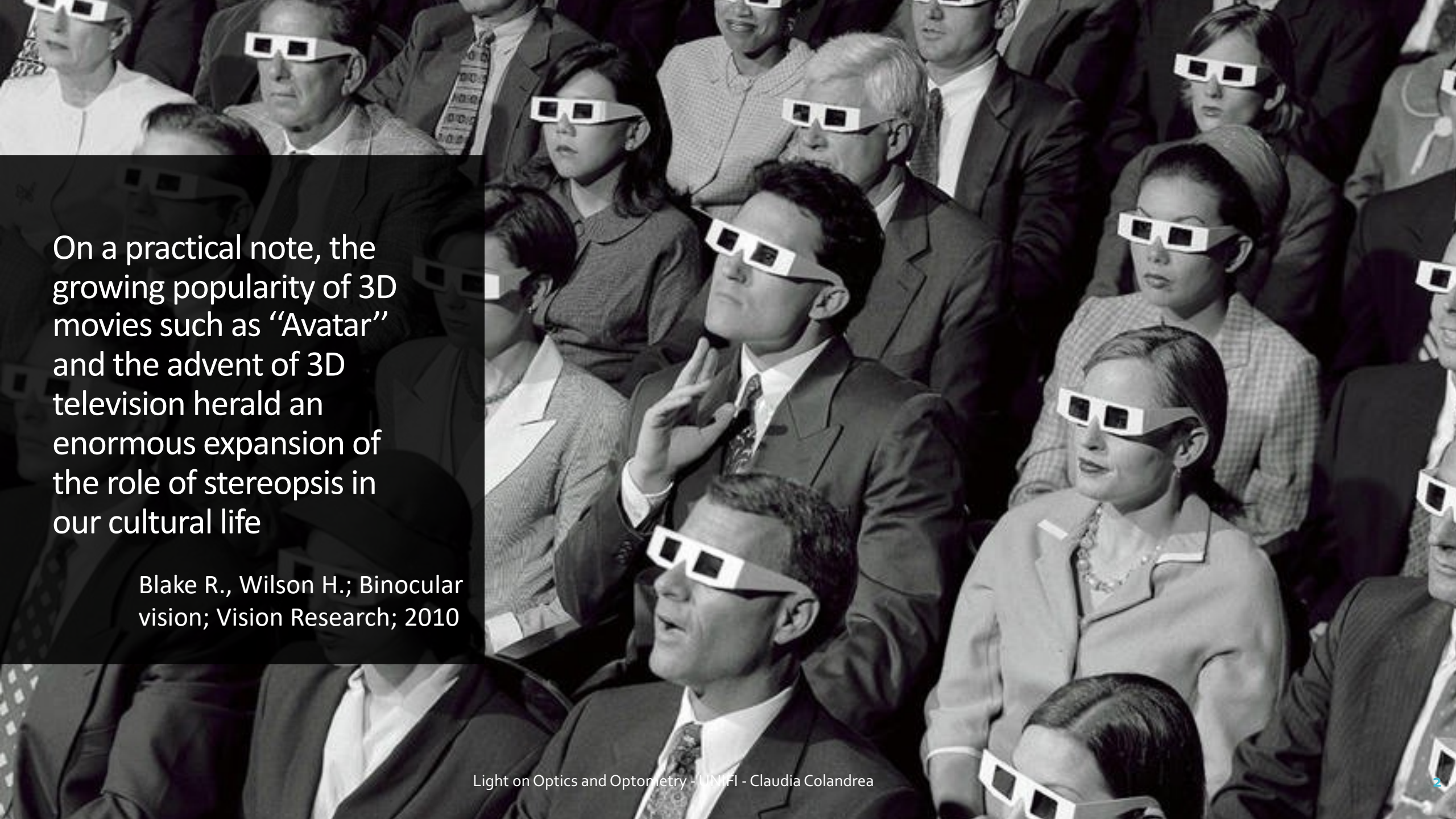



Stereopsi e Visione 3D

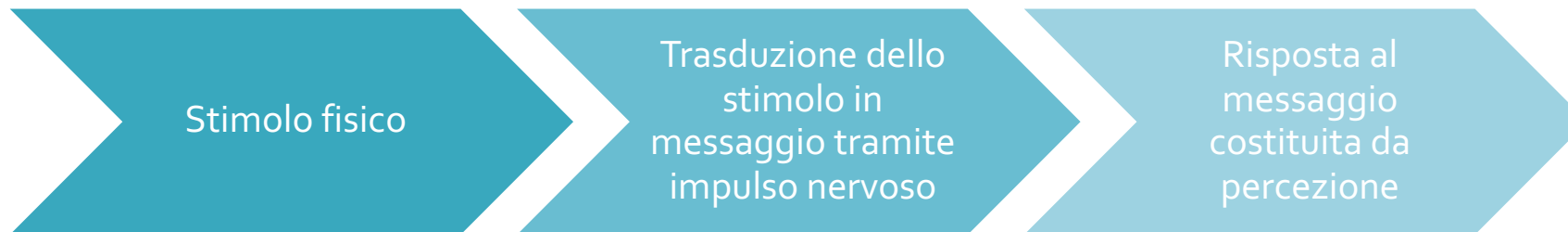


On a practical note, the growing popularity of 3D movies such as “Avatar” and the advent of 3D television herald an enormous expansion of the role of stereopsis in our cultural life

Blake R., Wilson H.; Binocular vision; Vision Research; 2010

La misura Psicofisica

- Non è una misurabile direttamente (a differenza delle misure estensive) 
- Esprime una corrispondenza tra variabili fisiche (stimoli) e proprietà di un fenomeno (percetti)

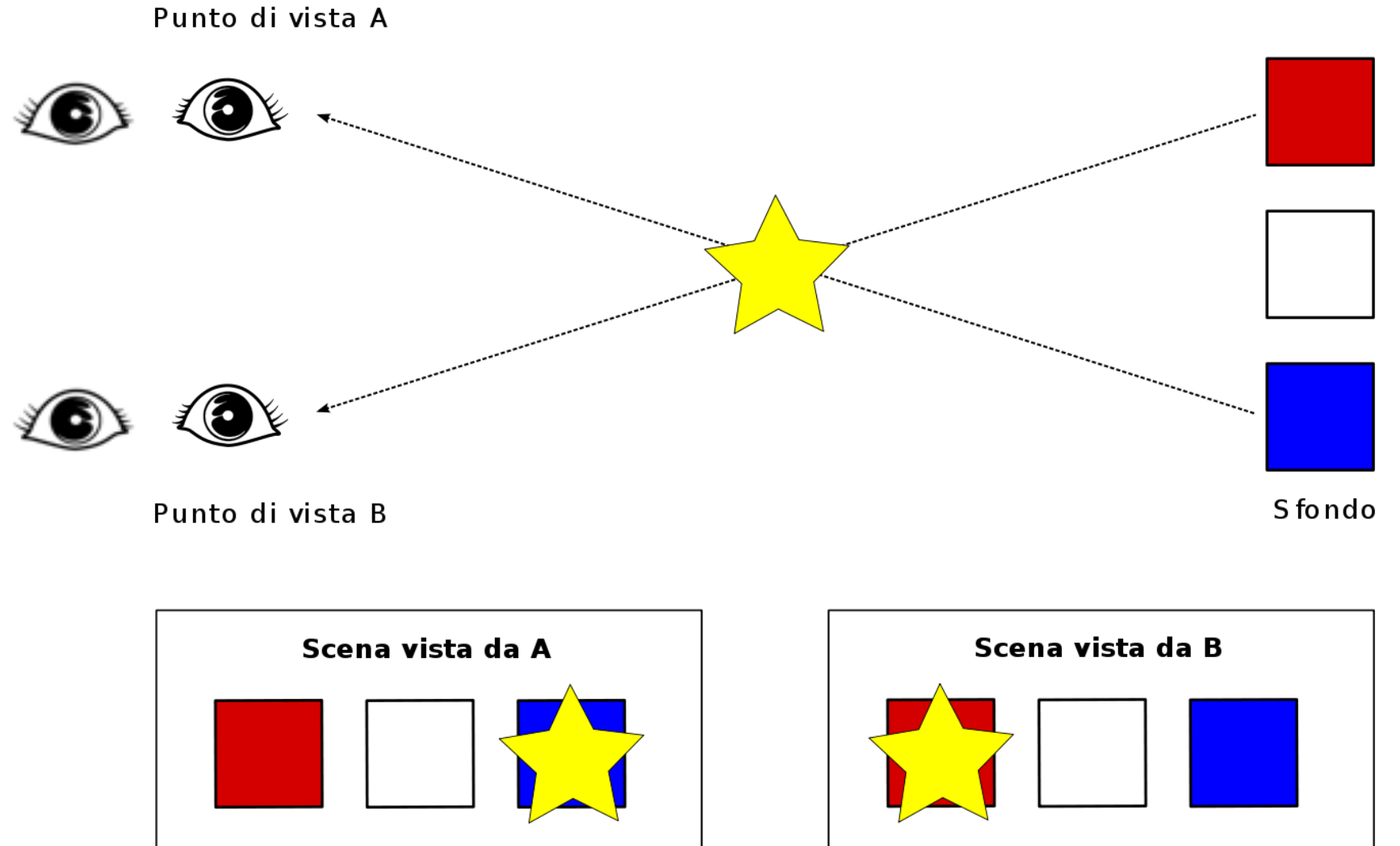


- Valuta variabili soggettive (rapporto tra grandezze fisiche e grandezze percepite)
 - Questo rapporto è espresso dalla funzione psicometrica
 - La funzione psicometrica è una funzione matematica logaritmica
 - **Le fluttuazioni della funzione dipendono dalle tante variabili in atto !**

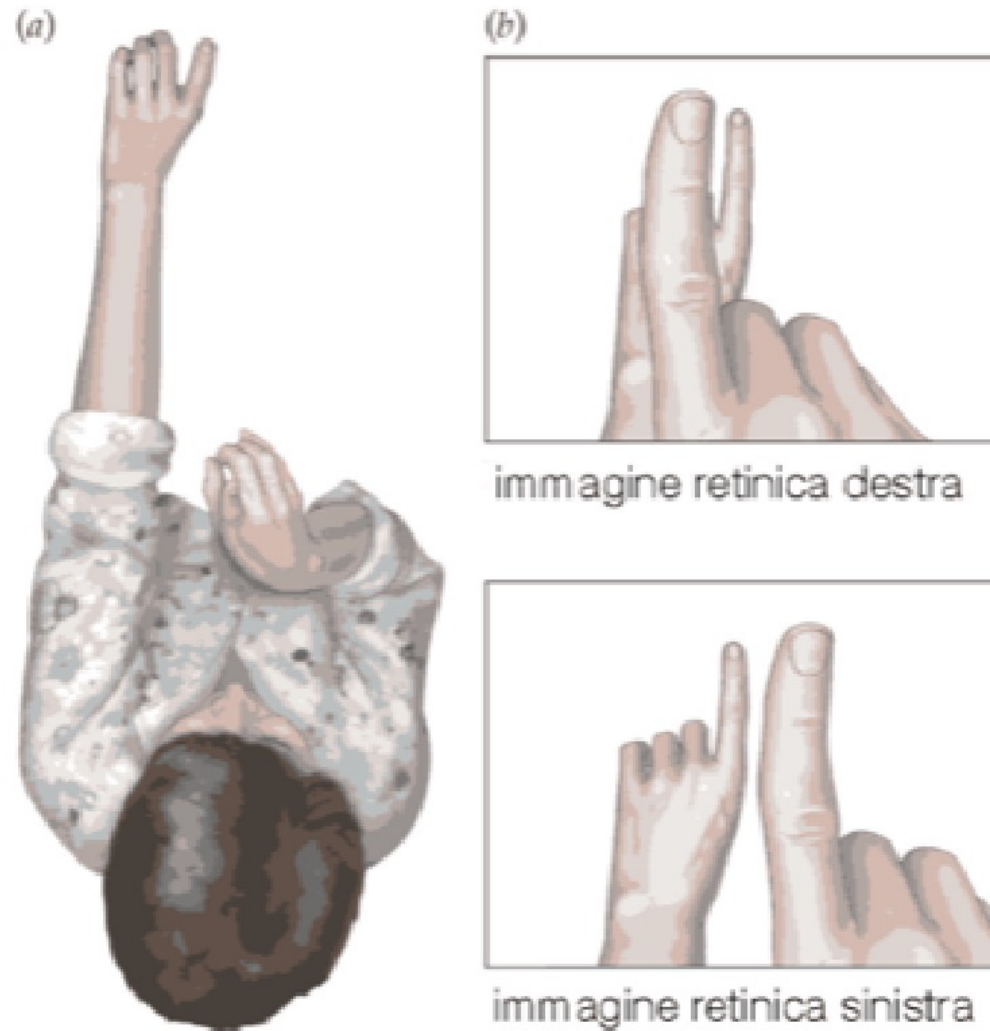
La percezione stereoscopica nasce da un **'errore' di parallasse**

Spostamento angolare apparente

La posizione di sguardo è quindi di fondamentale importanza nella costruzione del rapporto figura/sfondo

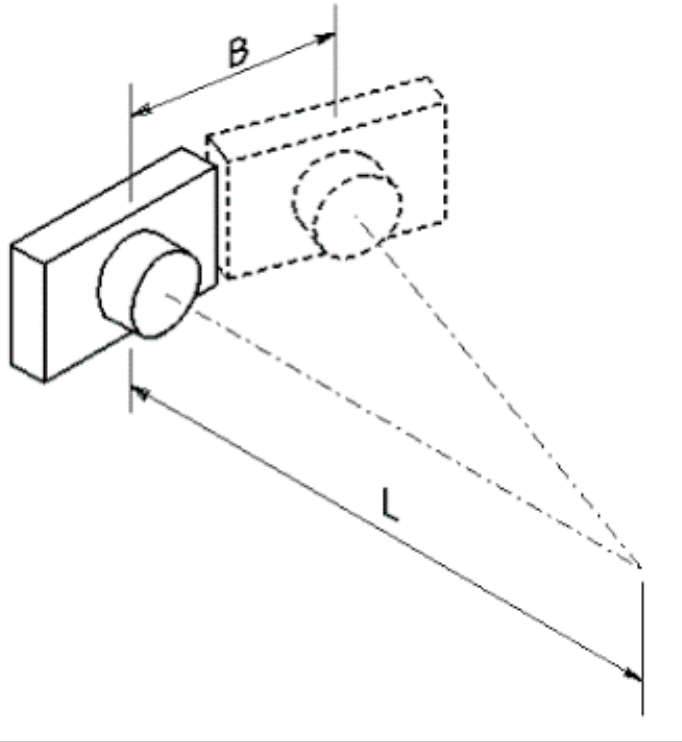


Le immagini retiniche dei due occhi del mondo esterno non sono esattamente le stesse



- Posizionare il dito destro a 10 cm ed il sinistro a 40 cm dagli occhi
- Occludo occhio sinistro e osservo l'immagine retinica destra
- Occludo occhio destro e osservo l'immagine retinica sinistra

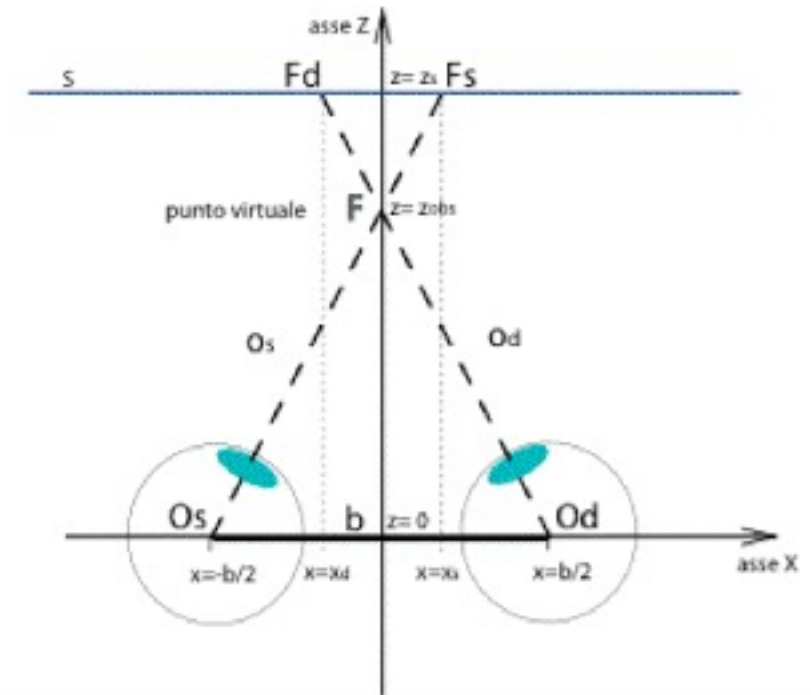
Parallasse Binoculare



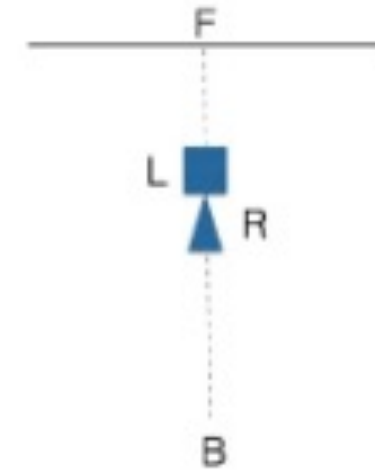
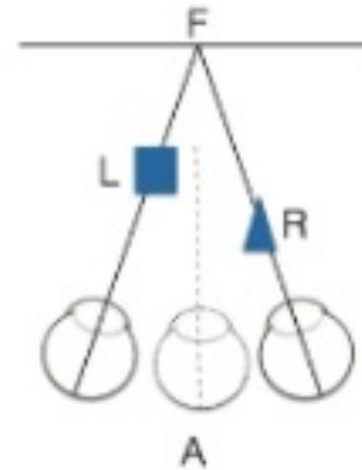
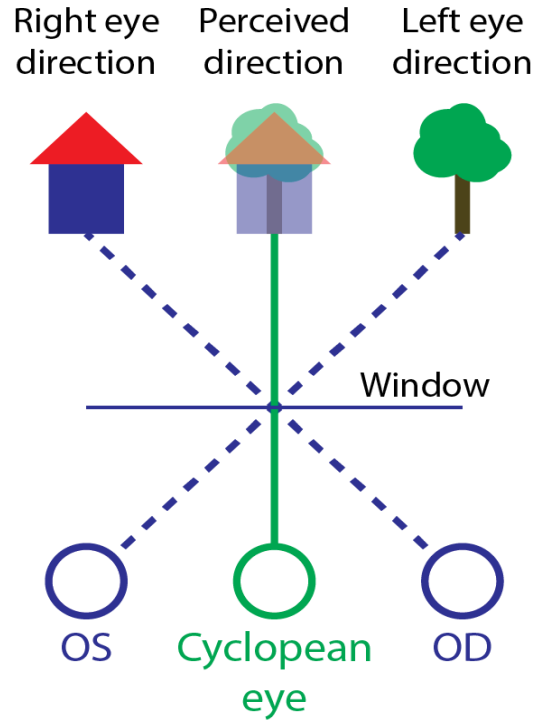
La **parallasse oculare** si verifica poiché gli occhi sono separati orizzontalmente da una certa distanza (**DAV**)

La **parallasse oculare** è anche definita come **prospettiva differenziale** (differenza dell'immagine percepita di uno stesso oggetto).

B: DAV



Legge di Hering (direzione visiva)

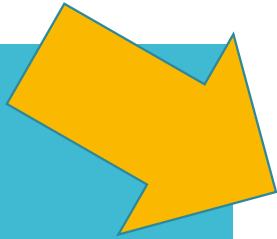


Dimostrazione che la posizione percepita di un punto oggetto è influenzata dalla sua posizione in ambo gli occhi ed è relativa ad un occhio ciclopico immaginario (egocentro)

“For any given two corresponding lines of direction, or visual lines, there is in visual space a single visual direction upon which appears everything which actually lies in the pair of visual lines”

Hering E.

Definizione di Stereopsi



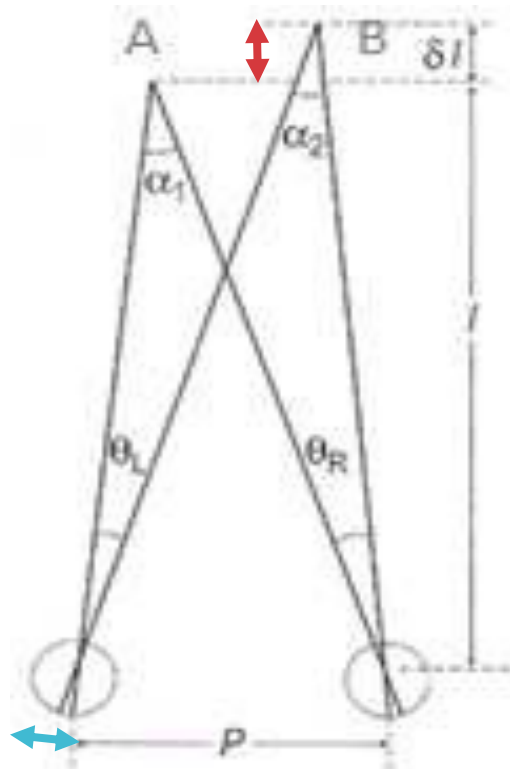
La stereopsi è un'abilità **appresa** ed esprime la capacità di percepire la profondità della realtà circostante attraverso la disparità binoculare.



La disparità retinica orizzontale generata dalla visione binoculare viene utilizzata per comunicare la profondità relativa degli oggetti.



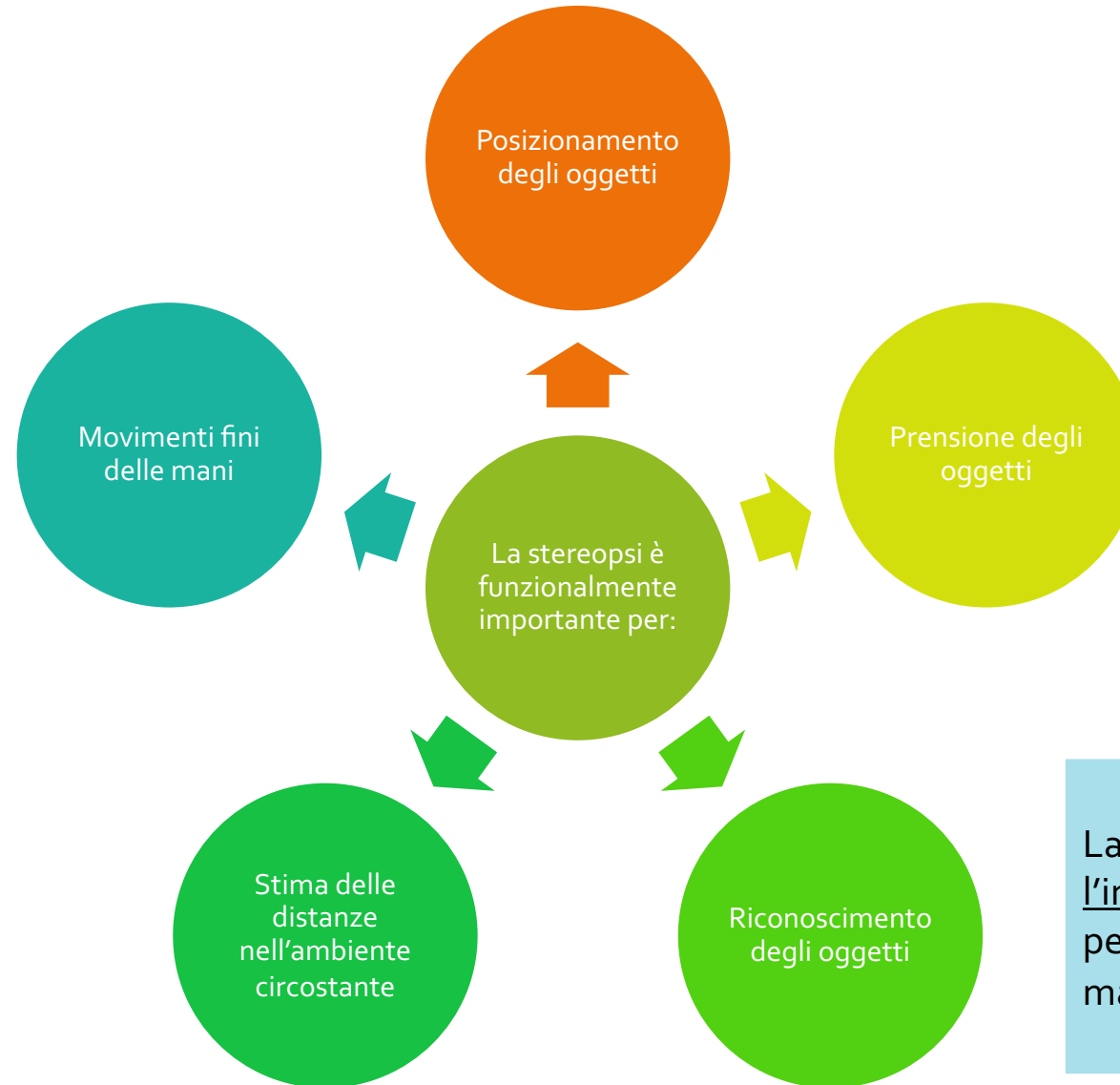
Lo stimolo per la visione stereoscopica è la disparità retinica orizzontale.



La differenza in termini di **separazione laterale (angolare)** tra la posizione del punto fissato e quello non fissato permette al sistema di fare una stima dello spostamento dell'oggetto dall'oroptero. \leftrightarrow

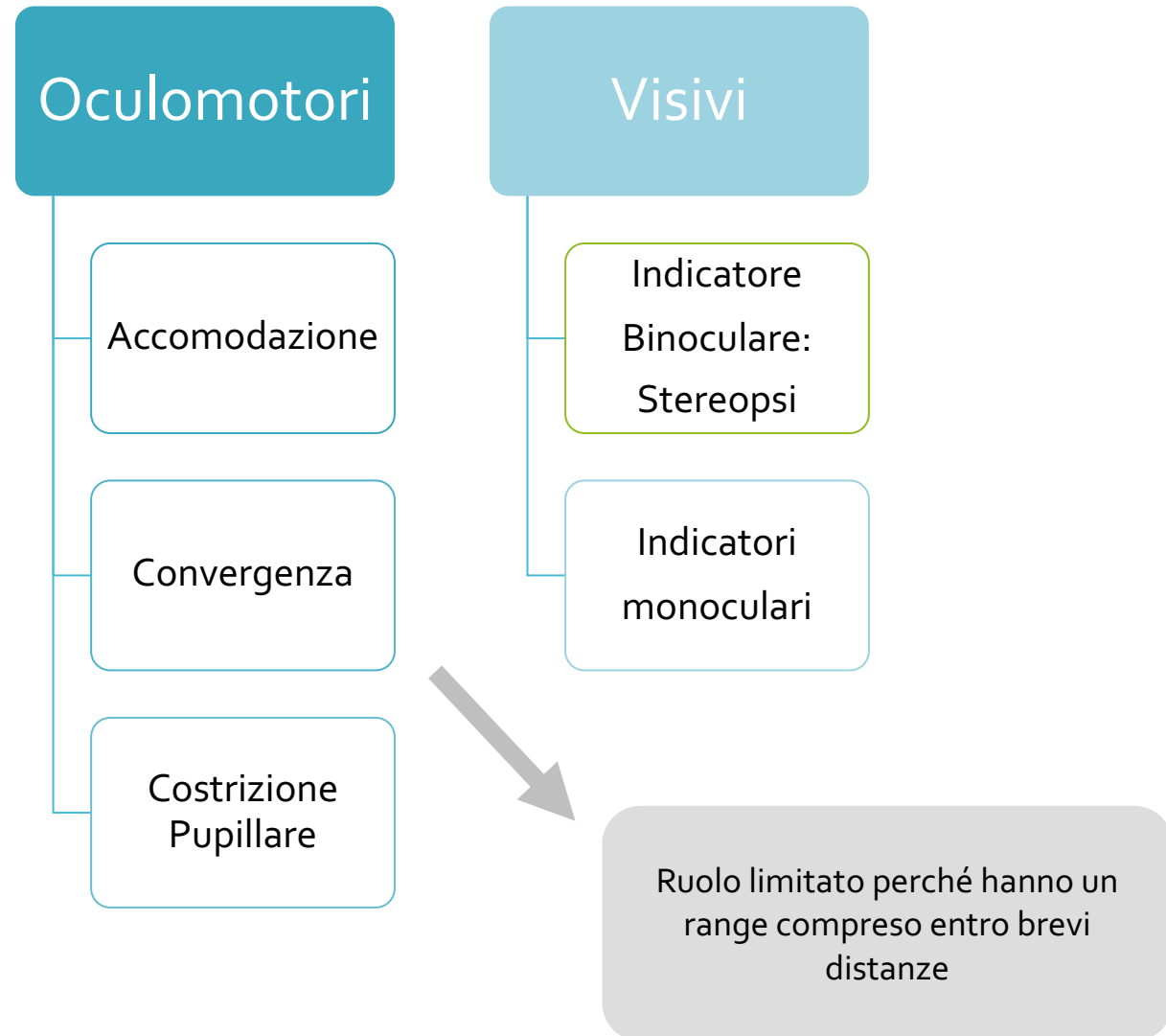
La stimolazione della **stereopsi** è data dalla **disparità retinica orizzontale**. \updownarrow

Le funzioni della stereopsi



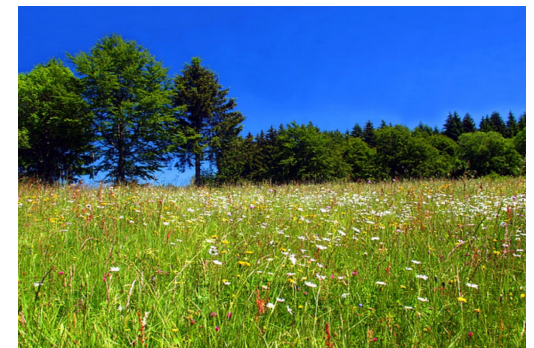
La stereopsi è l'indicatore binoculare per la profondità maggiormente rilevante

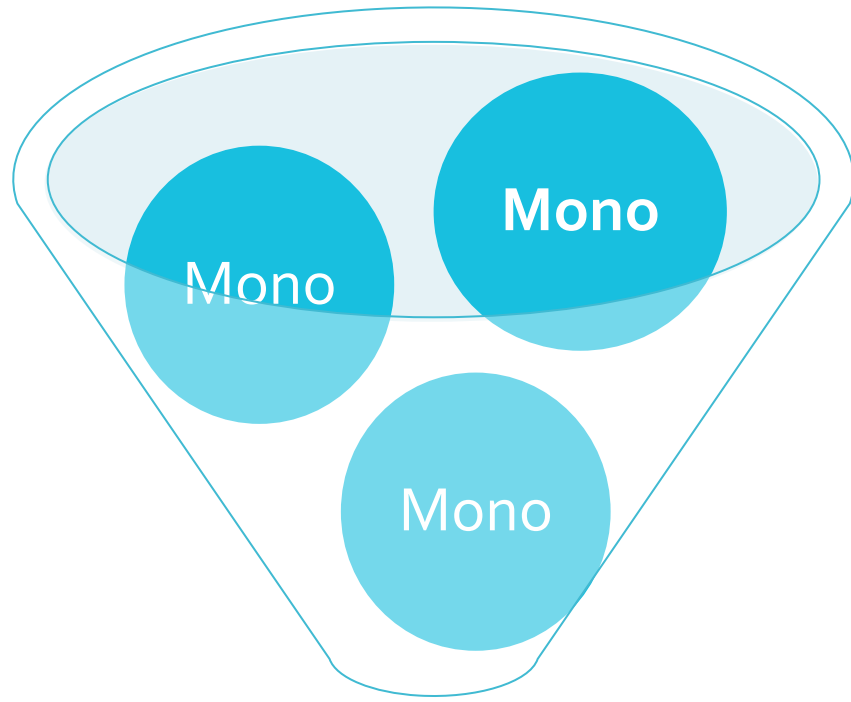
Indicatori di profondità



Indizi visivi monoculari

- Luce: posizione illuminazione e relative ombre
- Dimensione: rimpicciolimento della dimensione degli oggetti con l'aumentare della distanza
- Sovrapposizione: un oggetto, i cui contorni interrompono quelli di un altro, è valutato come più vicino (anteposto all'altro)
- Prospettiva geometrica: le linee degli oggetti convergono all'aumentare delle distanze
- Prospettiva aerea: l'atmosfera riduce il contrasto degli oggetti a maggiore distanza (riduzione di contrasto a causa della dispersione della luce)
- Altezza d'orizzonte: oggetti a distanza maggiore si trovano ad altezza maggiore rispetto alla linea dell'orizzonte
- Movimenti parallattici: la velocità di spostamento di un oggetto vicino risulta maggiore rispetto a quella di un oggetto lontano
- Gradiente di tessitura: gli oggetti con trame più fitte sono interpretati come a maggior distanza





Bino

La visione monoculare è sufficiente?
L'insieme degli indicatori monoculari equivale alla stereopsi?

Mono

I soggetti che mancano di percezione stereo attuano compensi adeguati a rapportarsi agevolmente nello spazio circostante.

Bino

Per utilizzare gli indicatori binoculari occorre un notevole impiego energetico. (movimenti oculari, fusione sensoriale e meccanismo neurale più complesso)

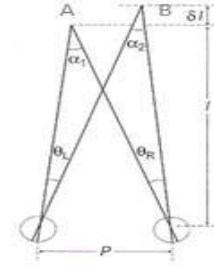


- Aumento CV
- Aumento AV
- Aumento CS

Bibliografia

- Blake R., Wilson H.; Binocular vision; Vision Research; 2010
- Ono H.; A P Mapp; A Restatement and Modification of Wells-Hering's Laws of Visual Direction; Perception; 1995
- Casper J; Binocular Visual Direction; Vision Research; 1994
- Chopin A. et al; The Prevalence and Diagnosis of 'Stereoblindness' in Adults Less Than 60 Years of Age: A Best Evidence Synthesis; Ophthalmic Physiol Opt; 2019
- Sheedy JE, Bailey IL, Buri M & Bass E. Binocular vs. monocular task performance; Am J Optom Physiol Opt 1986;
- Elliot D. B.; Clinical Procedures in Primary Eye Care; Elsevier; VI edizione; Philadelphia; 2014;
- Barry SR. Fixing my Gaze: A Scientist's Journey Into Seeing in Three Dimensions; Basic Books: New York, NY, 2009
- Turki J; On binocular vision: The geometric horopter and Cyclopean eye; Vision Research; 2016
- Garzia R.P., Steinman B., Steinman S.B.; Foundations of binocular vision; McGraw-Hill; New York; 2000; pp. 173-229.
- Saladin J. J.; Phorometry and Stereopsis; in: Borish's Clinical Refraction; William J. B.; Butterworth Heinemann Elsevier; s.l.; 2006;

Stereoacuità



- La stereoacuità rappresenta il **Minimo angolo di disparità** binoculare per cui è possibile percezione di profondità

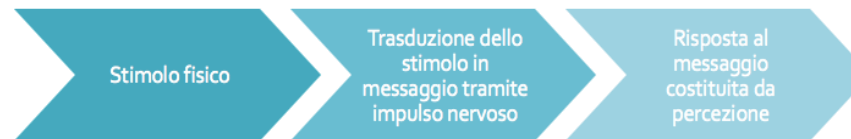
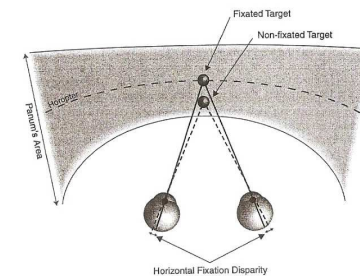


Rappresenta la **soglia** per cui la distanza tra uno stimolo fissato ed uno variabile è percepibile



Soglia assoluta:

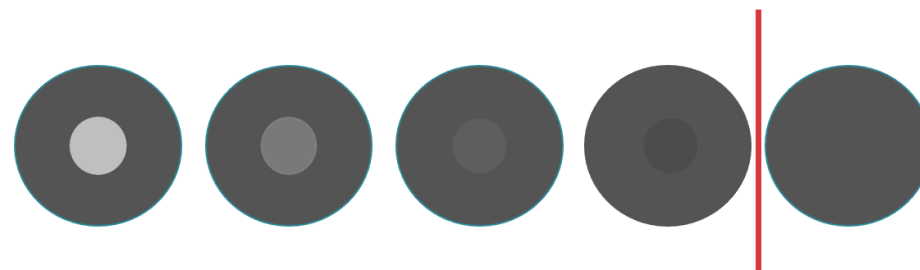
La più bassa intensità dello stimolo capace di produrre una sensazione



Concetto di Soglia

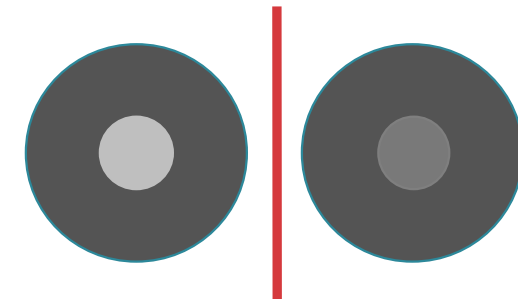


La soglia rappresenta un limite.
Il limite che definisce cosa possiamo e
cosa non possiamo discriminare.



Intensità dello stimolo
necessaria per produrre una
sensazione?

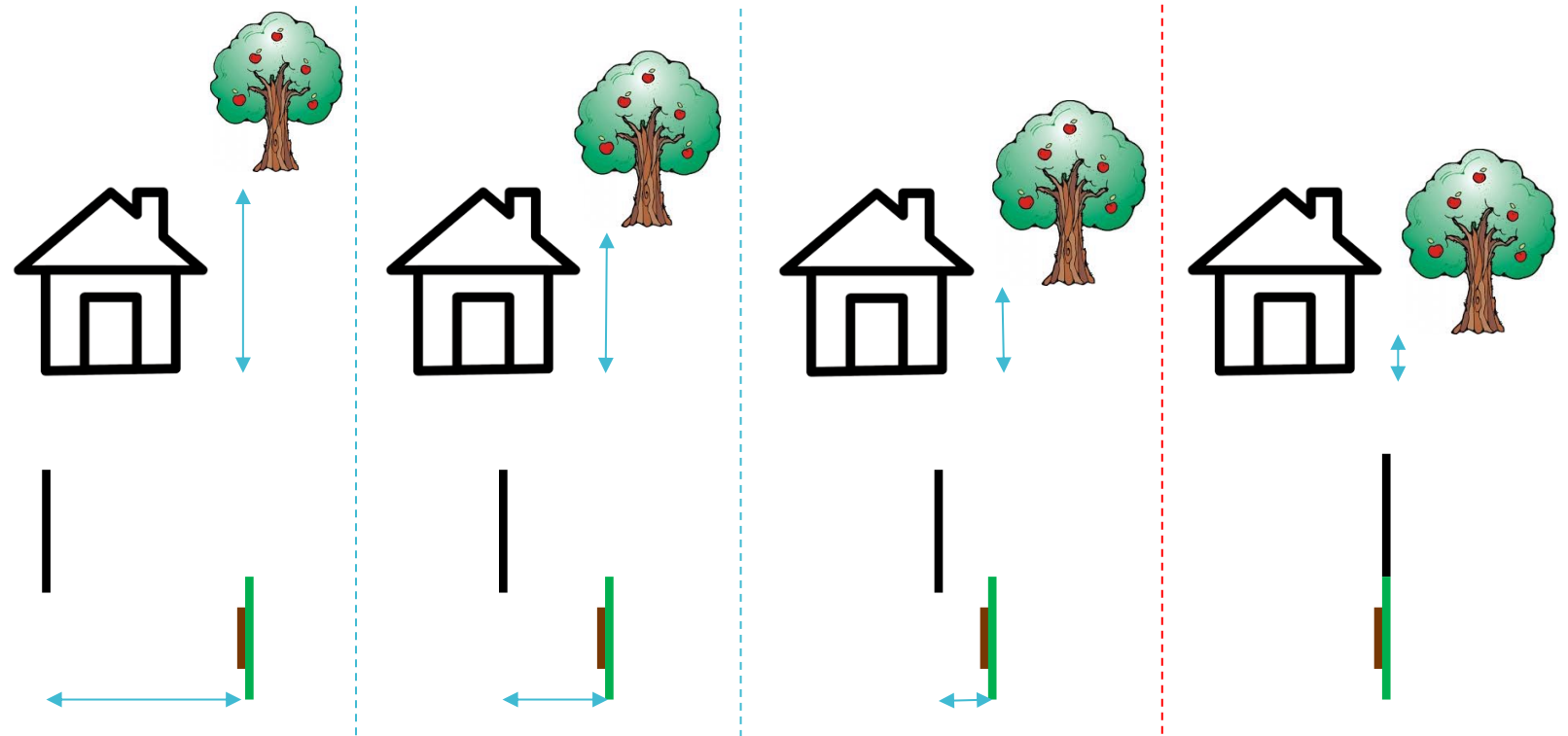
SOGLIA DIFFERENZIALE
Intensità per la quale uno
stimolo deve differire da un
altro affinché la differenza
dia una sensazione



SOGLIA ASSOLUTA
La più bassa intensità dello
stimolo capace di produrre
una sensazione

Limiti della Stereopsi

- Il limite inferiore della stereopsi è rappresentato dalla stereoacuità, ossia la minima disparità che può essere percepita.



Oggetti, la cui differenza di distanza è inferiore alla soglia, sono percepiti come sullo stesso piano

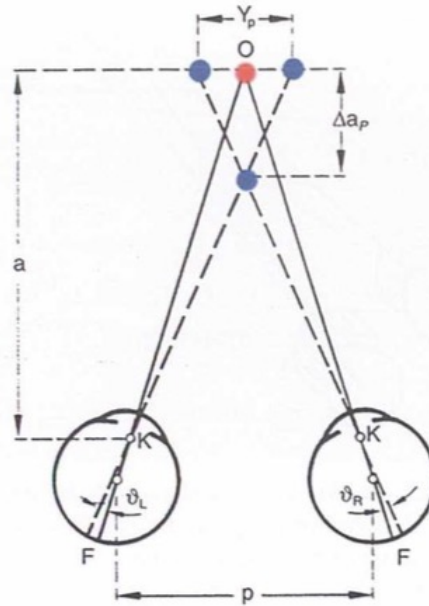
Soglia di stereoacuità

Distanza interpupillare

Parallasse binoculare

$$\tan \vartheta = \frac{y_p}{a}$$

Distanza oggetto



- Acuità stereoscopica: abilità di discriminare distanze differenti in presenza di disparità retinica
- Questa capacità di rilevare profondità dipende dal minimo valore di differenza tra gli angoli Omega che può essere apprezzato
- Tale differenza dipende dalla distanza interpupillare e dalla distanza del target fissato

Questo parametro è approssimabile a 10''

La stereopsi è dotata di due limiti:

INFERIORE

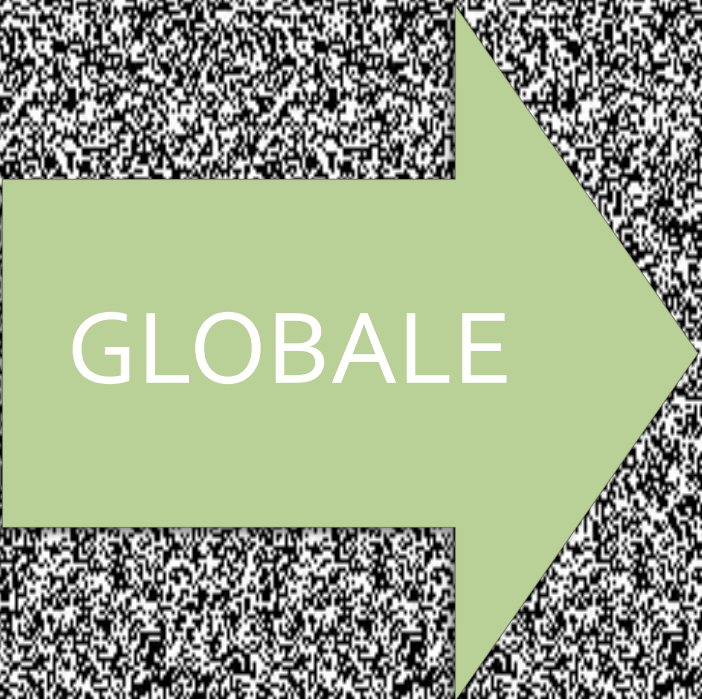
Il limite inferiore della stereopsi è rappresentato dalla stereoacuità, ossia la minima disparità che può essere percepita

SUPERIORE

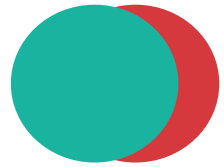
Da un certo punto, esterno all'area di Panum, al crescere della disparità diminuisce la percezione di profondità

La capacità di percepire profondità diminuisce fino a raggiungere il limite superiore di 1000'.

Oltre, la disparità non suscita più sensazione di profondità.



Nei test clinici la stereopsi contribuisce al riconoscimento di pattern:



LOCALE

GLOBALE



La stereopsi locale è responsabile della percezione di profondità in **pattern (stereogrammi) costituiti anche solo da semplici linee.**

Indizi come colore e contrasto permettono di differenziare una figura dallo sfondo.

Processando la sola disparità, circoscritta allo **spazio vicino all'immagine osservata**, viene rilevata la profondità.

Indizi monoculari.

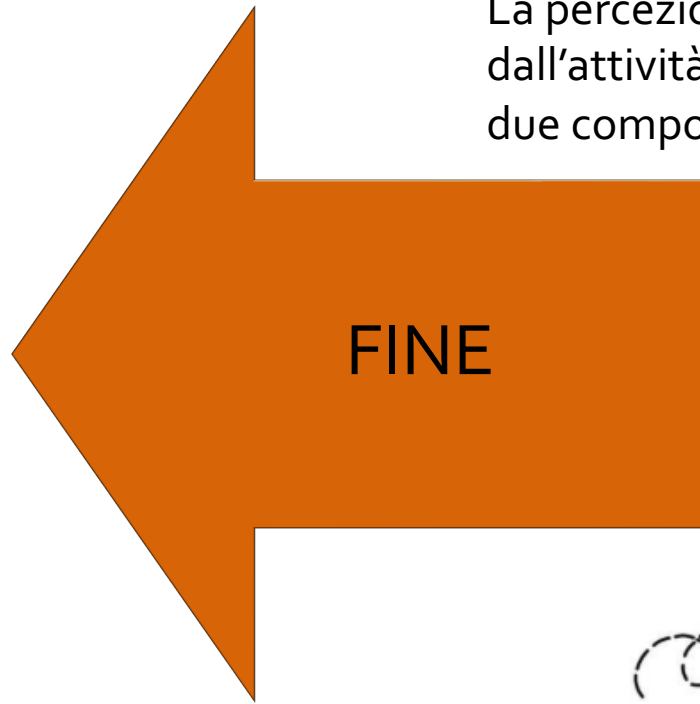
La stereopsi globale è responsabile della percezione di profondità in **pattern (stereogrammi) randomizzati.**

Il sistema visivo deve processare un'enorme quantità di disparità dell'immagine all'interno del campo visivo binoculare. **(area estesa)**

La distribuzione della disparità permette l'individuazione di forme che non sarebbero altrimenti localizzate e riconosciute.

La percezione stereo deriva dall'attività combinata di due componenti:

SISTEMA PARVO



SISTEMA MAGNO



La stereopsi fine risponde a:

- Target statici
- Pattern con frequenze spaziali maggiori
- Disparità minori**
- Target di forme e dimensioni simili

La stereopsi grossolana risponde a:

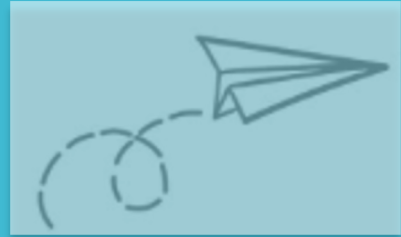
- Target in movimento
- Pattern con basse frequenze spaziali
- Disparità maggiori**
- Target di forme simili e anche dissimili

La stereopsi fine supporta le alte acuità stereoscopiche!



Domina la visione foveale

La stereopsi grossolana garantisce bassi valori di stereoacuità!



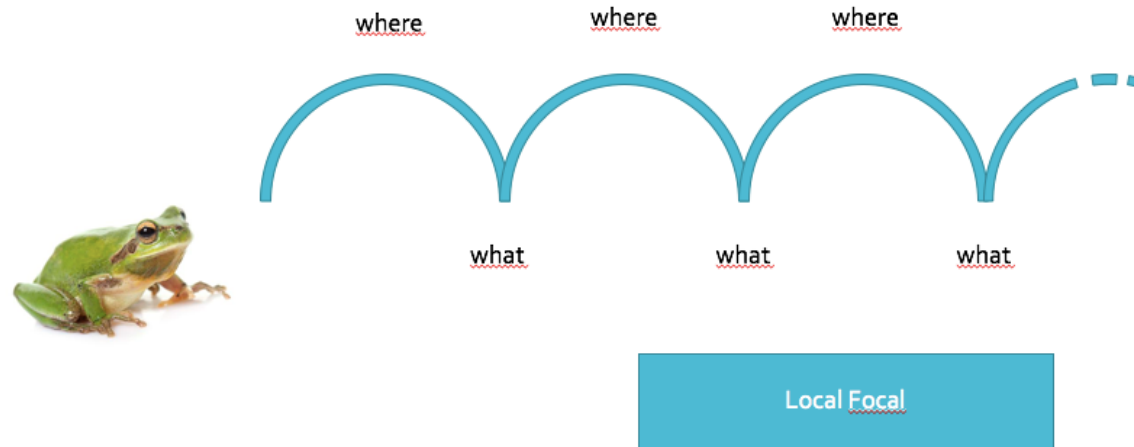
Due Modalità di trasmissione

Sistema Parvo cellulare

- RICONOSCIMENTO

Sistema Magno cellulare

- LOCALIZZAZIONE



Cellule P (90%)

Sensibili a forma e dettaglio dello stimolo
Conduzione più lenta (stimolo prolungato)

Cellule M (5%)

Campo recettivo maggiore
Conducono più velocemente
Sensibili al basso contrasto
Rilevazione movimento

Stereopsi centrale e periferica

CENTRALE

- Interessa gli $0,5^\circ$ intorno alla fovea
- Rileva piccole disparità dal punto di fissazione
- Alte performance di stereoacuità

PERIFERICA

- Interessa l'intervallo tra 7° e 10° intorno alla fovea
- Rileva grandi disparità
- Basse performance di stereoacuità

Valori di stereoacuità centrali
sono maggiori della
stereoacuità periferica

Direzione della stereopsi

CROCIATA

- L'oggetto si trova di fronte al punto di fissazione.
- Produce immagini nelle emi-retine temporali.

OMONIMA

- L'oggetto si trova di dietro al punto di fissazione.
- Produce immagini nelle emi-retine nasali.

L'entità della disparità retinica dipende dalla posizione relativa e dalla distanza tra degli oggetti osservati.

La tipologia di disparità (omonima o crociata) definisce se gli oggetti sono posizionati prima o dopo il punto di fissazione.

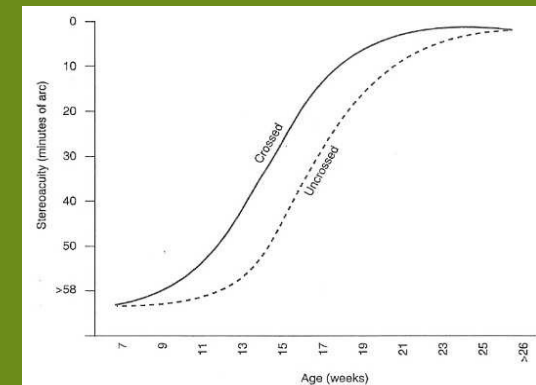
Nella clinica di solito i test valutano la disparità crociata. Ma è possibile testare anche la disparità omonima.

Invertire i filtri o ribaltare il test.

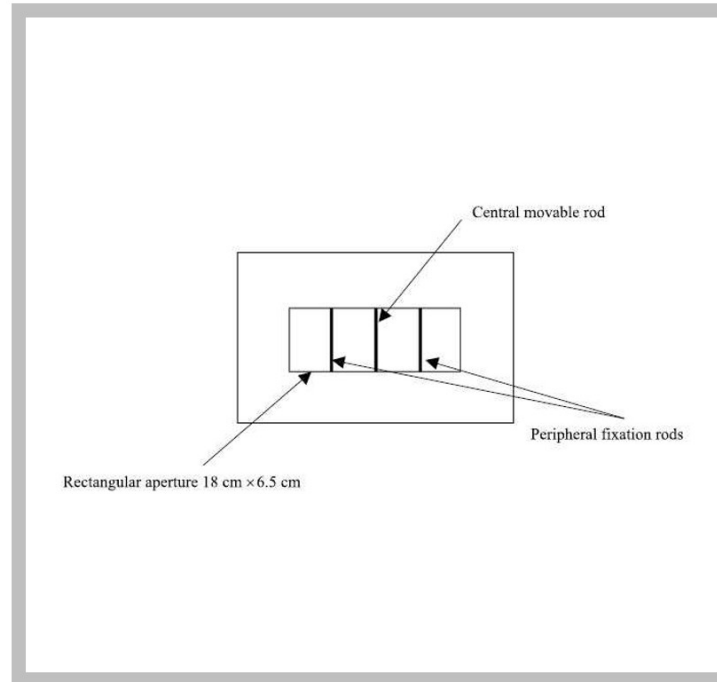
Valutazione del 'ritardo' Stereo.

La disparità crociata si sviluppa prima dell'omonima.

Da 1 a 6 mesi

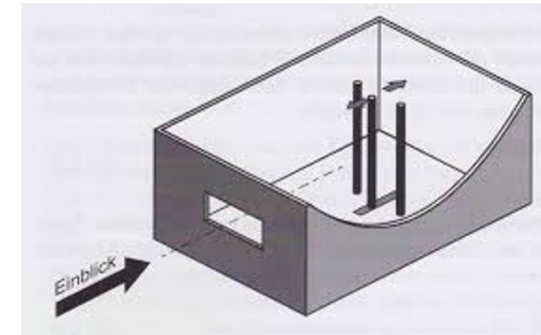


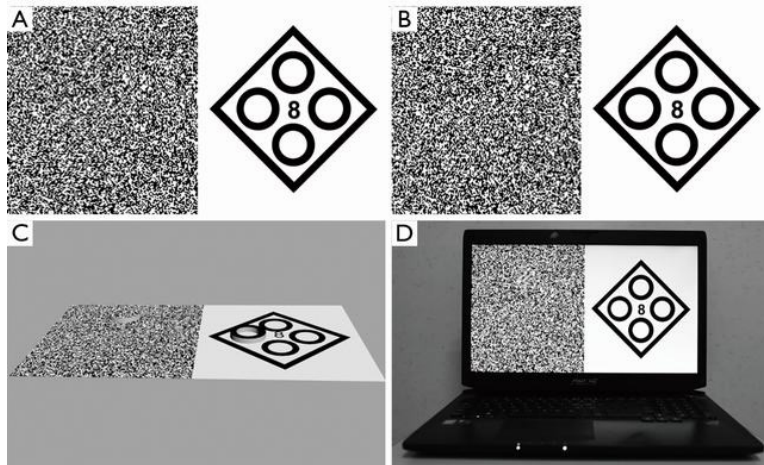
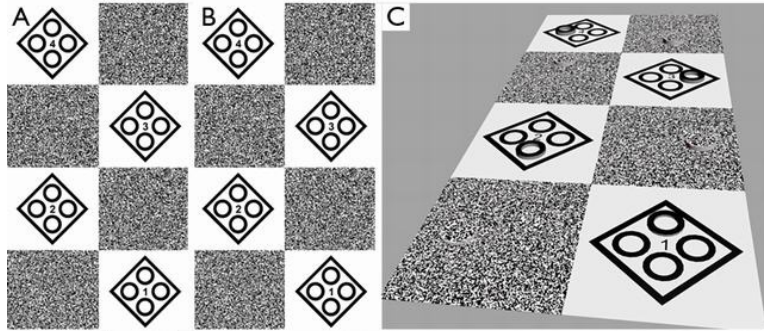
Misure di stereoacuità



Nel test Howard-Dolman adottato dall'American Air Force durante la guerra 14-18, il soggetto osserva due aste verticali di 1 cm di diametro a 6 m attraverso un'apertura orizzontale posta vicino agli occhi che occlude le estremità delle aste. Il soggetto tira una corda attaccata a un'asta fino a quando le due aste appaiono equidistanti.

Il test più noto di stereoacuità, utilizzato per la prima volta da Helmholtz, consiste nell'impostare un'asta verticale in modo che appaia sullo stesso piano frontale di due aste equidistanti.





Metodi differenti possono restituire dati differenti

Fattori responsabili di incoerenza dei dati:

Metodo di controllo

- Visione binoculare o in dissociazione con occhiale

Difficoltà di esecuzione del test

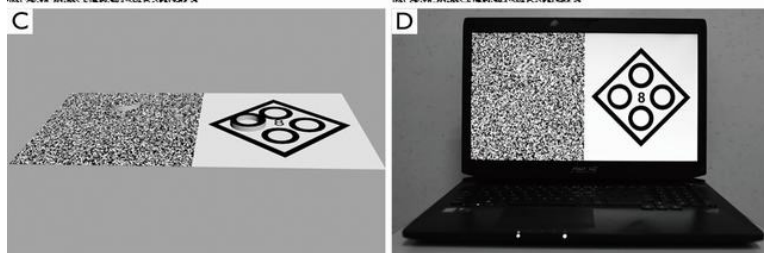
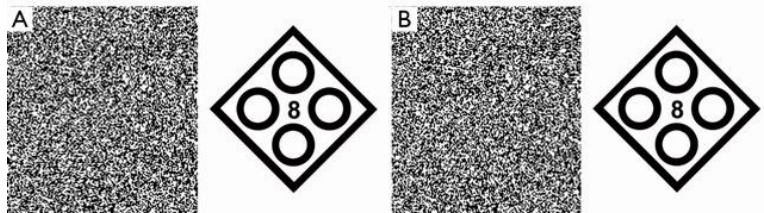
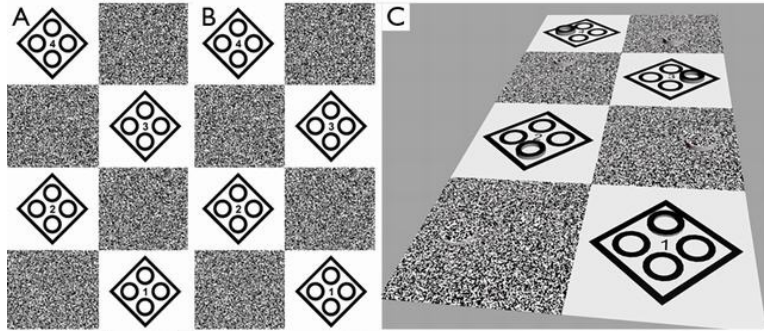
- Quantità e tipologia di informazioni che il soggetto deve acquisire per rispondere al test

Caratteristiche del target

- Dimensione, forma e densità dello sfondo del target stereo

Presenza di indizi monoculari

- I test contornati contengono indizi monoculari mentre i randomizzati non contengono indizi binoculari



Metodi differenti possono restituire dati differenti ?

FALSO



In una popolazione con stereopsi normale, la stereoacuità misurata tramite test 'contour-based' e test 'random dot' mostra dati coerenti.

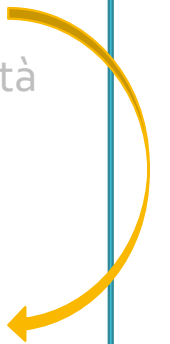
Gli studi riportano coerenza sia per tipologia di test sia per distanza di test (lontano e vicino).

VERO



In una popolazione che presenta anomalie della visione binoculare, la misura della stereoacuità può variare a seconda della tipologia di test utilizzato.

+ STORIA



Distanza di test

ANOMALIA

Variabilità dei dati
condizionata alla tipologia di
anomalia della visione
binoculare

NORMA

Letteratura controversa;

Distance is a significant influencing factor in the results of stereoacuity in patients with intermittent exotropia who have worsened stereoacuity with increased distance

Seki Y et al; 2017

In the healthy population, whether the distance significantly affects the stereopsis results or has no effect on stereoacuity measurement is not clear

Lingzhi Zhao and Huang Wu; 2019

Bibliografia

1. Saladin J. J.; Phorometry and Stereopsis; in: Borish's Clinical Refraction; William J. B.; Butterworth Heinemann Elsevier; s.l.; 2006;
2. Garzia R.P., Steinman B., Steinman S.B.; Foundations of binocular vision; McGraw-Hill; New York; 2000;
3. Evidence Based clinical practice guideline, comprehensive adult eye and vision examination; Developed by the AOA Evidence-Based Optometry Guideline Development Group, September 9, 2015
4. Elliot D. B.; Clinical Procedures in Primary Eye Care; Elsevier; VI edizione; Philadelphia; 2014;
5. Grosvenor T.; Primary care optometry; Butterworth Heinemann, V edizione; Boston; 2007;
6. Evans B. J. W.; Binocular vision assessment; in: Optometry: Science, Techniques AND Clinical Management; Logan N., Rosenfield M.; Butterworth Heinemann Elsevier; II edizione; Edinburgh;
7. Leat S. J.; Pediatric assessment; in: Optometry: Science, Techniques AND Clinical Management; Logan N., Rosenfield M.; Butterworth Heinemann Elsevier; II edizione; Edinburgh; 2009;
8. Eperjesi F., Rundstrom M. M.; Practical binocular vision assessment; Butterworth Heinemann; s.l.; 2004;
9. Goersch H (2000) Manuale per Ottica, 4a edizione Zeiss, Oberkochen
10. Lingzhi Zhao¹ and Huang Wu, The difference in stereoacuity testing: contour-based and random dot-based graphs at far and near distances, Ann Transl Med, 2019
11. Fawcett SL. An evaluation of the agreement between contour-based circles and random dot-based near stereoacuity tests. J AAPOS 2005;
12. Wong BP, Woods RL, Peli E. Stereoacuity at distance and near. Optom Vis Sci 2002;
13. Stathacopoulos RA, Rosenbaum AL, Zanoni D, et al. Distance stereoacuity: Assessing control in intermittent exotropia. Ophthalmology 1993;
14. Seki Y, Wakayama A, Takahashi R, et al. Influence of Test Distance on Stereoacuity in Intermittent Exotropia. Strabismus 2017;
15. Se-Youp Lee et al.; Change of Stereoacuity with Aging in Normal Eyes, MD Department of Ophthalmology, Keimyung University School of Medicine, Dongsan Medical Center, Daegu, Korea Korean Journal of Ophthalmology, 2005

Incoerenza dei dati tra test differenti

Metodo di controllo

- Test Frisby senza utilizzo di lenti
- Cerchi Titmus con lenti polarizzate
- TNO con occhiale anaglifico

Difficoltà di gestione del test

- Nel Test Frisby il soggetto deve determinare in quale riquadro c'è un'immagine in rilievo o in profondità rispetto al piano
- Nel TNO il soggetto deve determinare la profondità e inoltre identificare il segmento incompleto del cerchio

Dimensione, forma e densità dello sfondo del target stereo

- Nel test Frisby gli elementi random sono triangoli ampiamente distanziati
- Nel test TNO i punti randomizzati sono piccoli e posizionati molto vicini tra loro

Presenza di indizi monoculari

- I test con figure 'contornate' possono includere indizi monoculari che possono indurre una sovrastima della soglia di stereopsi
- I test con punti randomizzati (random dot) non contengono indizi monoculari

Test Frisby

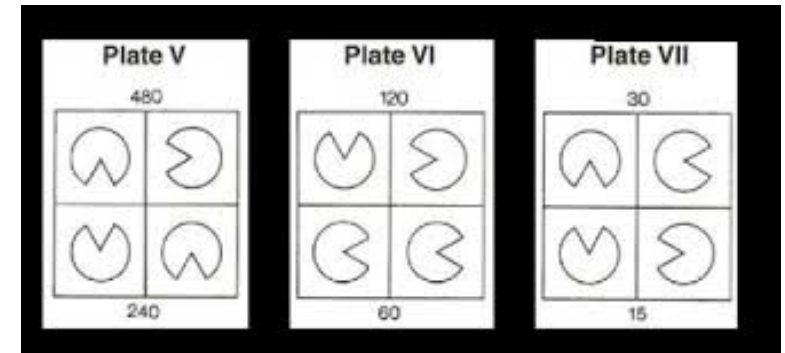
- Test a scelta forzata (4 possibilità di scelta)
- Più pannelli con differenti spessori
- 4 riquadri disegnati sulla superficie anteriore
- 1 dei riquadri disegnato sulla superficie posteriore
- Il soggetto dice se e dove vede lo stimolo
- Distanza di test variabile
- Formato tascabile (2 scelte)
- Formula per definizione dell'acuità stereo

$$\text{Stereoacuità (arc sec)} = \frac{206264,81 \times \text{DP (cm)} \times \text{spessore pannello (cm)}}{1,49 \times (\text{distanza del test})^2}$$

<https://www.youtube.com/watch?v=JqkoR8WMuwg>
<https://www.youtube.com/watch?v=2F5Qfym5MRg>



- Nasce primariamente per screening in età prescolare
- 7 pannelli (pannelli 1-4 per screening) (5-7 per misura)
- Pannelli da 1 a 4 per screening
- Pannelli da 5 a 7 per misura
- Valori di stereoacuità da 480" a 15"
- Identificare la posizione della parte mancante dei dischi
- Occhiale anaglifico
- Distanza del test 40 cm



LANG I

In visione **monoculare** gli stereogrammi **non rivelano** alcun contorno mentre in visione **binoculare** le aree che producono una disparità orizzontale **vengono viste in rilievo**.

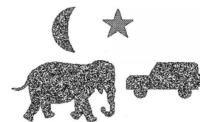
Esistono due versioni del test che differiscono per gli oggetti da riconoscere.

Gli oggetti appaiono su livelli differenti:

Macchina: 550''
Stella: 600''
Gatto: 1200''

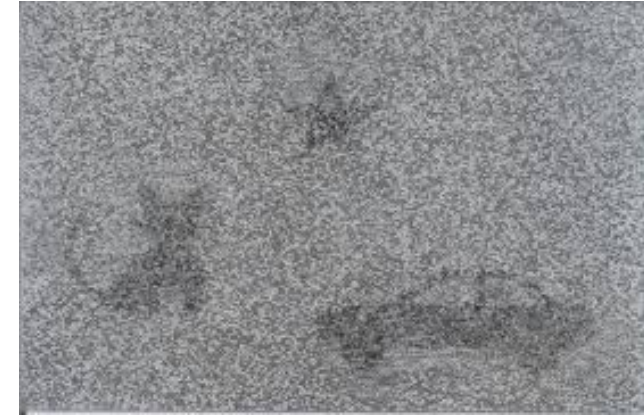


Stella: sempre visibile
Luna: 200''
Macchina: 400''
Elefante: 600''



LANG-STEREOTEST AG P.O. Box
CH-8700 Küsnacht Switzerland

Per definire: +, - o dubbio osservare i movimenti degli occhi.



Test screening per età pediatrica

Attenzione!! Non sostituisce esame oculistico ed un risultato negativo indica solamente mancanza di visione stereoscopica al momento del test.



4 Simboli Lea progettati da Lea Hyvärinen per lo screening di bambini con qualunque livello di sviluppo linguistico

Prerequisiti

- Binoculare sovrapposizione dei campi visivi
- Visione Binoculare singola e nitida
- Movimenti oculari coordinati e coniugati
- AV sufficiente e simile in OO
- Semi-decussazione delle fibre visive afferenti

'Stereopsis is not a unitary construct, but rather implies different systems'

J.M. Harris, Fundamentals of stereopsis; Elsevier; 2010

La stereopsi è all'apice dei **meccanismi refrattivi**, **oculomotori** e **binoculari**

Classificazione di Worth, 1915



Grazie alla collaborazione di tutti questi sistemi, la percezione della profondità avviene in modo dinamico nel tempo e nello spazio e in maniera inconscia e senza sforzo.

Fattori di Degradazione

Se i valori di stereoacuità rilevati sono bassi possono indicare anomalie nei meccanismi di base della stereopsi (sistema accomodativo, di vergenze (in % maggiore) o nella elaborazione dell'informazione visiva) che ne condizionano il funzionamento.

- Disallineamenti manifesti ($\alpha > 10$ dpr)
- Disallineamenti manifesti ($\alpha < 10$ dpr)
- Disparità di fissazione
- Contrasto
- Annebbiamento
- Ridotta AV
- Eteroforie
- Soppressione (fenomeno dipendente dalla strutturazione del test e dalla natura dello stimolo)
- Aniseiconia
- Età

L'alternanza target destro/sinistro non dovrebbe avere frequenza inferiore a 30 Hz.

Target Familiarity and perceptual learning

Feature Isolation

L'alternanza target destro/sinistro non dovrebbe avere frequenza inferiore a 30 Hz.

Binocular Synchrony

Brightness

La **luminosità** riveste un ruolo fondamentale nella rilevazione della stereoacuità. I target e lo sfondo su cui gli stessi vengono visualizzati, dovrebbero rientrare bene nella gamma di luminanze ftopiche, preferibilmente almeno 30 cd/m².

Contrast

Optimal conditions are outlined for best stereoscopic acuity

Image Sharpness

Gli stimoli stereo dovrebbero durare almeno 200-400 ms.

Exposure duration

Bibliografia

1. Saladin J. J.; Phorometry and Stereopsis; in: Borish's Clinical Refraction; William J. B.; Butterworth Heinemann Elsevier; s.l.; 2006;
2. Garzia R.P., Steinman B., Steinman S.B.; Foundations of binocular vision; McGraw-Hill; New York; 2000;
3. Evidence Based clinical practice guideline, comprehensive adult eye and vision examination; Developed by the AOA Evidence-Based Optometry Guideline Development Group, September 9, 2015
4. Elliot D. B.; Clinical Procedures in Primary Eye Care; Elsevier; VI edizione; Philadelphia; 2014;
5. Grosvenor T.; Primary care optometry; Butterworth Heinemann, V edizione; Boston; 2007;
6. Evans B. J. W.; Binocular vision assessment; in: Optometry: Science, Techniques AND Clinical Management; Logan N., Rosenfield M.; Butterworth Heinemann Elsevier; II edizione; Edinburgh;
7. Leat S. J.; Pediatric assessment; in: Optometry: Science, Techniques AND Clinical Management; Logan N., Rosenfield M.; Butterworth Heinemann Elsevier; II edizione; Edinburgh; 2009;
8. Eperjesi F., Rundstrom M. M.; Practical binocular vision assessment; Butterworth Heinemann; s.l.; 2004;
9. Goersch H (2000) Manuale per Ottica, 4a edizione Zeiss, Oberkochen
10. Lingzhi Zhao¹ and Huang Wu, The difference in stereoacuity testing: contour-based and random dot-based graphs at far and near distances, Ann Transl Med, 2019
11. Fawcett SL. An evaluation of the agreement between contour-based circles and random dot-based near stereoacuity tests. J AAPOS 2005;
12. Wong BP, Woods RL, Peli E. Stereoacuity at distance and near. Optom Vis Sci 2002;
13. Stathacopoulos RA, Rosenbaum AL, Zanoni D, et al. Distance stereoacuity: Assessing control in intermittent exotropia. Ophthalmology 1993;
14. Seki Y, Wakayama A, Takahashi R, et al. Influence of Test Distance on Stereoacuity in Intermittent Exotropia. Strabismus 2017;
15. Se-Youp Lee et al.; Change of Stereoacuity with Aging in Normal Eyes, MD Department of Ophthalmology, Keimyung University School of Medicine, Dongsan Medical Center, Daegu, Korea Korean Journal of Ophthalmology, 2005

Stereogramma:

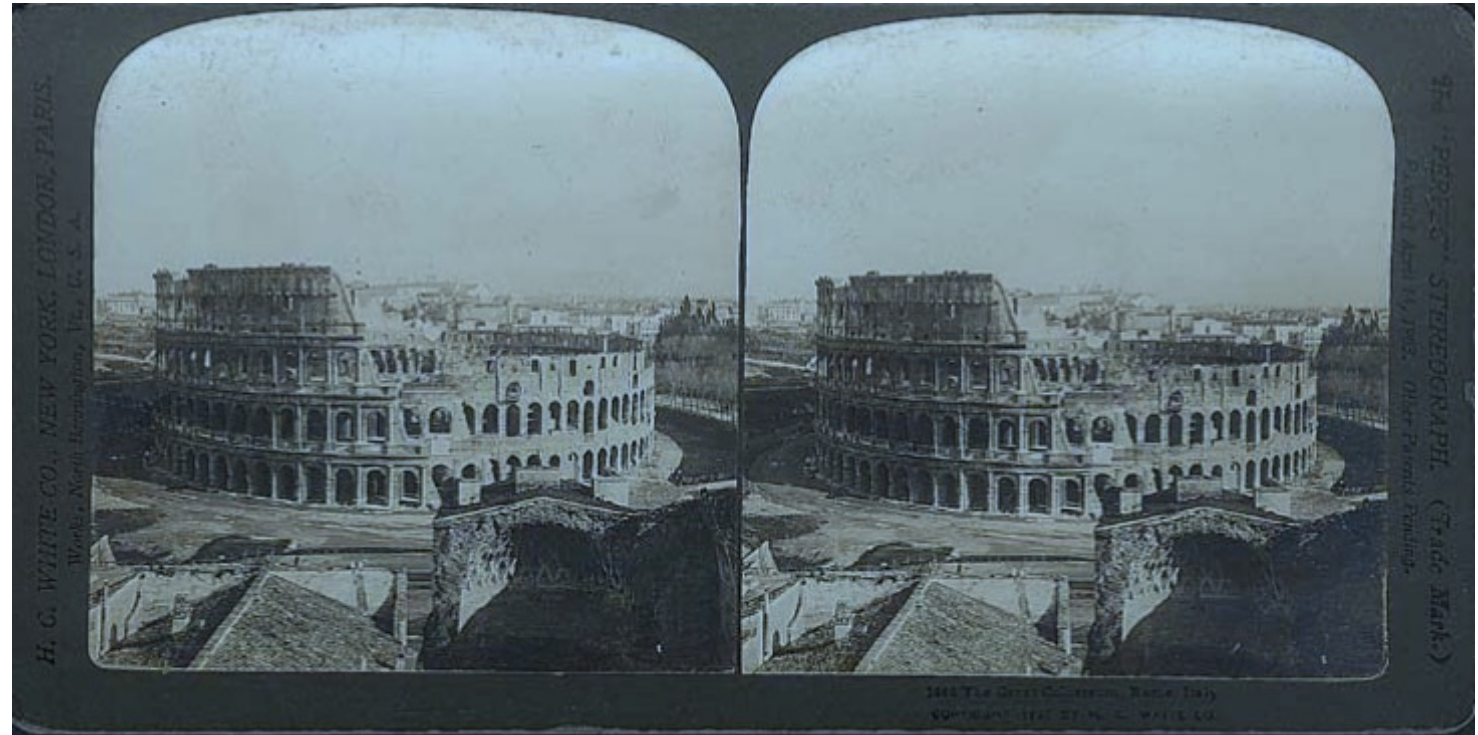
coppia di immagini capaci di indurre
visione tridimensionale

Due immagini piane, viste separatamente dai due occhi, i cui punti di vista sono orizzontalmente a distanza di circa 6 cm.

Tipologie di Stereogrammi:

- Immagine stereoscopica parallela
- Immagine stereoscopica cross-eyed
- Anaglifo
- Stereogramma a punti casuali
- Autostereogramma

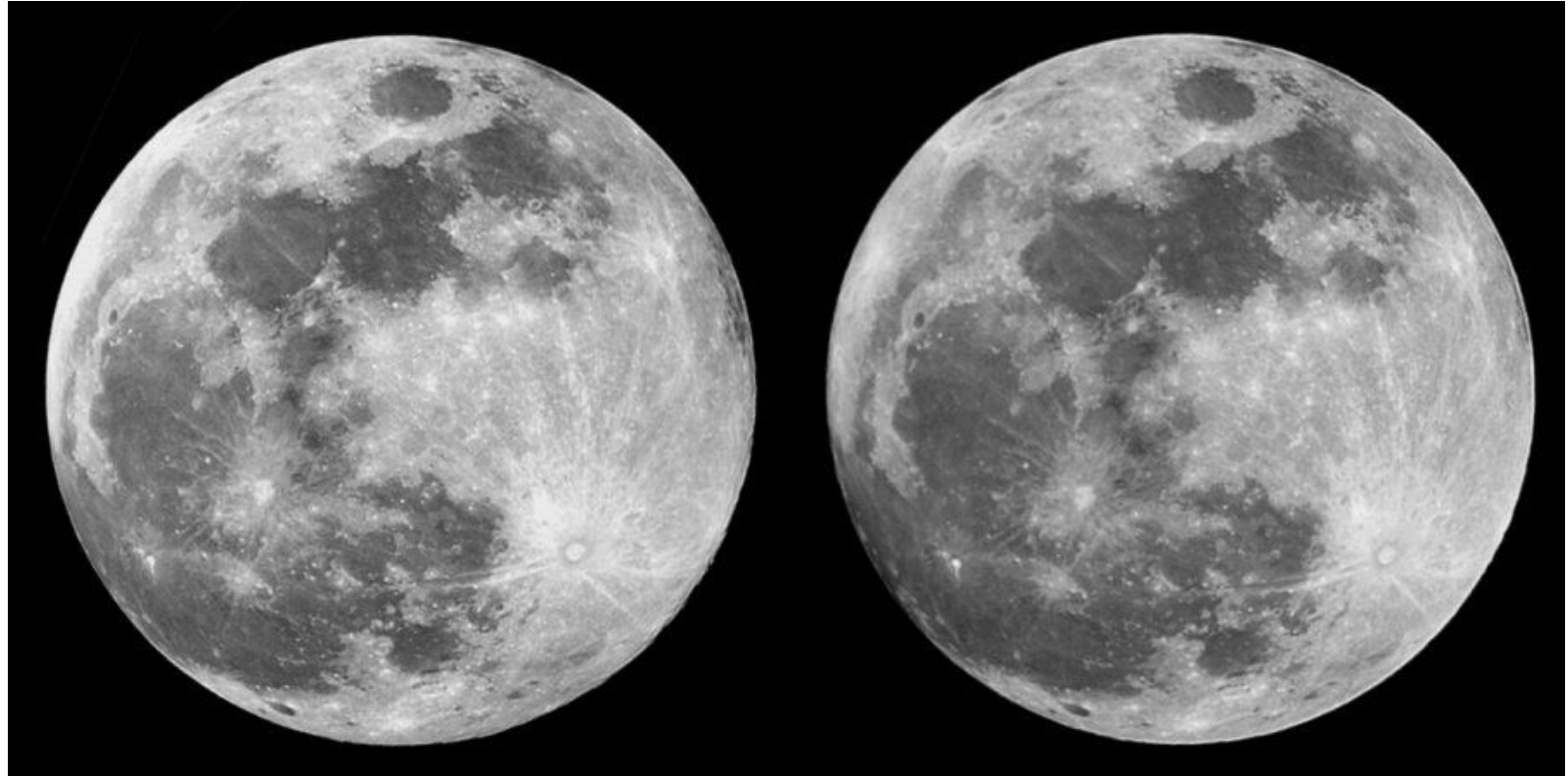
Immagine stereoscopica parallela



Destinata all'utilizzo con lo stereoscopio, è uno dei primi stereogrammi creati.

E' inoltre possibile la visione stereoscopica senza veicoli; utilizzando la sola convergenza su un piano diverso da quello dell'immagine. (punto dietro all'immagine)

Immagine stereoscopica cross-eyed



Anche qui la visione stereoscopica non è veicolata da strumenti o filtri; ma è possibile la percezione stereo utilizzando la sola convergenza su un piano diverso da quello dell'immagine. (punto davanti all'immagine)

Anaglifo


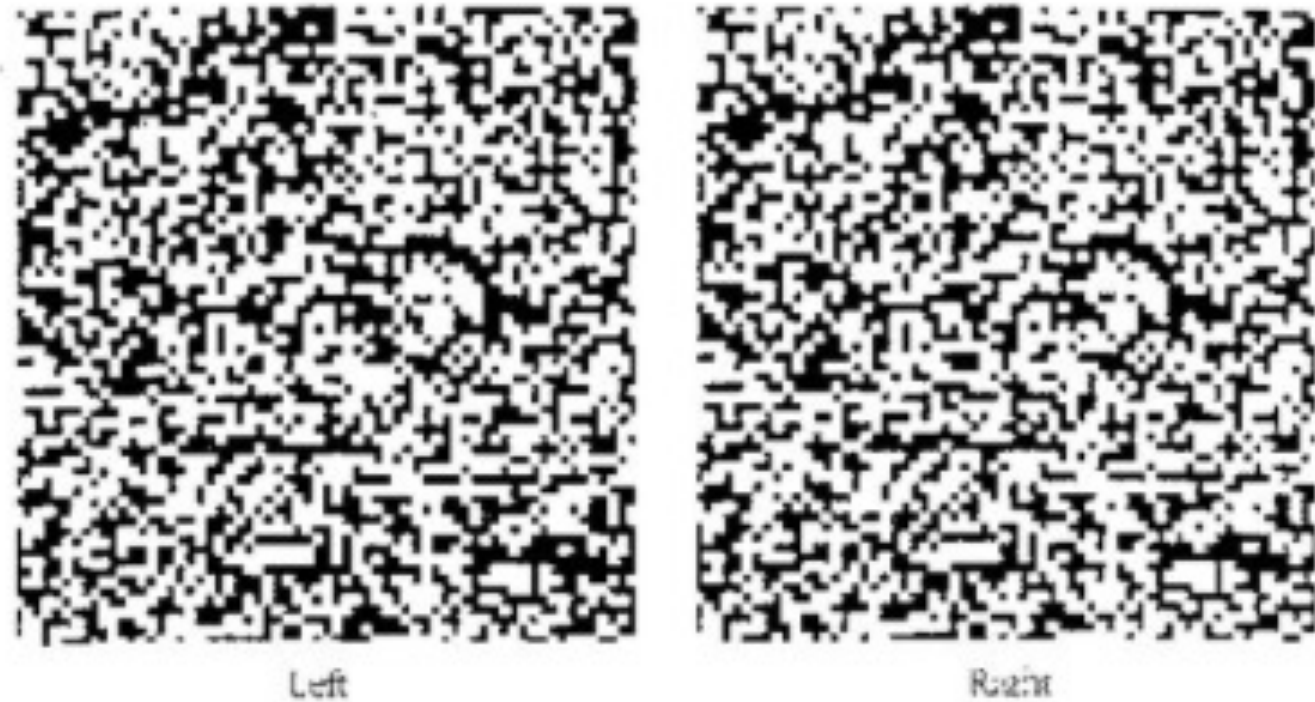


Immagine piana composta da due immagini diverse e osservata attraverso l'occhiale anaglifico.

Ogni occhio fissa una sola immagine, creando per sommissione tridimensionalità.

Stereogramma a punti casuali



Coppia di mire formate da punti in ordine casuale. I punti di alcune aree sono spostati (presentano una certa disparità laterale) per formare una figura.

Sovrapponendo le due mire si ottiene l'immagine tridimensionale.

Autostereogramma

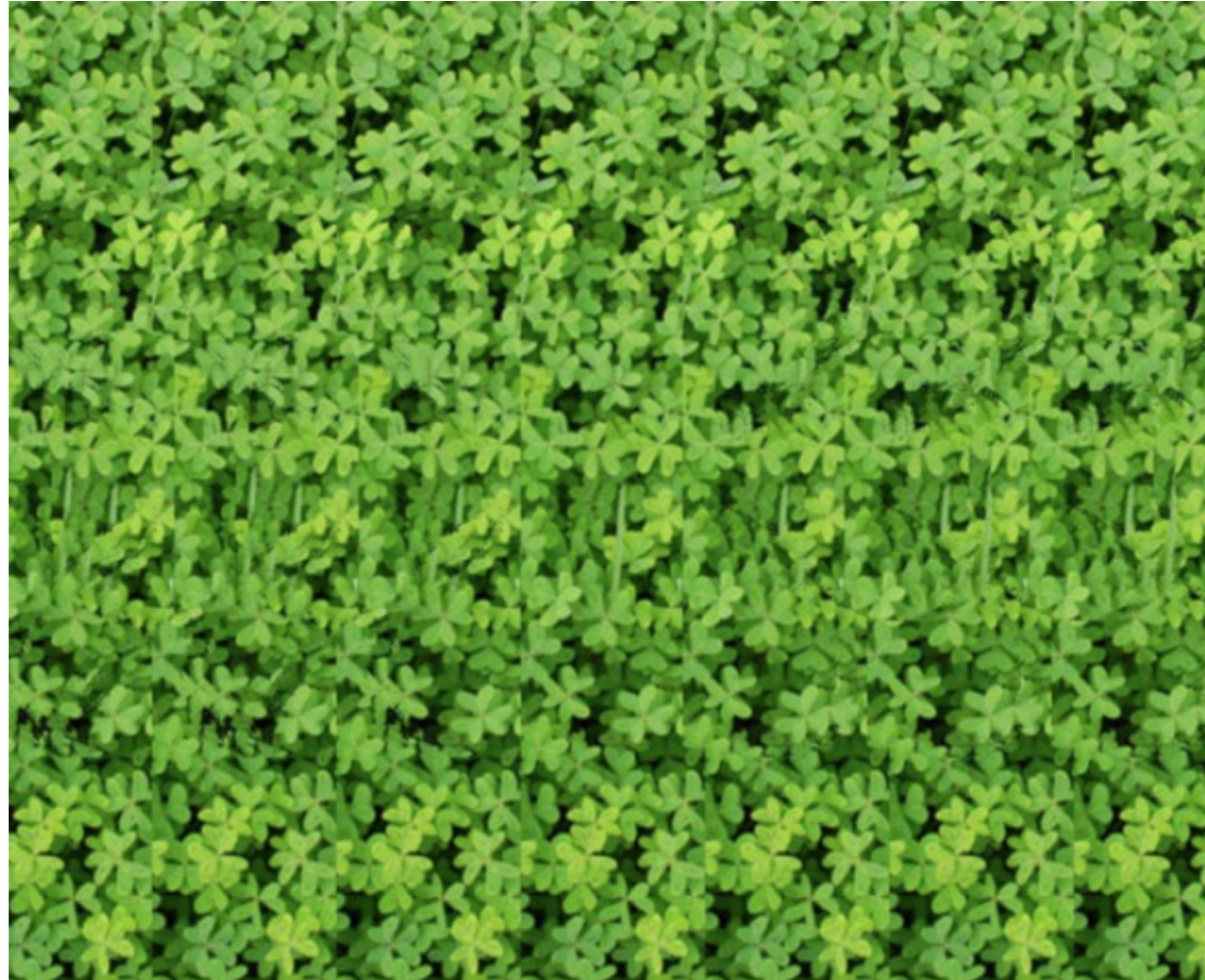


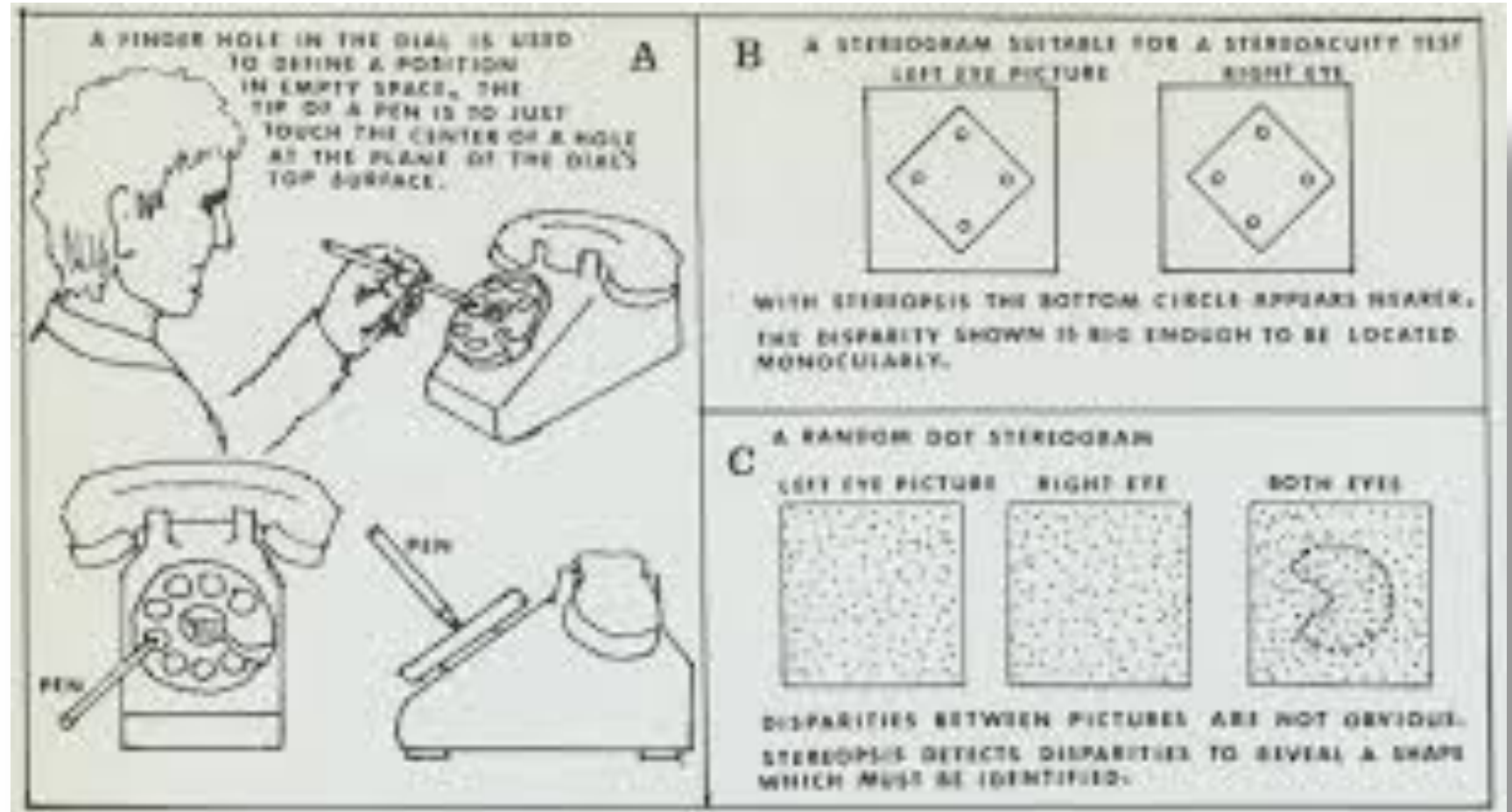
Immagine stereoscopica a punti casuali, composta da “due” immagini parzialmente sovrapposte che inducono l’illusione di profondità. Vengono osservati convergendo su un punto anteriore al piano dell’immagine o divergendo su piani posteriori.

About Stereopsis and its Significance to Public Health

About Stereopsis and its Significance to Public Health

W. L. Larson
Canadian Journal of Public Health 1978

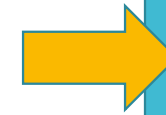
W. L. Larson
Canadian Journal of Public Health 1978



Metaverso



La distanza nei VE (virtual environment) – ambienti virtuali è sottostimata rispetto a MONDO REALE.



Spazio d'azione delle braccia!

Implicazioni sull'uso dei VE per le applicazioni che richiedono un senso accurato della scala assoluta.

Variabili nel controllo della sotto-percezione:

- Esperienza visiva precedente (es. sono già stato in quel luogo; ho già fatto quell'intervento);
- Esperienza motoria: muoversi nello spazio rende più facile la comprensione delle distanze;
- Esperienza corporea: gli Auto-avatar e le informazioni riguardanti l'altezza degli occhi aiutano la calibrazione delle distanze in maniera più corretta;
- Fattori tecnologici:
 - Il peso modifica l'angolo di inclinazione della testa.
 - Campo visivo del dispositivo.

- Creem-Regehr SH et al; *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2023



Test

Esecuzione

Dato

Analisi del dato basata sulla tipologia di test scelto e sulle procedure di esecuzione.

Differenziazione del test sulla base del rapporto test-soggetto

Misura soggettiva

Bibliografia

1. Creem-Regehr SH et al; Perceiving distance in virtual reality: theoretical insights from contemporary technologies. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2023
2. Levi DM. Applications and implications for extended reality to improve binocular vision and stereopsis. *J Vis.* 2023 Jan 3;23(1):14. doi: 10.1167/jov.23.1.14.
3. Reynaud A.; Zhou J; Hess R.F.; Stereopsis and mean luminance; *Journal of Vision* September 2013
4. Piano M.; Laurence P T; O'Connor A.; Normative Values for Near and Distance Clinical Tests of Stereoacuity; *Strabismus*, 2016
5. Schmid M.; Largo R. H.; Visual acuity and stereopsis between the ages of 5 and 10 years; *European Journal of Pediatrics*; 1986
6. Westheimer G.; Clinical evaluation of stereopsis; Division of Neurobiology, University of California, Berkeley, United States; 2012
7. Grosvenor T.; Primary care optometry; Butterworth Heinemann, V edizione; Boston; 2007;
8. Evans B. J. W.; Binocular vision assessment; in: *Optometry: Science, Techniques AND Clinical Management*; Logan N., Rosenfield M.; Butterworth Heinemann Elsevier; II edizione; Edinburgh;
9. Leat S. J.; Pediatric assessment; in: *Optometry: Science, Techniques AND Clinical Management*; Logan N., Rosenfield M.; Butterworth Heinemann Elsevier; II edizione; Edinburgh; 2009;
10. Eperjesi F., Rundstrom M. M.; Practical binocular vision assessment; Butterworth Heinemann; s.l.; 2004;
11. Goersch H (2000) *Manuale per Ottica*, 4a edizione Zeiss, Oberkochen
12. Lingzhi Zhao¹ and Huang Wu, The difference in stereoacuity testing: contour-based and random dot-based graphs at far and near distances, *Ann Transl Med*, 2019.
13. Fawcett SL. An evaluation of the agreement between contour-based circles and random dot-based near stereoacuity tests. *JAAPOS* 2005;
14. Wong BP, Woods RL, Peli E. Stereoacuity at distance and near. *Optom Vis Sci* 2002;
15. Garzia R.P., Steinman B., Steinman S.B.; *Foundations of binocular vision*; McGraw-Hill; New York; 2000
16. Elliot D. B.; *Clinical Procedures in Primary Eye Care*; Elsevier; VI edizione; Philadelphia; 2014;