si dividono in: eritropsina, cloropsina, cianopsina. E sono proprio queste proteine a determinare le diverse funzioni dei coni e dei bastoncelli, dato che ogni opsina ha la capacità di assorbire una preferenziale area dello spettro. I bastoncelli possiedono più dischi, data la loro struttura ed è per questo motivo che sono più sensibili alla luce rispetto ai coni. Infatti, in condizioni di visione scotopica sono questi ultimi a lavorare principalmente, mentre i coni lavorano di più in visione diurna.

In ciascun occhio sono presenti circa 120 milioni di bastoncelli e 6 milioni di coni e distribuiti in questo modo: nella fovea sono presenti soltanto coni (140.000 per mm²). La loro concentrazione diminuisce repentinamente dal centro verso la periferia, mentre per i bastoncelli è l'esatto opposto, raggiungono la massima densità a 20° dalla fovea, per poi scomparire del tutto al suo interno.

La fovea è la zona retinica situata al centro dell'asse visuale e la stratificazione retinica in questa regione è molto più sottile, dato lo spostamento laterale delle cellule neuronali. Ciò permette alla luce di colpire direttamente i coni che ricevono quindi un'immagine meno distorta possibile. Questo è il motivo per cui in questa regione riscontriamo la massima acuità visiva.

Riassumendo dunque, i bastoncelli sono i fotorecettori deputati alla visione periferica. La loro alta sensibilità alla luce permette di vedere in condizioni di scarsa illuminazione, ma con scarsità di dettagli. I dettagli di un'immagine, infatti, sono percepiti principalmente dai coni, che grazie alla sensibilità ai colori riescono a riconoscere i dettagli di un'immagine.

La differenza di qualità dell'immagine prodotta dai due fotorecettori sta in due importanti differenze anatomico-fisiologiche: la densità e il grado di convergenza dei fotorecettori sulle cellule gangliari. La periferia retinica è più sensibile dato che si ha una maggiore addizione di segnali provenienti dai diversi bastoncelli. Questa dipende dal fatto che le informazioni catturate dai fotorecettori convogliano su la

stessa cellula gangliare, la quale trasmetterà un'immagine con una più alta sensibilità ma con una bassa stima dei particolari. Nella fovea il rapporto tra cono e cellula gangliare è di 1:1. Ciò garantisce una maggiore acuità visiva grazie al fatto di poter apprezzare punti molto vicini tra loro, pur tuttavia risulta meno sensibile a causa della bassa convergenza tra coni e cellule gangliari.

LA VISIONE PERIFERICA

SISTEMA MAGNOCELLULARE E PARVOCELLULARE

Per elaborare un'immagine il cervello si serve di due sistemi: uno definito magnocellulare ed un altro parvocellulare entrambi hanno origine dalla retina, con le cellule gangliari, proseguono nel NGL (nucleo genicolato laterale) per poi arrivare alla corteccia visiva primaria e ad altre zone della corteccia extra striata.

Il sistema Magnocellulare, anche detta via ventrale, ha diverse funzioni, le più importanti sono:

- la visione del movimento e localizzazione spaziale degli stimoli
- la stereopsi
- il movimento coordinato degli occhi
- l'attivazione/direzionamento dell'attenzione alla base della visione periferica

Questa via ha origine dalle cellule gangliari di tipo M, passando per il NGL, andando poi negli strati delle cellule IVC α e poi in IVB nel V1 (corteccia visiva primaria). Una volta arrivato in V1 passa per V2 e V3, per poi finire in V5 nella area medio-temporale del cervello. Quest'area è deputata all'analisi del movimento e della profondità.

Nella via Parvocellulare, definita anche via dorsale, confluiscono tutte le informazioni sulla forma, colore e i dettagli degli oggetti; è importante per il riconoscimento dei volti. Essa ha origine nelle cellule gangliari P, che arrivano nel NGL, per arrivare nello strato IVC β , poi nello strato III in V1, finendo poi in V2 e V4 terminando nella corteccia infero-temporale. (fig3)

Esistono altre aree associative impiegate, ognuna di esse in una specifica funzione visiva. Alcune di queste aree prendono informazioni sia dalla via ventrale che dalla via dorsale, integrando forma e movimento. ([Eric R. Kandel](#), "Principi di Neuroscienze")

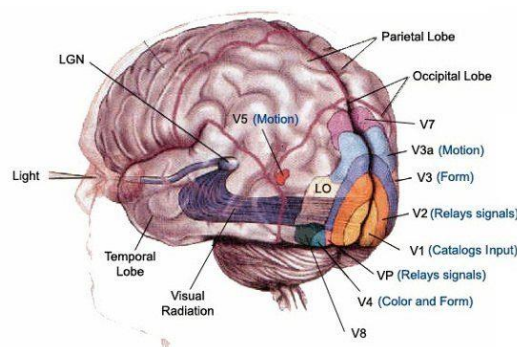


fig3

LA PERCEZIONE DEL MOVIMENTO

Come è già stato spiegato in precedenza la via magnocellulare, è quella deputata alla percezione del movimento. La retina, nelle zone più periferiche, infatti, non è in grado di percepire uno oggetto posto all'estrema periferia del campo visivo. L'unico modo per farlo è mediante l'osservazione del suo movimento. L'area V5 MT (medio temporale) ha neuroni di grandi dimensioni e ognuno di essi ha la capacità di rispondere ad una ristretta gamma di direzioni dello stimolo in movimento. Ciò è spiegato dal fatto che le cellule MT sono organizzate in colonne selettive per la direzione, orientamento e per i diversi tipi di movimento. Ci sono altre aree addette al movimento come, ad esempio, l'aria MST (medio temporale superiore) che riceve afferenze dall'area MT. Questa zona si dedica in particolare ai movimenti radiali, circolari e lineari. Grazie a queste aree è possibile muoversi nello spazio e seguire con lo sguardo gli oggetti in movimento attraverso rapide *saccadi*, rapidi movimenti che consentono lo spostamento degli occhi da un punto ad un altro per rinnovare l'immagine retinica e per seguire con lo sguardo un oggetto in movimento. Quest'ultima azione prende il nome di *inseguimento*.

CAMPO VISIVO

Il campo visivo è la porzione di area del mondo esterno, che può essere vista quando si fissa un punto. Può essere diviso in due porzioni immaginando una linea che taglia a metà il punto di fissazione; una zona sinistra (emi campo sinistro) e una zona destra (emi campo destro).

Dell'emi campo sinistro, si proietterà l'immagine sull' emi retina nasale dell'occhio sinistro e quella temporale dell'occhio destro e viceversa per l'emi campo destro. Le aree temporali sono più estese di quelle nasali a causa della conformazione anatomica del naso e dell'arcata sopraccigliare.

Se si prova a fissare un'oggetto prima con entrambi gli occhi e poi chiudendoli alternatamente ci si rende conto che la parte centrale del campo visivo è sempre vista. Quest' area viene infatti definita *campo visivo binoculare*, mentre quelle ai lati degli occhi, che vengono percepite da uno solo, vengono definite *campo visivo monocolare*. I limiti del campo visivo monocolare, misurato in gradi, sono circa: superiormente 60°, inferiormente 75°, temporalmente 100° e nasalmente 60°. All'interno della zona temporale si trova una zona cieca (scotoma fisiologico), area retinica corrispondente all' uscita del *nervo ottico*. Questa zona ha 5,5° di larghezza e 7,5° di lunghezza; tuttavia, non è percepita dato che viene soppressa fondendo i due campi visivi degli occhi. Nel cervello il campo visivo dell'occhio destro viene elaborato dall' emisfero sinistro e viceversa per l'occhio sinistro. Questo perché gli assoni del nervo ottico all'interno del *chiasma ottico*, provenienti dall'emi retina nasale, si incrociano e procedono nell'emisfero controlaterale, mentre gli assoni temporali non si incrociano e procedono nell' emisfero dello stesso lato.

MAPPA RETINOSCOPICA E MAGNETIFICAZIONE CORTICALE:

Con il termine *mappa retinoscopica* si intende la porzione ordinata e puntuale della retina nei centri encefalici superiori. Questo tipo di organizzazione neuronale possiede le cellule gangliari molto vicine tra loro e connesse che inviano informazioni alle cellule corrispondenti nel NGL (nucleo genicolato laterale). Le cellule nel NGL inviano l'informazione alle cellule del V1 che sono organizzate in *ipercolonne*. L'ipercolonna è un blocco di corteccia striata che contiene tutti i meccanismi deputati all'elaborazione degli stimoli visivi in una determinata area del campo visivo monocolare. Hubel e Weibel grazie ai loro studi affermarono che una porzione di corteccia, di circa 2 millimetri quadrati, è sufficiente per analizzare un punto nello spazio.

In questo modo ogni porzione visiva viene elaborata nella corteccia visiva bidimensionale, in un sistema dove la retina viene tracciata come una mappa. Come abbiamo detto in precedenza, al livello

retinico, nella periferia, le cellule gangliari prendono informazioni da più fotorecettori. Questo comporta che a livello di mappatura si ha una distorsione nella corteccia striata. La mappatura, dunque, offre una descrizione accurata della zona centrale, che quantifica i neuroni, in una data area della corteccia visiva, che sono i responsabili per il processamento di un determinato stimolo, con una determinata dimensione, in una determinata posizione del campo visivo. Tutte le funzioni visive, inclusa quella della forma, sono inviate al cervello tramite via retinocorticale primaria (recettori cellule gangliari LGN area V1), considerato il sistema retinico avente eguale potenza di circuito in tutte le sue zone. È possibile dunque considerare che la differenza di potenza visiva nella periferia sia dovuta all'elaborazione di una piccola area del campo visivo e a causa dimensioni neuronali. Ciò è alla base del significato di ingrandimento corticale, definito da Daniel e Witteridge come il diametro della corteccia visiva primaria sulla quale si proietta 1 grado del campo visivo. Può essere considerato sia linearmente che arealmente (dove quest'ultimo è il quadrato del primo). Una stima diretta dell'ingrandimento è sottolineata valutando la variazione della soglia dimensionale attraverso il campo visivo. Alcuni esempi per la valutazione sono l'acuità mediante ottotipo, o reticolo. Nell'approccio indiretto vengono valutate le qualità non spaziali come la sensibilità al contrasto, che dev'essere uguale a quella foveale.

La misura dell'ingrandimento e la dimensione dell'target è un parametro misurabile indirettamente, che viene ottenuto tramite coordinate polari, cioè lungo linee isoeccentriche e isopolari nel campo visivo (fig4). Il fattore d'ingrandimento M può essere determinato tramite dati anatomici oppure tramite la stima dell'angolo di minima risoluzione.

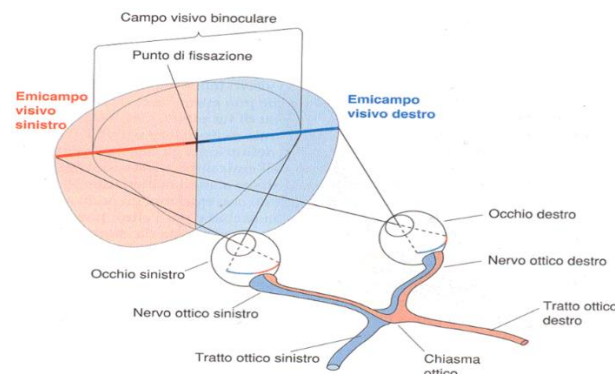


fig4

M-SCALING E E-2 DI LEVI

La variazione delle performance visive per le varie funzioni si basa sulle proprietà di proiezione del percorso visivo afferente. Esse possono essere minimizzate scalandole, cioè aumentando le loro dimensioni dal centro alla periferia. Watson ha coniato il termine *scala spaziale locale*, efficace in una data posizione dello spazio. Una stima empirica può essere ottenuta tramite l'equazione:

$$S = S_0 \cdot (1 + E/E_2),$$

dove S è la dimensione dello stimolo relativa all'eccentricità E , S_0 è la dimensione della soglia a $E = 0$, cioè al centro della fovea, ed E_2 è una costante relativa alla pendenza, definita b della funzione:

$$b = S_0/E_2.$$

Gli stimoli dell'equazione si chiamano M-scaled, con E opportunamente scelto. Si possono proiettare su aree corticali uguali e indipendenti dall'eccentricità. La dimensione dello stimolo corticale S_c è data dall'equazione:

$$S_c = S \cdot m_0 / (1 + M_i/E^2).$$

Il parametro E^2 è stato introdotto da Levi e Klein, che fornisce una misura complessiva dell'eccentricità.

MAPPATURA LOGARTIMICA DI SCHWATZ

Il fattore d'ingrandimento M mette in relazione le dimensioni corticali con quelle retiniche. È una mappatura locale dato che una piccola area circolare del campo visivo si traduce in un'area ellittica nell'area retinica. Da ciò possiamo quindi considerare la mappatura globale integrando $M(E)$:

$$\delta = \int_0^E M(E) dE.$$

Dove δ è la distanza (mm) sulla superficie corticale, partendo dalla parte centrale della fovea lungo la proiezione del meridiano. Schwartz ha notato che M^{-1} è proporzionale all'eccentricità, mentre la distanza corticale al logaritmo dell'eccentricità:

$$\Delta \propto \ln E.$$

L'assunzione di proporzionalità di Schwartz corrisponde a $c=0$ e $e=0$, che però diventa molto imprecisa al di sotto dei 3° dalla fovea. Per risolvere questo problema usiamo la regola standard dell'ingrandimento corticale lineare inverso:

$$\delta = \int_0^E M(E) dE = \int_0^E m_0 (1 + M_i/E^2) dE = m_0 E^2 \ln(1 + E/E^2)$$

$$\delta = m_0 E^2 \ln(1 + E/E^2)$$

con il termine costante -1 scartato, ed è indefinito nella fovea. Con le notazioni qui usate, la funzione inversa è data da:

$$E = E^2 (e^{\delta/m_0 E^2} - 1).$$

Anche in questo caso, questa equazione utilizza una notazione ben consolidata, si mantiene su un ampio intervallo di eccentricità ed è ben definita nella fovea. (jov.arvojournals.org/article.)

TEMPI DI REAZIONE

I tempi di reazione variano in modo soggettivo, tuttavia esistono dei fattori oggettivi che danno il loro contributo quali: età, eccentricità, luminanza, dimensioni, durata, visione in binoculare/monoculare. Osaka studiò i tempi di reazione sui meridiani nasali e temporali della fovea fino ad un'eccentricità di 50° in sei fasi, utilizzando 4 target dalle dimensioni compresa tra i $0,3^\circ$ e $1,9^\circ$, con luminanza $8,5 \text{ cd/m}^2$. Gli studi hanno sottolineato la superiorità nasale su quella temporale. Sembra che i tempi di reazione siano influenzati dalla luminanza del bersaglio.

AFFOLLAMENTO VISIVO DELLA PERIFERIA DEL CAMPO VISIVO

Crowding, ovvero l'affollamento visivo è un termine che viene usato per descrivere il disturbo degli elementi di contorno rispetto ad un target. La visione periferica ha una scarsa risoluzione spaziale, che viene ulteriormente peggiorata quando gli stimoli sono presentati in disordine. È stato dimostrato infatti che è molto più facile distinguere una lettera isolata, presentata alla periferia del campo visivo, rispetto ad una circondata da altre lettere. Il riconoscimento è compromesso se l'affiancamento

avviene fino a 0,5 volte l'eccentricità della lettera target. Quello che viene influenzato non è la detenzione dello stimolo ma il non riuscire a distinguerla se sono presenti altre lettere nello spazio. C'è da considerare che il sistema tende anche a raggruppare più elementi insieme, tanto più se si trovano in posizioni periferiche. Ciò per ridurre il fenomeno di affollamento che diminuisce notevolmente se gli oggetti presentano caratteristiche differenti come colore, polarità o profondità. L'aumento dell'affollamento invece si ottiene aumentando il contrasto, in particolare quando il contrasto del target è inferiore alle mire in periferia.

L'affollamento visivo influenza anche il riconoscimento dei volti. Per riconoscere un volto o un oggetto si deve isolarlo mentalmente e spezzettarlo nelle parti che lo compongono per poi reintegrarle per renderle riconoscibili.

Nei test per l'affollamento viene misurato lo spazio critico, ovvero la distanza minima alla quale si crea un disturbo per il riconoscimento. È importante specificare che le dimensioni del target e degli elementi di contorno non sono elementi che partecipano al peggioramento dell'affaticamento visivo.

IL RUOLO DELL'ATTENZIONE:

L'attenzione nella visione è fondamentale per concentrarci su un singolo oggetto e trascurare gli altri. L'atto di scegliere a cosa prestare attenzione prende il nome di *attenzione selettiva*. L'attenzione visiva di solito fa in modo che l'area retinica preferita sia quella foveale. Questo però non implica che gli oggetti posti nella periferia non possano essere visti o che non attirino la nostra attenzione. Spostando la posizione di sguardo è possibile comunque conservare l'attenzione anche su un oggetto posto in un punto periferico o addirittura prestargli attenzione senza spostare lo sguardo dal punto di fissazione. Questo fenomeno è stato studiato nel paradigma di Posner che prende il nome dal suo osservatore, che ha chiarito molti punti su come funziona l'attenzione. L'esperimento consiste nell'osservazione di un semplice schermo. Al soggetto viene chiesto di fissare il punto posto al centro dello schermo e far notare se a destra o sinistra compare uno stimolo. Lo stimolo viene preceduto da un segnale di suggerimento (segnale cue) che consiste in una freccia che indica in che zona dello schermo dovrebbe apparire lo stimolo. Il suggerimento può essere valido se lo stimolo compare effettivamente nella direzione indicata dalla freccia, mentre non viene percepito nella direzione opposta, oppure si ha una reazione neutra se appare un semplice simbolo di allerta.

È stato dimostrato che nelle prove con il suggerimento valido è stato notato un miglioramento delle prestazioni rispetto alla condizione neutra anche se non è presente lo spostamento degli occhi verso l'oggetto; invece, nelle prove con suggerimento errato si ha un peggioramento della performance visiva. Possiamo dire quindi che l'attenzione ci consente di non perdere ciò che è periferico rispetto al punto di fissazione.

CONFIGURAZIONI COMPLESSE DELLO STIMOLO NEL CAMPO VISIVO

La trama e il contorno nel quale sono immersi gli oggetti, sono importantissimi punti di riferimento, considerati punti di partenza per riconoscere uno stimolo proveniente dalla periferia del campo. È stato dimostrato come la frammentazione della trama risulta essere automatica o comunque con brevi tempi di reazione, soprattutto nella regione della fovea e della periferia vicina. Meinecke e Kelner hanno esteso le ricerche ottenendo un interessante risultato; l'eccentricità di picco dipende più che dalla posizione dell'immagine retinica, dalla forma e dalla tessitura locale. L'eccentricità dipende anche, come abbiamo visto, dal livello di attenzione che parrebbe uniformare la performance visiva su tutta la retina. Dati più recenti dimostrano in realtà dei risultati contrastanti, pur restando costanti il legame tra contorni e fase. May e Hess sottolineano come i campi di associazioni aumentano le dimensioni con l'aumentare dell'eccentricità.

Le scene del mondo reale occupano la maggior parte del campo visivo. È stato dimostrato che si possono raccogliere informazioni dalle scene naturali anche in tempi di reazioni molto brevi (50 ms).

RICONOSCERE I VOLTI E LE ESPRESSIONI FACCIALI

Il riconoscimento dei volti (fig 5) è uno dei più complessi stimoli dell'attività visiva. Data la sua complessità esistono pochissimi studi a riguardo. Un primo studio è stato condotto da Hubner, Rentschler ed Encke. Hanno dimostrato che anche per piccolissime eccentricità (2°) le dimensioni scalari, secondo l'ingrandimento corticale, sono sufficienti per equiparare le prestazioni foveali ed extra foveali per i volti incorporati nello sfondo. Un secondo test è stato effettuato misurando la sensibilità al contrasto di un volto in funzione della dimensione dell'immagine e dell'eccentricità. L'esperimento consisteva in una serie di quattro immagini di volti in bianco e in nero ritagliate per rientrare nelle dimensioni della distanza interpupillare. Le soglie di contrasto sono state misurate usando una procedura a scala. Il soggetto doveva rilevare il volto in 500ms. I risultati ottenuti dimostrano che il riconoscimento è stato insufficiente, ovvero dimostra una netta distinzione dell'acuità visiva tra fovea e la periferia, che poteva essere recuperato aumentando le dimensioni e il contrasto. Un secondo esperimento prevedeva l'individuazione di volti in uno spazio bidimensionale. I risultati hanno dimostrato che la scarsità della performance periferica è causata da una scarsa sensibilità al contrasto.

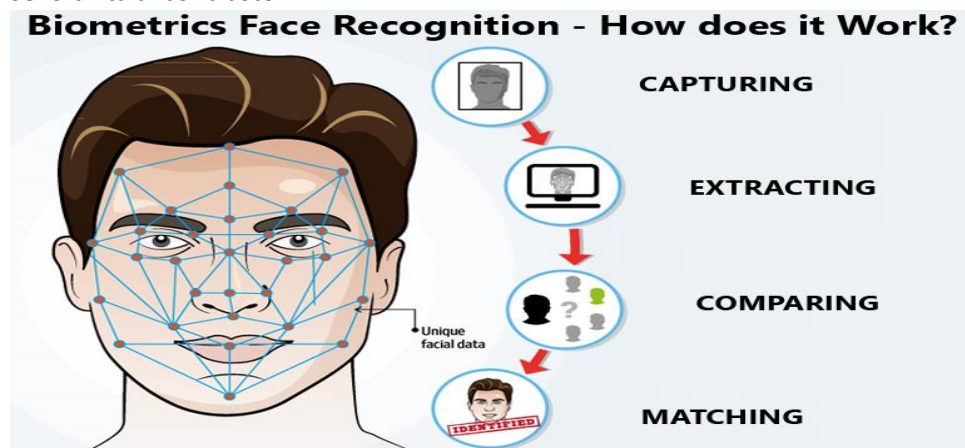


fig 5

In altre parole, la visione periferica ci consente di ottenere delle informazioni complesse per segnali rilevanti. Parlando del riconoscimento di scene, oggetti e volti che mostrano un cambiamento nell'eccentricità, non seguono il ridimensionamento corticale e l'acuità di base. Sia l'integrazione dei contorni che il riconoscimento spaziale, sono dipendenti dall'affollamento che in origine è deputato al riconoscimento di lettere in periferia. Le implicazioni dell'affollamento possono essere mitigate dall'alto verso il basso, pur tuttavia ciò che ci consente di percepire lo stato d'animo di un volto (felice o triste) non è ancora noto.

APPRENDIMENTO E GENERALIZZAZIONE SPAZIALE ATTRAVERSO IL CAMPO VISIVO

I paragrafi precedenti sono stati dedicati alle capacità della visione extra foveale trascurando il ruolo che ha l'apprendimento. Infatti, le mire che sono state utilizzate sono lettere che il soggetto già conosce. Adesso però è bene concentrarsi sul ruolo e l'importanza che ha la visione periferica nell'apprendimento sia al livello di prestazione che al livello di conoscenza di nuovi pattern. Di particolare rilevanza è la generalizzazione spaziale, ossia quando si ottiene un cambiamento dello stimolo percepito se il suddetto viene presentato in una zona retinica diversa da quella presentata nell'apprendimento.

Cambiamenti significativi sulle performance del campo visivo sono favorite dall' apprendimento che trova nella zona a 10° parafovea o nella periferia vicina il luogo di massima eccentricità. La maggior parte degli studi si soffermano in particolare sull'apprendimento sensoriale valutando l'allenamento sulle funzioni elementari, quale la discriminazione all'orientamento, la sensibilità al contrasto e l'acuità visiva. Per la discriminazione e l'acuità di Vernier, ovvero la capacità o meno di valutare la localizzazione spaziale di due oggetti, come l'allineamento di due linee (*cit- dizionario optometria A-Z Luigi Lupielli*) può essere migliorata nella periferia fino a tre secondi d'arco. Per altre misure dell'acuità, effettuate tramite il test C di Landolt o la risoluzione di linea, il risultato dell'apprendimento sono scarsi.

In base al percorso neuronale sono stati valutati gli effetti della formazione dell'immagine, partendo dalla zona retinica considerata. I pattern utilizzati sono stati scelti per il loro simile orientamento. Uno degli approcci è stato quello di valutare il trasferimento tra gli occhi, in cui sono state sottolineate la generalizzazione completa o quasi sia dell'occhio allenato che nell'altro per il contrasto di luminanza e la discriminazione dell'orientamento. Si è osservato che si punta soprattutto all'interno delle aree visive precoci (V1 e V2) il miglioramento può tuttavia dipendere dal meccanismo non unitario che comporta l'elaborazione a vari livelli dello stimolo. Utilizzando un paradigma del doppio allenamento, che si basa sulla separazione della discriminazione del contrasto e dell'orientamento in posizioni retiniche separate, si dimostra un significativo trasferimento di prestazioni per l'attività appresa, che viene elaborata in una zona in precedenza utilizzata ad un altro scopo. (es. Beard et al., 1995; Lu & Doshier, 2004; Mollon & Danilova, 1996). Ciò potrebbe essere la prova che l'apprendimento sia un fenomeno molto complesso che non coinvolge aree retiniche ben precise.

Le performance di apprendimento sono legate ai livelli di affollamento e all'ampiezza del campo visivo, misurato tramite linee di trigrammi del valore di 10° di eccentricità, nello specifico sia in quello superiore che in quello inferiore. Le performance di riconoscimento sono migliorate con un allenamento ripetuto per quattro giorni consecutivi. Questo ha portato a dei risultati nella velocità di lettura e ciò vale sia per l'emi campo addestrato che in quello non addestrato. I miglioramenti sono stati mantenuti per almeno tre mesi dall' addestramento. In caso di stimoli non affiancati si dimostra soprattutto nell'aumento dell'efficienza della categorizzazione, mentre per stimoli affiancati sia un aumento dell'efficienza di categorizzazione e sia nella diminuzione del rumore d'ingresso dell'immagine.

L' apprendimento in generale si basa sul ridurre lo stimolo in uno più semplice (es: linee o reticoli) oppure in uno già conosciuto (es: lettere). Il riconoscimento di modelli si basa su categorie familiari. Numerosi studi affermano la possibilità di ottenere nuove categorie di modelli mediante il confronto tra la performance foveale e quella extra foveale.

Juttner e Rentshler (2000) hanno dimostrato una dissociazione tra l'apprendimento di categoria e discriminazione nella zona periferica. Nel loro studio hanno confrontato separatamente discriminazione e categorizzazione, entrambi presentati tramite un reticolo di Gabor in uno spazio di Fourier bidimensionale. (fig.6). I modelli formavano 3 gruppi di 5 componenti ciascuno. I partecipanti hanno appreso per categoria tutte le 3 classi (fig. 6.c in alto) invece i test per discriminazione sono stati condotti avvalendosi di 3 esperimenti consecutivi, impiegando in questi coppie di classi diverse, con i modelli delle dimensioni pari all'ingrandimento corticale. I risultati ottenuti sono stati che per la discriminazione, l'apprendimento risulta veloce con nessuna differenza tra fovea e periferia (fig 6.d). Mentre per la categoria l'apprendimento risulta essere veloce solo nella visione foveale mentre procedeva più lentamente nella periferia. Un ulteriore esperimento ha dimostrato un passaggio tra la discriminazione e la categorizzazione solo nella visione foveale.

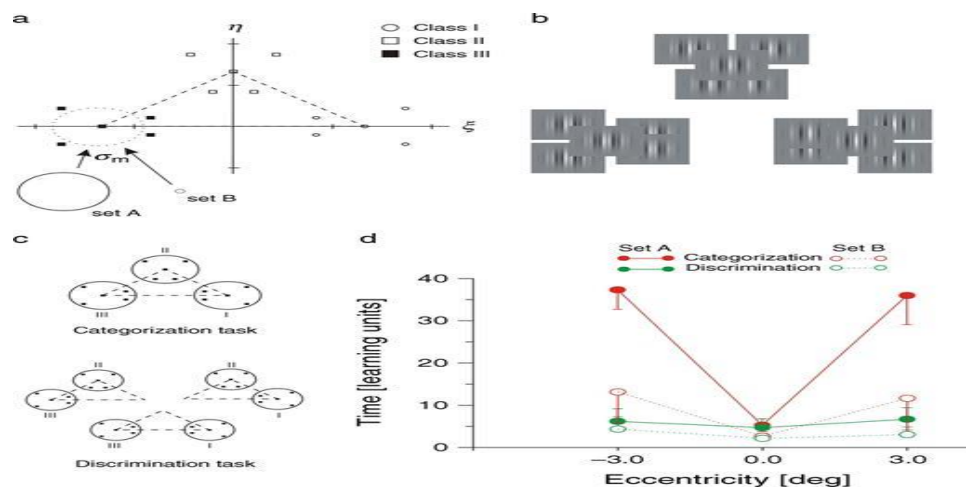


Fig 6 - Dissociazione della categoria e apprendimento della discriminazione. I segnali di apprendimento hanno formato tre classi. Sono stati generati due tipologie diverse di segnali A e B aventi la stessa configurazione (triangolo tratteggiato), differenziandosi solo nella varianza di classe media σ_m

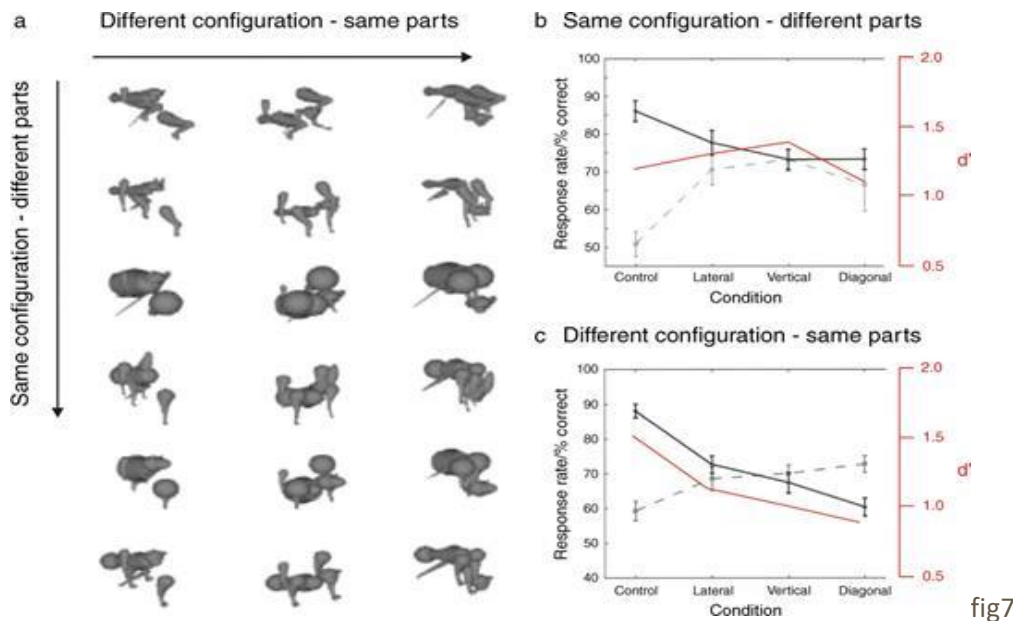
Il segnale B è stato ridotto rispetto ad A di un fattore 100 in alto si mostrano i risultati per l'apprendimento di categoria, mentre in basso l'apprendimento per discriminazione. Per il set A (linee continue) in cui si evidenzia l'apprendimento indipendente dal luogo. La categorizzazione risulta essere aumentata in periferia.

La performance periferica può essere migliorata con un allenamento prolungato. Ciò suggerisce la possibilità che esista un luogo neuronale per l'apprendimento in una fase successiva all'elaborazione visiva rispetto all'apprendimento percettivo.

GENERALIZZAZIONE SPAZIALE

A differenza di oggetti familiari, quelli sconosciuti mostrano meno potenziale nella generalizzazione spaziale. È stato riscontrato che la discriminazione diminuisce linearmente aumentando la distanza spaziale. Esistono a tal proposito diversi studi che si avvalgono di paradigmi sulla discriminazione di stimoli lampeggianti (Foster e Khan). Nazir e O' Regan hanno riproposto un esperimento simile a quello sull'apprendimento tramite il paradigma di Foster e Khan, nel quale i partecipanti sono stati sottoposti alla visione di schemi di punti casuali in una posizione fissa del campo visivo. Dopo aver raggiunto il criterio di apprendimento, sono state esaminate la loro capacità nel riconoscere i modelli sia nel luogo addestrato al centro della fovea che nella posizione speculare. Risultati ottenuti sono stati una diminuzione delle capacità di generalizzazione con un margine di errore del 5%.

Un altro fattore che influenza l'apprendimento è la struttura del pattern. Dill e Edeman (2001) hanno creato dei test, con stimoli simili ad animali (fig 7), aventi un'attività di corrispondenza sequenziale uguale e diversa. Le immagini che sono state presentate hanno un'eccentricità di circa 4° in uno dei 4 quadranti. In ogni prova sono state presentate queste immagini nella stessa posizione oppure separate e poste in quadranti adiacenti orizzontalmente, verticalmente o diagonalmente. I risultati ottenuti dimostrano invarianza completa tra le immagini presentate simil animali (familiari) e quelle distanziate (non familiari). Al contrario l'invarianza di traslazione si interrompeva se i due modelli differiscono solo nella conformazione strutturale, cioè aventi stesse porzioni ma assemblate in diverse configurazioni spaziali.



- Gli stimoli all'interno di ciascuna riga sono costituiti da diverse parti con la stessa configurazione (B) i dati mostrano una significativa interazione con due tipi di risposta. Anche nella sezione (C), si evidenzia una significativa interazione degli stimoli uguali e diversi. In generale nell'intervallo d' viene mostrato un effetto significativo separazione spaziale.

MODELLARE LA VISIONE DELLA FORMA PERIFERICA

Prima dell'interesse verso l'affollamento, la visione in forma era poco considerata data la scarsità della performance periferica rispetto a quella foveale. La situazione è cambiata di recente combinando studi nel campo delle scienze cognitive e comunità ingegneristiche, in cui è possibile combinare le metodologie più tradizionali della psicofisica della visione con concetti formali della visione artificiali con reti neurali artificiali per il riconoscimento degli schemi.

L'interesse per la visione periferica viene anche da motivi di salute, nei casi come l'ambliopia, malattie degenerative o lesioni cerebrali. Sono stati fatti svariati tentativi per migliorare, attraverso l'apprendimento l'ambliopia sia quella visiva che cerebrale, tramite impianti retinici, anche se non è chiaro fino a che punto si possa ripristinare la visione.

PARTI, STRUTTURA E FORMA

Nelle reti neurali artificiali, le connessioni delle unità all'interno delle stesse sono legate ad algoritmi di apprendimento sulla quale si basano la formazione di modelli per migliorare la performance della visione di forma periferica. Si può considerare della forma due ipotesi: una sulla natura delle parti e l'altra sull'entropia delle parti, introducendo localmente statistiche riassuntive. Gli effetti dell'aumento dell'entropia possono essere valutati testando la struttura dell'immagine

percepita (intera). In alternativa si può analizzare la struttura dell'insieme o forma studiandone la struttura dei pattern. Quest'ultima si basa sul ricercare più facilmente l'individuazione di strutture di modelli su più dimensioni.

RUOLO DELLA FASE SPAZIALE NEL VEDERE LA FORMA

In passato si supponeva che la trasformata di Fourier (fig 8) generale sia stata un mezzo per ricavare le misurazioni caratteristiche dei modelli di stimolo. La discriminazione viene eseguita mediante le loro rappresentazioni lungo alcune dimensioni delle caratteristiche, ovvero quelle di "solo ampiezza" e "solo fase". Esperimenti condotti a riguardo hanno dimostrato nel confronto da sfondo e oggetto, seppure aventi pari dimensioni, che la difficoltà di apprezzamento dei dettagli è da ricercare nei livelli di luminanza uguali tra sfondo e oggetto, che non permette la loro discriminazione in visione extra foveale. Ciò ha portato a pensare che nella visione forma, in fovea, in base alla sensibilità al contrasto per i componenti della frequenza spaziale, avviene la codifica della fase; mentre la visione periferica riflette le carenze della fase di codifica. Nel concetto della forma di Fourier la struttura dell'immagine "solo ampiezza", dove la fase è pari a 0, mentre nelle immagini di "solo fase" si utilizza un'ampiezza la cui fase ha un valore diverso da zero. I modelli di stimolo erano composti da componenti di frequenze spaziali armoniche. Questi studi in sostanza hanno dimostrato che i modelli in base al livello di luminanza, sono difficili da discriminare con la visione foveale.

$$X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \cdot e^{-j 2\pi f t} dt$$

$$x(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} X(f) \cdot e^{+j 2\pi f t} df$$

fig 8

LE IMMAGINI DI CLASSIFICAZIONI INDICANO COME FUNZIONA L'AFFOLLAMENTO

Il metodo delle immagini di classificazioni ci consente di esaminare il comportamento dell'osservatore, in termini psicofisici, di identificazione delle lettere. Si considerino le immagini di classificazioni nel campo dei modelli della visione periferica. Per ottenere delle immagini di classificazione, vengono presentati all'osservatore modelli di rumore gaussiano a media zero. Tjan e Nandy nel 2006, hanno dimostrato che alla presenza di un segnale ad alto contrasto, la sotto immagine di classificazione delle prove di errore, contiene un'immagine negativa del segnale d'ingresso per l'osservatore, la quale non è influenzata dalla presenza del rumore bianco (fig9), che sia esso estrinseco che intrinseco. Nel caso di una sotto immagine positiva risulta sfocata e l'entità della sfocatura è pari alla stima dell'incertezza spaziale. Ciò ha dimostrato che per la visione periferica i modelli non sono distorti nella forma ma risulta pari a quella foveale, pur considerando che il valore dell'incertezza spaziale intrinseca sia notevolmente più alto nella regione periferica. In altre parole, la misurazione delle immagini di classificazione ha dimostrato che esiste, nella visione periferica, un'incertezza spaziale, e che l'affollamento riduce moltissimo il contrasto dei modelli di prim'ordine pur conservando la forma. Il meccanismo dell'affollamento deriva dalle statistiche delle immagini di second' ordine del rumore esterno.

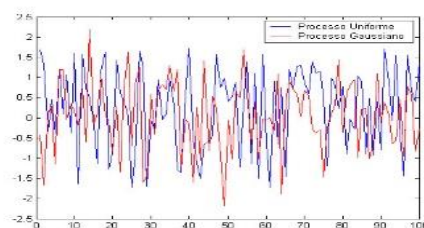
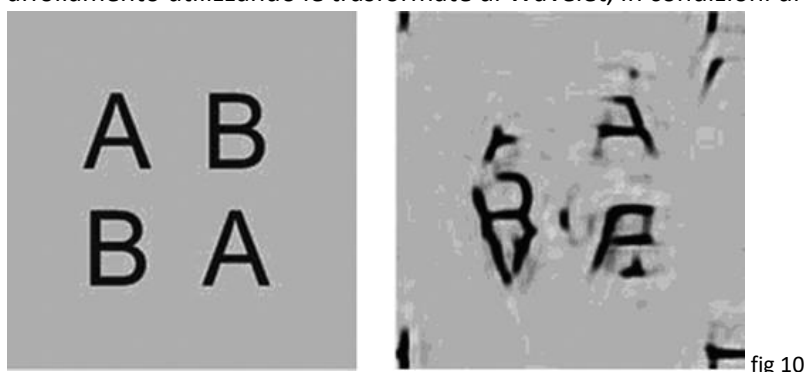


fig9

MODELLI COMPUTAZIONALI DI AFFOLLAMENTO

I più recenti modelli di affollamento e disordine visivo si basano sulle più moderne tecniche di visione artificiale. Balas nel 2009 ha elaborato un sistema di previsione dell'immagine in vista dell'affollamento. Questo sistema si fonda sui risultati ottenuti da Parkers e collaboratori; ovvero hanno misurato, da un modello computazionale, se un bersaglio Gabor è inclinato rispetto ai suoi distrattori. Una volta ottenute le informazioni sul modello Gabor, si delineano dei modelli sulla base del risultato ottenuto. Balas prese successivamente, i risultati di Parkers e li generalizzò misurando, a partire da un'immagine prestabilita, un insieme statistico di una regione opportunamente scelta di raggruppamento spaziale. I modelli considerati in queste statistiche si basano sulle dimensioni dei pixel e le funzioni di autocorrelazione locale. La combinazione di queste caratteristiche e un'immagine primaria, danno origine ad una nuova immagine. Balas utilizzò questa tecnica per ottenere modelli di test. I soggetti sottoposti all'esperimento vedevano distorti i bersagli di lettere nella visione diretta, e i modelli separati in vista indiretta (fig10). Utilizzando questa tecnica Balas e i suoi collaboratori sono stati in grado di prevedere gli errori fatti da un osservatore umano, e dunque prevederne le prestazioni in condizioni di identificazione delle lettere in condizioni di non affollamento utilizzando le trasformate di Wavelet, in condizioni di vista sia diretta che indiretta.



Questo modello ci permette di avere un resoconto più generale sulla forma sia in periferia che nella fovea.

Un'altra importante costatazione è stata che l'affollamento sia un costituente fondamentale del disordine visivo. Per verificarlo Van den Berg e collab. hanno utilizzato un'architettura computazionale basata sulla scomposizione di un'immagine di input RGB (in luminanza immagini in rosso/verde e blu/giallo). Per l'esperimento, l'affollamento è stato valutato eseguendo una media locale all'interno delle immagini. La perdita delle informazioni dalla media è stata valutata calcolando le divergenze di Kullback-Leibler (differenze tra le distribuzioni di probabilità delle componenti delle immagini originali e distorte quantificate in termine di entropia relativa). I risultati ottenuti sono stati raggruppati sui canali di orientamento di cromaticità di cui si ottiene valori di disordine globale, e dunque conferma la correlazione tra affollamento e disordine.

CLASSIFICAZIONE DEI MODELLI DELLA VISTA INDIRETTA

Ciò che appare interessante è capire la differenza di apprendimento tramite confronto tra visione foveale ed extra foveale, dei modelli non ancora appresi. I modelli di apprendimento scelti aventi tipi di grigio non familiari e sono stati misurati in serie temporali e poi classificati in matrici. L'approccio utilizzato da Tyler e Likova, prevede l'utilizzo di pattern Gabor composti (pattern di animali) (fig 11). Per l'apprendimento foveale i prototipi conservano le medesime dimensioni, ma comportamento diverso nell'apprendimento periferico nel quale le immagini sono detenute come informazioni

unidimensionali. La durata di apprendimento in visione extra foveale è stata stimata di un tempo dieci volte più lungo rispetto a quella foveale oltre alla staticità dei modelli interni.

C.Z., $N = 13$, $\Delta k = 1$

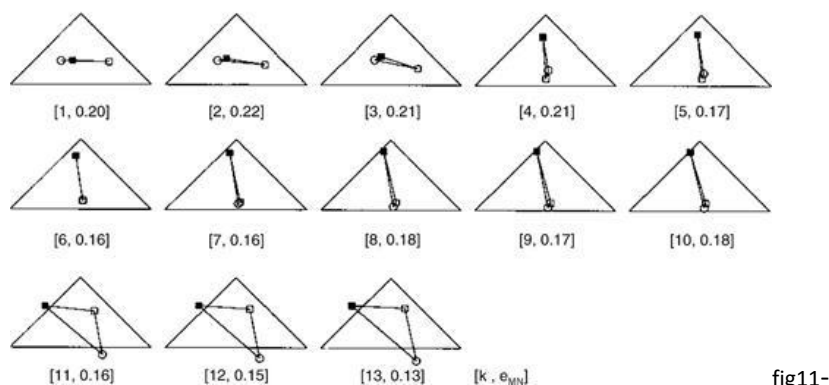


fig11-

In quest'immagine sono riportate le dinamiche di apprendimento in vista indiretta. Le matrici sono ottenute tramite un kernel gaussiano con parametro di diffusione fisso. Ogni singolo spostamento Δk corrisponde ad un'unità di apprendimento. Tra parentesi sono riportati il numero di unità di apprendimento e la radice dell'errore quadratico medio dell'adattamento.

La minore complessità della visione in forma periferica potrebbe essere dovuta alla minore quantità di connessioni tra la periferia e la PFC (Ippocampo corteccia prefrontale). Oppure potrebbe essere dovuto alla minor quantità di neuroni per il campo per la ricezione di input.

In altre parole, la visione extra foveale possiede una minore complessità della rappresentazione e minore velocità di elaborazione rispetto a quella foveale. Ciò consente la capacità di controllare l'azione e il pensiero, che è regolata dalla corteccia prefrontale. Si pensa che i vincoli della forma periferica forniscano un accesso limitato alla parte della corteccia prefrontale che regola la periferia visiva.

IL CASO DELLA SIMMETRIA SPECULARE

È estremamente difficile distinguere modelli simmetrici allo specchio. Da questa premessa ci si aspetterebbe che il livello di confusione esista anche nel caso delle lettere speculari. Un esempio potrebbe essere il caso di bambini e i lettori dislessici, che confondono le lettere anche in forma di vista diretta, mentre i lettori più esperti, evitano l'inversione dell'immagine speculare conoscendo la distinzione di corpo destra-sinistra. In condizioni di affollamento invece anche gli adulti e i lettori più esperti interrompono la simmetria speculare.

Rentschler e Juttner hanno dato una spiegazione a questo fenomeno utilizzando un sistema di riconoscimento di modelli sintattici. Ognuno di questi è organizzato in termini di caratteristiche specifiche (es: dimensione, intensità, area) e ogni coppia di parti in base alla relazione tra loro (es: distanza, contrasto, angolo). Due caratteristiche si sono rivelate fondamentali: la prima comporta una fusione delle parti con una miglioria dell'immagine fusa. La seconda la necessità di preservare alcune caratteristiche delle parti al fine di renderle riconoscibili nel più breve tempo possibile.

CAPITOLO 2:

IL RUOLO DEI VIDEOGIOCHI NEL MIGLIORAMENTO DELLE PRESTAZIONI VISIVE

L'AMBLIOPIA Conosciuta come "occhio pigro", l'ambliopia è una condizione che consiste nella riduzione, più o meno marcata, dell'acuità visiva in un occhio (più raramente in entrambi). Si presenta come un'alterazione del percorso del segnale nervoso che arriva dall'occhio al cervello. In sostanza il cervello predilige le informazioni luminose provenienti da un occhio rispetto all'altro a causa della scarsa qualità dell'immagine di quello che possiede la peggior acuità visiva. L'ambliopia può essere determinata da alcune patologie oculari che durante lo sviluppo del sistema binoculare, ne impediscono il corretto sviluppo fusionale. L'occhio ambliopico si presenta come un occhio perfettamente integro dal punto di vista anatomico, ma risulta alterata la stimolazione luminosa a causa di difetti refrattivi. Le cause più comuni per l'ambliopia sono:

1. Strabismo.
2. Cataratta congenita e ptosi palpebrale.
3. Anisometropia.

I VIDEOGIOCHI MIGLIORANO L'ATTENZIONE VISIVA NEI SOGGETTI AFFETTI DA AMBLIOPIA (IL BATTITO DI CIGLIA NELL'AMBLIOPIA)

Alcuni studi hanno dimostrato come i videogiochi siano un ottimo metodo per allenare gli occhi ambliopi inducendo un recupero generalizzato delle funzioni visive spaziali (fig 12).

Durante una sessione videoludica, quando i bersagli visivi sono presentati in rapida successione, il riconoscimento del primo bersaglio può interferire con il riconoscimento del secondo. Questo fenomeno prende il nome di *battito di ciglia* dell'attenzione (Cohen, Green e Bavelier, 2007 ; Green & Bavelier, 2003), in cui i soggetti ambliopi presentano un'alterazione dell'ammiccamento con il loro occhio ambliopico.

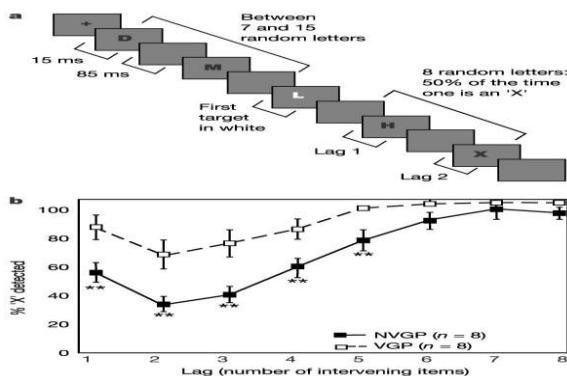


fig 12 a. viene rappresentato l'attività di ammiccamento. b.

grafico che mette a confronto la curva di ammiccamento nei videogiocatori (VGP) con quella dei non giocatori (NVGP). Si può notare come i VGP si comportano meglio (meno battiti di ciglia) rispetto a NVGP. All'aumentare dell'intervallo tra due target diminuisce l'errore dovuto alla districchezza dei VGP con i videogiochi, le curve diventano più comparabili. Gli asterischi indicano un errore sulla misura ($p < 0,02$). I punti senza asterischi indicano che l'errore è inferiore al quadrato dell'errore precedente ($p < 0,001$).

Un esperimento condotto su 11 persone con ambliopia, le quali sono state esposte a 40 ore di gioco, utilizzando una tecnica di rappresentazione visiva seriale rapida (RSVP), sono state sottoposte al controllo della frequenza di ammiccamento e del livello di attenzione. Durante l'esperimento i soggetti avevano due compiti: (grafico a)

1. Identificare una lettera bianca posizionata tra sequenze di lettere nere.

2. Rilevare la presenza di una lettera nera (X) presentata a metà delle prove in una posizione temporale casuale.

I risultati ottenuti sono stati paragonati ad altre prove svolte prima che i soggetti potessero utilizzare il videogioco. Prima del gioco la curva di ammiccamento nell'occhio ambliopico si presentava leggermente più superficiale di quella dell'occhio preferito. Dopo le 40 ore di gioco i risultati hanno mostrato una riduzione del battito di ciglia e dunque, una curva più simile in entrambi gli occhi (grafico b).

I VIDEOGIOCHI MIGLIORANO IL TRACCIAMENTO DEL MOVIMENTO NELLA PERIFERIA

Un esperimento condotto su FIFA20 e condotto anche su altri videogiochi, ha previsto il tracciamento di più elementi (giocatori) e il tracciamento degli elementi multipli periferici (MOT).

Si intende misurare il miglioramento della performance visiva periferica, tramite l'osservazione di altre attività correlate quali: la percezione del movimento globale (GMP), giudizio di numerosità statica (SNJ) e anche da altre attività non correlate come la percezione della forma globale (GFP).

15 adulti, di età compresa tra i 26-28 anni, aventi visione binoculare nella norma, hanno giocato su playstation 4 per 30 minuti in sessioni separate tra loro, con un tempo di wash out di 5 giorni. Le soglie psicofisiche sono state misurate prima e dopo la sessione di gioco in ogni singola partita.

I risultati ottenuti mostrano che solo FIFA20 ha migliorato significativamente le prestazioni. Gli altri giochi invece hanno lasciato invariate le performance visive. Ciò evidenzia che i giochi che coinvolgono più elementi, portano a stimolare il tracciamento del movimento periferico. Questo suggerisce che i videogiochi possono essere ottimi alleati nel miglioramento della visione periferica nei soggetti aventi scotomi foveali.

VIDEOGIOCHI E ALLENAMENTO DELLE ABILITA' VISIVE

Grazie allo sviluppo sempre più complesso e intrigante della realtà virtuale, i videogiochi sono diventati un ottimo alleato per l'apprendimento di nuove conoscenze e anche per l'apprendimento percettivo, quest'ultimo grazie all'allenamento visivo che molti giochi hanno come conseguenza.

In *"Action video games play facilitates and development of better perceptual templates"* di V.R. Bejjanki, et al., condotto dal department of brain and cognitive sciences and the centre of visual science dell'università di Rochester (NY), si sottolinea come l'utilizzo frequente di videogiochi, in particolare gli sparatutto, porti al miglioramento dell'apprendimento percettivo, dovuto alla correlazione psicofisica e gli elementi neuronali. Dopo una sessione ad un gioco d'azione, infatti, si è dimostrato che possono presentarsi delle miglie in vari punti, sia nel merito della visione che nell'attenzione. Di seguito sono riportate le abilità che più frequentemente trovano un incremento.

Per le abilità visive:

1. La sensibilità al contrasto,
2. Affollamento,
3. Mascheramento,
4. La visione periferica,

Per l'attenzione:

1. Concentrazione sulla rilevazione delle modifiche,

2. Velocità maggiore nell'inseguimento,
3. Maggior tempo per la detenzione degli stimoli,
4. Attività multitasking,

Un aspetto importantissimo che coinvolge la sensibilità al contrasto è l'abilità a stimare i più piccoli cambiamenti nella scala dei grigi, che è considerato il punto di partenza della visione e della sensibilità alle varie lunghezze d'onda.

La sensibilità al contrasto permette di percepire un oggetto separato dallo sfondo, nella vita reale è praticamente impossibile incorrere in episodi di massimo contrasto. Ad esempio, mentre si guida nel bel mezzo di un banco di nebbia, il riconoscere gli oggetti davanti risulta essere determinante. L'incremento della motilità oculare permette una più rapida e precisa performance di inseguimento di un oggetto, oltre ad un perfezionamento della binocularità, dove muscoli estrinseci più tonici permettono un più veloce allineamento degli assi visivi e dunque la collocazione di un'immagine in punti retinici corrispondenti.

Anche la percezione visuo-spaziale viene potenziata. Nella realtà quotidiana può essere utile in molti casi, ad esempio per riconoscere un conoscente in mezzo ad una folla di persone.

La coordinazione occhio-mano è fondamentale ed è una delle abilità che si sviluppano per prime. Infatti, la fissazione di un oggetto rende la presa sul medesimo molto più semplice, grazie al collegamento tra sistema visivo e motorio.

Durante una sessione di gioco, in particolare con gli sparatutto, il videogiocatore è portato a seguire il bersaglio determinando un maggiore movimento oculare rispetto alle condizioni abituali, oltre che ad una maggiore concentrazione e ad un incremento del rilevamento del target in condizioni nella quale il contrasto risulta essere ridotto. Inoltre, è presente una maggiore precisione e una maggiore coordinazione occhio-mano, data l'osservazione fissa dello schermo con gli occhi, mentre con le mani si usano i comandi. In altre parole, le capacità visive sono messe in condizioni limite che comportano un conseguente cambiamento a livello neuronale e dunque ad un adattamento alle condizioni estreme imposte dal videogioco.

Tuttavia, appare evidente chiedersi se soltanto i videogiochi d'azione migliorino l'assetto visivo e in caso affermativo, quali siano le fisiologiche motivazioni.

In uno studio condotto da Bavelier (fig13), sono stati prese in considerazione 22 persone divise in gruppi di 11 ciascuno. Ad entrambi i gruppi è stato assegnato il compito di dover giocare per 50 ore, distribuite in 9 settimane. Al primo gruppo è stato chiesto di giocare a *Call of Duty*, mentre al secondo *The Sims2*. I risultati ottenuti da tale studio evidenziano, nel gruppo che ha giocato a COD un miglioramento della performance periferica del 58%, mentre l'altro gruppo non ha riscontrato nessun potenziamento. Inoltre, si è monitorato anche per quanto tempo i potenziamenti sono stati conservati. Anche in questo caso il gruppo di COD ha mantenuto per un periodo di 5 mesi, rispetto al gruppo di the Sims2 che ha conservato le migliori per poche settimane. (NEURO.VISION.ORG)

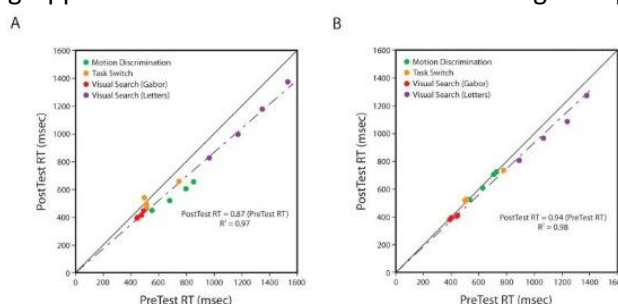


fig13 – il gruppo addestrato a COD ha mostrato una

diminuzione del 13% (A) del tempo di reazione (RT), mentre il gruppo di the Sims solo il 6%(B). È importante sottolineare che i dati relativi alla precisione riferita al pre e post test in entrambi i gruppi risultano trascurabili. Con il gruppo di COD l'accuratezza è dello 0,3% (pre-test 0,96 – post-test 0,997), mentre il gruppo di the Sims ha rilevato un'accuratezza dello 0,6% (pre-test 0,95 – post-test 0,994)

LA CLASSIFICA DEI VIDEOGIOCHI PIU' ACCESSIBILI ALLE PERSONE AVENTI DEFICIT VISIVI

In uno studio condotto da Lenstore.it è stato possibile stilare una classifica dei dieci videogiochi che vengono incontro alle esigenze di persone affette da deficit visivi. I dati che sono stati raccolti prendono in considerazione i giochi più famosi, soprattutto quelli che offrono un supporto per i giocatori daltonici, ed esaminandone le funzionalità, hanno stilato questa classifica (fig14) in cui i videogiochi sono stati posti al controllo di quattro diverse categorie:

I 10 VIDEOGIOCHI PIÙ ACCESSIBILI ALLE PERSONE AFFETTE DA DISABILITÀ VISIVE				
CLASSIFICA VIDEOGIOCHI	DALTONISMO	CARATTERE REGOLABILE	RIDIMENSIONAMENTO HUD	IMP. DI CONTRASTO
1 The Last of Us Part II	✓	✓	✓	✓
2 World of Warcraft	✓	✓	✓	✗
3 Into the Breach	✓	✓	✓	✗
4 Microsoft Flight Simulator (2020)	✓	✓	✓	✗
5 Dota 2	✓	✗	Limitato	Solo luminosità
6 Red Dead Redemption 2	✓	✗	Limitato	Solo luminosità
7 Forza Horizon 4	✓	✗	Solo computer	Solo luminosità
8 Minecraft con pacchetto Texture	✓	✗	✓	Solo luminosità
9 StarCraft II: Wings of Liberty	✓	✗	✓	Solo luminosità
10 XCOM: Enemy Unknown	✓	✗	✗	Solo luminosità

fig14

1. Dimensione regolabile del carattere: Corrisponde alla possibilità di modificare la grandezza dei caratteri del testo;
2. Ridimensionamento Hud: La possibilità di modificare la dimensione dell'interfaccia dell'utente;
3. Impostazioni di contrasto: Se esiste la possibilità di modificare le impostazioni di contrasto e luminosità dello schermo;

Il gioco che ha ottenuto il punteggio migliore è the Last of Us part II 2020, che già in passato si era distinto per offrire una maggior accessibilità auditiva e motoria. Possiede anche una sintesi di vocale incorporata ed offre la possibilità di saltare i puzzle, che rendono l'esperienza di gioco accessibile anche a persone ipovedenti. Il gioco inoltre include filtri per protanopia, daltonismo e tritanopia oltre alla colorazione HUD personalizzabile.

Microsoft Flight Simulator, ha la possibilità di ampliare il campo visivo (aumentando l'attivazione della visione periferica). Anch'esso include filtri per protanopia, daltonismo e tritanopia.

SUPERVISION



fig 15

Un'ulteriore ricerca condotta presso l'università di Lancaster, grazie ad un gruppo di ricercatori, con a capo il prof. Ramirez Gomez, ha creato un serie di tre videogiochi (fig15), il cui scopo è quello di usare in prevalenza la visione periferica. Uno di questi: "Medusa", si basa proprio sul catturare il maggior numero di funghi presenti in un giardino, toccandoli con il mouse, senza spostare lo sguardo da un punto di fissazione, pena l'esser trasformati in pietra. Ciò è stato possibile grazie ad un sistema di eye-

trackers che monitora il movimento oculare del giocatore. Come sostenuto dal prof Ramirez Gomez, la difficoltà iniziale di chi si avvicina a questo tipo di videogioco è proprio quella di resistere alla tentazione di guardare direttamente gli obiettivi. Questo perché è abitudine nella vita di tutti i giorni usare maggiormente la zona centrale della retina. Tuttavia, dopo qualche tentativo i giocatori iniziavano a sviluppare una serie di strategie per sfuggire alla tentazione di guardare i funghi come, ad esempio, focalizzarsi in un punto specifico dello sfondo. Lo studio, al quale hanno partecipato 24 persone, è durato tre settimane nelle quali, già dopo la prima, si è arrivati a stimare delle significative variazioni migliorative nelle performance periferiche, conservate poi anche dopo le tre settimane dall'esperimento.

Lo scopo dello studio è stato utilizzato al fine di migliorare le performance visive negli atleti di sport di squadra. Errore comune è quello di pensare che incrementare la *"visione a tunnel"* sia il modo migliore per concentrarsi sul campo. È certamente vero che questa risulti essere fondamentale sulle azioni di gioco, ma in qualsiasi sport è anche vero che succedono più cose nello stesso momento e che quindi è bene possedere un'ampia visuale per avere maggior controllo sul campo. Le informazioni delle periferie medie e lontane viaggiano più velocemente nel cervello fino al 25% in più delle informazioni raccolte dalla zona centrale. Questo è spiegabile considerando che gli oggetti visti dalla periferia non sono messi a fuoco direttamente e di conseguenza il cervello ha bisogno di reagire più velocemente agli stimoli. Per questo motivo la visione periferica viene sfruttata dagli atleti per concentrarsi maggiormente, dato che affermano che quando si concentrano su questa, il gioco sembra rallentare e gli oggetti diventano più visibili. Un altro dei motivi interessanti è che la visione periferica svolge un ruolo importante nel mantenere l'equilibrio posturale. Insieme al labirinto dell'orecchio, circa il 20% dei nervi periferici aiuta a mantenersi in piedi.

ESERCIZIO PER MIGLIORARE LA VISIONE PERIFERICA (METODO DELLO STUZZICADENTI E DELLA PAGLIA)

Questo è un esercizio usato per aiutare le persone a rendersi più consapevoli di ciò che accade intorno a loro. Per l'esercizio occorrono solo una cannuccia e due stuzzicadenti:

Si parte disegnando una linea nera lungo tutta la lunghezza della cannuccia, come a volerla tagliare a metà, questa la si considera come la mira per la messa a fuoco foveale. A questo punto si chiede ad un'altra persona di mantenere la cannuccia orizzontalmente, prima di cominciare.

L'esercizio consiste nell'inserire nelle estremità della cannuccia i due stuzzicadenti senza distogliere lo sguardo dalla linea nera. Nel frattempo, è utile allenare la mente ad avere una concentrazione più nitida nella periferia.

Oggi molti atleti fanno uso di attrezzature sofisticate rispetto al metodo dello stuzzicadenti e della pagliuzza, tramite l'utilizzo di software. Le nuove tecnologie, infatti, offrono maggior vantaggio come, ad esempio, permettono di poter scegliere tra una vasta gamma di giochi.

Questo impedisce di completare l'esercizio usando la memoria muscolare, vanificando tutti gli sforzi, e quindi essere meno prevedibile per misurarsi di volta in volta in situazioni differenti. E inoltre permette di lavorare contemporaneamente sul potenziamento di più capacità. (*Reflexion.co- how to improve peripheral vision*).

GLI EFFETTI DEI VIDEOGIOCHI SUL TEMPO DI REAZIONE

Orosy-Fioldes e Allan (Orosy-Fildes e Allan 1989), hanno provato a misurare la variazione dei tempi di reazione nei bambini (20 di età variabile), utilizzando prima un pre-test nel quale è stato chiesto ai soggetti di rispondere, premendo un pulsante, all'accensione di una luce. Successivamente metà di

loro è stato sottoposto a circa 15 minuti di gioco su Atari. Dopo, tutto il gruppo è stato sottoposto ad un post test sul tempo di reazione. I risultati dell'esperimento (fig 16) mostrano che il gruppo di bambini che ha utilizzato il videogioco, ha mostrato un accorciamento del tempo di reazione di circa 50 millisecondi rispetto al gruppo di controllo. Ciò appare sorprendente che dopo soli 15 minuti di gioco si abbia un così netto miglioramento. Lo stesso è stato riscontrato in un medesimo esperimento condotto su soggetti anziani.

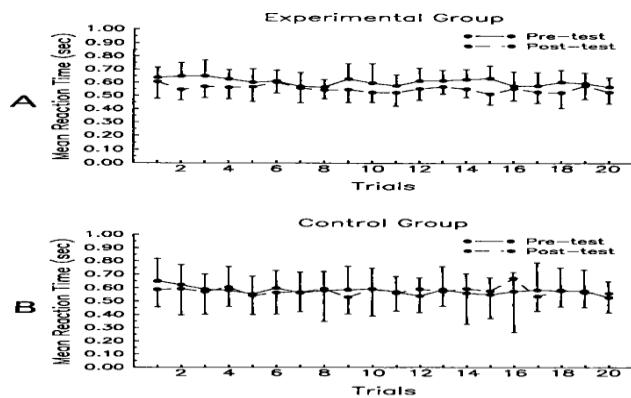


fig 16

GLI EFFETTI DEI VIDEOGIOCHI SULLE ABILITA' SPAZIALI

Altro interessante esperimento è stato condotto per valutare le capacità spaziali di chi fa uso frequente di videogiochi. La ricerca, condotta da Dorval e Pipin, ha analizzato la capacità di determinare la struttura tridimensionale di un oggetto, presentato in due dimensioni. Inoltre, ha valutato come sarebbe lo stesso se ruotato nello spazio, tramite l'applicazione del test dell'attitudine differenziale relativo alle relazioni spaziali. In sostanza, si è cercato di verificare se utilizzando il videogioco Zaxxon, ovvero un gioco appartenente al genere sparatutto (1986), i risultati del test potessero migliorare. Il videogioco era uno dei pochi all'epoca a possedere una simulazione accurata di tridimensionalità. Dopo 8 sessioni a Zaxxon, i giocatori hanno evidenziato un potenziamento nelle abilità spaziali, rispetto al gruppo di controllo. Analogamente un'ulteriore ricerca condotta su due gruppi: uno formato da bambini di età compresa tra i 10-11 anni, e l'altro da adolescenti di età compresa tra i 14-15 anni. Il primo gruppo ha evidenziato come già alle prime sessioni di gioco la loro rotazione mentale risulta migliorata. Si tratta di uno degli aspetti più complessi della capacità cognitiva, che consiste nel ruotare mentalmente un oggetto visto sia in forma bidimensionale che tridimensionale. È molto utile per l'orientamento topografico, dato che permette di riconoscere un luogo anche da un'angolazione differente. Inoltre, la rotazione mentale risulta essere più dinamica nei bambini tra i 10-11 anni rispetto ai ragazzi più grandi, al netto di una differenza genetica che pare incrementare il potenziamento di questa capacità.

L'abilità di tridimensionalità è estremamente utile soprattutto in alcune professioni come, ad esempio, l'architetto e l'ingegnere o anche negli stilisti. Quindi l'allenamento anche di questo aspetto della visione non è da considerarsi secondario dato che diventa fondamentale in molti ambiti lavorativi e anche nella vita quotidiana.

GLI EFFETTI DEI VIDEOGIOCHI SULL'ATTENZIONE

Come si è detto nel capitolo precedente, l'attenzione visiva consiste nel selezionare gli oggetti e ad elaborarli, mentre i restanti, presenti nel campo visivo, vengono semplicemente ignorati. Quindi si potrebbe sostenere che per la visione umana non conta necessariamente cosa riesce a "vedere", ma ciò che può comprendere.

A questo proposito è stato condotto un esperimento da Greenfield e collaboratori, nel 1994, che ha evidenziato gli effetti dei videogiochi sulla capacità di dividere e spostare l'attenzione. Nello studio è stato detto agli esaminati di premere un pulsante non appena avessero visto uno stimolo che lampeggiava brevemente. È stato anche detto loro che lo stimolo poteva apparire in due differenti posizioni: A e B.

Sono stati anche avvertiti che nell'80% del tempo lo stimolo sarebbe apparso nella posizione A; mentre nel 10% nella posizione B, e sul restante 10% poteva apparire in entrambi i lati. Il risultato ottenuto è che la maggior parte dei soggetti prestava maggior attenzione alla posizione più probabile. Di conseguenza, si è riscontrato una velocità maggiore nella risposta allo stimolo apparso nella posizione A che nell'altro B. Ciò, quindi, dimostra come il ruolo dell'attenzione sia decisivo nella prontezza alla risposta ad uno stimolo luminoso. L'esperimento si è poi ripetuto allo stesso modo ma contrapponendo due gruppi: da un lato i videogiocatori e dall'altro i non giocatori. I risultati hanno evidenziato che i non giocatori rispondevano più velocemente agli stimoli presentati nella posizione A, mentre più lentamente in quella B, nelle volte in cui le probabilità erano uguali (che è spiegabile con l'uniformità dell'attenzione). È interessante notare che i giocatori hanno mostrato un vantaggio nelle volte in cui lo stimolo appariva nella posizione A (80%), mentre non risulta nessun tipo di migioria nella posizione B (10%). Un altro elemento interessante è che la velocità di risposta del gruppo dei giocatori è maggiore nella condizione dell'10% mista (condizione più difficile), anche confrontata con il risultato dei non giocatori nella condizione dell'80% (la condizione più semplice). Questo risultato indica che l'efficienza con cui è divisa l'attenzione è notevolmente aumentata nei videogiocatori.

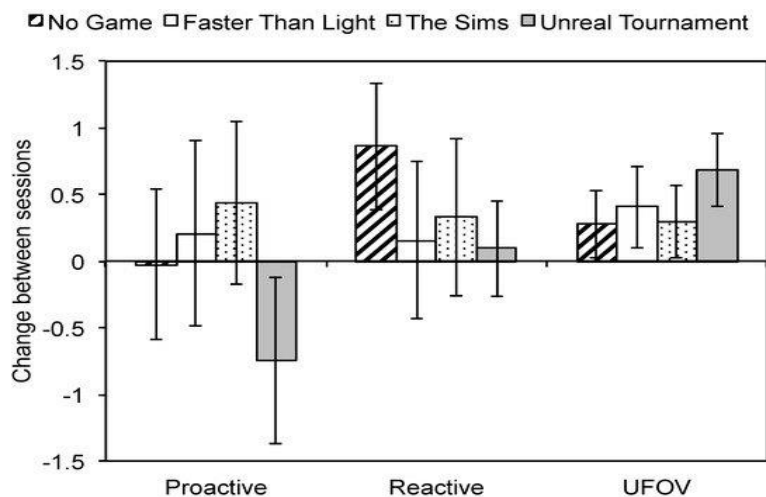
Pylyshyn e Storm, hanno misurato la capacità del sistema visivo utilizzando il tracciamento di più oggetti tramite paradigma di programmazione (*object-oriented programming OOP*). Si tratta di misurare il numero massimo di oggetti in movimento che possono essere monitorati con successo all'interno di un campo con bersagli distrattori. Si ritiene che il numero di elementi che possano essere tracciati fornisca un indice del numero di oggetti contemporaneamente controllabili, in altre parole vuol dire valutare la capacità del sistema attenzionale. I videogiocatori sono stati in grado di tracciare altri due oggetti in più rispetto ai non giocatori.

Per valutare con quale efficienza i videogiocatori distribuiscono l'attenzione nel campo visivo, si è proceduto utilizzando un test inizialmente sviluppato per monitorare il controllo alla guida degli anziani. Un altro dato interessante è che il controllo di guida non è correlabile all'acuità visiva, ma piuttosto alla capacità di monitorare un campo visivo disordinato.

Quindi i progettisti di questo test, che prende il nome di *attività del campo visivo utile* (UFOV), sostengono che invece di sottoporre agli esaminati un test sull'acuità visiva tramite ottotipo, sia molto più utile valutare la capacità di distribuire l'attenzione visiva sull'intera scena (Ball e collab. 1988). Una versione del test di valutazione del UFOV, è stato applicato in questo modo: Al soggetto viene chiesto di localizzare, nel più breve tempo possibile, un target presentato, con eccentricità di 30°. Ancora una volta i videogiocatori si dimostrano più veloci e più precisi anche quando sul display appaiono i distrattori, dimostrando che i giocatori riescono ad individuare ciò che stanno cercando in una scena disordinata più facilmente. Infine, è necessario misurare la risoluzione temporale dell'attenzione visiva utilizzando il paradigma dell'ammiccamento dell'attenzione. In questo test i soggetti hanno visto un flusso scorrevole di lettere nere (presentate una alla volta, per 100 ms ciascuna). Al soggetto è stato detto di individuare la lettera bianca che verrà presentata nel mezzo del flusso delle lettere nere. Viene anche aggiunto che il 50% delle volte apparirà anche una "X" da qualche parte nel flusso di lettere, e sarà successiva alla lettera bianca (dopo 8 lettere). Per la maggior parte dei soggetti (15 persone) quando la X veniva presentata immediatamente dopo la

lettera bianca, veniva più facilmente persa. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che il soggetto è impegnato ad elaborare la lettera bianca, e quindi non è in grado di elaborarne altre finché non terminato con la precedente. Nei videogiocatori questo tempo di elaborazione è più breve rispetto ai non giocatori, e comunque anche in questo periodo critico i giocatori mancano l'obiettivo meno spesso. Ciò dimostra che chi utilizza i videogiochi riesce ad elaborare le informazioni in un tempo più breve rispetto ai non giocatori.

Un altro test condotto dal dipartimento di psicologia e neuroscienze di Greencastle (USA), (fig17) sulla base dei risultati ottenuti dagli esperimenti di Bevalier, hanno messo a confronto tre gruppi a cui è stato assegnato un gioco diverso e un quarto gruppo di controllo. Hanno valutato come all'aumentare delle sessioni di gioco cosa accade al controllo proattivo e reattivo, e al UFOV. (mdp.com)



. fig17 – in questo grafico come il videogioco sparattutto UT mostra un significativo miglioramento, mentre risultano più uniformi i risultati ottenuti dai videogiochi the Sims e FTL.

C'è anche da fare un distinguo; non tutti i videogiochi sono uguali e pertanto non tutti migliorano allo stesso modo le capacità. Mettendo a confronto giocatori di sparattutto con giocatori di giochi di controllo, nei primi risulta aumentata l'efficienza con cui si divide l'attenzione e la capacità di rilevare le caratteristiche spaziali e temporali della stessa. Ciò porta ad un aumento significativo delle risorse attenzionali, rispetto ai giocatori di giochi di controllo.

COME I VIDEOGIOCHI POSSONO MODIFICARE LE ATTIVITA' CEREBRALI

Un gruppo di ricercatori della Gran Bretagna ha cercato di comprendere le conseguenze neurochimiche dovute all'uso di videogiochi (Koepp e collab. 1998). Questi ricercatori hanno misurato la quantità di dopamina rilasciata quando i soggetti giocano a videogiochi d'azione. La dopamina è una delle tante sostanze chimiche prodotte dai neurotrasmettitori del cervello, che consentono la modulazione delle informazioni e delle connessioni tra le aree cerebrali. La dopamina è di particolare interesse dato che svolge un ruolo in un'ampia gamma di attività cerebrali, che sono alla base dei comportamenti umani, tra cui piacere, dipendenza e apprendimento. Utilizzando un tipo di imaging cerebrale (emissione di positroni, tramite topografia o PET) sono stati in grado di determinare se l'utilizzo di videogiochi aumenta la quantità di dopamina rilasciata dal cervello. Effettivamente un aumento di dopamina è stato riscontrato in particolare nelle aree adibite al controllo, la ricompensa e l'apprendimento. Il ruolo dell'aumento della dopamina e le sue implicazioni non sono ancora ben noti, ma il lavoro sui ratti suggerisce che la dopamina può essere determinante nella modifica delle attività cerebrali post allenamento percettivo. Bao e collaboratori

hanno condotto un esperimento in cui si evidenzia un intensificarsi delle sinapsi successivo alla produzione di dopamina. Si potrebbe ipotizzare che i neuroni della dopamina svolgano un ruolo critico nell'apprendimento che si traduce in una riorganizzazione neuronale. Mediante una sorta di parallelismo, si pensa che la modifica nel cervello dei ratti sia paragonabile a quello dei videogiocatori, spiegando un apprendimento diffuso più veloce.

VIDEOGIOCHI PER ANZIANI

In generale è risaputo che gli anziani soffrono di una serie di deficit visuo-motori; come l'allungamento dei tempi di reazione, della coordinazione occhio-mano e delle abilità cognitive generali come la memoria a breve termine e il ragionamento (Drew e Waters 1986). Anche se questo declino è considerato come una naturale progressione dell'invecchiamento, è possibile recuperare almeno in parte queste abilità per continuare a vivere una vita più normale ed indipendente. Drew e Waters, hanno dimostrato che l'utilizzo di videogiochi non solo migliorano la coordinazione occhio-mano ma aumentano le capacità intellettive generali e verbali. Tredici soggetti, di età compresa tra 61-78 anni, sono stati addestrati ad un videogioco chiamato "*Crystal Castles*" per un tempo pari a 8 settimane (un'ora a settimana). Prima e dopo il gioco, il gruppo di anziani che ha giocato e il gruppo di controllo, sono stati testati su WAISR, un test utilizzato per monitorare l'intelligenza negli anziani tramite due sottocomponenti separati, progettati per valutare l'intelligenza verbale e quella non verbale, e anche tramite un altro test Rotary Pursuit, che serve a valutare la coordinazione occhio mano.

Post allenamento da videogiochi il gruppo ha mostrato una netta miglioria nei test di verifica, e inoltre gli anziani hanno riferito che si sentivano più attivi e più attenti nello svolgere le attività quotidiane. Tuttavia, è necessario prestare attenzione all'interpretazione dei risultati; molti test d'intelligenza valutano anche la velocità di esecuzione. Quindi è possibile affermare che l'utilizzo di videogiochi aumenti anche le capacità di eseguire scelte rapide, senza intaccare le altre capacità intellettive come la creatività e le capacità analitiche.

Sebbene i risultati di questo studio e di altri simili dimostrano come l'utilizzo frequente di videogiochi possa essere un valido alleato per rallentare o addirittura invertire il processo di invecchiamento legato all'età, è tuttavia ancora difficile stabilire quali aspetti del gioco sono necessari per indurre un cambiamento.

VIDEOGIOCHI PER BAMBINI

Gli esseri umani sono tra i mammiferi meno precoci dal punto di vista percettivo e cognitivo e spesso queste abilità raggiungono il loro culmine nella fascia di età post adolescenza. Partendo da questo presupposto, il motivo per il quale si è iniziato a valutare l'effetto dei videogiochi sui bambini si fonda proprio sul capire se è possibile ampliare le capacità visuo-cognitive e ridurre i tempi di decadimento fisiologico. I test condotti sui bambini mostrano vantaggi simili ai test sottoposti agli adulti soprattutto nella sfera delle capacità visive, in particolare nel campo visivo utile e nel battito di ciglia d'attenzione (Bevalier 2004).

Hasdai e collaboratori, hanno utilizzato queste ricerche per applicarle nel campo dell'addestramento di bambini affetti da distrofia muscolare progressiva o paralisi cerebrale, allenandoli tramite un gioco, disponibile su PC, e utilizzabile tramite joystick (Hasdai, Jessel e Weiss 1998).

I VIDEOGIOCHI UTILIZZATI PER MIGLIORARE LE ABILITA' DEL PERSONALE MILITARE

Il personale militare in generale ma in particolare piloti di aerei, sono un valido esempio di come l'aumento delle elaborazioni visive possono risultare determinanti nelle performance lavorative, che

nel loro caso, può fare differenza tra la vita e la morte. All'inizio degli anni 80, i militari hanno iniziato ad esaminare gli effetti dei videogiochi sul loro personale (Kennedy, Jones Bittner Jr. 1981). Diversi studi tra i quali quelli di Kennedy Bittner e collab. hanno dimostrato il potenziamento delle performance di volo tramite l'uso frequente del videogioco *Air Combat*.

Oltre all'esercito americano, anche l'esercito israeliano ha cominciato ad applicare i videogiochi per aumentare l'efficienza con cui l'attenzione è gestita, confrontando piloti addestrati tramite videogioco (Space Fortress) ed altri non addestrati. Ai cadetti, ai quali sono state date dieci ore di esperienza con il gioco, hanno ottenuto risultati nettamente migliori rispetto al gruppo di controllo. Dei 33 punteggi totali di volo (assegnati dagli istruttori), chi ha giocato ha ottenuto un punteggio di 25/33 in media. Space Fortress ha ottenuto dei risultati così strabilianti che attualmente è utilizzato regolarmente per la formazione dei piloti dell'aviazione israeliana.

Oltre ai piloti si possono pensare anche altri soldati con ruoli diversi che possono trovare enormi vantaggi nel potenziamento dell'attenzione, controllo e della distribuzione spaziale

VIDEOGIOCHI PER CHIRURGI

Un altro campo lavorativo che ha mostrato di ottenere diversi vantaggi dal miglioramento delle performance visive è quello dei chirurghi laparoscopici.

La chirurgia laparoscopica è una forma di chirurgia mininvasiva, in cui una fotocamera e strumenti operativi, vengono introdotti nel corpo tramite piccole incisioni. Il ruolo del chirurgo, quindi, è quello di eseguire l'intervento manovrando gli strumenti in base alla visualizzazione delle immagini della fotocamera. L'attenzione visiva e la manualità, quindi, giocano un ruolo decisivo rispetto alla chirurgia tradizionale. Rosser e colleghi hanno scoperto che i chirurghi che giocano più di tre ore a settimana, hanno il 37% di probabilità in meno di commettere errori, veloci il 27% in più, e nel 33% migliori nei compiti di sutura, rispetto ai non giocatori. Gli ideatori dell'esperimento incoraggiati dai dati ottenuti suggeriscono uno sviluppo di videogiochi specifici per la formazione di chirurghi laparoscopici.

CAPITOLO 3:

LE CONCLUSIONI

LE DIFFICOLTA' LEGATE ALLE RICERCHE SUI VIDEOGIOCHI

In questo paragrafo è necessario concentrarsi sulle difficoltà che le ricerche precedentemente presentate hanno riscontrato. È bene specificare non esistono videogiochi perfettamente uguali, il che significa che gli effetti cognitivi e percettivi creati dagli stessi non sono analogamente comparabili.

Poiché l'obiettivo principale di questa tesi è la visione periferica, i videogiochi prediletti sono stati gli "sparatutto". Questa tipologia richiede un monitoraggio costante, dato che i nemici compaiono sempre in maggior numero nella periferia dello schermo. Inoltre, la velocità di gioco è superiore rispetto alle azioni che si svolgono nella vita quotidiana. In ultimo, un'attenzione adeguata si rende indispensabile dato che i nemici compaiono più di uno alla volta sullo schermo.

I requisiti di altri giochi sono spesso simili agli sparatutto, ma abbastanza distinti da rendere difficile prevedere le conseguenze sulla percezione. Ad esempio, i giochi di sport richiedono la stessa attenzione visiva, ma è difficile stabilire nel dettaglio le variazioni che producono rispetto agli sparatutto. Questo tipo di dubbi resta ancora uno dei quesiti puramente empirici dato che mancano ancora le tecnologie sufficienti a quantificare e qualificare le variazioni di percezione per ciascun gioco. In altri termini, questi motivi sono una reale limitazione all'applicazione dei videogiochi come strumento di formazione. Per esempio, lo stesso gioco potrebbe essere utile per un paziente affetto da eminegletto (deficit visivo nell'attenzione, dovuto a un danno al lobo parietale destro), e al tempo stesso inefficace per un paziente con ambliopia.

Un'altra difficoltà riscontrata è che l'allenamento potrebbe essere più o meno efficace a seconda di come è somministrato (Linkenhoker e Knudsen 2002). Si è ampiamente discusso di quanto la difficoltà del gioco influenzi l'apprendimento che si verifica. Affinché si possa ottenere il massimo dell'apprendimento è necessario che la difficoltà di gioco debba essere appena *troppo difficile* per il soggetto. Nel caso in cui la difficoltà di gioco risulti essere più facile o troppo difficile, l'apprendimento viene penalizzato. Pertanto, monitorando attivamente il livello di avanzamento dei soggetti, e aumentando la difficoltà man mano che questi imparano a padroneggiare il gioco, è possibile spingerli a raggiungere un obiettivo leggermente più in là delle loro attuali capacità.

Infine, dalle ricerche emerge che durante una sessione di gioco si riscontrano dei fenomeni metabolici; vale a dire battito cardiaco accelerato e alterazione della respirazione. Si è immaginato quindi, che dilettersi in giochi competitivi corrisponda ad un aumento dell'adrenalina. Il fenomeno di eccitazione dovuto all'incremento dell'adrenalina risulta essere più evidente nei giocatori neofiti rispetto a quelli più esperti.

A causa di tutti i fattori elencati e non solo, l'applicazione dei videogiochi formativi atti ad indurre cambiamenti percettivi o cognitivi risulta ancora un'utopia.

IL RUOLO DEI VIDEOGIOCHI NEL FUTURO E I LORO POTENZIALI EFFETTI

Sebbene sia molto difficile prevedere il futuro della tecnologia, ci sono molte possibili direzioni che potrebbe prendere nel campo dei videogiochi. Dal punto di vista grafico, i progressi saranno probabilmente semplici incrementi del sistema (ampliamento della memoria, migliori schede video, potenziamento della velocità di elaborazione), che consentiranno una più realistica esperienza di gioco (texture, effetti di luce e ombre, miglior risoluzione ecc..).

Un'altra strada potrebbe essere la produzione di giochi tridimensionali. Questo porterebbe ad avere giochi non più su schermo TV o PC, ma direttamente avanti e intorno al soggetto, applicando dei visori per simulare ambienti immersivi. I problemi attuali di questi dispositivi sono dovuti al fatto che i soggetti esposti alla realtà virtuale tramite visore accusano nausea, disturbi oculomotori, e disorientamento. Uno studio condotto da Stanney e collaboratori ha rilevato l'80% dei partecipanti accusa questi disagi post utilizzo del visore (Stanney e collab. 2003). Questi effetti negativi possono essere in parte dovuti alle limitazioni nella potenza di elaborazione, con sistemi incapaci di stare al passo di soggetti che hanno grandi libertà di movimento. (del corpo, testa e in particolare degli occhi).

Tuttavia, anche con processori infinitamente potenti, la discrepanza sensoriale tra la vista e altri sensi risulta provocare quella che è stata denominata come la "*malattia informatica*". Da questi presupposti risulta difficile prevedere le modifiche percettive dovute ad un ambiente virtuale di gioco di questo tipo. Si potrebbe pensare che gli effetti sulle capacità percettive e cognitive risulterebbero potenziate, combinando tra loro le informazioni uditive, visive e sensoriali in diversi input convogliati in una sola percezione coerente.

Al di là delle modifiche tecniche di gioco, ci saranno moltissimi cambiamenti anche nell'interazione tra più giocatori. Attualmente il multiplayer è diventato l'hobby di molti giovanissimi e non solo, e si prevede che la tendenza a questo tipo di esperienza continuerà a subire un incremento nel prossimo futuro. La maggior parte dei giocatori esperti è relativamente abile nel determinare come battere virtualmente un avversario, che richiede lo sviluppo di capacità complesse di ragionamento e l'abilità di prendere una decisione.

Infine, esiste una vasta cerchia di tecnici interessati a sviluppare videogiochi pensati per potenziare particolari abilità motorie o percettive. Come menzionato in precedenza, i videogiochi possono essere utilizzati per massimizzare le abilità di professionisti e aiutarli nella pratica quotidiana di lavoro. I risultati delle ricerche, infatti, portano dati incoraggianti nell'impiegarli come strumenti atti a potenziare e rimodellare le abilità visuo-motorie, spaziali e visive attenzionali. Sembra piuttosto probabile che nel prossimo futuro verranno impiegati in questo campo.

ALTRE OSSERVAZIONI

I videogiochi attualmente svolgono un ruolo sostanziale nella nostra cultura, in particolare nell'ambito dell'intrattenimento. I risultati delle ricerche incoraggiano questo tipo di hobby, proprio per le migliorie che apportano al sistema visivo-motorio e intellettuale. La possibilità che i videogiochi siano un valido alleato per l'apprendimento, porta a pensare che forniscano un cambiamento nelle prestazioni e organizzazioni del cervello, inducendo alcune persone a credere che possano essere il rivoluzionario strumento didattico del ventunesimo secolo. Il sempre più crescente interesse delle aziende nella produzione di un numero sempre maggiore di giochi è la migliore testimonianza dell'entusiasmo in questo settore.

Considerando i vantaggi apportati dai videogiochi in alcuni aspetti cognitivi e motori, e che questi risultino innegabili, questo campo è di fatto ancora agli albori e bisogna ancora rispondere a tantissimi quesiti. A livello pratico, per poter utilizzare in modo efficiente e utile ad addestrare una particolare funzione, si devono ancora determinare quali caratteristiche dovrebbe possedere un gioco perché si riesca a beneficiare al massimo delle abilità in questione. È necessario anche determinare il programma di allenamento giusto, poiché un sistema di allenamento mal progettato può portare ad effetti nulli. Infine, è necessario garantire che a fronte di un guadagno non vi sia una grave perdita di prestazioni in altre aree della cognizione o a livello emotivo e sociale. A livello

teorico le ricerche stanno aprendo una finestra affascinante sulla straordinaria capacità del cervello e della visione periferica. Capire i meccanismi che scatenano una plasticità così diffusa è una delle tante sfide che in questo campo si dovranno affrontare.

FONTI:

Kolb, H., *L'organizzazione neurale della retina umana*. in *Principi e pratica dell'elettrofisiologia clinica della visione*, JR Heckenlively e GB Arden, editori. 1991, Annuario Mosby: St. Louis. P. 25-52.

Bear, Connors & Paradiso, 2016

[Eric R. Kandel](#), "Principi di Neuroscienze"

Journal of Vision August 2014, Vol.14, jov.arvojournals.org/article.

cit- dizionario optometria A-Z Luigi Lupielli

Beard et al., 1995; Lu & Doshier, 2004; Mollon & Danilova, 1996

D.G. Pelli

Crowding: A cortical constraint on object recognition

Curr. Opin. Neurobiol., 18 (2008), pp. 445-451

F. Wilkinson, H.R. Wilson, D. Ellemberg

Lateral interactions in peripherally viewed texture arrays

J. Opt. Soc. Am. A Opt. Image Sci. Vis., 14 (1997), pp. 2057-2068

T.A. Nazir

Effects of lateral masking and spatial precueing on gap-resolution in central and peripheral vision

Vision Res., 32 (1992), pp. 771-777

Jüttner e Rentschler (2000)

Foster e Khan

Dill e Edelman (2001)

Cohen, Green e Bavelier, 2007; Green & Bavelier, 2003

Saskia Bakker, Elise van den Hoven, and Berry Eggen. 2010. *Design for the Periphery*. EuroHaptics 2010 7

Joseph Baldwin, Alistair Burleigh, Robert Pepperell, and Nicole Ruta. 2016. *The Perceived Size and Shape of*

Objects in Peripheral Vision. *i-Perception* 7, 4 (2016), 2041669516661900.

Bernell. 2019. *Bernell Vision Disk*. <https://www.bernell.com/product/HS6015/807>. Accessed: 2019-01-07

J David Smith and TC Graham. 2006. *Use of eye movements for video game control*. In *Proceedings of the 2006 ACM SIGCHI international conference on Advances in computer entertainment technology*. ACM, 20.

NEURO.VISION.ORG

Lenstore.it

Green, C.S.; Bavelier, D. *Action video game modifies visual selective attention*. *Nature* 2003, 423, 534–537.

[\[Google Scholar\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)

Cohen JE, Green CS, Bavelier D. *Training visual attention with video games: Not all games are created equal*. In: O'Neil H, Perez R, editors. *Computer games and adult learning*. Oxford, England: Elsevier Group Inc;

2007. [\[Google Scholar\]](#)

Li, L.; Chen, R.; Chen, J. Playing action video games improves visuomotor control. *Psychol. Sci.* **2016**, *27*, 1092–1108. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

Bailey, K.M.; West, R.; Anderson, C.A. A negative association between video game experience and proactive cognitive control. *Psychophysiology* **2010**, *47*, 34–42. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

Ball, K., B. Beard, D. Roenker, R. Miller, and D. Griggs. 1988. Age and Visual Search: Expanding the Useful Field of View. *J. Optical Society of America, A*. 5 (10):2210-2219. Bao, S., V.T. Chan, and M.M. Merzenich. 2001. Cortical remodelling induced by activity of ventral tegmental dopamine neurons. *Nature* 412 (6842):79-83.

Clark, J.E., A.K. Lanphear, and C.C. Riddick. 1987. The effects of videogame playing on the response selection processing of elderly adults. *Journal of Gerontology* 42 (1):82-85.

Dorval, M., and M. Pepin. 1986. Effect of playing a video game on a measure of spatial visualization. *Perceptual Motor Skills* 62:159-162.

Greenfield, P.M., P. DeWinstanley, H. Kilpatrick, and D. Kaye. 1994. Action video games and informal education: effects on strategies for dividing visual attention. *Journal of Applied Developmental Psychology* 15:105-123.

Reflexion.co- how to improve peripheral vision.

Hasdai, A., A.S. Jessel, and P.L. Weiss. 1998. Use of a computer simulator for training children with disabilities in the operation of a powered wheelchair. *American Journal of Occupational Therapy* 52 (3):215-220. Jones, M.B., R.S.

Kennedy, and A.C. Bittner Jr. 1981. A video game for performance testing. *American Journal of Psychology* 94 (1):143-152.

Orosy-Fildes, C., and R.W. Allan. 1989. Psychology of computer use: XII. Videogame play: Human reaction time to visual stimuli. *Perceptual and Motor Skills* 69:243-247.

Pylyshyn, Z.W., and R.W. Storm. 1988. Tracking multiple independent targets: Evidence for a parallel tracking mechanism. *Spatial Vision* 3 (3):179-197.

Koepp, M.J., R.N. Gunn, A.D. Lawrence, V.J. Cunningham, A. Dagher, T. Jones, D.J. Brooks, C.J. Bench, and P.M. Grasby. 1998. Evidence for striatal dopamine release during a video game. *Nature* 393:266-268.

Linkenhoker, B.A., and E.I. Knudsen. 2002. Incremental training increases the plasticity of the auditory space map in adult barn owls. *Nature* 419 (6904):293- 296.

Murphy, K., & Spencer, A. (2009). Playing video-games does not make for better visual attention skills. *Journal of Articles in Support of the Null Hypothesis*, 6, 1–20.[Google Scholar](#)

Subrahmanyam, K., & Greenfield, P. M. (1994). Effect of video game practice on spatial skills in girls and boys. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 15(1), 13–32. doi:[10.1016/0193-3973\(94\)90004-3](#)

West, G. L., Stevens, S. A., Pun, C., & Pratt, J. (2008). Visuospatial experience modulates attentional capture: Evidence from action video game players. *Journal of Vision*, 8, 1–9. doi:[10.1167/8.16.13](#)

Ball e collab. 1988

mdp.com

Drew e Waters 1986

Stanney e collab. 2003

RINGRAZIAMENTI:

A conclusione di questo elaborato, desidero menzionare tutte le persone, senza le quali questo lavoro di tesi non esisterebbe nemmeno.

Ringrazio il mio relatore Michele Gagliardi, che in questi mesi di lavoro, ha saputo guidarmi, con suggerimenti pratici, nelle ricerche e nella stesura dell'elaborato.

Ringrazio il dott. Mario Petrella, dott. Serge Wright e il dott. Don Sheer della Sedona Eye Care che mi hanno dato la possibilità di mettere in pratica le conoscenze teoriche e li ringrazio per avermi anche trasmesso la passione per questo splendido settore.

Ringrazio di cuore i miei genitori. Grazie per avermi sempre sostenuto e per avermi permesso di portare a termine gli studi universitari.

Ringrazio anche gli altri componenti della mia famiglia, per aver creduto in me. In particolare, mia nonna alla quale ho fatto una promessa.

Dedico questo mio traguardo ai miei amici e ai colleghi di corso, persone con cui ho condiviso attimi di gioia e di tristezza, ma che nonostante tutto sono rimasti accanto a me in questi anni di università e nei mesi della tesi di laurea. Senza i miei amici, sarebbe stato tutto più cupo: grazie per avermi trasmesso entusiasmo e coraggio.

Infine, vorrei dedicare questo piccolo traguardo a me stessa, che possa essere l'inizio di una lunga e brillante carriera professionale.