

# Percezione e azione

Capitolo 1

Psicologia dello sport e del movimento  
umano

Donatella Spinelli

# La percezione della posizione e del movimento del proprio corpo

- Informazioni cinestesiche: senso di posizione e movimento del corpo promosso dai recettori cutanei e neuromuscolari
- Senso dell'equilibrio: prevalgono i recettori vestibolari e neuromuscolari  
ma anche:
- Vista

# Cinestesia 1.1

- Dal greco:
  - kinesis=movimento e aisthesis=percezione
  - Indica la percezione della posizione del movimento del corpo derivata dalla sensibilità somatica
  - Questo tipo di informazione non necessita della vista: siamo in grado di definire la posizione del nostro braccio con alta precisione anche se siamo ad occhi chiusi

# Sistema somatosensoriale 1.1.1

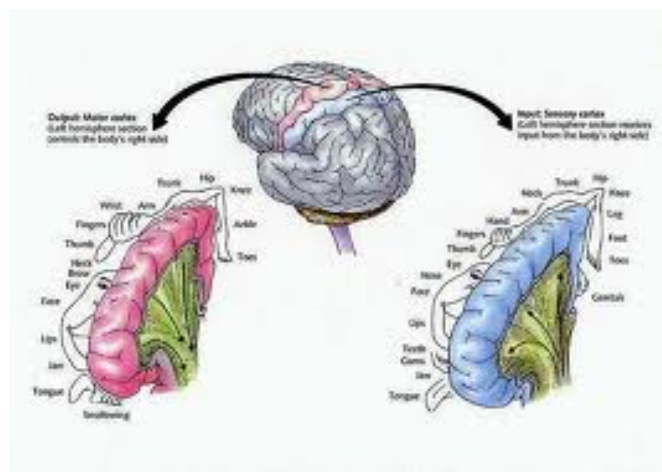
- Informazione sulla posizione e il movimento del corpo è fornita dai recettori:
- sensibili a stimoli che originano all'interno degli organi
  - Recettori muscolari che segnalano lo stiramento dei muscoli
  - Recettori situati nelle capsule e nei legamenti articolari che segnalano il grado di ampiezza di un movimento e la forza prodotta

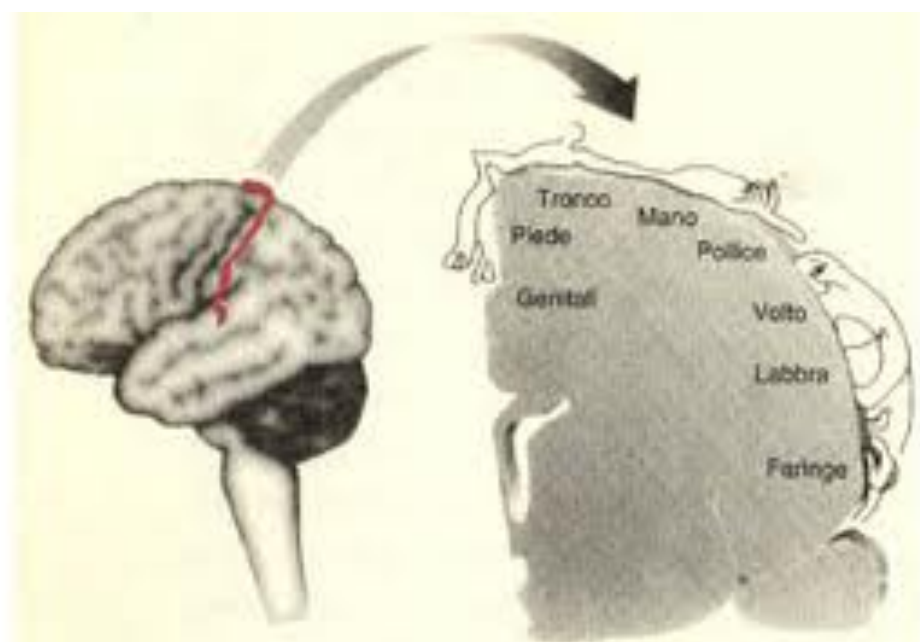
# Continua

- Sensibili a stimoli esterni
  - Recettori cutanei: ad esempio la pressione della pianta del piede sul terreno o la sensazione di calore e pressione che deriva dal contatto di diverse parti del corpo tra loro

# I recettori della corteccia sensoriale primaria 1.1.2

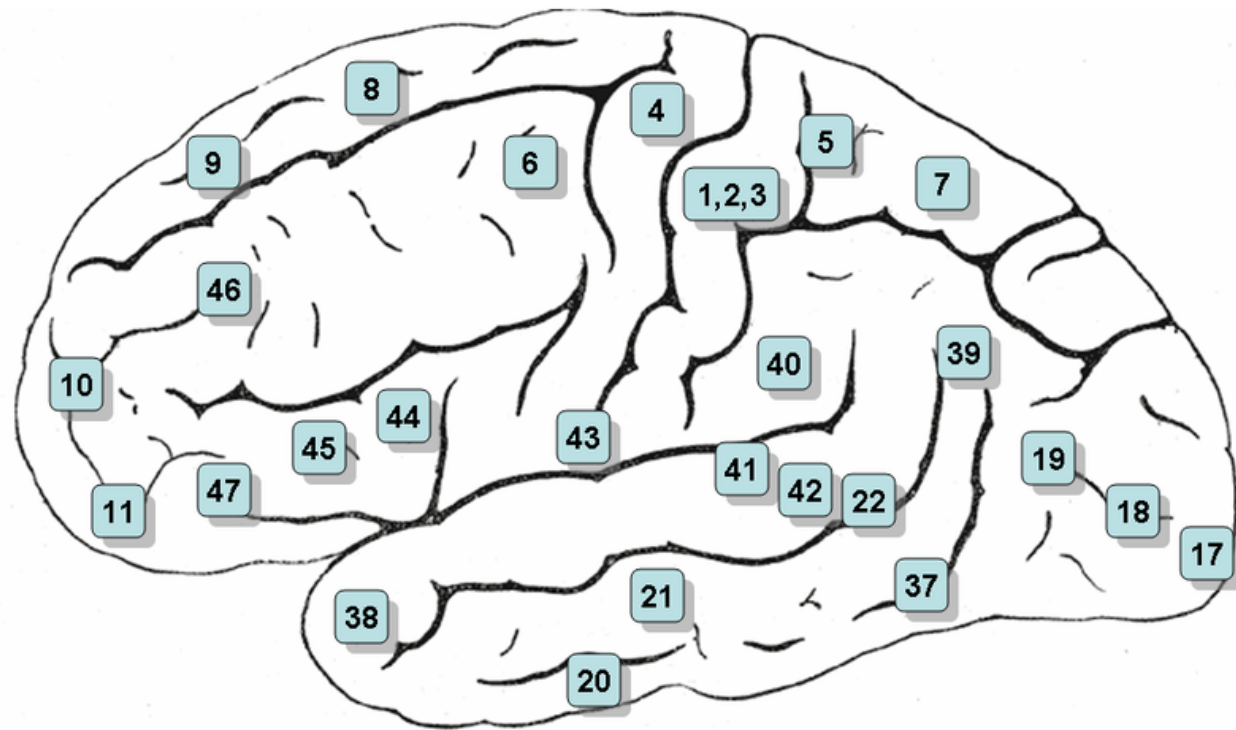
- I segnali generati da recettori periferici localizzati in un lato del corpo (ad esempio a sx) sono trasmessi mediante vie sensoriali ascendenti alla corteccia cerebrale controlaterale (in questo caso a destra) somatosensitiva primaria. (vedi Fig 1.1)





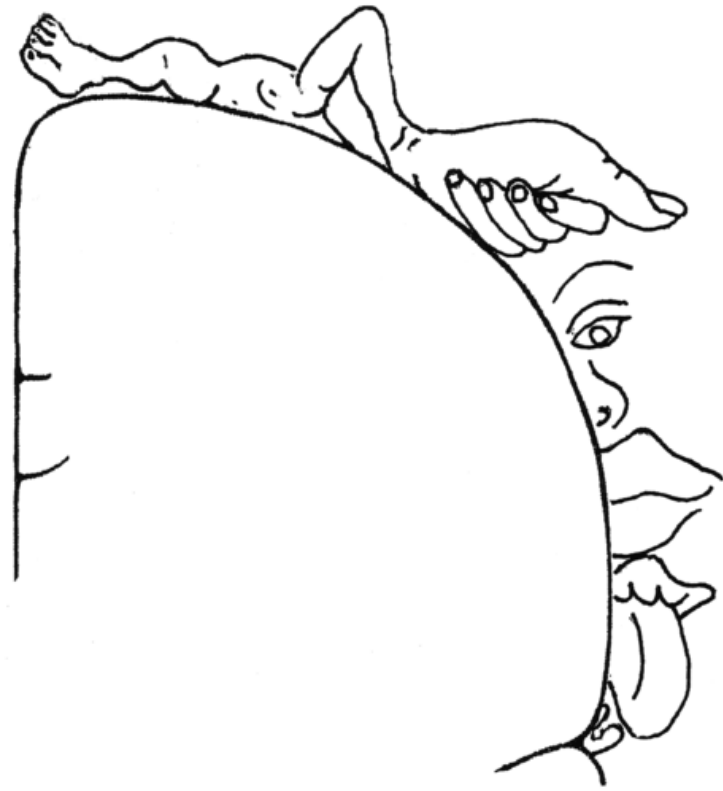


- Secondo la nomenclatura di Brodman
- Area 3a riceve in prevalenza dai recettori sensibili allo stiramento muscolare
- Area 1 e 3b ricevono principalmente dai recettori cutanei
- Area 2 riceve principalmente dai recettori articolari



# Mappa somatotopica

- Somatotopia: rappresentazione ordinata a livello della corteccia dei distretti corporei
- Ciascuna regione della corteccia somatosensoriale primaria possiede una mappa completa e indipendente della metà controlaterale del corpo
- La mappa non è proporzionale né come estensione né come corrispettivo funzionale : le dita della mano sono assai + rappresentate rispetto al tronco e con una più alta discriminazione e sensibilità + elevata



# Cortecce sensoriali di ordine superiore

- Alla corteccia primaria si aggiunge la corteccia secondaria
  - La secondaria elabora segnali che provengono da porzioni del corpo più estese
  - Attua analisi più complesse ed ha una rappresentazione somatotopica bilaterale (cioè dei due lati del corpo) e non solo controlaterale

- Metodi di studio usati per valutare la funzione delle diverse regioni corticali:
  - Lesioni su cervelli di animali
  - Dati clinici
- Lesioni delle aree parietali posteriori
  - Deficit nell'apprendimento: incapacità di localizzare la posizione del proprio corpo nello spazio
    - La scimmia è incapace di imparare a scegliere un contenitore che contiene cibo ad esempio a dx rispetto ad un contenitore a sx
- Patologie (ictus) aree parietali posteriori
  - Diversi tipi di disturbi che riguardano la percezione del corpo

# Senso di equilibrio

- Il senso di equilibrio è mediato da informazioni di diversa origine
  - Vestibolare
  - Somatosensoriale
  - Visivo

sistemi somatosensoriali e visivo informano sulla posizione del corpo rispetto all'ambiente circostante

sistema vestibolare segnala le accelerazioni del corpo

- Il senso di equilibrio proviene dall'integrazione di tutti questi segnali
- Quando i segnali non sono coerenti fra loro si producono effetti di nausea e vertigine
  - esempio mal di mare e mal di macchina: mancanza di coerenza fra le informazioni vestibolari che segnalano il movimento del corpo e i dati visivi che segnalano la stabilità della cabina della barca o della macchina
  - Il contrario: la scena visiva è in movimento il corpo è fermo: quando guardiamo il fiume scorrere da un ponte

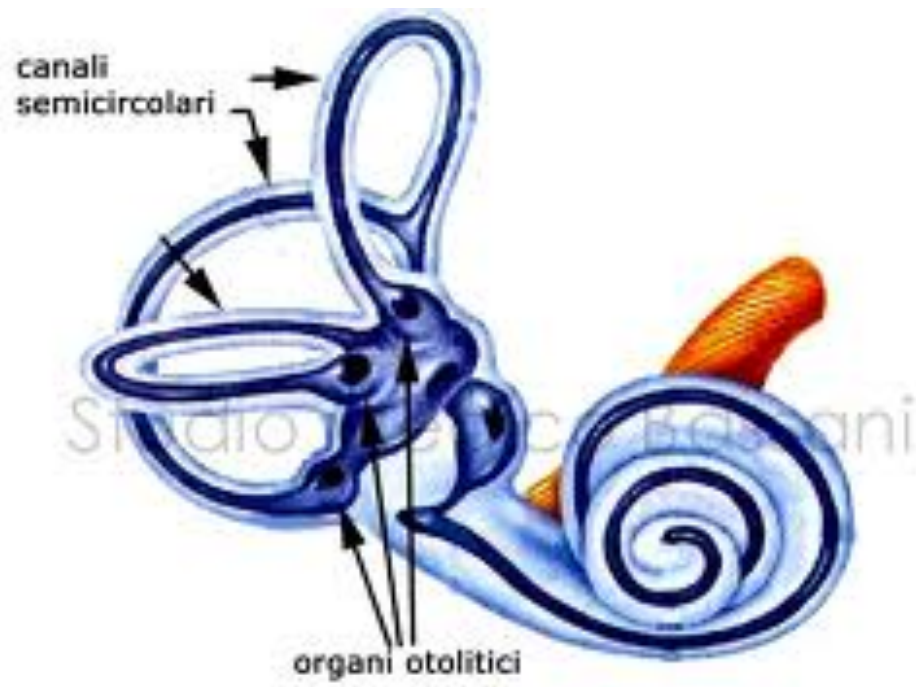


# Sistema vestibolare

- I recettori sono localizzati nell'orecchio interno
  - Ampolle nei canali semicircolari
  - Le macule dei vestiboli nell'utricolo e nel sacco

I recettori sono attivati dalle rotazioni del capo che avvengono sulle tre direzioni

Infatti la disposizione dei canali è sui tre piani dello spazio (Fig. 1.3)

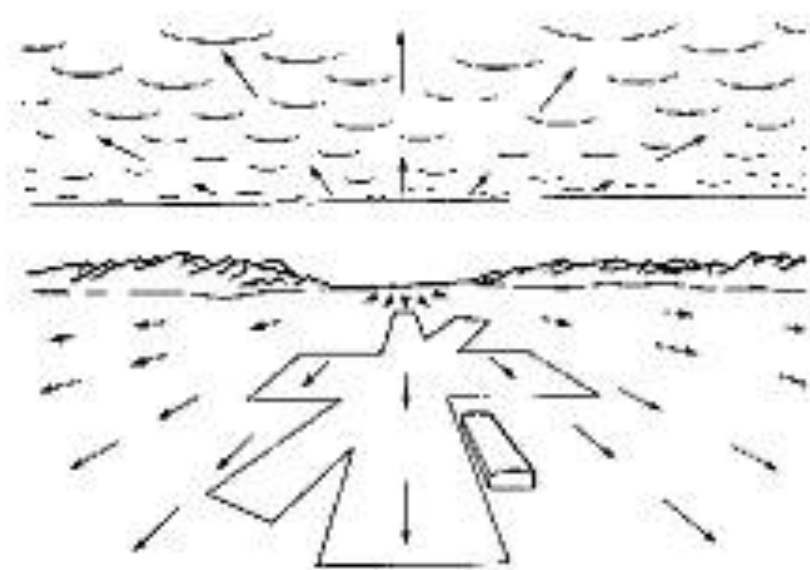


- Recettori labirintici:
  - Attivati dalle rotazioni del capo. I tre canali come detto sono infatti direzionati su tre piani
- I recettori delle macule:
  - Attivati dall'azione della forza di gravità

# Percezione del movimento del proprio corpo su base visiva: il flusso ottico

- Percezione del movimento del proprio corpo non utilizza solo i canali di informazione somatosensoriale e vestibolare ma anche quello visivo
- Quando ci muoviamo il campo visivo si muove continuamente: flusso ottico
- Il flusso ottico è definito relativamente al punto che si fissa mentre ci muoviamo: questo punto è detto polo o fuoco del flusso ottico

- Quando ci muoviamo in avanti, verso il polo, le immagini degli oggetti presenti si allontanano dal polo (direzione centrifuga) fino a scomparire
  - Camminare lungo un corridoio con quadri alle pareti
- Quando camminiamo all'indietro gli oggetti vanno verso il polo
- Ciò che definisce principalmente il flusso ottico è quindi la direzione del movimento (fig 1.4)
- Noi però non percepiamo gli oggetti in movimento ma noi stessi in movimento

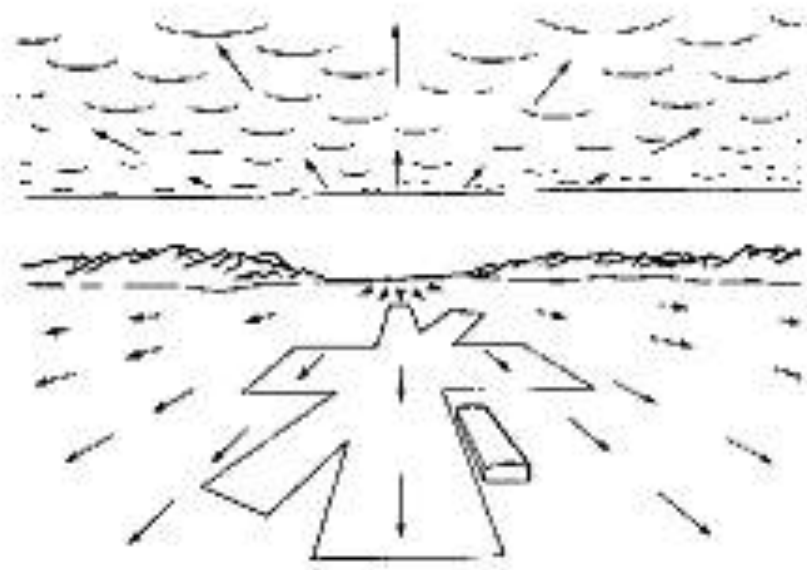


- Oltre alla direzione un secondo parametro è la velocità
- Il flusso ottico si muove coerentemente con la velocità con la quale ci spostiamo

# Esempio videogiochi

- Flusso ottico viene simulato efficacemente attraverso azioni centripete e centrifughe
- Simulazioni che danno l'idea di essere alla guida di un'auto





# Errori nella percezione della posizione e del movimento del corpo

- Percezione illusoria:
  - Una percezione prende il sopravvento su di un'altra: treno che si muove prioritaria la percezione visiva sulle informazioni somatosensoriali
  - Vibrazione dei tendini, illusione cinestesica: inclinazione del corpo via stiramento dei fusineuromuscolari
- Le illusioni testimoniano la genesi multisensoriale della percezione di posizione e del movimento del corpo

# La percezione visiva degli oggetti nello spazio

- Per afferrare un oggetto dobbiamo conoscere la sua localizzazione nello spazio riferita alla posizione del corpo
  - Distanza dell'oggetto, la velocità di movimento, la direzione

# Riconoscere e agire sugli oggetti

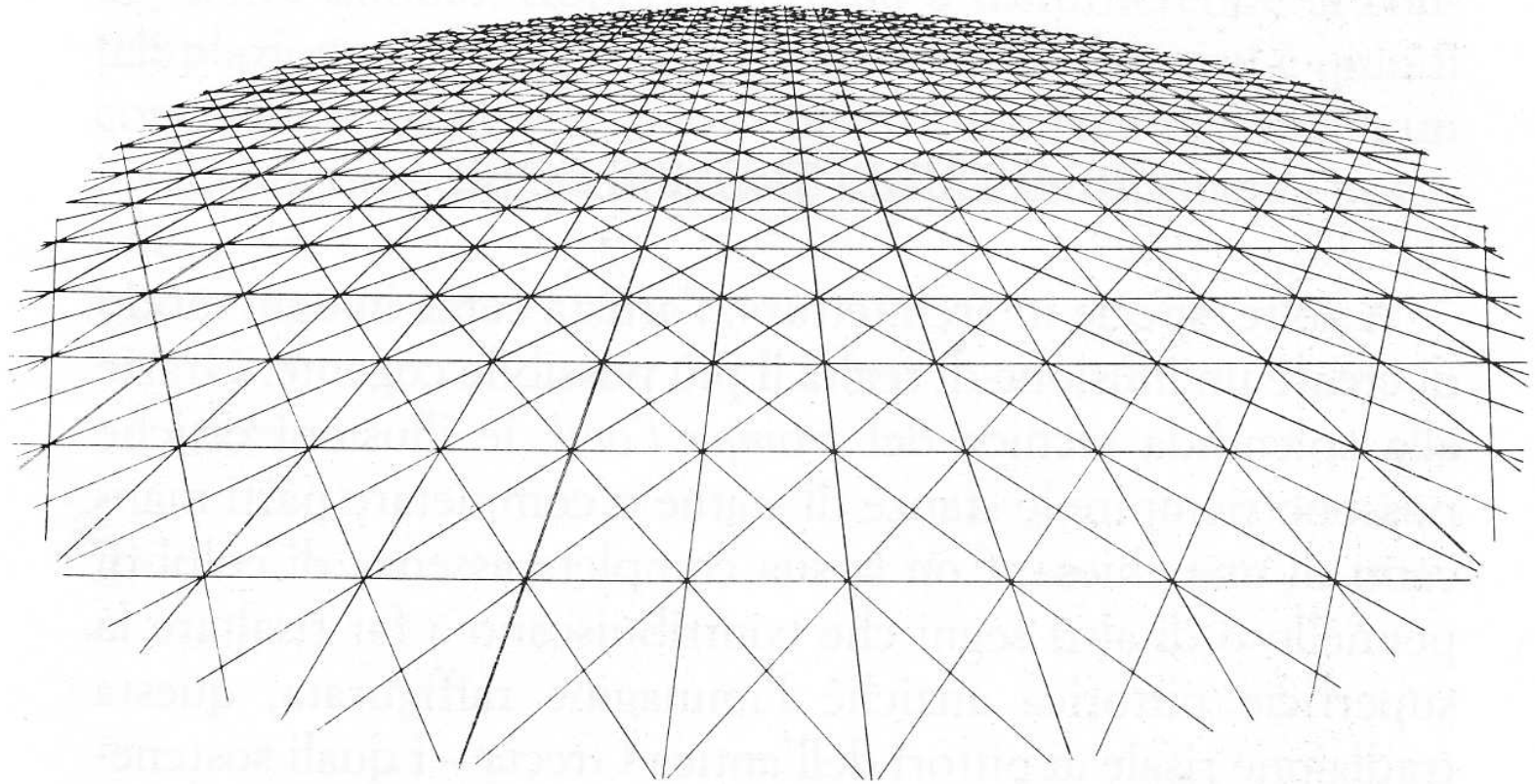
- Riconoscere e agire su di un oggetto sono eventi simultanei ma relativamente indipendenti
- Alcune lesioni cerebrali permettono l'agire ma non il riconoscere
  - Agnosia visiva: saper raggiungere afferrare un oggetto ed esprimere la sua funzione motoricamente, ma non riconoscerla (es osservare un paio di forbici e fare il gesto di tagliare)

- **Agnosia visiva:** il meccanismo responsabile al riconoscimento è danneggiato ma la programmazione del movimento guidato visivamente è intatto

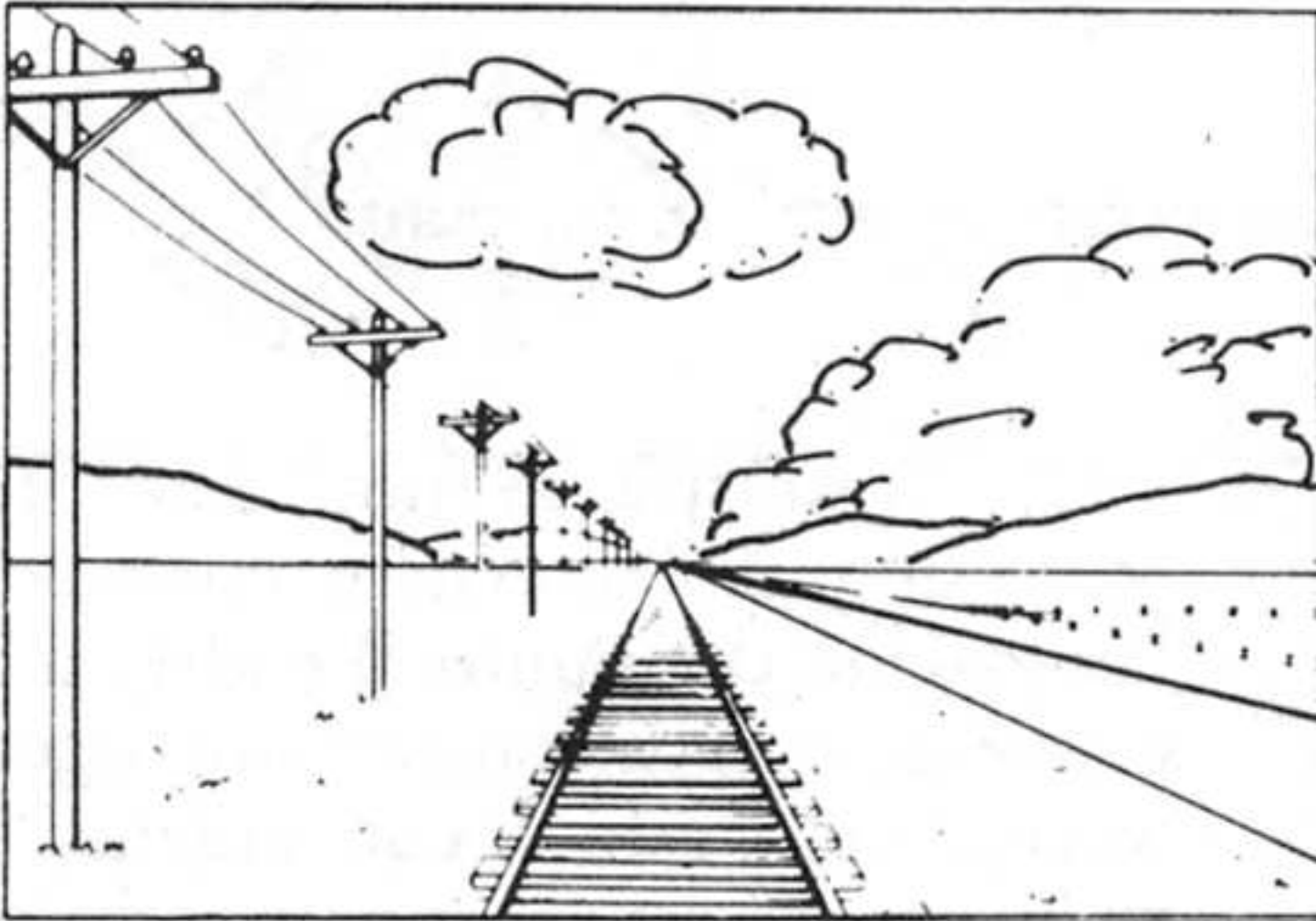
# Percepire la distanza degli oggetti

- Utilizziamo diverse categorie
  - Pittoriche:
    - Prospettiva
    - Occlusione
    - Ombreggiatura
    - Grandezza relativa oggetti (basata su conoscenze pregresse)
    - Densità superfici
    - Tessitura

+ trama fitta + lontana

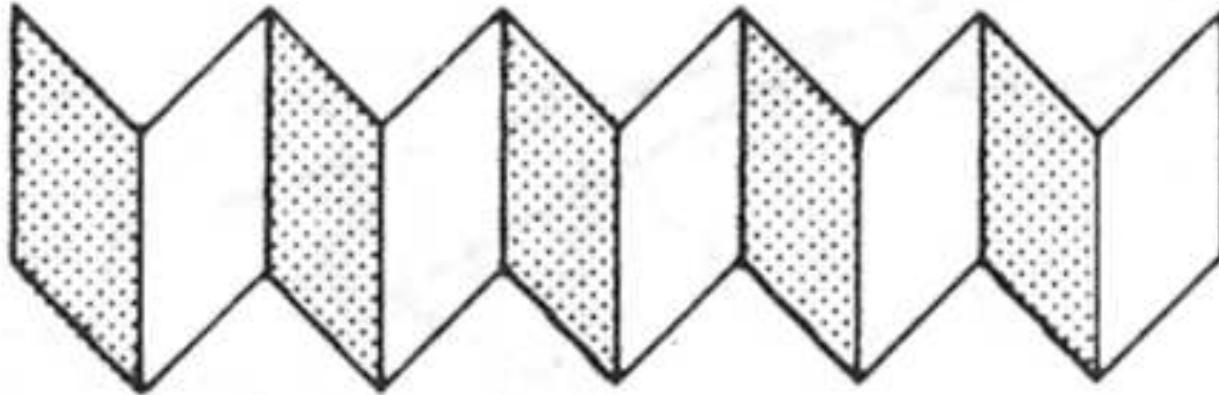


+ oggetto vicino al fuoco + lontano





Parti + scure + lontane



# Indici fisiologici

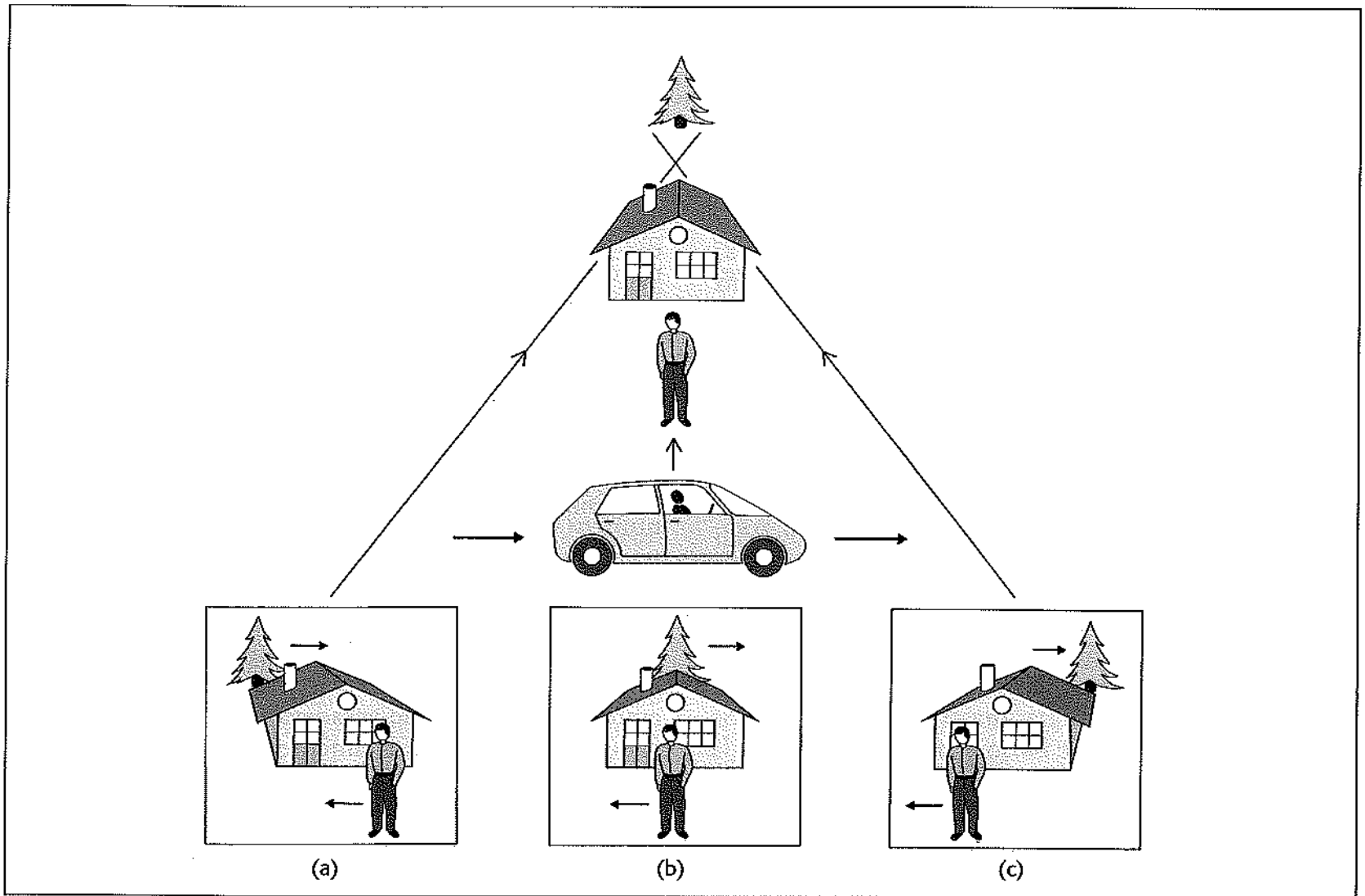
- Convergenza
- Accomodazione
- **Disparità binoculare**
- **Parallasse di movimento**

# Disparità binoculare



# Parallasse differenziale di movimento

- E' un aspetto del flusso ottico che specifica la distanza relativa degli oggetti
  - Generato dallo spostamento che compiono le immagini retiniche degli oggetti localizzati a diverse distanze dall'osservatore quando si muove
    - Esempio: osservare lo spigolo della finestra ruotando la testa a dx- immagini vicine si spostano a sinistra  
immagini oltre la finestra a dx-
    - Immagini vicine si spostano più velocemente (fig1.6)



**FIGURA 1.6**

Vi muovete in macchina dal punto a verso il punto c. Fissate lo sguardo sulla casa; lo spostamento del corpo comporta spostamenti delle immagini retiniche degli oggetti più vicini (la persona) e più lontani (l'albero) della casa. La direzione dello spostamento percepita durante il percorso è illustrata

nei riquadri in basso. Gli oggetti più vicini si muovono in direzione opposta al vostro movimento. Gli oggetti più lontani del punto di fissazione appaiono muoversi nella stessa direzione del vostro movimento. (Modificata, da Darley, Glucksberg e Kinchla. 1993.)

# Caratteristiche parallasse

- Funziona anche guardando con un occhio solo
  - Non dipende dalla disparità retinica
- E' fondamentale per la percezione della profondità
  - Precipizi e buche
  - Capacità innata Gibson: bambini di 6-14 mesi, gattini appena nati
    - Studi di laboratorio







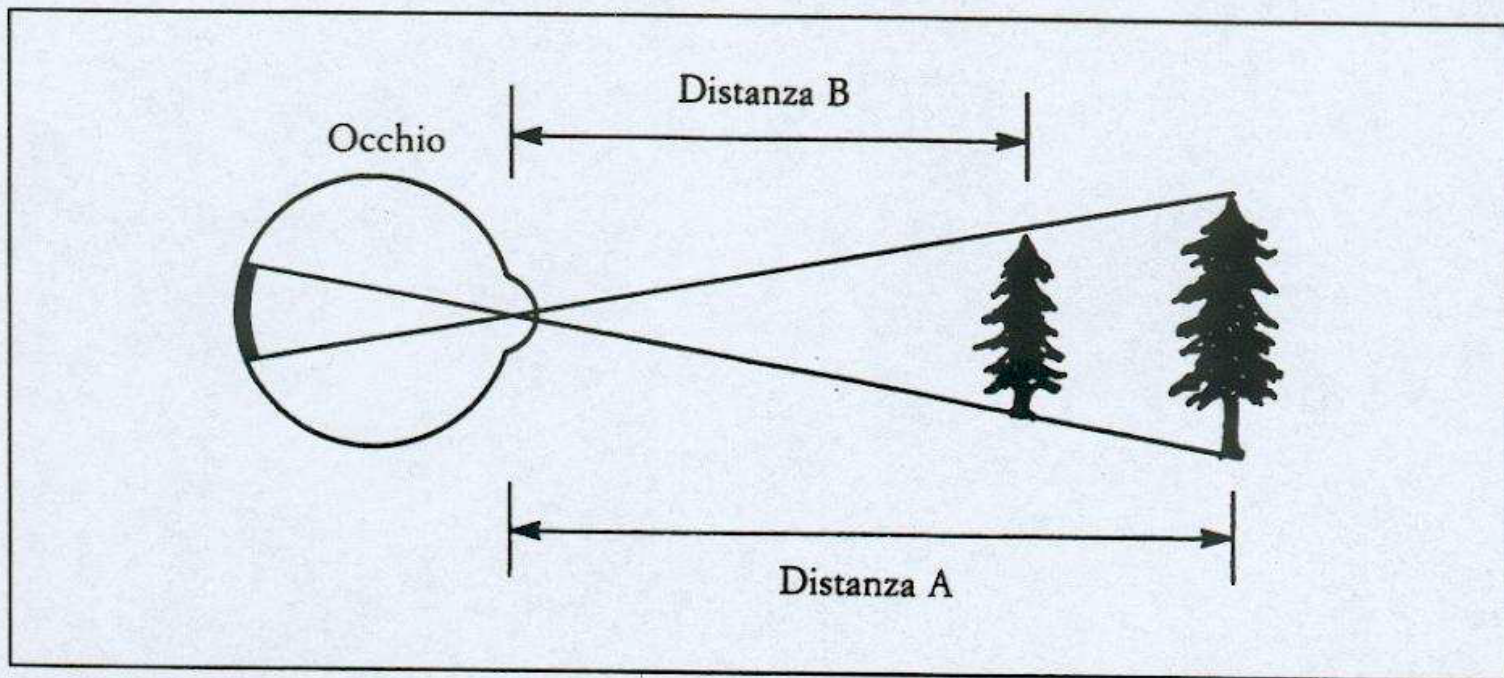
# Percepire il movimento degli oggetti

- Non siamo in grado di percepire movimenti molto lenti e movimenti molto veloci (movimento della luna, movimento di un proiettile)
  - Esperimenti di laboratorio hanno definito le soglie di percezione a diverse velocità
    - A velocità basse oggetti grandi devono avere un alto contrasto per essere visti
    - A velocità alte è necessario avere molto contrasto per vedere oggetti piccoli

- Oggetti poco contrastati e lenti appaiono muoversi molto più lentamente
- Il tempo di reazione è molto rallentato per questi oggetti
- Questa sottostima della velocità e la lentezza a reagire a stimoli di basso contrasto potrebbe rivelarsi pericolosa quando ad esempio si guida in condizioni di cattiva visibilità

# Lontano vicino

- Dimensioni dell'immagine retinica si espande se gli oggetti si avvicinano e si restringe se gli oggetti si allontanano
  - Questo fa sì che si specifichi la direzione del moto
- Questa capacità sembra innata
  - Infante atteggiamento difensivo verso una configurazione visiva che si espande
  - Nessuna reazione per configurazione che si contrae

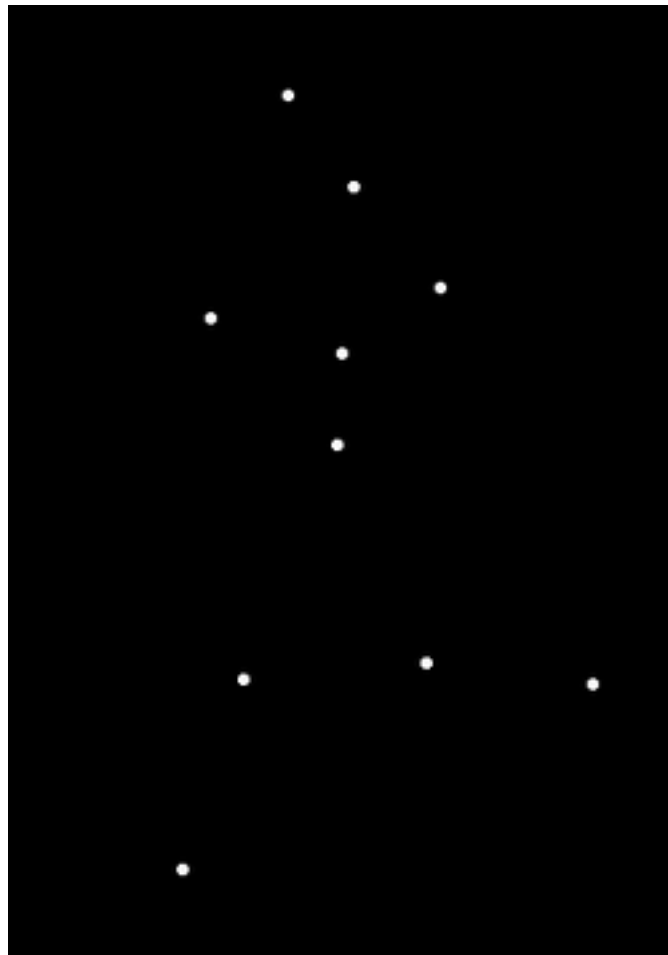


**FIGURA 4.6.** Rapporto fra grandezza retinica, grandezza dell'oggetto e sua distanza dall'occhio. I due alberi proiettano la medesima immagine retinica, poiché, pur essendo di dimensioni diverse (A = albero grande; B = albero piccolo), si trovano a distanze differenti (A = più lontano; B = più vicino).

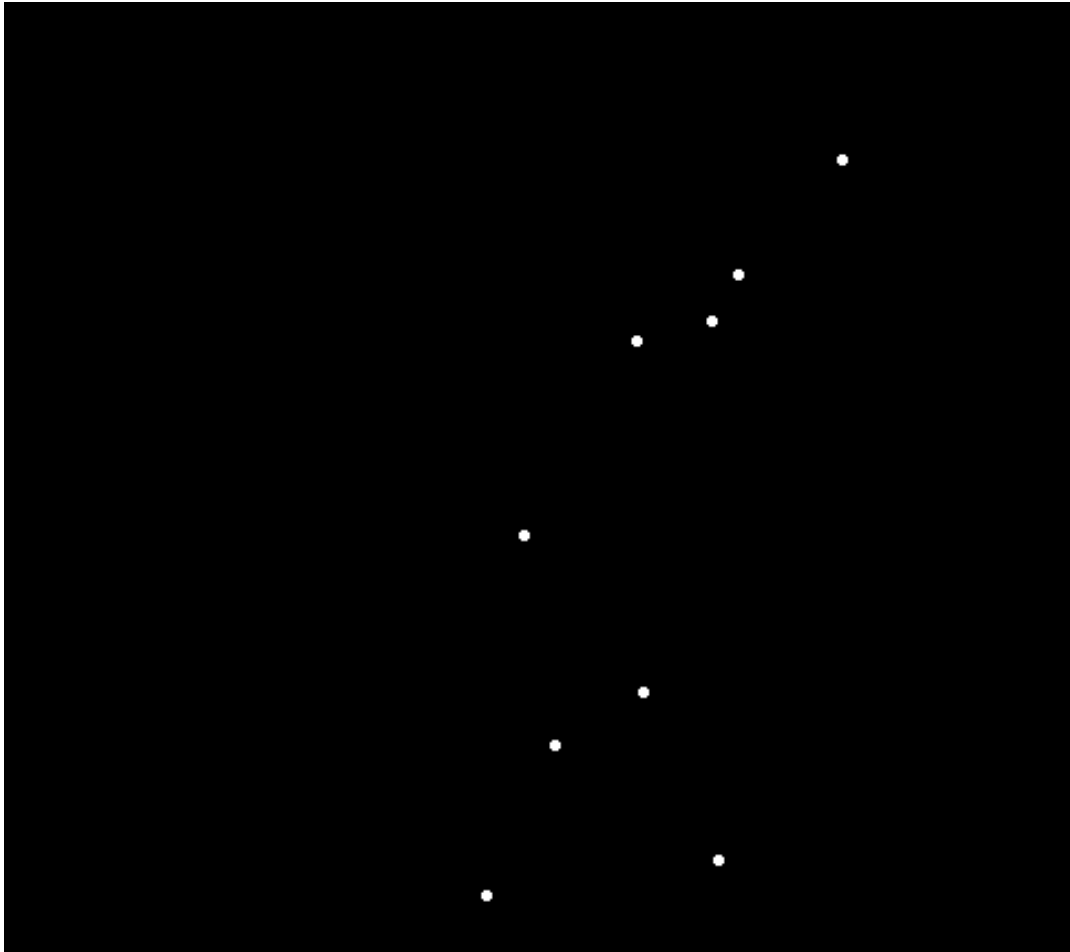
# Movimento biologico

- Capiamo la cinematica di un movimento

Che cosa vedete?



E qui?



# Capacità di leggere la cinematica

- Leggiamo:
  - Velocità
  - Forma
  - Accelerazioni
  - Stati emotivi?
- 
- <http://www.biomotionlab.ca/Demos/BMLwalker.html>



# Percepire il tempo di collisione fra osservatore e oggetti

- Anticipare contatto e collisione degli oggetti
- Afferrare
- Sport con la palla
- Corpo in movimento
- Guidare
- Camminare in ambienti affollati

# Studi su animali

- Atterraggio:
  - Mosche piccioni
- Tuffi
  - Sule cormorani

# Studi su umani

- Tempo di latenza fra informazione visiva e azione per valutare correttamente un contatto
- Quali sono le informazioni visive cruciali per questa valutazione?

# Diversi modi per valutare il tempo di contatto

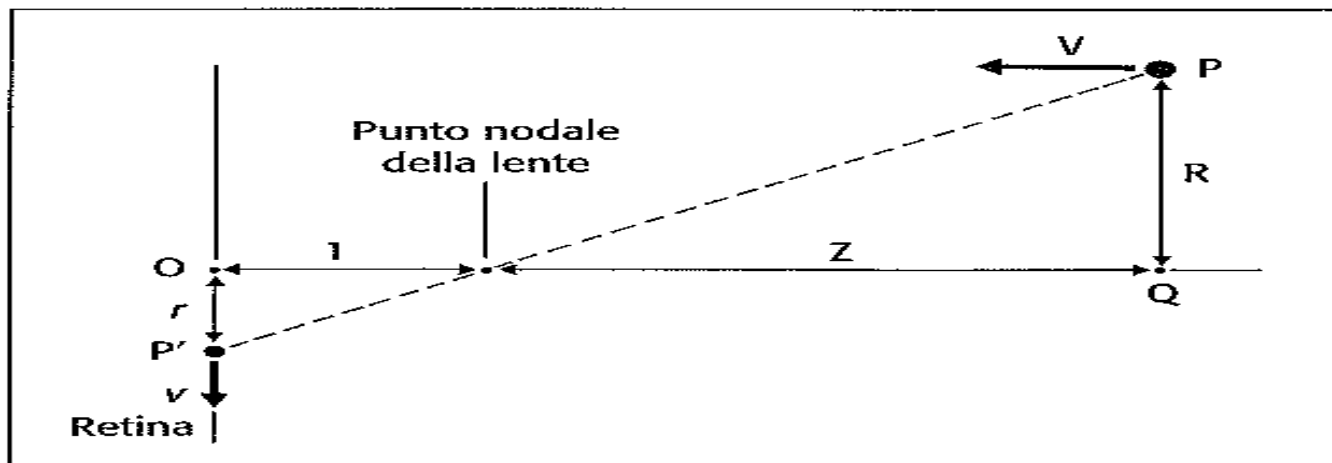
- Analisi percettiva accurata della distanza e della velocità degli oggetti
  - Parallasse di movimento, disparità binoculare convergenza
- Tau è una alternativa valida basata sulla semplicità e sull'idea della percezione diretta

# Percezione e azione



# Tau

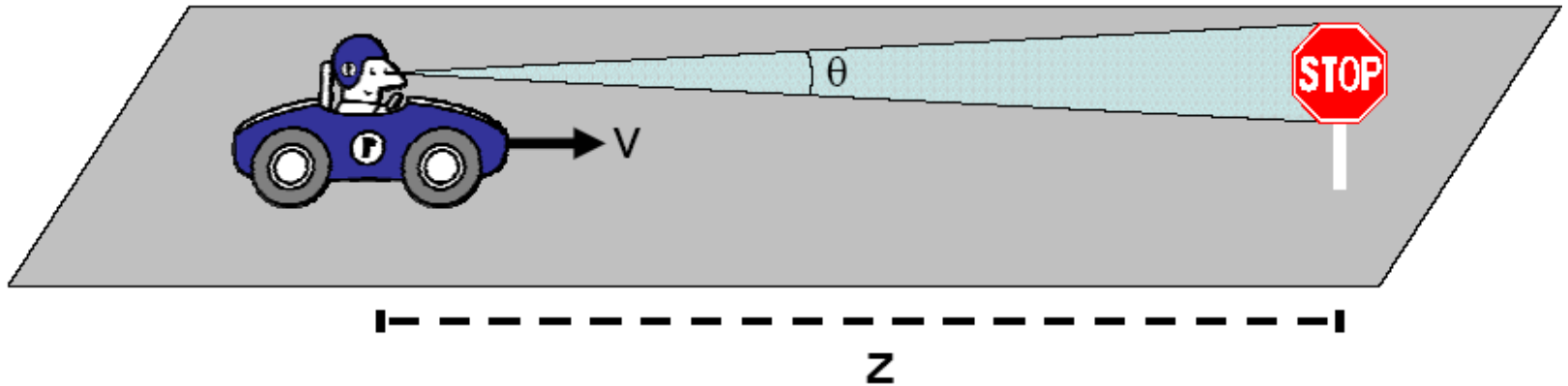
- La valutazione del tempo di contatto è implicita nell'espansione dell'immagine retinica dell'oggetto che si avvicina
- Il tempo di contatto è definito dalla velocità con cui aumenta l'angolo retinico sotteso dall'oggetto indipendentemente dal fatto che l'aumento sia causato dal movimento dell'oggetto del soggetto o di entrambe (fig 1.7)



**FIGURA 1.7**

Una palla si avvicina a velocità costante a un osservatore. P e Q (a destra) sono due punti sulla superficie della palla. A sinistra è rappresentata schematicamente la retina dell'osservatore, il cui centro è O; il punto nodale della lente è a distanza  $l$ . Sulla retina si forma, capovolta e rimpicciolita, l'immagine della superficie della palla, e in particolare dei due punti P e Q. L'immagine di P è P'; l'immagine di Q si forma in O. La distanza dell'oggetto è Z. La distanza diminuisce progressivamente con velocità costante V. P' è distante  $r$  dal centro della retina O; P' con velocità  $v$  si allontana da O, centro del flusso ottico. Applicando le proprietà dei triangoli simili e con una serie di passaggi relativamente complessi che trascuriamo, si arriva a scrivere che  $Z/V = r/v$ . Il rapporto  $r/v$  è detto *tau*. Quindi,  $\tau = Z/V$  esprime il rapporto fra la distanza di un (qualsiasi) punto dal centro di espansione del flusso e la sua velocità di allontanamento. Si noti che Z ha una dimensione spaziale (ad esempio, metri) e V ha dimensione spaziale/temporale (ad esempio, metri/secondo); di conseguenza  $Z/V$  ha una dimensione temporale (secondi). Tau è quindi una variabile ottica che esprime una dimensione temporale: il tempo che deve passare prima che osservatore e oggetto entrino in collisione. In ogni istante l'informazione retinica del flusso specifica il tempo di collisione. (Modificata, da Lee et al., 1983.)

# Tempo di collisione



$$\frac{Z}{V} \approx \frac{\theta}{\dot{\theta}} = \tau$$

$\tau$  (tau) = TTC (time to contact)

Non c'è bisogno di computare la velocità, la distanza o la grandezza dell'oggetto

*Lee, (1976)*



# Due tipi di ricerche

- A- valutare se veramente i soggetti utilizzano tau per stimare il tempo di collisione
  - Diversi stimoli visivi
- B-Valutare se tau è veramente usato per eseguire azioni
  - Esperimenti con azioni implicate

# Movimento degli oggetti, movimento degli occhi e movimento dell'osservatore

- Percepire gli oggetti in movimento
- Percezione del mondo esterno quando ci muoviamo
- Movimenti degli occhi
- Come stanno assieme queste tre funzioni?

# Primo caso

- Un osservatore immobile tiene gli occhi fermi su un punto mentre un oggetto si muove nel suo campo visivo
- In questa situazione sulla retina c'è movimento dell'immagine dell'oggetto
- L'osservatore percepisce che l'oggetto si sta muovendo

# Secondo caso

- Un osservatore immobile segue con lo sguardo un oggetto che si muove
- In questo caso il movimento oculare di inseguimento mantiene ferma sulla fovea retinica l'immagine dell'oggetto
- L'immagine dell'oggetto dunque non si muove si muove invece il resto della scena visiva in direzione opposta al movimento reale dell'oggetto
- Il soggetto percepisce che l'oggetto si sta muovendo mentre la scena è ferma

# Terzo caso

- Un osservatore immobile fa un movimento oculare rapido (saccade) verso un oggetto localizzato in un punto del campo visivo
- In questo caso durante la saccade l'immagine retinica di tutta la scena visiva si sposta rapidamente
- L'osservatore non percepisce alcun movimento ma è soltanto consapevole di osservare la scena visiva da un nuovo punto di vista

# Quarto caso

- Un osservatore in movimento tiene lo sguardo fisso sul polo del flusso
- Sulla retina ha luogo un massiccio spostamento di immagini (flusso ottico)
- L'osservatore non percepisce movimento della scena visiva ma movimento del proprio corpo

# Riflessioni

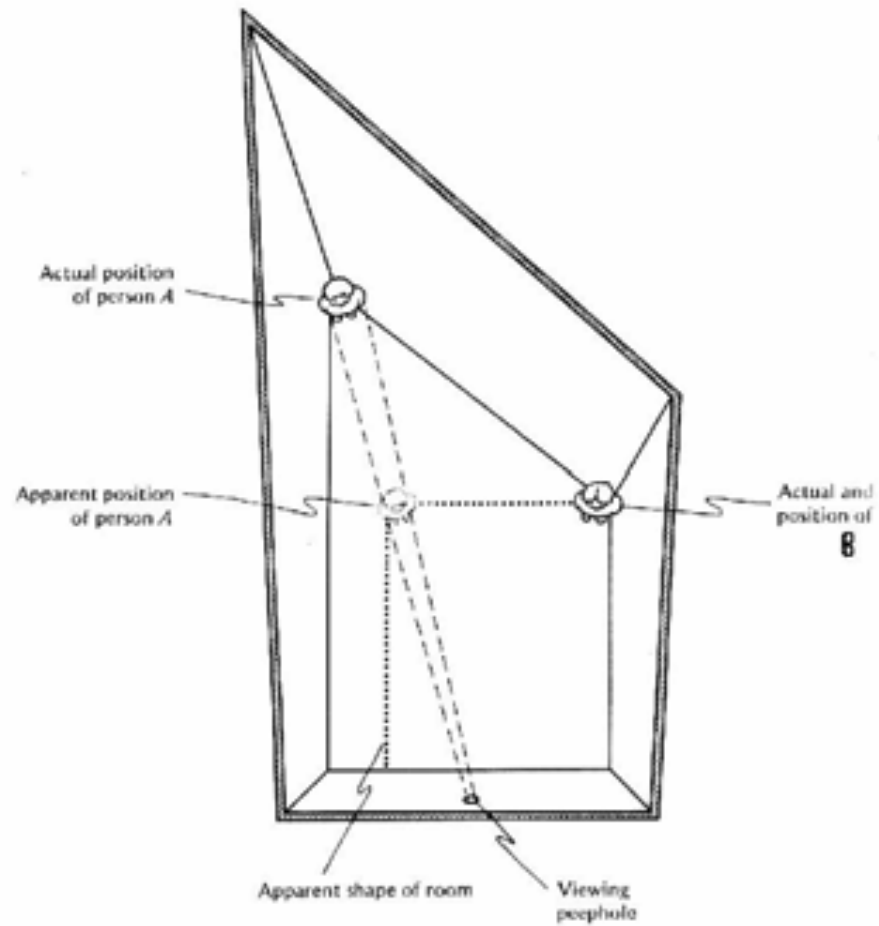
- Siamo in grado di estrarre ogni volta l'informazione appropriata
- Questo indica la presenza di meccanismi specializzati in grado di integrare in modo appropriato le informazioni visive con quelle motorie
- Le illusioni percettive infatti spesso emergono da un impoverimento dell'esperienza sensoriale (spesso attuato in laboratorio)

# Stanza di Ames





# Camera



# Il sistema visivo

- Quali sono i circuiti neurali responsabili dell'integrazione fra informazioni visive e azione?
- Esistono connessioni in parallelo e gerarchiche
- Esempio di connessione gerarchica:
  - Cellule gangliari nella retina segnalano colore e movimento.
  - Ma questa specializzazione funzionale si mantiene anche a livello della corteccia visiva primaria.

# Esempio di connessione in parallelo

- Un oggetto rosso di forma quadrata che si muove da sx a dx nel campo visivo arriva a diverse popolazioni di neuroni ciascuna specializzata per analizzare un aspetto specifico dell'oggetto: il colore, l'orientamento, la direzione del movimento

- Le proiezioni retiniche più cospicue sono dirette al talamo e poi alla corteccia visiva primaria
- La rappresentazione della porzione centrale del campo visivo (regione foveale) è più sviluppata della parte periferica
- L'acuità della fovea è quindi maggiore rispetto alla parte periferica
  - Per questo quando vogliamo vedere bene un oggetto lo focalizziamo sulla fovea

# Due unità funzionali

- A- riconoscimento delle figure
  - Che cos'è un oggetto
- B-posizione dell'oggetto rispetto al corpo
  - Dov'è l'oggetto e in che modo posso raggiungerlo

# Il sistema: che cos'è

- Circuito neurale che va dall'area visiva primaria ai lobi temporali
- I neuroni in quest'area rispondono a
  - Colori, forme ,dimensioni, facce
  - Danni corticali a quest'area genera incapacità di definire una forma una dimensione o colore di un oggetto ma non la sua localizzazione: il soggetto riesce a raggiungere ed afferrare l'oggetto

# Il sistema del dov'è e in che modo

- Circuito neurale dall'area visiva primaria verso le aree parietali superiori
- I neuroni sono selettivi per il movimento
  - Segnalano la direzione del movimento
  - Lesioni in quest'area fanno perdere alla persona il senso dinamico continuo: spostamenti di un oggetto visti in modo discreto

- I campi visivi di questi neuroni sono molto grandi
  - Integrano informazioni di movimento di una intera area visiva
- Questi neuroni costituiscono le basi neurali per la percezione del flusso ottico
  - Flusso ottico e profondità della scena
- Alcuni neuroni rispondono selettivamente all'avvicinamento e all'allontanamento dell'oggetto
- Le costanti temporali di questo sistema sono molto + brevi del sistema di riconoscimento



- Questo circuito quindi controlla:
  - Rappresentazione visuo-motoria
    - Pazienti con lesioni mostrano incapacità di direzionare gli occhi su di un oggetto in movimento, non riescono a notare altri oggetti presenti nella scena, non riescono a compiere movimenti della mano x afferrare, valutare le distanze
  - Il movimento tramite la connessione con l'area premotoria
    - Controllo movimenti oculari, controllo della prensione, controllo dell'attenzione

# Errore nella percezione degli oggetti

- Percepire per giudicare: chi si muove chi sta fermo
- Il movimento idotto (illusione di Dunker)
  - Stanza buia punto immobile dentro un rettangolo luminoso: quando il rettangolo viene mosso si percepisce il punto in movimento mentre si percepisce il rettangolo fermo
    - Oggetti piccoli si muovono e oggetti grandi (pareti ecc) stanno ferme
  - Luna fra le nuvole: la luna si percepisce in movimento nuvole (+ grandi) ferme

- Percepire per agire
- Stessa situazione ma questa volta si punta il dito nella direzione dell'obbiettivo
- Nessuna illusione nessun errore: il punto che resta fermo viene identificato correttamente
- Due sistemi visivi diversi:
- Percepire per giudicare porta ad un errore
- Percepire per agire no

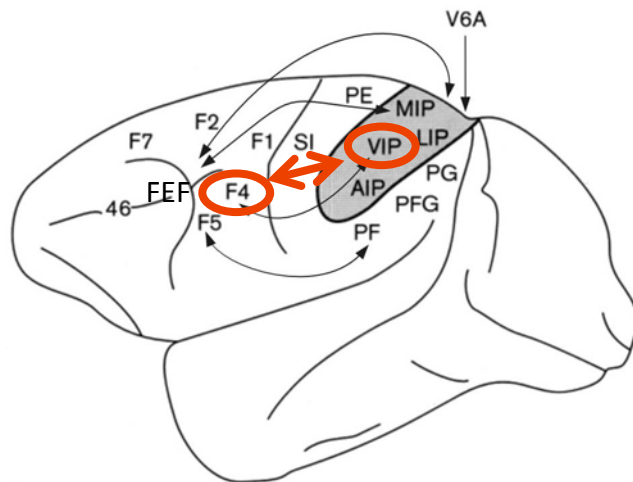
# Goodale Aglioti



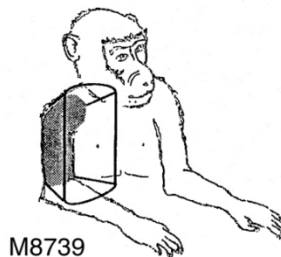
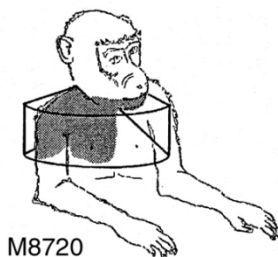
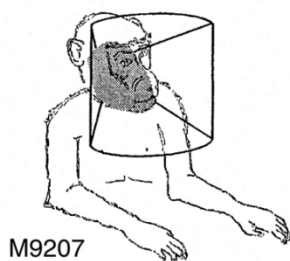
Spazio peripersonale:  
raggiungibile con i piedi, con le mani, con la testa, con il corpo



Responsabile della codifica dello spazio peripersonale è il circuito parieto-frontale che collega l'area VIP (nel solco intraparietale) e l'area F4 (nella corteccia premotoria ventrale)

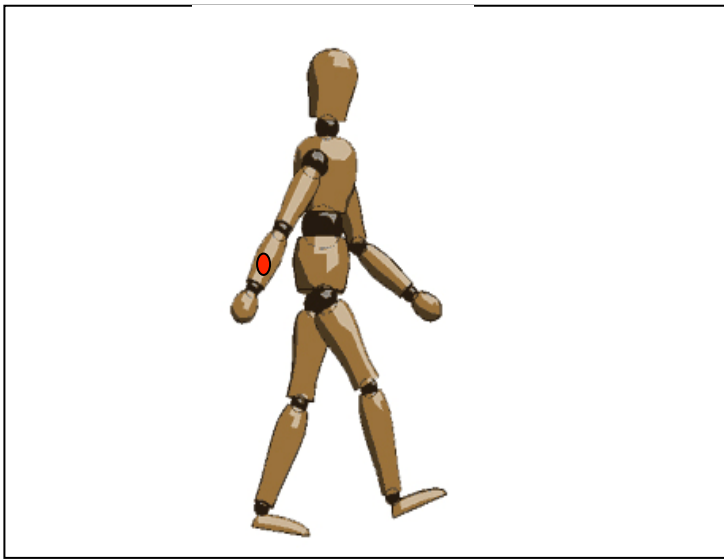


In questo circuito vi sono dei neuroni che rispondono alla stimolazione tattile di una parte del corpo (campo recettivo tattile) e anche ad uno stimolo che si avvicina a quella parte del corpo (campo recettivo visivo ancorato al campo recettivo tattile)

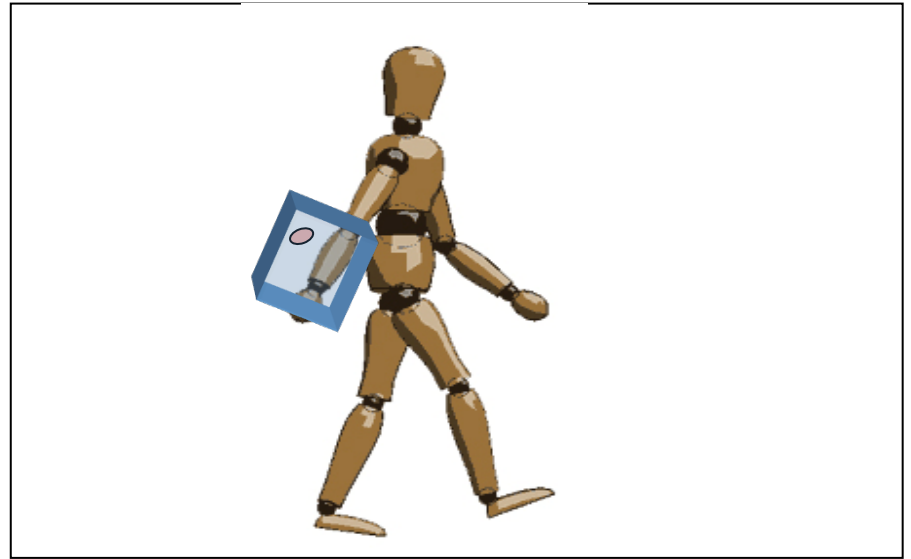


Il neurone 'spara' quando la parte grigia di pelle viene toccata da qualcosa, ma anche quando qualcosa entra nella regione di spazio indicata dal solido disegnato.

Tre esempi di neuroni del circuito VIP-F4



La pelle viene toccata: il neurone 'A' spara



Qualcosa si avvicina: il neurone 'A' spara

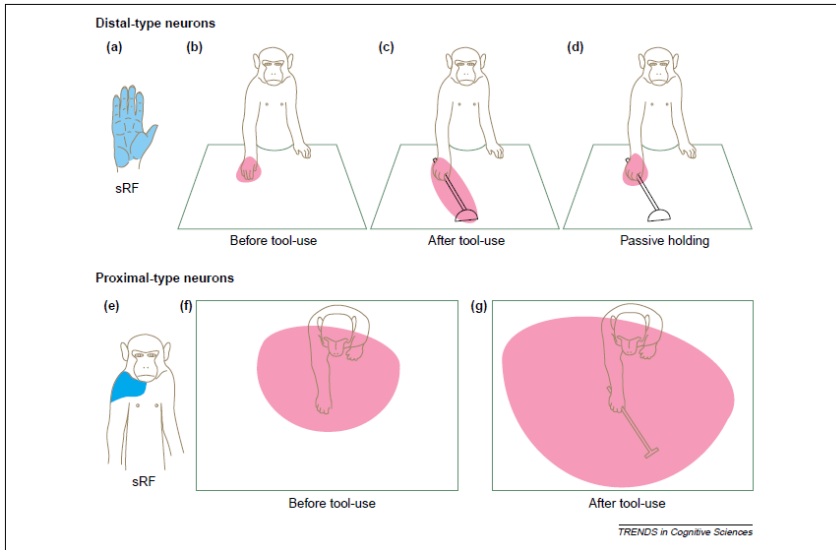
E' come se il campo recettivo (CR) visivo fosse un'estensione di quello tattile.

Quando il neurone inizia a sparare perché qualcosa è entrato all'interno del CR visivo, l'individuo può predire che qualcosa si sta avvicinando al corpo, oppure che egli sta per raggiungere l'oggetto che vuole toccare.

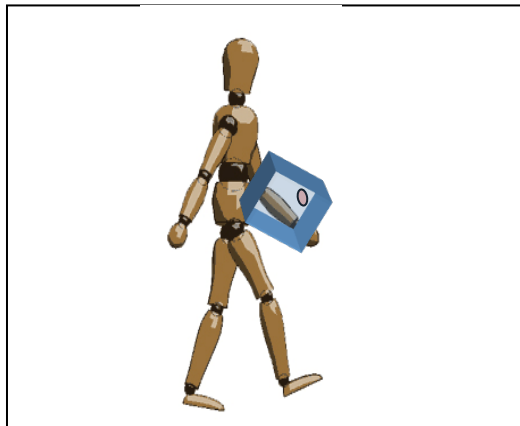


In realtà siamo come degli omini Michelin ... per il nostro cervello il nostro corpo non termina dove lo vediamo terminare ma continua per un po': si estende inglobando il nostro spazio peripersonale.

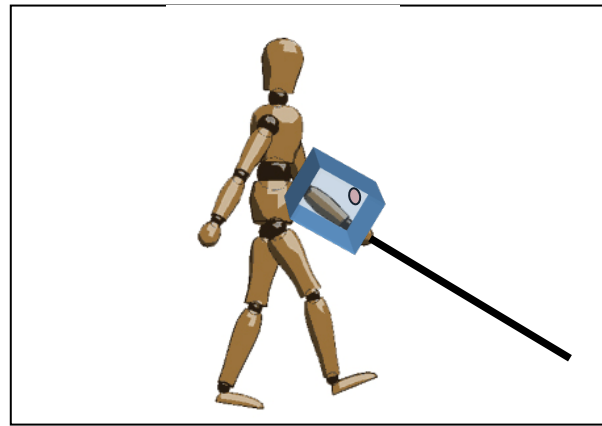
L'estensione del nostro spazio peripersonale è fissa, ossia determinata da indici metrici, oppure si modifica al modificarsi del nostro comportamento?



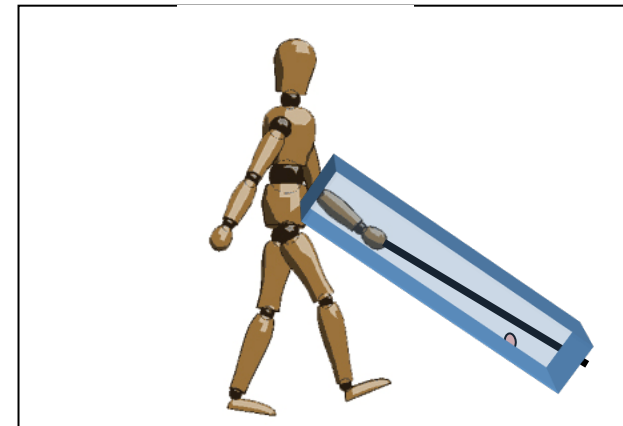
Sia nella scimmia che nell'uomo è stato dimostrato che lo spazio peripersonale si modifica al modificarsi del nostro comportamento: quando usiamo degli strumenti per raggiungere lo spazio lontano, il CR visivo si estende fino a comprendere totalmente lo strumento che stiamo utilizzando ... come se lo strumento facesse parte del nostro corpo.



il neurone 'A' spara



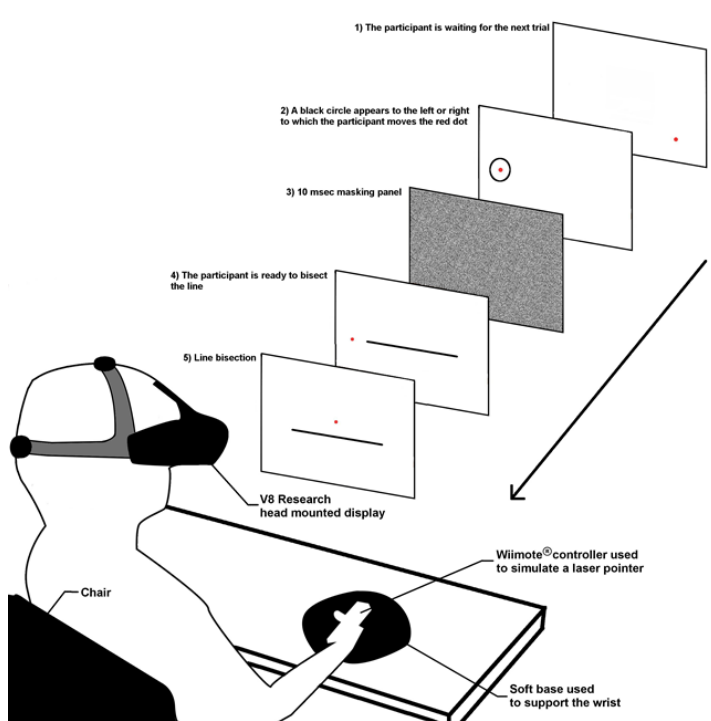
il neurone 'A' spara



il neurone 'A' spara

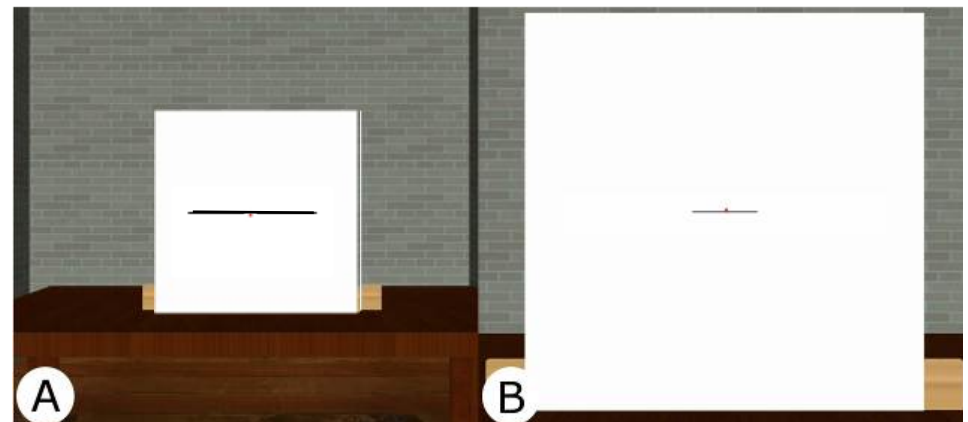


# Il mio comportamento è uguale o diverso nello spazio peripersonale e nello spazio lontano?



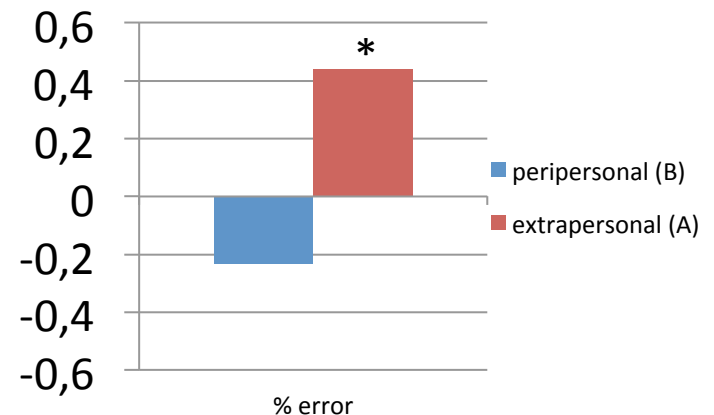
**Figure 2.** A schematic representation of the experimental setup. In the lower part of the image the materials used are represented: the participant wearing a V8 Research head mounted display sat in front of a table on which could place the wrist, over a soft base, to manipulate the Wiimote® controller used to simulate a laser pointer. The upper part of the image represents the experimental trial sequence from the waiting of the line to the bisection of it.

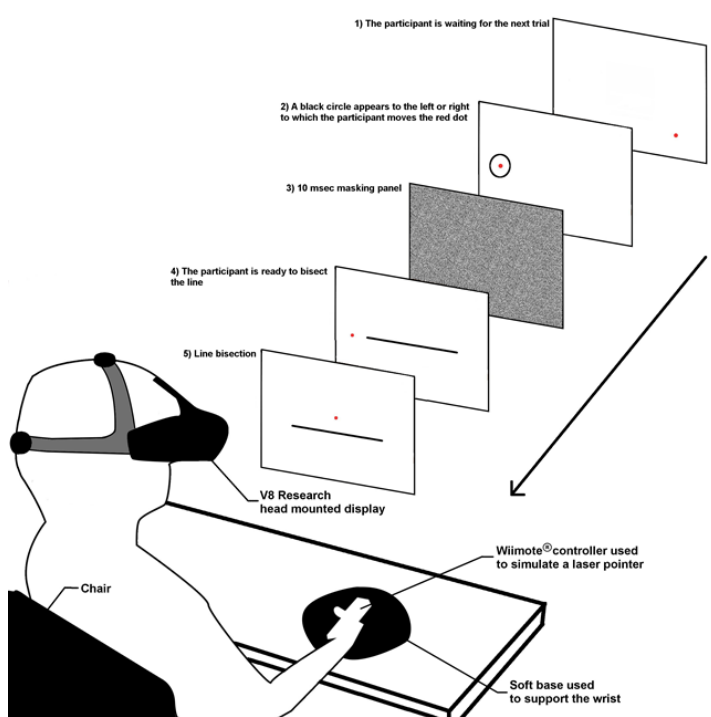
In un ambiente di realtà virtuale a soggetti sani viene chiesto di indicare la metà di una linea utilizzando un puntatore laser. La linea si trova nello spazio lontano (A) o nello spazio vicino (B).



Quando la risposta riguarda lo spazio vicino, i soggetti sono più accurati, avendo una percentuale di errore statisticamente non diversa da zero.

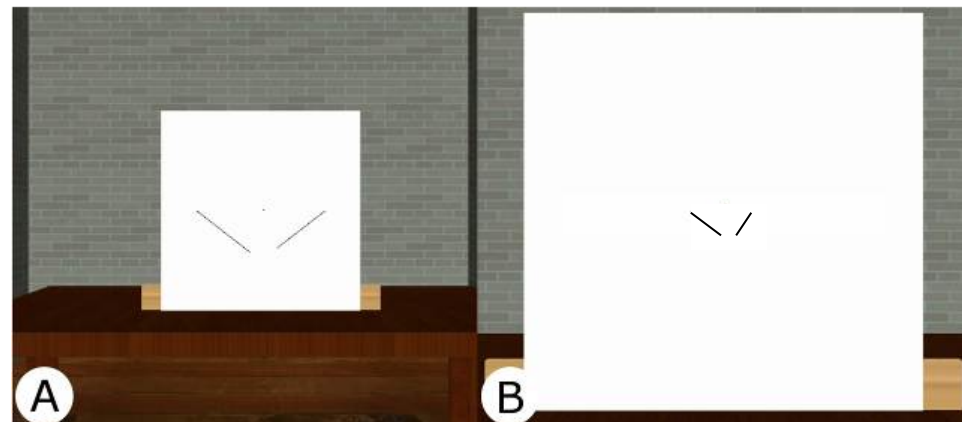
Nello spazio lontano i soggetti sono meno accurati e la percentuale di errore è statisticamente diversa da zero





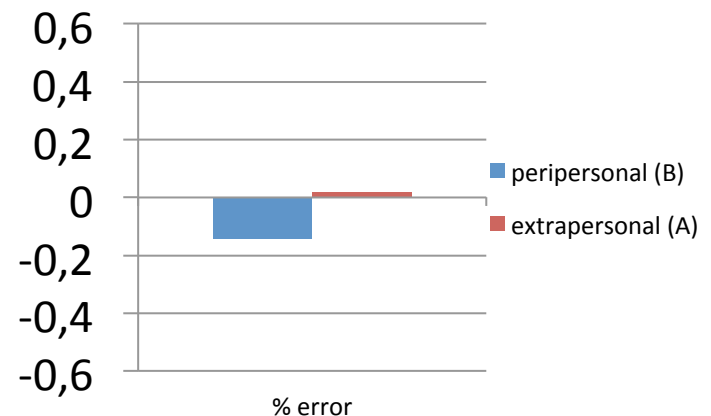
**Figure 2.** A schematic representation of the experimental setup. In the lower part of the image the materials used are represented: the participant wearing a V8 Research head mounted display sat in front of a table on which could place the wrist, over a soft base, to manipulate the Wiimote® controller used to simulate a laser pointer. The upper part of the image represents the experimental trial sequence from the waiting of the line to the bisection of it.

Agli stessi soggetti sani è stato chiesto di eseguire lo stesso compito ma lo strumento è stato modificato in modo da diventare un «cutting laser»: dopo la risposta la linea si spezza a metà.



L'accuratezza della risposta nello spazio lontano non è statisticamente diversa da zero, come se il compito venisse eseguito nello spazio vicino.

L'utilizzo di uno strumento capace di modificare lo stato fisico di qualcosa che si trova nello spazio lontano, rende quello spazio uno spazio vicino.



- Due sistemi visivi diversi:
- Percepire per giudicare porta ad un errore
- Percepire per agire no
  - PERCHE'?
- spazio peripersonale e extrapersonale

# L'attenzione seleziona gli oggetti per la percezione e controlla la velocità e l'accuratezza dell'azione

- Forte legame fra attenzione e percezione
- A- la consapevolezza e la selezione dell'esperienza sensoriale
- B- la capacità di produrre azioni accurate e rapide
- C- l'attenzione negli atleti

# Consapevolezza e attenzione selettiva

- Limiti della percezione visiva:
  - Con uno sguardo non siamo in grado di cogliere tutti gli oggetti di una scena (sett enigmistica)
  - Non siamo consapevoli del flusso ottico
  - Molti comportamenti con l'apprendimento diventano inconsapevoli
  - Qual'è la relazione fra attenzione e consapevolezza?

- **Attenzione selettiva spaziale**
  - Ad esempio focalizzare l'attenzione dove verrà lanciata una palla
- **Attenzione selettiva categoriale**
  - Ad esempio il colore di un oggetto
- **Attenzione interna**
  - Immaginare una situazione
- **Il mondo esterno è mediato dalla nostra focalizzazione parzialmente cosciente**
  - Molte informazioni vengono comunque elaborate ad un livello + basso meno cosciente (preattentivo)
    - Messaggi subliminali
- **Attenzione è selettiva!**

# Intensità dell'attenzione e allerta

- Attenzione selettiva a diverse intensità
  - Esempio della radio: modulazione delle frequenze e volume
  - L'intento è quello di mantenere vigile l'attenzione
    - Sostenuta nel tempo l'attenzione è detta vigilanza o attenzione sostenuta (guidare una macchina)
    - Sostenuta per breve tempo è detta allerta fasica (atleti tenere la concentrazione prima del via- ad esempio i falsi allarmi che avvengono per tempi di aspettativa troppo lunghi)

# Orientamento volontario e automatico dell'attenzione

- Attenzione intenzionale
  - Guidata dall'alto
- Attenzione automatica
  - Guidata dal basso (eventi sensoriali diversi che si impongono nella scena)
- Sia l'orientamento spontaneo che l'orientamento guidato portano la focalizzazione nella fovea



# Benefici dell'attenzione

- Prestazione ottimale quando il movimento oculare fa coincidere il fuoco dell'attenzione con il fuoco visivo
- Ma possiamo sopprimere la tendenza a spostare gli occhi verso un oggetto
  - Covert attention (non dirigo gli occhi sull'oggetto ma l'attenzione). La prestazione rimane comunque alta
  - Diversa è la overt attention (occhi e attenzione sono sull'oggetto)

# Attenzione e sport

- Lo sport richiede alte richieste attenzionali
  - Partenza al via
  - Giochi di squadra
  - Tiro al piattello

# Flessibilità dell'attenzione: costi e benefici

- Focalizzare l'attenzione su di un punto: se l'evento accade in quella zona è produttivo ma è controproducente se poi l'evento accade in una zona diversa
- Vedi paradigma di Posner

# Paradigma di Posner

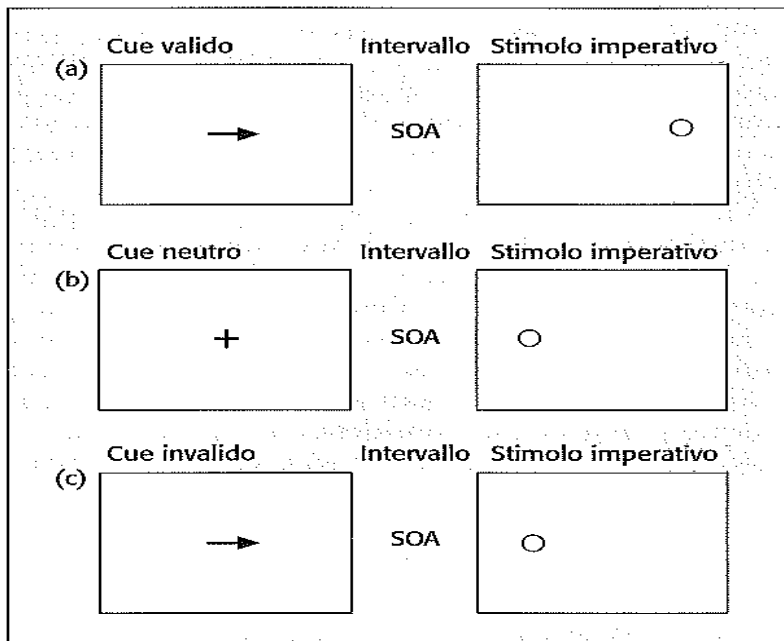


FIGURA 1

La sigla SOA (*Stimulus Onset Asynchrony*) è usata per indicare l'intervallo temporale fra stimolo cue e stimolo bersaglio.

Confronto fra risposte date in cue valide rispetto a quelle invalide= efficienza della risposta ad uno stimolo atteso rispetto che ad uno stimolo inatteso

Benefici= valido -neutro

Costi= neutro-invalido

# Misure sugli atleti

- Atleti hanno un minor beneficio dei controlli da una cue valida
- Ma molto + importante hanno un vero beneficio dalle cue invalide!!!

**TABELLA 1.1** Tempi di reazione (in millisecondi) misurati con il paradigma di Posner.

|                             | <i>Controlli</i> | <i>Pentatleti</i> | <i>Tennisti</i> | <i>Arcieri</i> |
|-----------------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| Cue valido                  | 261              | 271               | 248             | 240            |
| Cue neutro                  | 275              | 277               | 254             | 249            |
| Benefici<br>(valido-neutro) | +14              | +6                | +6              | +9             |
| Cue invalido                | 282              | 277               | 255             | 249            |
| Costi<br>(neutro-invalido)  | -7               | 0                 | -1              | 0              |

La tabella presenta i dati dei tempi di reazione di vari gruppi di atleti e di gruppi di controllo misurati con il paradigma di Posner. Come si può notare, i costi sono praticamente nulli in tutti i gruppi di atleti, mentre sono presenti nei controlli; viceversa, i benefici negli atleti sono presenti ma in misura minore rispetto ai controlli.

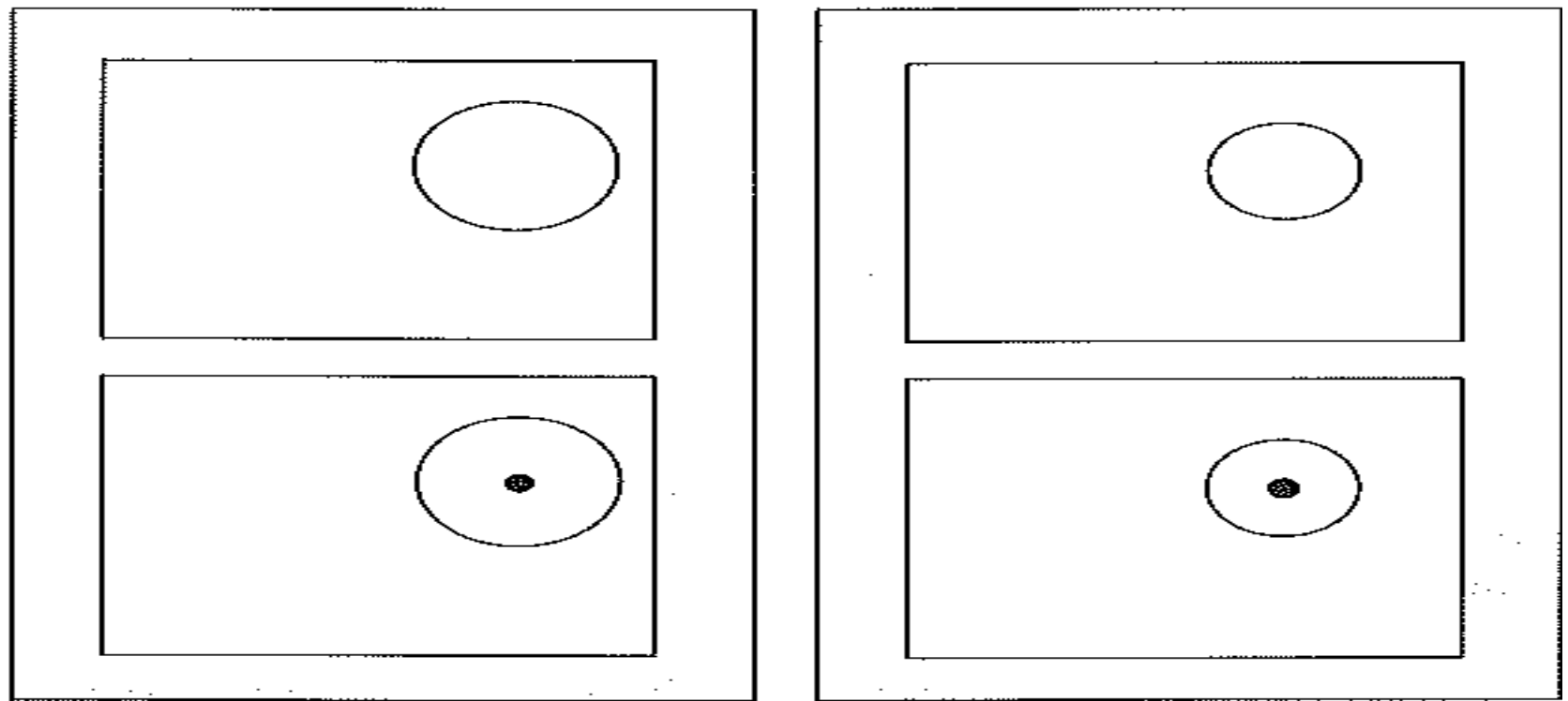
# Dimensioni del fuoco attenzionale

- Nello sport diverse richieste di fuoco attenzionale:
- A – fuoco attenzionale ristretto: tiro al piattello
- B – fuoco attenzionale largo: calcio pallavolo
- Nello stesso sport richieste attenzionali diverse:
  - Tennis mi concentro sulla traiettoria della pallina o sull'istante dell'impatto

# Relazione fra dimensioni del fuoco attenzionale ed efficienza della elaborazione

- Minore è la dimensione del fuoco attenzionale  
maggiore è l'elaborazione
  - Elaborazione spaziale del paradigma di Posner
  - Vedi fig 1.10



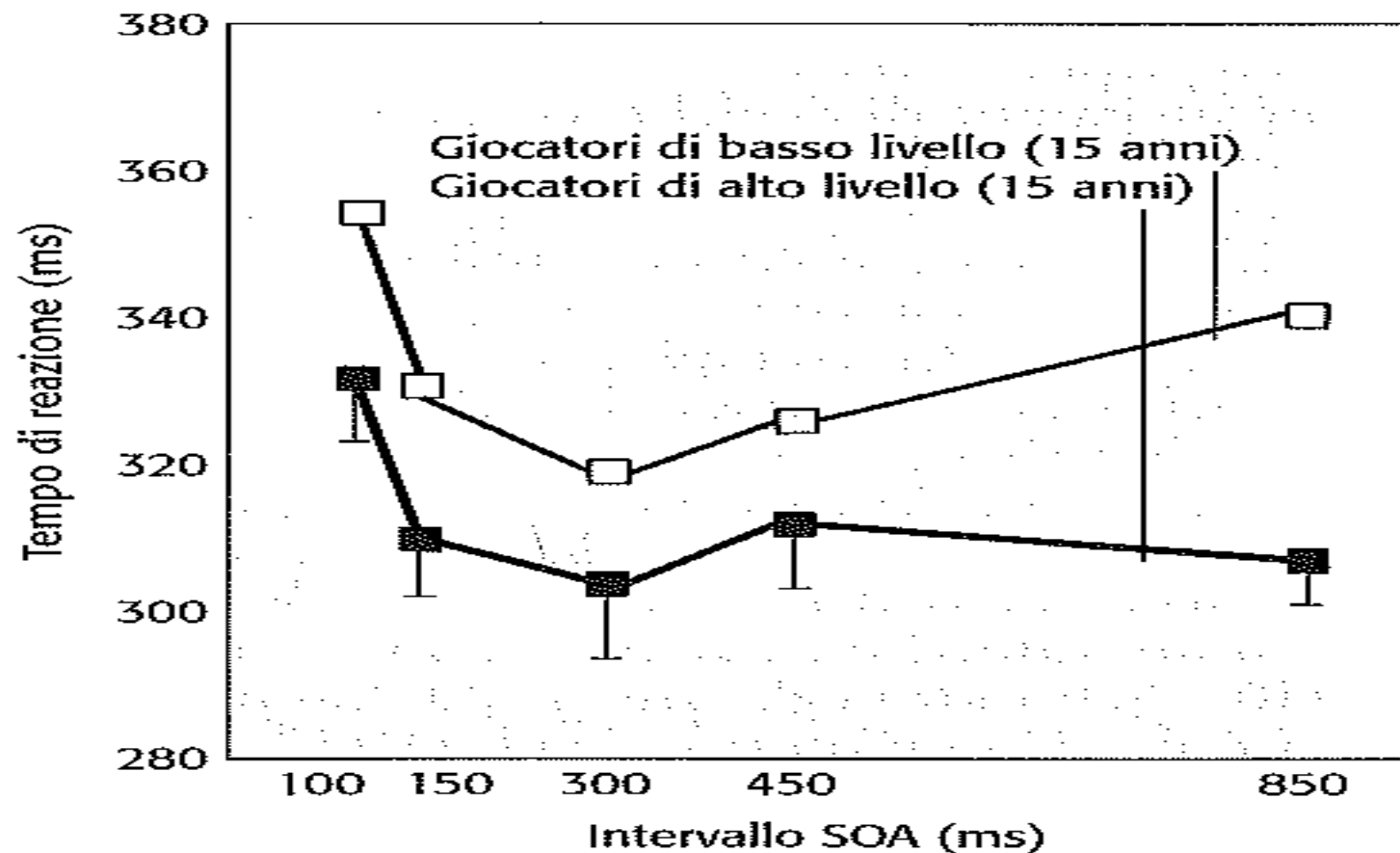


## FIGURA 1.10

Modificazione del paradigma di Posner che consente di valutare l'orientamento dell'attenzione su un fuoco di dimensioni variabili. Sullo schermo rettangolare di un computer viene presentato uno dei due cue: un cerchio grande (come rappresentato *in alto a sinistra*) oppure uno piccolo (*a destra*). Successivamente, con un intervallo (SOA) variabile viene presentato lo stimolo bersaglio (il punto nero). Entrambe le prove rappresentate sono esempi di condizioni valide. Nel caso di destra l'attenzione si focalizza su una zona più ristretta e questo comporta un beneficio maggiore rispetto alla condizione di sinistra, dove il fuoco è più ampio. (Modificata, da Turatto, Benso e Umiltà, 1999.)

# Atleti vs controlli

- Sciatrici della nazionale vs controlli:
  - Tutti hanno mostrato l'effetto della dimensione: miglior prestazione con focalizzazione area + piccola
    - Ma
  - Sciatrici molto veloci già con intervalli (SOA) (stimulus onset asynchrony) molto piccoli (70ms) e mantenevano questo vantaggio anche con intervalli lunghi



**FIGURA 1.11**

Tempi di reazione manuale di un gruppo di giocatori di hockey di alto livello (*quadrati neri*) confrontati con un gruppo di giocatori di basso livello (*quadrati bianchi*) in funzione dell'intervallo fra stimolo cue e stimolo imperativo (SOA). Si noti la maggiore velocità dei soggetti esperti per tutti i SOA e in particolare il fatto che, per SOA lunghi (ad esempio, 850 ms), gli esperti sono in grado di mantenere un'ottima prestazione, mentre gli inesperti peggiorano, rivelando una minore capacità di allerta fasica. (Modificata, da Enns e Richards, 1997.)

# Atleti vs controlli

- Giocatori di pallavolo:
- Maggior capacità di modulare le risorse attenzionali non solo all'interno dell'area della cue ma anche attorno ad essa
- Quello che si chiama Visione Periferica?

# Allerta Fasica

- Nessuna differenza fra atleti e controlli nei tempi di reazione a stimoli visivi semplici
  - Ma
- La differenza emerge quando nel protocollo si inserisce un comando di “via”
  - Giocatori di hockey sempre + veloci anche con tempi di attesa lunghi 850ms
  - Sciatori stesso risultato
- La pratica sportiva allena a mantenere alto il livello di allerta anche per tempi relativamente lunghi

# L'uso delle informazioni sul corpo e sullo spazio per l'azione (indice)

- Il ruolo dell'informazione sensoriale nel controllo dell'azione
- Come l'informazione sensoriale controlla azioni riflesse e automatiche (controllo posturale e movimenti oculari)
- Ruolo del controllo percettivo sull'azione (azioni di afferramento e di prensione)
- Utilità dell'azione visiva nel corso di una azione sportiva (flusso ottico, calcolo del tempo di collisione)

# Modello della prestazione umana

- Secondo Schmidt un modello gerarchico della prestazione prevede:
  - Sistema esecutore:
    - Comprende l'elaborazione relativa all'identificazione dello stimolo, la selezione della risposta appropriata e la programmazione della risposta
  - Sistema effettore:
    - Comprende il programma motorio e il sistema effettore a livello del midollo spinale e dei muscoli
  - Sistema comparatore:
    - Si frappa fra i due e comprende i diversi feedback

# A seconda del tempo di latenza disponibile

- Circuito aperto: quando non c'è tempo a sufficienza per il feedback di agire
- Circuito chiuso: quando c'è tempo disponibile per il feedback di agire
  - I risultati parziali dell'azione vengono confrontati (sistema comparatore)
  - Azioni manuali fini
  - Camminate con ostacoli
  - Movimenti più lunghi di 300 ms



# Alcuni tempi

- Feedback visivi più lenti (300 ms)
- Feedback cinestesici più veloci
  - Oscillazione mazza da baseball (150ms)
  - Dritto tennis (200ms)

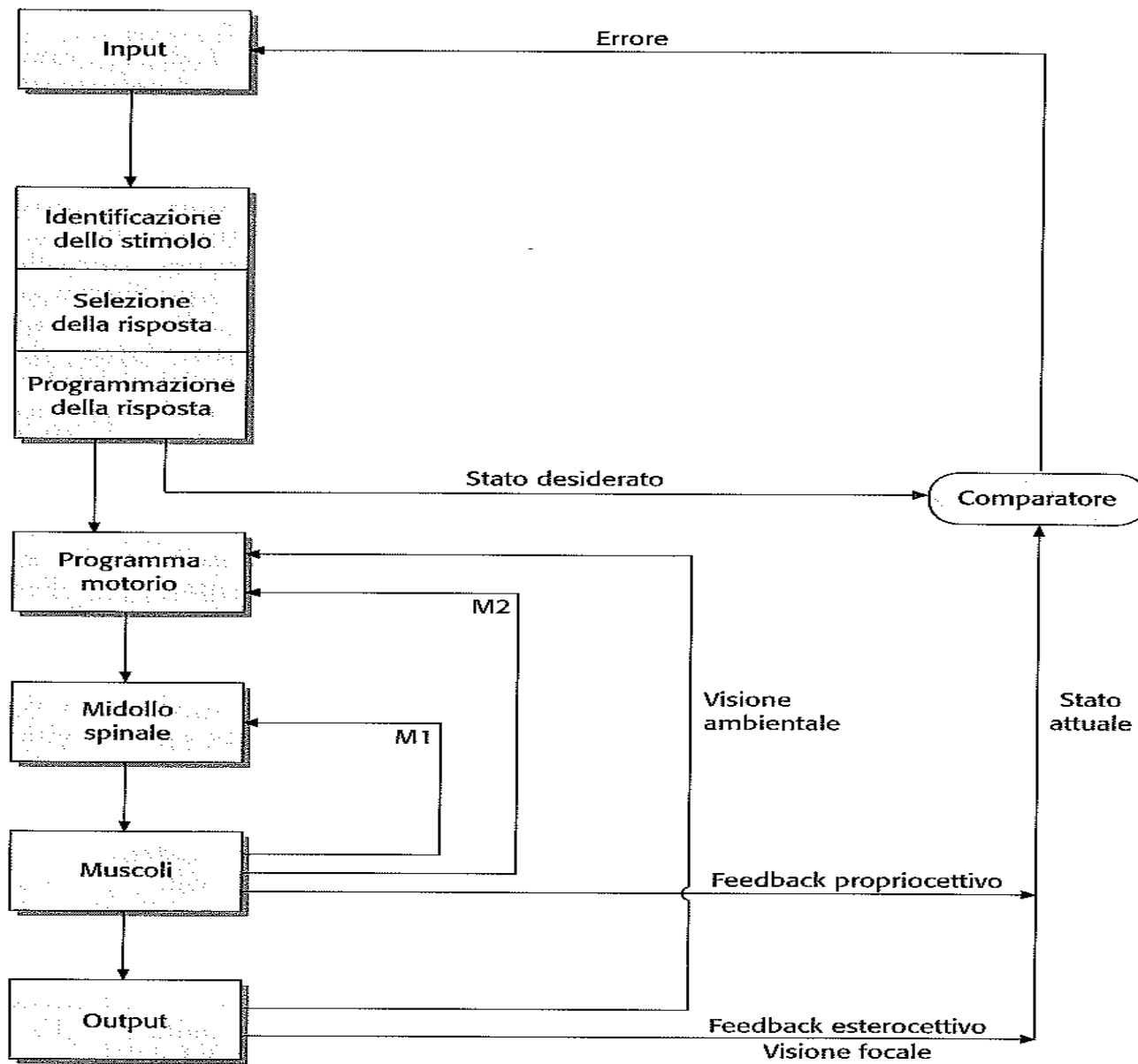


FIGURA 1.12

Modello gerarchico della prestazione nella versione proposta da Schmidt e Wrisberg (2000). Il modello comprende tre sistemi principali: esecutore, effettore e comparatore.

# Visione ambientale

- Feedback visivo molto breve quello che va dall'output al programma motorio
  - infatti
- Informazione contenuta nel flusso ottico
  - Elaborata automaticamente con scarsa spesa attenzionale
  - Non passa attraverso il sistema esecutivo (identificazione , selezione, programmazione)

# Le azioni considerano tutti questi meccanismi in connessione

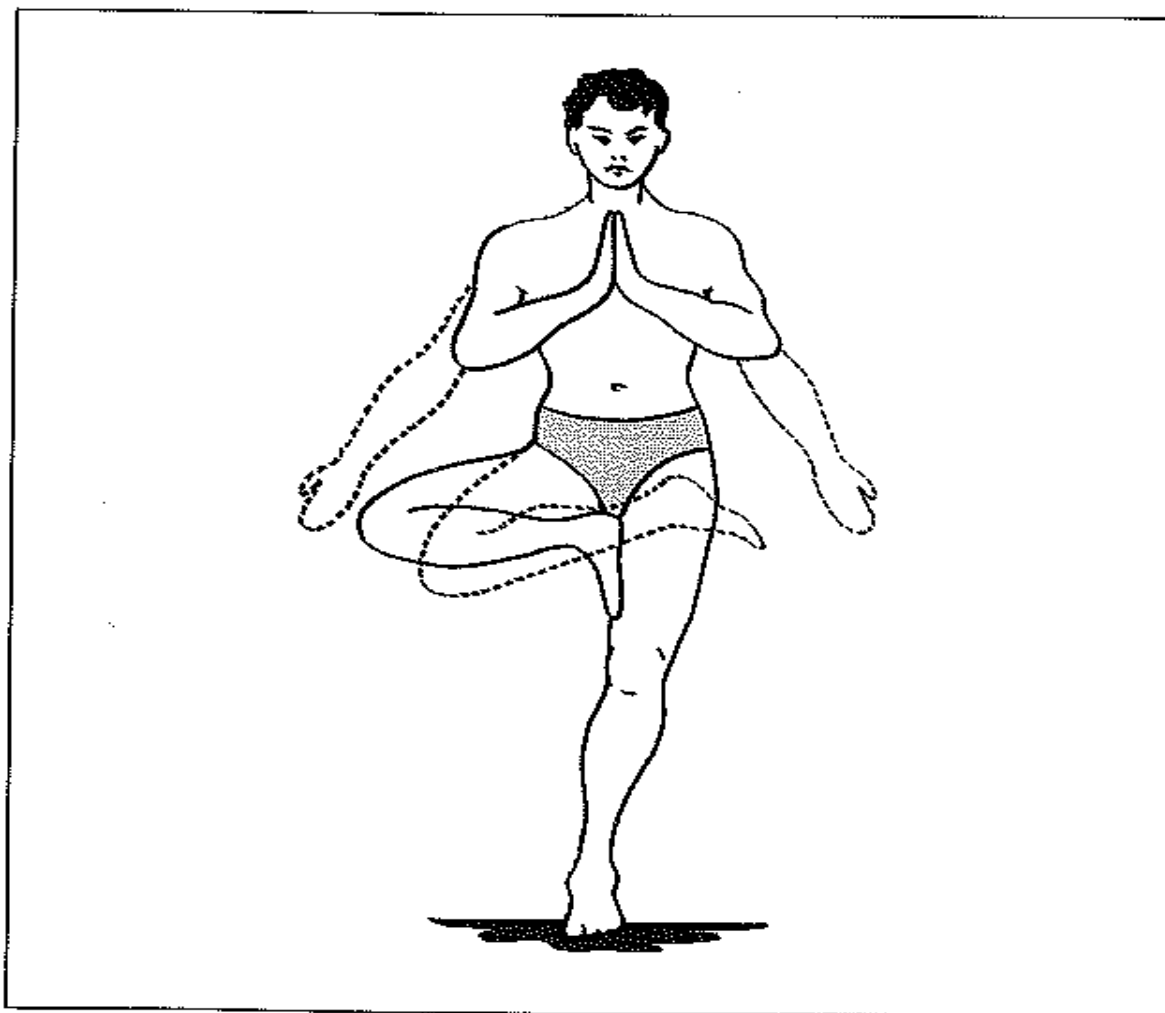
- Le circostanze ambientali mutano
- Così la velocità di esecuzione del gesto
- E la flessibilità dell'attenzione
- Il sistema motorio può utilizzare allo stesso tempo una modalità a circuito aperto e chiuso
  - Lancio e afferro una palla dopo il rimbalzo: lancio è a circuito aperto e afferro a circuito chiuso

# Mantenere l'equilibrio mantenere la postura

- Il controllo della postura si avvale di afferenze somatosensoriali vestibolari e visive
- Abbiamo già affrontato il sistema somatosensoriale e vestibolare, ora ci concentriamo sul sistema visivo

# Vista e postura

- Oscillazioni a occhi aperti e a occhi chiusi
  - Fondamentale fissare un punto per mantenere l'equilibrio
  - Sistema visivo in generale e la fovea in particolare segnalano variazioni di posizione anche piccolissime
  - Esperimenti con le stanze mobili mostrano il forte potere che ha la vista nella stabilità posturale
    - Bambini piccoli cadono anche se si trovano in posizione seduta



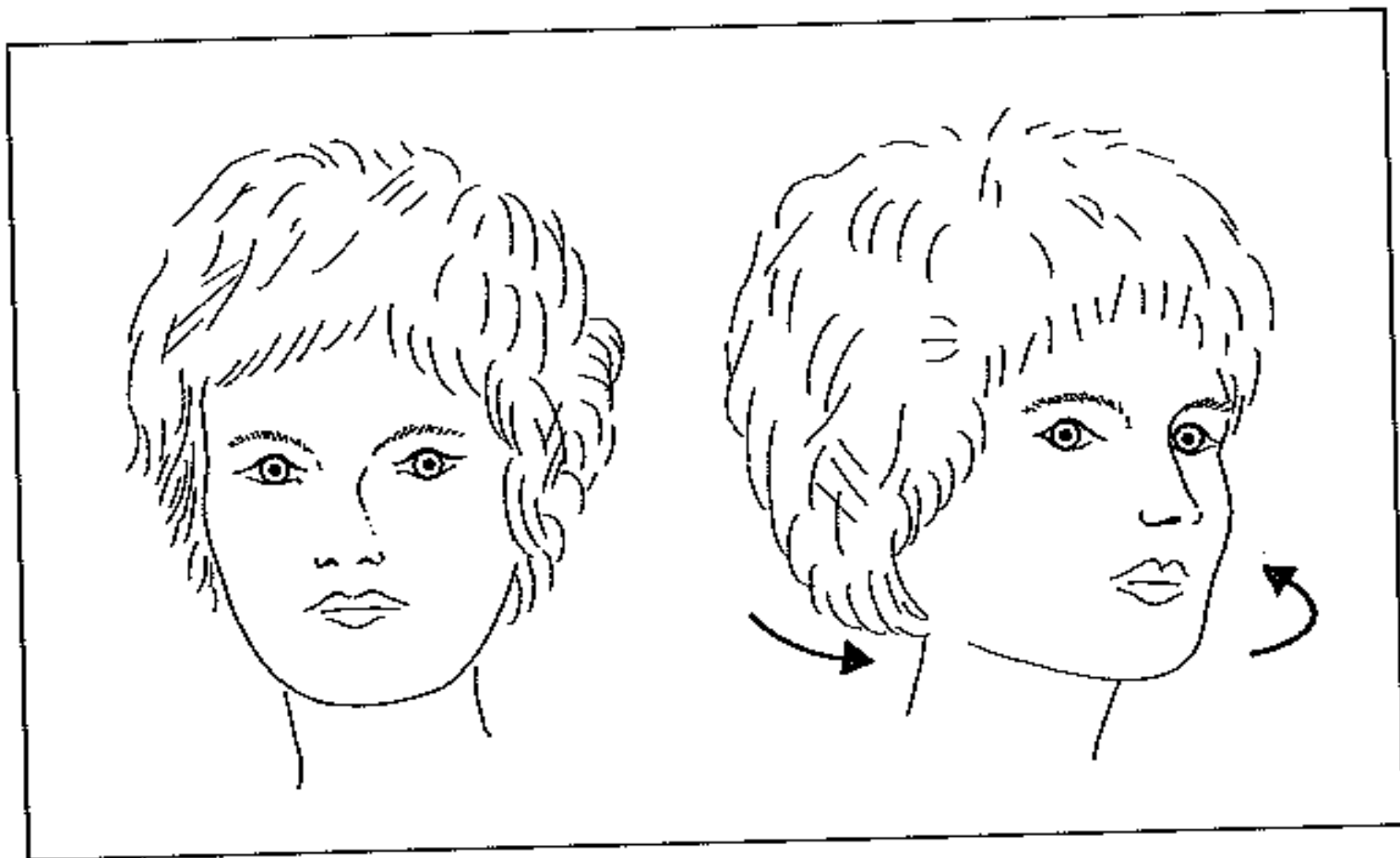
**FIGURA 1.13**

La figura mostra una posizione yoga detta «dell'albero» che richiede un notevole equilibrio; è possibile mantenere questa posizione a lungo se si tengono gli occhi aperti, che fissano un punto lontano. Mantenere questa posizione con gli occhi chiusi è molto difficile.

# Mantenere lo sguardo sul bersaglio

- Quando si muove la testa dobbiamo compensare il movimento degli occhi
  - Riusciamo pur muovendo la testa a mantenere la mira su un punto specifico
  - Questo viene attuato da un riflesso controllato sensorialmente dai segnali provenienti dai recettori labirintici
  - La componente motoria del riflesso fa sì che quando la testa si sposta a dx gli occhi si spostano a sx compensando
  - Riflesso che si sviluppa nel corso della vita





**FIGURA 1.14**

La testa è dritta e lo sguardo è rivolto verso il bersaglio che è di fronte all'osservatore; la testa ruota a sinistra; gli occhi ruotano verso destra per compensare la rotazione del capo e mantenere così il bersaglio sulla fovea.

# Muovere gli occhi verso il bersaglio

- Combinazioni fra movimenti saccadici (50ms) e movimenti di inseguimento
  - Le saccadi centrano il bersaglio e saccadi di aggiustamento possono migliorare la direzione
  - Il movimento di inseguimento viene svolto alla stessa velocità dell'oggetto che si muove

# Prendere un oggetto

- Afferrare un oggetto: implicazione della vista
  - Localizzazione dell'oggetto nello spazio
  - localizzazione oggetto rispetto al braccio
  - Direzione del movimento
  - Apertura della mano (grandezza dell'oggetto)
    - I bambini iniziano a maturare questo comportamento già a tre mesi di vita
    - A nove mesi il gesto è maturo

# Circuito neurofisiologico

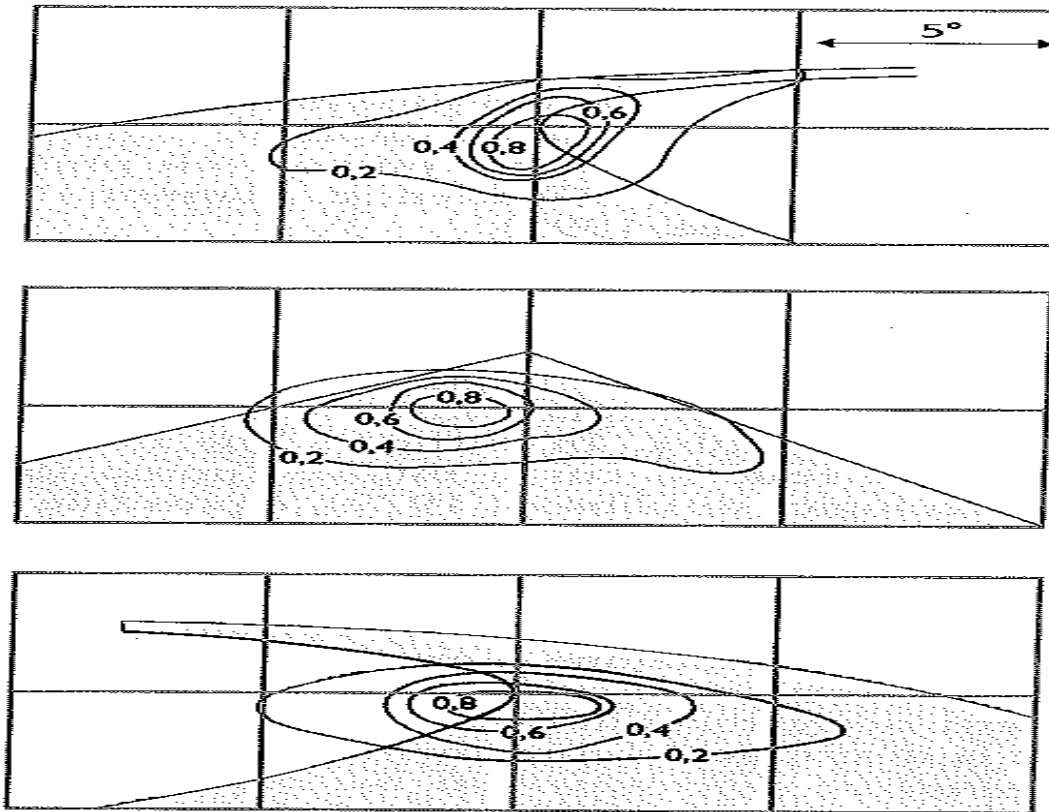
- Circuito neurale per movimenti di prensione:
- Cortecce parietali posteriori
  - Svolgono una azione di integrazione fra modalità sensoriali diverse
- Corteccia premotoria
  
- Importante: non è stata osservata una grande differenza nella attivazione delle due aree durante i movimenti di prensione

# Circuito neurofisiologico

- Funzione percettiva e funzione motoria molto simili
  - Un certo neurone si attiva per:
    - Presa di potenza (azione)
    - osservazione di oggetti grandi (percezione)
- Questi neuroni si attivano anche al buio
  - Dipendono dalla memoria e dall' apprendimento

# Controllare la direzione del movimento del corpo nella locomozione

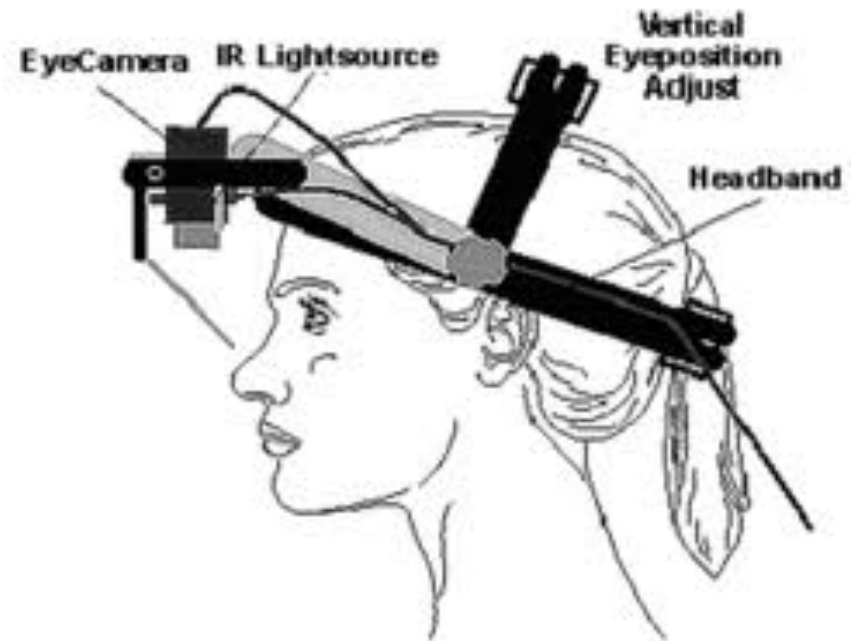
- Quando andiamo dritti:
  - Manteniamo costante l'allineamento con il polo del flusso ottico
- Quando giriamo a destra o a sinistra:
  - Gli occhi anticipando il cambio di direzione (ad esempio di una strada in curva)



**FIGURA 1.15**

La figura consente di apprezzare la direzione dello sguardo durante la guida. *In alto*, curva a destra; *al centro*, strada diritta; *in basso*, curva a sinistra. Prima di affrontare una curva, lo sguardo è diretto (tangente) alla parte interna della curva. Sulla strada diritta la direzione dello sguardo coincide con la direzione del movimento. I dati relativi alle fissazioni oculari sono stati registrati in tre soggetti mentre guidavano per un minuto in una strada a senso unico con molte curve. I contorni curvilinei rappresentano le distribuzioni delle fissazioni effettuate durante il percorso. (Da Land e Lee, 1994.)

# Eye Tracker





# Profili spostamento occhi



# Controllo visivo nella corsa e nel salto

- Durante la corsa dobbiamo controllare il rapporto fra la forza muscolare esercitata ed il tipo di terreno
  - Terreno morbido: forza maggiore
  - Terreno rigido: forza minore
- Sincronizzare la fase di volo con l'impatto sul terreno
  - Controllo sul tempo delle due fasi

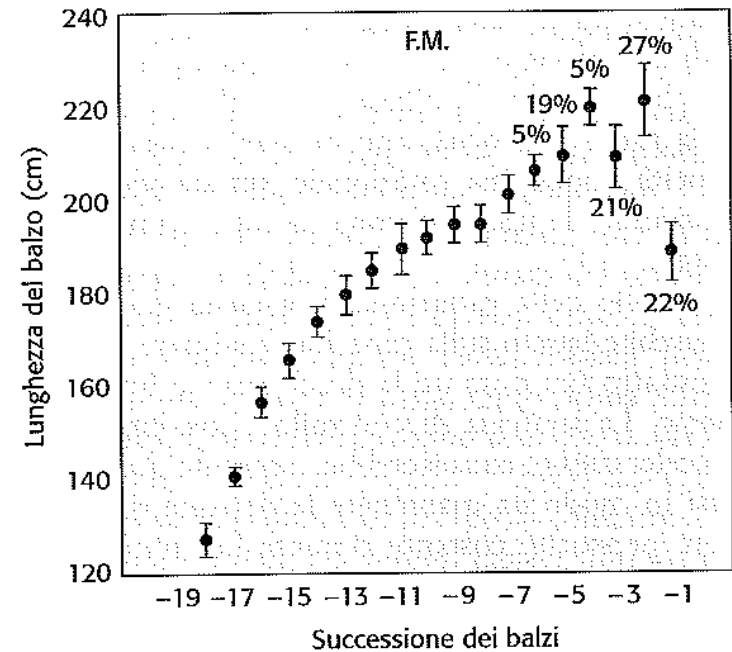
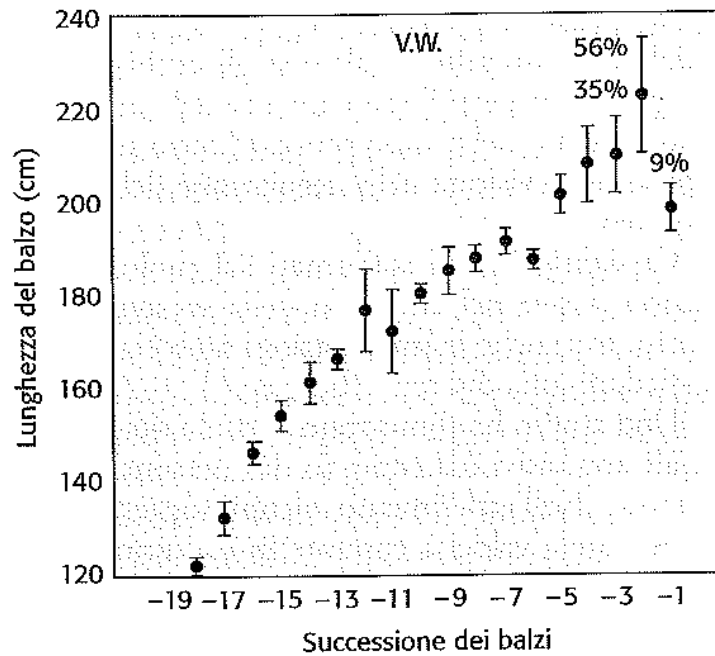
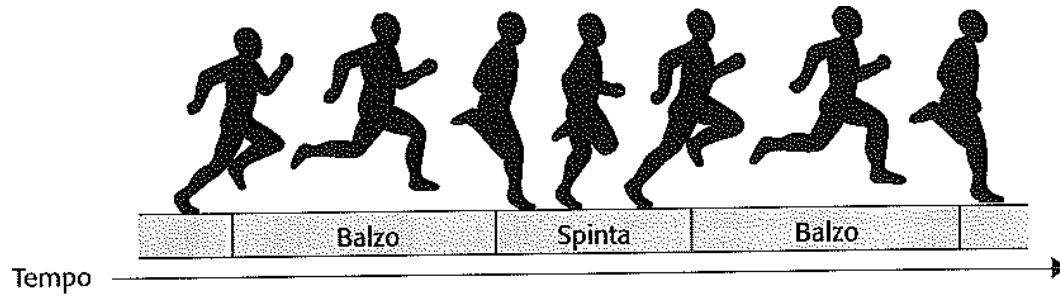
- Quando siamo in condizioni di scarsa visibilità:
- Difficile la sincronizzazione e la modulazione della forza

# Salto in lungo

- Prerequisiti per un buon salto:
  - Raggiungere la massima velocità durante la rincorsa
  - Non superare la pedana di salto nell'ultimo appoggio
- Analisi cinematica del salto:
  - Prima fase della rincorsa: ampiezza della falcata aumenta con l'aumentare della velocità e variabilità delle falcate bassa
  - Seconda fase (ultimi tre passi): alta variabilità

# Salto in lungo

- Controlliamo gli ultimi tre passi applicando tau calcolando quindi il tempo di contatto
- Gli atleti di salto in lungo lo sanno fare molto bene!!!



**FIGURA 1.16**

In alto è schematizzata la rincorsa di un atleta, con fasi di balzo alternate a fasi di spinta sul terreno. In basso i due grafici mostrano alcuni dati di due atlete (V. W. e F. M.) di alto livello nella rincorsa per il salto in lungo. I punti rappresentano il valore medio di lunghezza del passo (in centimetri) ottenuto in sei prestazioni successive e le barrette indicano la variazione registrata fra le prove. In ascissa è riportato la successione dei balzi, con -1

che indica l'ultimo balzo che precede il salto in lungo e -18 che indica l'inizio della rincorsa. Si può vedere in entrambi i soggetti che la falcata aumenta progressivamente, in modo particolarmente costante in prove diverse (come indica la piccola variazione). Negli ultimi passi la variazione della falcata fra una prova e l'altra diventa notevole. (Modificata, da Lee, Lishman e Thomson, 1982.)

# La misura dell'informazione visiva

- Diversi modi per misurare aggiustamenti del tempo di contatto:
  - Eliminando la vista in diverse fasi della rincorsa
  - Utilizzando l'analisi dei movimenti oculari
- Da queste misure si è compresa l'anticipazione dello sguardo rispetto al movimento
  - Piede in fase di volo- > sguardo diretto a dove andrà a cadere il piede

# Controllare la velocità del movimento del corpo

- Esempio del salto mortale ad occhi chiusi e aperti
  - Orientamento del corpo molto più variabile ad occhi chiusi
  - Mostra il contributo della visione nella regolazione del movimento del corpo



# Informazioni sensoriali non visive

- Anche altre sorgenti sensoriali modificano il controllo dell'azione:
  - Vibrazione dei tendini arto inferiore:
    - aumento della velocità del cammino
    - Induce un passo in avanti

# Intercettare un oggetto in movimento

- Diverse sono le finestre temporali critiche per raccogliere informazione rilevante per intercettare un oggetto
  - Pallina da tennis 300 ms prima dell'impatto
- Metodo per misurarlo attraverso occlusione visiva in diversi istanti della traiettoria

# Esempio baseball

- Come si valuta la velocità della palla?
- Come anticipare il movimento?
  - Appena il lanciatore effettua il lancio i battitori fanno un passo avanti la cui durata varia in funzione della velocità della palla
  - Il movimento che fanno ha un tempo di inizio che è in funzione della velocità della palla: più veloce è la palla tanto prima inizia il loro movimento
  - Sembra che i battitori regolino i loro movimenti iniziali sulla base della stima del tempo di contatto

# Esempio pallavolo

- I giocatori tengono conto dell'accelerazione della palla
  - La stima definitiva viene effettuata 250 ms prima dell'impatto
  - I movimenti del corpo diventano in questa finestra temporale meno variabili e più calibrati

# Stima di diverse traiettorie

- Traiettorie più difficili da stimare sono quelle perpendicolari rispetto al soggetto
  - In questo caso non solo il tau può essere utilizzato ma anche la posizione angolare dell'oggetto e la sua velocità rispetto al soggetto
  - Per la posizione angolare la disparità binoculare può essere rilevante
    - Esperimento afferrare la pallina binocularmente o monocularmente e con la mano dominante e non dominante

# Misura dello spostamento degli occhi

- Sapere quando e che cosa fissano gli occhi durante una azione
- Battitore di cricket
  - Inizialmente gli occhi sono dove la palla sta per essere lanciata. Resta fermo per 140 ms
  - Saccade che anticipa la posizione dove la palla rimbalzerà. Circa 200 ms
  - Occhi compiono movimento di inseguimento della palla lungo l'ultima parte della traiettoria

# Cricket

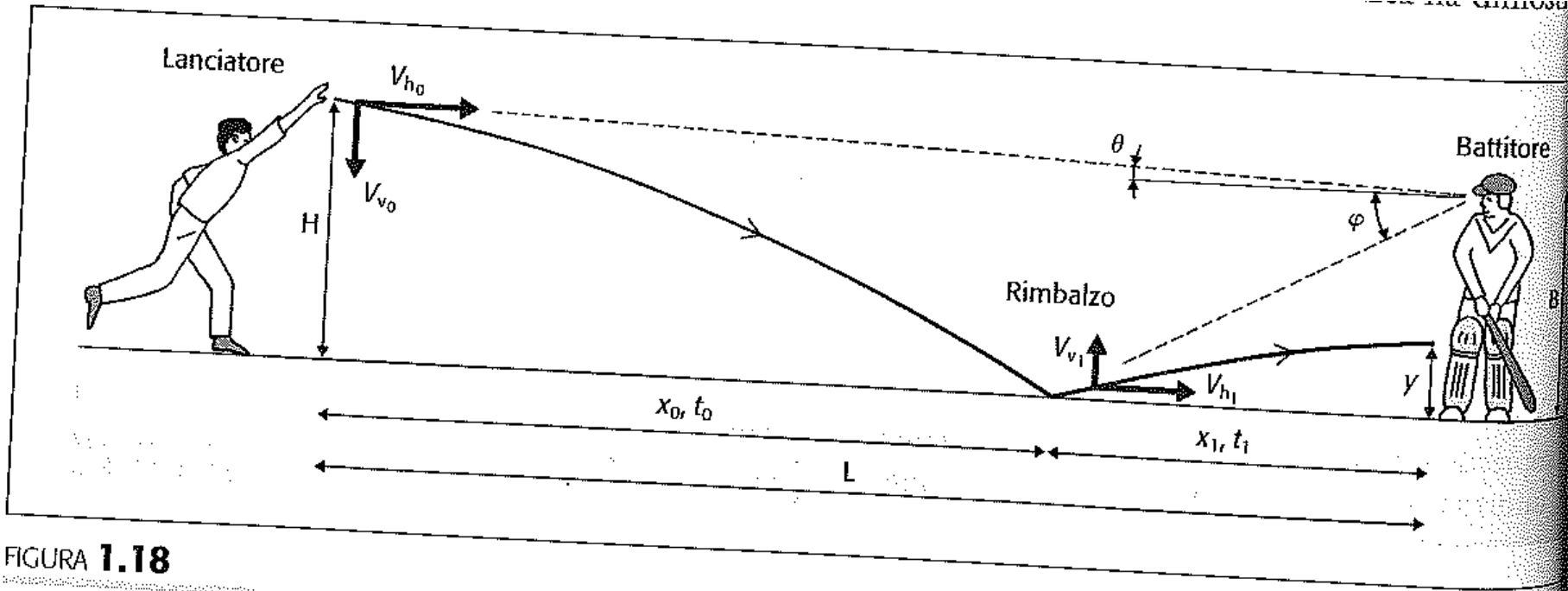


FIGURA 1.18

Lancio della palla al gioco del cricket; la palla viaggia lungo un arco, cambia velocità quando rimbalza; il battitore risponde con la mazza al rimbalzo. La figura mostra i parametri fisici che determinano

dove e quando la palla raggiungerà il battitore, e le informazioni che egli può utilizzare per determinare il tempo ( $t_1$ ) e l'altezza della palla ( $y$ ). (Modificata, da Land e McLeod, 2000.)

# Esperti vs non esperti

- Il battitore esperto è più rapido e preciso nel direzionare gli occhi:
  - Maggior anticipazione degli occhi sulla zona di rimbalzo
  - Più tempo a disposizione quindi per eseguire la parte di inseguimento della traiettoria finale
  - Gli esperti sanno valutare meglio l'angolo della traiettoria di rimbalzo

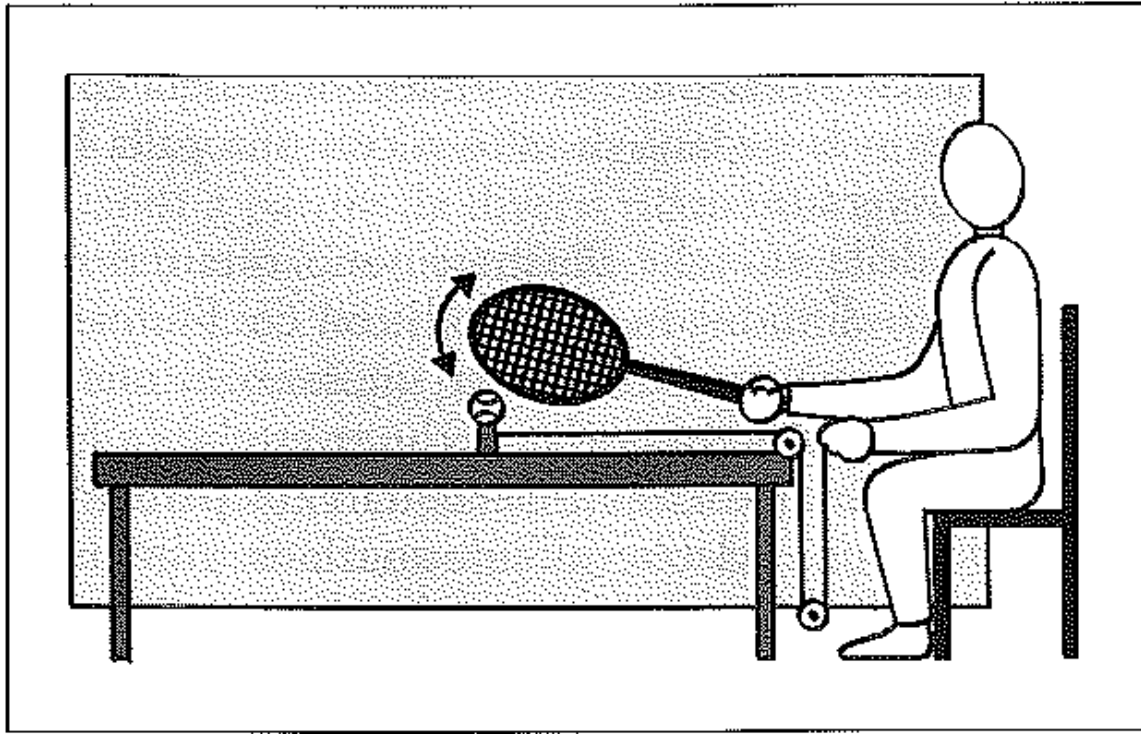


# Percezione tattile: tennis

- Occhi concentrati quasi esclusivamente sull'avversario, mai sulla racchetta
- Percezione dell'impatto pallina racchetta fondamentale
  - È rilevante che l'impatto avvenga al centro della racchetta
  - Qui avviene una combinazione del controllo tattile (impugnatura che dirige la inclinazione della racchetta) e del controllo visivo

# Gibson: tatto dinamico

- Considera:
- La massa degli oggetti che teniamo in mano
- La localizzazione della massa relativamente alla mano (dove viene impugnata la racchetta)
  - Esempio Carrello e Turvay



**FIGURA 1.19**

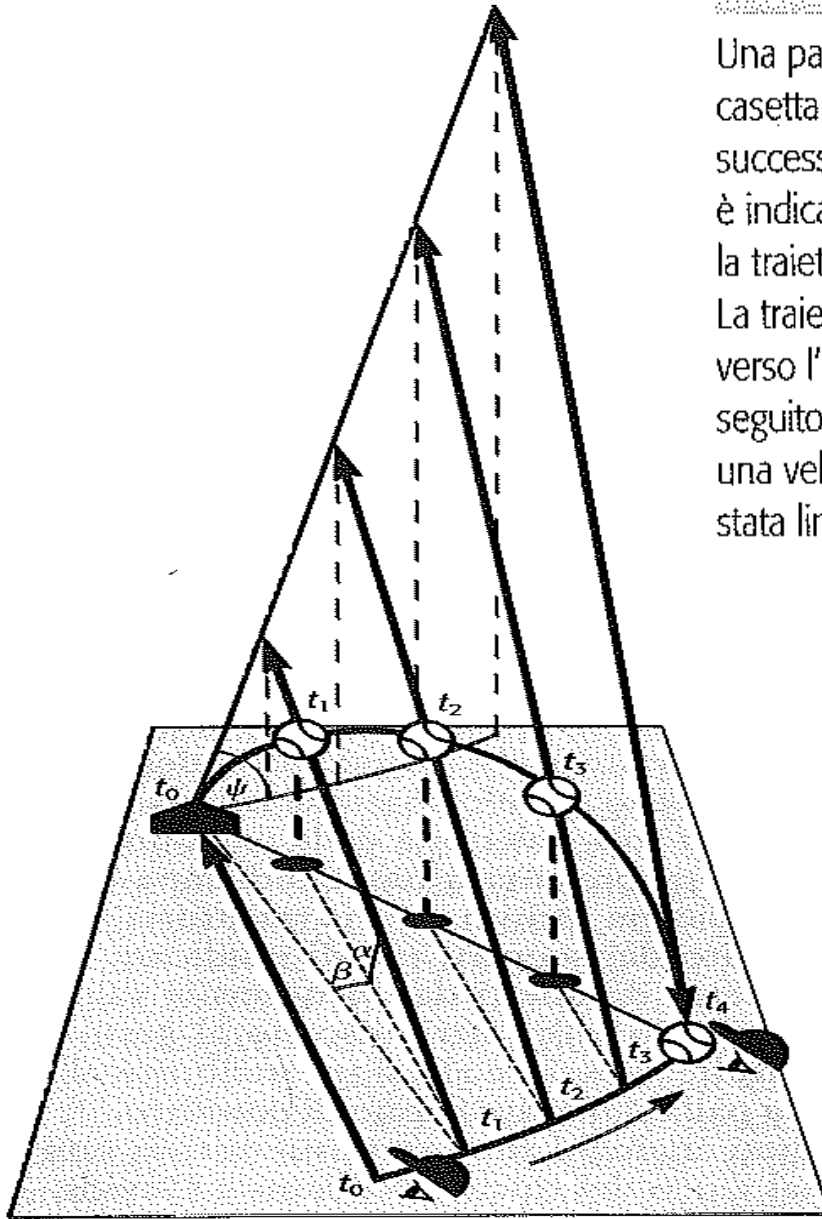
Valutazione mediante tatto dinamico del «punto dolce» della racchetta. Il soggetto non vede la racchetta da tennis che tiene nella mano destra; la vista della racchetta è preclusa da una tenda scura (non rappresentata nella figura). Si chiede al soggetto di individuare il centro di percussione della racchetta e di indicarlo spostando un marcatore ben visibile (la pallina da tennis montata su un supporto). (Da Carello et al., 1999.)

# Il movimento per afferrare o colpire un oggetto in movimento

- Come afferrare oggetti in movimento mentre ci muoviamo?
- Sembra che una strategia sia mantenere costante la traiettoria ottica della palla

FIGURA 1.20

Una palla da baseball viene lanciata dalla base (indicata dalla casetta nera) al tempo  $t_0$  e segue la traiettoria indicata dalle successive posizioni della palla ai tempi  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  e  $t_4$ . Il ricevitore è indicato dal cappello da baseball e corre nel campo lungo la traiettoria indicata dalla freccia e arriva alla palla al tempo  $t_4$ . La traiettoria ottica della palla è la linea retta che dalla base va verso l'alto con un angolo denotato  $\psi$ . Se il giocatore non avesse seguito la specifica traiettoria in campo o se l'avesse percorsa con una velocità inadeguata, la linea della traiettoria ottica non sarebbe stata lineare. (Da McBeath et al., 1995.)



La traiettoria seguita in questo modo permette di calcolare la giusta velocità di avanzamento

# Informazioni su ciò che osserviamo

- Anticipare le azioni osservando:
  - L'azione del corpo del lanciatore di baseball, la traiettoria della pallina?
  - Misure: video dove viene occlusa sistematicamente o la parte dell'azione o la traiettoria oppure la traiettoria è incongruente rispetto all'azione
  - Richiesta: definisci l'esito del tiro
  - Esperti: ottengono maggiori informazioni dalla cinematica del gesto

# conclusioni

- Diversi indizi visivi vengono utilizzati per anticipare e riconoscere azioni:
- Il flusso ottico
- Parallasse differenziale di movimento
- Disparità binoculare
- Angolazione della traiettoria
- Valutazione cinematica del gesto

# Il controllo percettivo dell'azione umana: prospettive

- Approccio ecologico
- Il sistema che cosa e dove e in che modo
- I neuroni a specchio