



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

SCUOLA DI DOTTORATO in
Scienze Fisiopatologiche, Neuropsicobiologiche
e Assistenziali del Ciclo della Vita

DIPARTIMENTO di
Medicina, Chirurgia e Odontoiatria

CURRICULUM
Neuropsicobiologia – XXIV Ciclo

RAPPORTI TRA SISTEMA SEMANTICO E SISTEMA DI
DESCRIZIONE STRUTTURALE: ASPETTI TEORICI,
COSTRUZIONE DI UN NUOVO STRUMENTO E
STUDIO DI PAZIENTI CON LESIONI CEREBRALI
EMISFERICHE FOCALI

TESI DI DOTTORATO DI RICERCA
Settore scientifico disciplinare: MED/26

Tesi di Dottorato di:
Cecilia RASSIGA
Matr. R08446

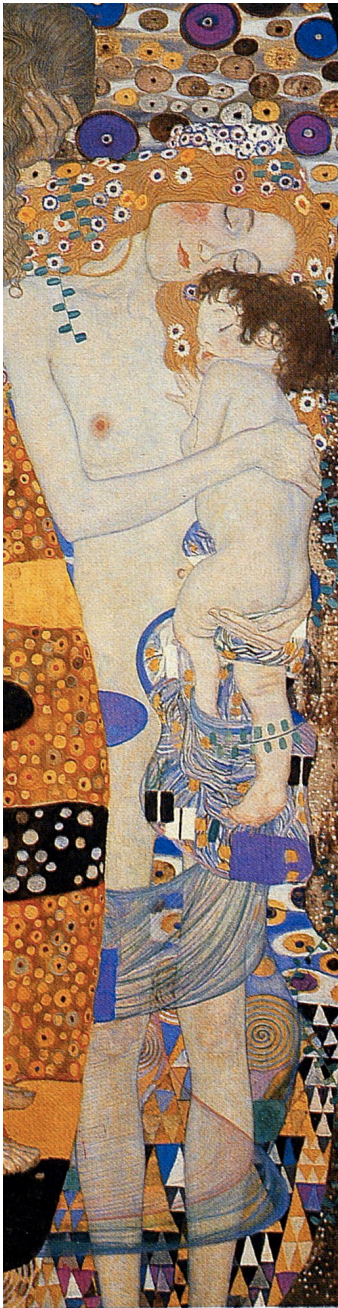
Tutor:
Chiar.mo Prof. Erminio CAPITANI

Coordinatore:
Chiar.mo Prof. Roberto Lodovico WEINSTEIN

Anno Accademico 2011/2012

*...What you see when you see a thing depends upon what the thing you see is.
But what you see the thing as depends upon what you know about what you are seeing*

Fodor & Pylyshyn, 1981



Desidero innanzitutto ringraziare il prof. *Erminio Capitani*, per avermi trasmesso la passione per la ricerca, il rigore metodologico e l'onestà intellettuale.

Ringrazio inoltre la dr.ssa *Cristina Saetti*, per avermi insegnato grandi concetti con semplicità, e tutte le colleghe della Neuropsicologia del San Paolo, per i tanti momenti di condivisione.

Un grazie di cuore anche ai miei compagni di viaggio del Sacco, che mi hanno accolta a braccia aperte e pazientemente *educata* alla statistica.

Infine, profondamente grazie alla mia famiglia,
quella che mi ha cresciuta,
quella che mi sta accanto
e quella che arriverà...

Cecilia

SOMMARIO

<i>ABSTRACT</i>	7
1. <u>INTRODUZIONE</u>	9
1.1 <u>PERCEZIONE VISIVA: COMPONENTI</u>	9
- <u>La luce</u>	11
- <u>L'oggetto</u>	12
- <u>Il Sistema Visivo Centrale</u>	17
1.2 <u>PERCEZIONE VISIVA: MODELLI COGNITIVI</u>	23
- <u>Fase preliminare</u>	28
a. <i>Modello di Lissauer</i>	28
b. <i>Modello di Warrington e Taylor</i>	29
c. <i>Modello di Marr</i>	29
d. <i>Modello di Humphreys e Bruce</i>	33
- <u>Riconoscimento di oggetti</u>	36
a. <i>Teoria di Marr e Nishihara</i>	36
b. <i>Teoria di Biederman</i>	40
- <u>Sistema di Descrizione Strutturale</u>	43
1.3 <u>AGNOSIE VISIVE</u>	46
- <u>Agnosia Appercettiva</u>	48
- <u>Agnosia Associativa</u>	52
- <u>Afasia Ottica</u>	53
- <u>Prosopagnosia</u>	55
1.4 <u>SEMANTICA: COMPONENTI</u>	57
- <u>Il significato</u>	57
- <u>Le categorie e i concetti</u>	59

-	<u>Dimensioni non categoriali nella semantica</u>	61
-	<u>Correlati neurali</u>	62
1.5	<u>SEMANTICA: MODELLI COGNITIVI</u>	64
-	<u>La Memoria Semantica</u>	64
-	<u>Teorie dell'organizzazione concettuale</u>	66
	<i>a. Teorie basate sul principio delle strutture correlate</i>	59
	<i>b. Teorie basate sul principio delle strutture neurali</i>	67
1.6	<u>DISSOCIAZIONI TRA CATEGORIE</u>	71
1.7	<u>SISTEMA DI DESCRIZIONE STRUTTURALE E SISTEMA SEMANTICO</u>	74
	<i>a. Ipotesi di Riddoch e Humphreys</i>	74
	<i>b. Ipotesi di Sartori e Job</i>	75
	<i>c. Ipotesi di Caramazza e coll.</i>	76
2.	<u>OBIETTIVI</u>	78
3.	<u>MATERIALI e METODI</u>	80
-	<u>Soggetti</u>	80
	<i>a. Controlli</i>	80
	<i>b. Pazienti</i>	81
-	<u>Materiali e Procedure</u>	85
	<i>a. Feature Dimension Assessment (FDA)</i>	85
	<i>b. Object Dimension Assessment (ODA)</i>	87
	<i>c. FINOFI animali e utensili</i>	89
	<i>d. Questionario Semantico animali e utensili</i>	92
	<i>e. Test di Albert</i>	93
	<i>f. Test di Poppelreuter-Ghent</i>	93
	<i>g. Test di discriminazione di segmenti UNID</i>	94
	<i>h. Token test</i>	95
	<i>i. Denominazione per categorie</i>	95
-	<u>Analisi dei dati</u>	96
	<i>a. Taratura della batteria sperimentale</i>	96
	<i>b. Indice s</i>	97
	<i>c. Correlazione di Pearson</i>	99
	<i>d. K di Cohen ponderato</i>	99
	<i>e. Test di McNemar</i>	100
4.	<u>RISULTATI</u>	101
-	<u>Controlli</u>	101
	<i>a. Feature Dimension Assessment: taratura</i>	104

b. <i>Object Dimension Assessment: taratura</i>	106
c. <i>FINOFI animali e utensili: taratura</i>	108
d. <i>Questionario Semantico animali e utensili: taratura</i>	109
e. <i>Correlazioni tra test</i>	111
- <u>Pazienti</u>	114
a. <i>Pazienti cerebrolesi destri</i>	114
b. <i>Pazienti cerebrolesi sinistri</i>	122
5. <u>DISCUSSIONE e CONCLUSIONI</u>	126
a. <i>Discussione dei risultati relativi ai controlli</i>	126
b. <i>Discussione dei risultati relativi ai pazienti cerebrolesi</i>	126
c. <i>Sviluppi futuri</i>	130
<i>BIBLIOGRAFIA</i>	131
<i>APPENDICE 1 – Pazienti</i>	148
<i>APPENDICE 2 – Creazione FDA e ODA</i>	177

ABSTRACT

The Structural Description System stores pre-semantic visual information about the shape of objects. During visual perception, the actually perceived shape should activate the SDS before accessing the Semantic System. The standard shape of known objects results from the assembly of distinct parts, each of a given size with respect to the other parts. Also the size of the whole object in comparison to other objects may be variable, but only within a definite range.

The aim of this study is to assess the knowledge of shape, features- and whole object's dimensions, checking the influence of demographic variables. In addition, we wanted to analyse the relationship between the knowledge of object's shape, of whole-size and of subparts-size.

To this aim we created a new neuropsychological battery which consists of 4 test based on 10 tools and 10 animals pictures from the Snodgrass set. In the Feature Dimension Assessment (FDA), the size of one feature of the picture was progressively reduced or amplified, so that only 50% of the resulting shapes was still acceptable. In the Object Dimension Assessment (ODA), two pictures were presented on the same sheet of paper, and the relative size of one of two objects was progressively reduced or amplified, so that only in 50% of the cases the relative size of the stimuli was acceptable. In addition, the battery included a picture reality judgment (FINOFI), based on real and chimerical pictures of animals and tools, and a Semantic Questionnaire (SQ) with verbal probes about perceptual and functional aspects of animals and tools.

The battery was given to 100 Italian healthy participants. Each test was standardised with the Equivalent Score procedure by calculating the contribution of demographic variables. Normal control subjects' performances were correlated to one another with Pearson's linear correlation.

The battery was also administered to 24 right brain-damaged patients and to 11 left brain-damaged patients. We used Cohen's weighted k and McNemar test to assess the agreement between different tests in right brain-damaged patients. Right occipital patients were then picked out to verify their performance on each of the 4 tests at issue.

Results show that FDA and FINOFI are apparently tapping similar aspects of the Structural Description System. ODA seems neither related to Semantic System, nor to the Structural Description System.

1. INTRODUZIONE

5.1 PERCEZIONE VISIVA: COMPONENTI

Quando si parla di percezione, specie in un'ottica antropocentrica, si fa riferimento alla percezione visiva. La percezione visiva, infatti, è il canale preferenziale attraverso cui la specie umana acquisisce informazioni sul mondo esterno. E' doveroso tuttavia ricordare che la percezione avviene attraverso almeno 5 modalità sensoriali: vista, udito, olfatto, tatto e gusto. Lo sviluppo di ciascuno dei cinque sensi, in un'ottica evuzionista, è funzionale alla sopravvivenza della specie. E' noto che per la specie umana la vista rappresenta il senso gerarchicamente più importante. La scala gerarchica della percezione sensoriale non è però identica in tutte le specie animali, ma varia da specie a specie. Per studiare la percezione visiva nell'uomo è utile conoscere le ragioni evolutive che ne hanno decretato il primato sugli altri sensi. Di seguito vengono riportate le ragioni principali:

- *comunicazione intraspecifica*: la conformazione anatomica dell'apparato visivo superficiale umano, grazie soprattutto al bianco della sclera, permette di acquisire informazioni sulla direzione dello sguardo dei conspecifici. Lo sguardo rappresenta quindi per l'uomo un'importante fonte d'informazioni a livello comunicativo non verbale;
- *immediatezza dell'informazione*: la luce, ossia il mezzo attraverso cui si propagano le informazioni visive, viaggia assai rapidamente (300.000 km/sec). Ciò significa che la vista permette di acquisire istantaneamente informazioni provenienti anche da notevoli distanze relative a ciò che viene osservato nel momento presente. Tale modalità di propagazione comporta tuttavia vantaggi e svantaggi: la vista ad esempio, a differenza dell'olfatto, non consente di acquisire informazioni relative al passato. Infatti, se distolgo lo sguardo da una scena, l'informazione relativa a ciò che stavo osservando decade;

- *informazione sulla forma degli oggetti*: poiché la luce si muove in linea retta, la vista mantiene le proprietà geometriche degli oggetti osservati fornendo informazioni relative alla loro struttura e disposizione nello spazio;
- *informazione sulla superficie degli oggetti*: la vista, a differenza dell'olfatto permette non solo di verificare la presenza di oggetti, ma anche di rilevare informazioni sulla loro superficie esterna.

Nel complesso è quindi possibile affermare che la vista rappresenta un ottimo strumento per carpire informazioni dal mondo esterno relative a ciò che viene osservato nel *qui e ora*. Nel paragrafo successivo vengono analizzate le componenti che consentono l'acquisizione delle suddette informazioni.

Secondo il *realismo ingenuo*, il mondo appare così perché è così. Se tale affermazione fosse corretta sarebbe sufficiente spiegare il processo della percezione visiva e il riconoscimento degli oggetti limitandosi ad analizzare le proprietà del mondo osservato. Eppure il mondo osservato è solamente una delle componenti coinvolte nella percezione visiva. Quando, ad esempio, guardiamo una sedia, i raggi luminosi che illuminano la stanza vengono in parte riflessi dalla sedia e raggiungono l'occhio. All'interno dell'occhio, sulla retina, si forma un'immagine bidimensionale capovolta della sedia stessa, che viene trasformata in segnale elettrico. Gli impulsi elettrici vengono trasmessi all'interno del sistema nervoso e raggiungono la corteccia visiva, che a sua volta comunica con aree cerebrali deputate, tra l'altro, al riconoscimento degli oggetti. Nel presente paragrafo s'intende illustrare le caratteristiche di ciascuna delle componenti precedentemente citate allo scopo di chiarire ciò che di neuropsicobiologico è attualmente noto in merito al processo di percezione visiva.

- La luce

La luce è una forma di energia elettromagnetica prodotta dall'oscillazione di cariche elettriche. Ad oggi non esistono prove inconfutabili sulla natura della luce. La luce viene infatti descritta come una serie di onde, la cui distanza percorsa viene definita lunghezza d'onda, ovvero come un flusso di piccole particelle, chiamate fotoni, che si muovono in linea retta e che cedono energia quando colpiscono altre particelle.

La luce interagisce con i mezzi che attraversa secondo quattro modalità fondamentali, di seguito elencate:

1. *diffusione*: ogni volta che i raggi colpiscono particelle di materia in un mezzo trasparente vengono rinviiati in tutte le direzioni;
2. *rifrazione*: quando la luce passa da un mezzo meno denso a un mezzo più denso – ad esempio, dall'aria all'acqua – la sua velocità diminuisce e quindi i raggi cambiano direzione;
3. *assorbimento*: quando la luce attraversa un mezzo, i fotoni, collidendo con particelle di materia, cedono energia e progressivamente scompaiono – per tale motivo, ad esempio, negli abissi del mare non c'è luce);
4. *riflessione*: la luce, quando colpisce una superficie, viene in parte assorbita dalle particelle di materia e in parte riflessa. Superfici chiare e dalla tessitura liscia tendono a riflettere maggiormente rispetto a superfici scure e tessiture ruvide.

- L'oggetto

Vedere oggetti rappresenta per l'essere umano un'attività apparentemente semplice ed immediata. Dagli studi sull'intelligenza artificiale emerge come tuttavia insegnare ad un computer ad individuare gli oggetti presenti in una scena sia un compito alquanto complesso. Al fine di raggiungere l'obiettivo è necessario, infatti, che l'osservatore sia in grado di identificare linee ed angoli, decidere quali appartengono al medesimo oggetto, determinare la forma di oggetti parzialmente nascosti e mantenere la costanza dell'oggetto a prescindere dal punto di osservazione. Nel corso degli anni, correnti psicobiologiche differenti hanno cercato di affrontare la suddetta questione di come organizzare correttamente gli elementi che compongono una scena.

Gli strutturalisti

Secondo gli *strutturalisti* (Wundt, 1907), la percezione è il risultato della combinazione di sensazioni elementari sulla base di leggi associative, indagabili attraverso il metodo dell'introspezione. Il moltiplicarsi delle leggi associative di matrice strutturalista ha reso insostenibile tale approccio, ad oggi completamente abbandonato.

Gestaltisti

I *gestaltisti* (Wertheimer, 1923) hanno studiato la percezione visiva in termini di relazione fra le parti. Affermano che le totalità percettive possiedono caratteristiche peculiari, differenti da quelle dei singoli elementi che le compongono. Ad esempio secondo Max Wertheimer, esistono forze che obbediscono ad un principio di minimo, come le leggi dell'organizzazione figurale. Tali leggi individuano le regole in base a cui gli elementi presenti nel campo visivo dell'osservatore tendono ad organizzarsi in unità. Di seguito vengono riportate le più importanti fra queste leggi, esemplificate nelle figure 1.1.1-1.1.7:

1. *Somiglianza*: a parità di altre condizioni, elementi simili tendono a formare un'unità;

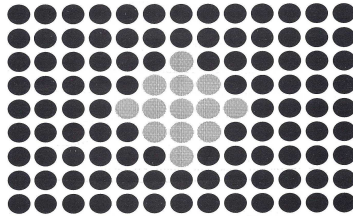


Figura 1.1.1

2. *Vicinanza*: a parità di altre condizioni, elementi vicini tendono a formare un'unità;

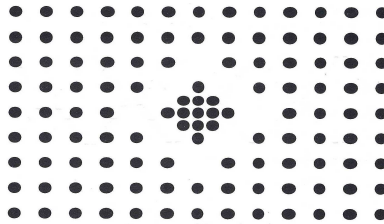


Figura 1.1.2

3. *Buona continuazione*: a parità di altre condizioni, elementi che stanno tra loro in continuità di direzione tendono a formare un'unità;

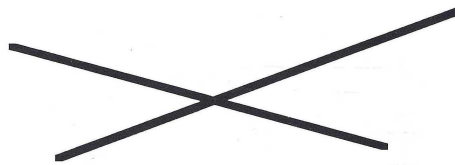


Figura 1.1.3

4. *Chiusura*: a parità di altre condizioni, elementi che danno origine ad una figura chiusa piuttosto che aperta tendono a formare un'unità;

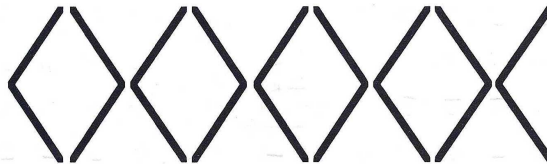


Figura 1.1.4

5. *Buona forma*: a parità di altre condizioni, elementi che danno origine ad una figura semplice, regolare, simmetrica tendono a formare un'unità;

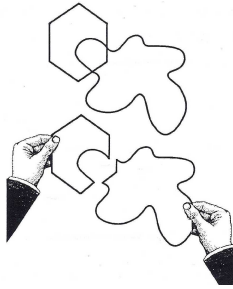


Figura 1.1.5

6. *Impostazione soggettiva*: quando una figura può essere organizzata in due modi diversi e nessuno dei due prevale sull'altro, è possibile passare volontariamente da un'organizzazione all'altra;



Figura 1.1.6

7. *Esperienza passata*: a parità di altre condizioni, elementi che danno origine ad una figura familiare, dotata di significato, tendono a formare un'unità;

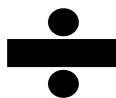


Figura 1.1.7

Le leggi dell'organizzazione figurale hanno il merito, tuttora riconosciuto, di illustrare esaurientemente come si organizza la percezione visiva in termini descrittivi. Non rappresentano tuttavia un'adeguata teoria esplicativa: i gestaltisti, infatti, non elaborano alcuna ipotesi in merito al perché tali principi funzionino né in merito a come la percezione visiva avvenga. Il contributo dei gestaltisti allo studio

della percezione visiva viene riconosciuto anche da Marr (Marr, 1982), che, nell'elaborare il proprio modello della percezione visiva, si serve delle leggi dell'organizzazione figurale, inserendole in una cornice teorica esplicativa.

Hermann von Helmholtz

Secondo l'approccio *helmholtziano* (Helmholtz, 1866) l'organizzazione percettiva si basa su un principio di probabilità: gli elementi che compongono la scena vengono unificati in modo da generare l'oggetto che è, in quello specifico contesto, più probabile. Il suddetto processo di calcolo avviene sulla base di inferenze immediate e non consapevoli. Gli studiosi d'intelligenza artificiale ereditano da Hermann Von Helmholtz l'importanza del calcolo probabilistico per la creazione di modelli connessionisti. Anche Marr (Marr, 1982) riconosce il contributo del fisiologo tedesco: utilizza infatti il concetto helmholtziano di inferenza inconscia per descrivere il processo di percezione visiva.

L'approccio ecologico di James Gibson

Le impostazioni teoriche analizzate finora sono accomunate dal tentativo di mettere insieme elementi semplici per percepire la complessità della scena. Gibson, psicologo statunitense degli anni '50 (Gibson, 1950; Gibson, 1961; Gibson, 1966), rappresenta una rottura rispetto alla tradizione. Egli sostiene infatti che l'organizzazione percettiva sia già presente nell'oggetto. La percezione degli oggetti avviene quindi, secondo Gibson, in maniera diretta, esattamente come la percezione dell'intensità luminosa. Il sistema visivo umano, infatti, sarebbe già sintonizzato sulle caratteristiche dell'oggetto. La teoria di Gibson sostiene che le informazioni necessarie per vedere la distanza e la corporeità sono già contenute nell'immagine retinica. La teoria ecologica di Gibson ha contribuito significativamente allo studio della percezione della terza dimensione, sottolineando l'importanza del gradiente di tessitura degli oggetti: il modo in cui si modifica la densità della tessitura delle superfici permette di vedere direttamente a che distanza si trovano gli oggetti e di determinarne la grandezza.

Gibson inoltre sostituisce il termine *senso* al termine *sistema percettivo* per enfatizzare l'importanza dell'intero apparato visivo e per legarlo indissolubilmente all'azione: secondo l'autore, infatti, percezione e azione sono profondamente

interconnesse e non possono essere trattate separatamente. Un esempio di tale legame è rappresentato dalle *affordances*: informazioni visive contenute nell'oggetto, che consentono di inferirne la modalità di manipolazione.

Nonostante l'approccio ecologico di Gibson offra spunti interessanti, rimane comunque problematico riuscire a spiegare il processo della percezione visiva senza ricorrere al concetto di *rappresentazione*.

- Il Sistema Visivo Centrale

L'informazione visiva viene trasmessa dalle cellule gangliari – che si trovano nel terzo strato della retina – al cervello, attraverso tre strutture: il nervo ottico, il chiasma ottico e il tratto ottico.

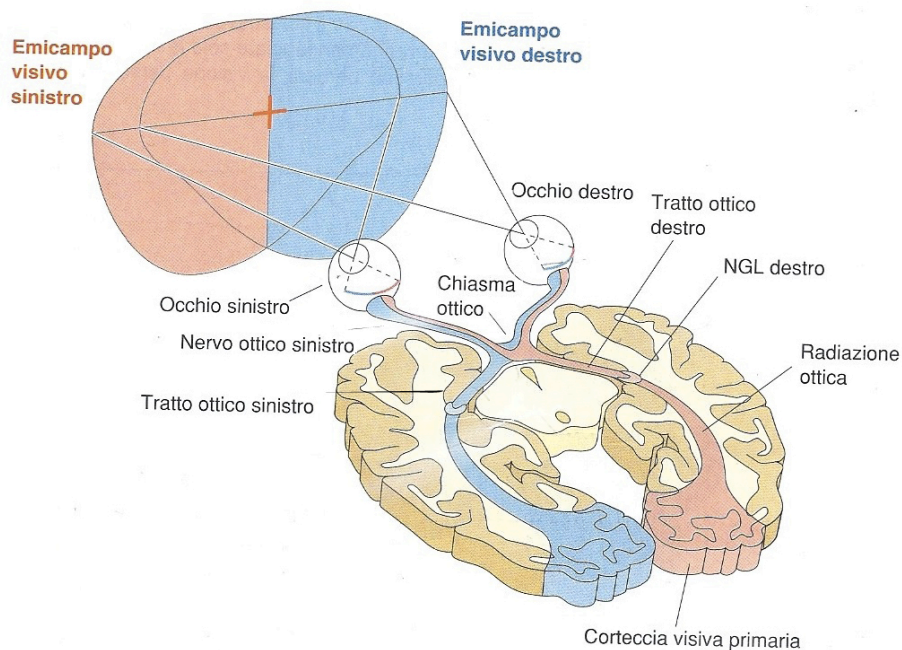


Figura 1.1.8 Le vie dell'informazione visiva

In figura 1.1.8 sono mostrate le vie percorse dalle suddette fibre. Nello specifico, le fibre provenienti dalle emiretine nasali si incrociano a livello del *chiasma ottico*. Le fibre provenienti dalle emiretine temporali, invece, non incrociano nel chiasma.

Sia le fibre nasali che quelle temporali si dirigono alla *corteccia visiva* (o corteccia striata), passando per la parte dorsale del *nucleo genicolato laterale* del talamo. Nel nucleo genicolato laterale le cellule sono disposte a strati e ciascuno strato contiene una mappa retinotopica di metà del campo visivo.

Il nucleo genicolato laterale

Ciascun nucleo genicolato laterale, se osservato in sezione trasversale, è composto da sei strati distinti di cellule: i due strati più ventrali contengono neuroni di

dimensioni maggiori e vengono pertanto chiamati strati *magnocellulari*; i quattro strati dorsali sono invece composti da neuroni di piccole dimensioni e vengono chiamati strati *parvocellulari* (Leventhal et al., 1981). E' importante sottolineare che le cellule gangliari di tipo M proiettano esclusivamente ai due strati ventrali magnocellulari del corpo genicolato laterale, mentre le cellule gangliari di tipo P proiettano ai quattro strati dorsali parvocellulari. Ciascuno strato del nucleo genicolato laterale mappa il campo visivo controlaterale.

Nel nucleo genicolato laterale esiste inoltre una popolazione di neuroni chiamati *koniocellulari*, che formano sei strati alternati ai sei strati sopracitati (Hendry et al., 2000).

I campi recettivi delle cellule del nucleo genicolato laterale sono quasi identici a quelli delle cellule gangliari. Le differenze tra le cellule gangliari di tipo M e P nella *colour opponency*, nella sensibilità al contrasto e nell'orientamento sono applicabili agli strati magno- e parvocellulare del nucleo genicolato laterale (Derrington et al., 1984). Nello specifico, scimmie con una lesione a livello degli strati parvocellulari hanno difficoltà nella discriminazione di colori, tessiture, forme e *pattern*; lesioni degli strati parvocellulari compromettono principalmente la percezione del movimento (Merigan et al., 1993).

Ad oggi tuttavia si conosce solo in parte il ruolo del nucleo genicolato laterale nella percezione visiva: l'esistenza di un fascio di fibre che dalla corteccia retroproietta informazione al nucleo genicolato laterale fa ipotizzare che il ruolo di tale struttura sia più complesso rispetto a quello di un semplice *relay*. Si può quindi concludere che i ruoli delle vie magno- e parvocellulari sono parte di un disegno complesso, attualmente solo in minima parte noto (Xu et al., 2001).

I collicoli superiori

Alcune cellule gangliari (circa il 10%) proiettano ad una parte del tetto del mesencefalo, i *collicoli superiori*, denominati anche *tetto ottico*. Nei collicoli superiori si forma una mappa della superficie bidimensionale della retina. Tale mappa appare distorta perché subisce l'influenza della modificazione della densità delle cellule gangliari lungo la retina – che ad esempio sono più concentrate a livello della fovea. Inoltre, a causa della sovrapposizione dei campi recettivi, un punto di luce attiva numerose cellule retiniche e, di conseguenza, attiva una gran quantità di neuroni nel

collicoli superiori. Grazie a connessioni indirette tra i collicoli superiori e i motoneuroni del tronco dell'encefalo, i neuroni attivati dal punto luce controllano il movimento dell'occhio e del capo al fine di mantenere il punto luce nella fovea. Perciò i collicoli superiori sembrano svolgere una funzione di controllo dei movimenti oculari e della testa, determinando la direzione dello sguardo (Klier et al., 2001).

E' noto che altre cellule gangliari proiettano a strutture come l'ipotalamo, il tegmento, il pulvinar, ma attualmente non si hanno informazioni approfondite circa il ruolo svolto da tali strutture nella percezione visiva. E' quindi possibile affermare che ad oggi le vie principali che conducono l'informazione visiva dall'occhio al cervello sono due: la via genicolocorticale, che dalla retina conduce l'informazione alla corteccia visiva attraverso il nucleo genicolato laterale, e la via retinotettale, che conduce l'informazione dalla retina ai collicoli superiori.

La corteccia striata (V1)

La via reticolo-genicolata prosegue verso la corteccia visiva primaria e costituisce il sistema principale deputato alla percezione visiva. Sottosistemi separati, specializzati nell'elaborazione di diversi aspetti della percezione (analisi delle forme, riconoscimento dei colori, movimento delle immagini, percezione stereoscopica) rielaborano i segnali generati a livello retinico. Questi sottosistemi operano in modo simultaneo e indipendente, come le aree corticali del lobo occipitale, che rielaborano le afferenze visive. Le parti dell'encefalo cui vengono attribuite funzioni visive sono la corteccia calcarina (area 17) e le circostanti aree associative 18 e 19, tutte localizzate a livello del lobo occipitale. Hubel e Wiesel (Hubel et al., 1959; Hubel et al., 1962; Hubel et al., 1970) hanno identificato nella corteccia del lobo occipitale tre tipi di cellule, che possono essere distinte sulla base delle caratteristiche alle quali rispondono:

- *Cellule semplici*: rispondono quando l'occhio è esposto ad uno stimolo lineare – come una sottile barra – con un particolare orientamento e posizione nel loro campo recettivo. La risposta diminuisce quando l'orientamento si discosta da quello ottimale. Vi sono differenti cellule semplici per diversi orientamenti e posizioni.

- *Cellule complesse*: rispondono ad una barra o ad un margine con particolare orientamento, ma non richiedono che lo stimolo sia in un punto specifico dentro il loro campo recettivo. All'interno del loro campo recettivo rispondono ad uno stimolo dovunque e continuamente.
- *Cellule ipercomplesse*: non richiedono soltanto che lo stimolo abbia un particolare orientamento, ma anche che esso sia di una particolare lunghezza. Se uno stimolo viene esteso oltre la lunghezza ottimale, la risposta diminuisce fino a cessare del tutto.

Sono inoltre state scoperte cellule che rispondono a caratteristiche specifiche della forma, come ad esempio cellule ipercomplesse che rispondono a curvature od angoli di una determinata lunghezza. Le cellule sopra descritte sono considerate rilevatori di caratteristiche, ossia blocchi costruttivi della percezione della forma.

Oltre la corteccia striata: la via dorsale e la via ventrale

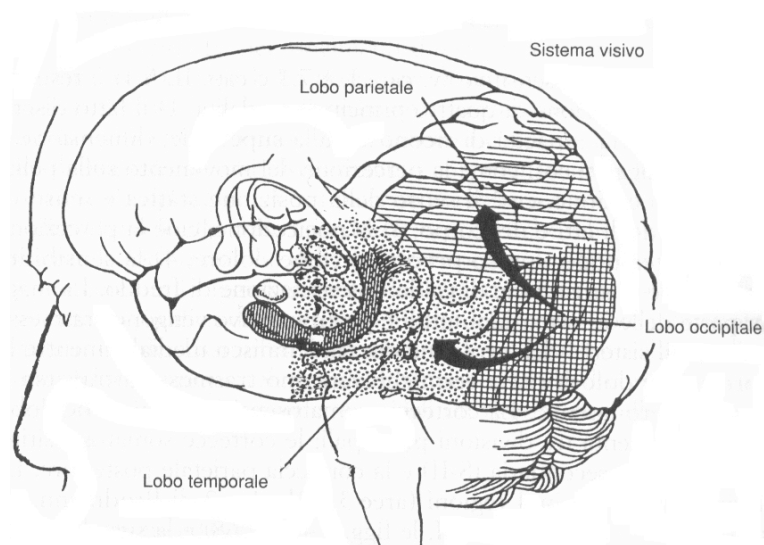


Figura 1.1.9 Via ventrale e via dorsale

L'elaborazione visiva degli oggetti può essere suddivisa, a livello cerebrale, in due vie, illustrate in figura 1.1.9: la via dorsale (o via del *dove/come*), che si estende dalla corteccia visiva ai lobi parietali, e la via ventrale (via del *dove*) che si estende dalla corteccia visiva a quella medio-temporale. L'esistenza di queste due vie separate è stata proposta per la prima volta in un lavoro di Ungerleider e Mishkin (Ungerleider

et al., 1982). Gli autori hanno suggerito che la via dorsale sia coinvolta nel processamento delle informazioni visive spaziali degli oggetti – come, ad esempio, la loro localizzazione – e che la via ventrale sia coinvolta nel processamento delle informazioni di identificazione degli oggetti.

Goodale e coll. (Goodale et al., 1992) hanno invece ipotizzato che la via ventrale si occupi del riconoscimento visivo degli oggetti e che la via dorsale si occupi del controllo visivo delle azioni. L'insieme di descrizioni che consentono il riconoscimento degli oggetti verrebbero quindi elaborate a livello della via ventrale, che dalla corteccia striata va alla corteccia inferotemporale. Le descrizioni che consentono al soggetto di posizionare la mano in modo da riuscire ad afferrare l'oggetto si collocherebbero invece nella via dorsale, che proietta dalla corteccia striata alla regione parietale posteriore.

Uno studio di neuroimaging funzionale di Spiridon e coll. (Spiridon et al., 2006) ha dimostrato l'esistenza di regioni con specializzazione funzionale all'interno della via ventrale. Gli autori hanno localizzato le regioni corticali dei lobi temporali e occipitali che rispondono in maniera significativa di fronte a stimoli specifici – ossia facce, oggetti, parti del corpo, scene e stimoli in movimento. I risultati dello studio hanno mostrato che esistono regioni cerebrali maggiormente legate ad una specializzazione funzionale:

- la Fusiform Face Area (FFA), che si attiva durante il riconoscimento delle facce più che durante quello degli oggetti;
- la Parahippocampal Place Area (PPA), che si attiva maggiormente per la valutazione delle scene;
- la Extrastriate Body Area, la cui attivazione è maggiore per le parti del corpo;
- l'area V5, che si attiva maggiormente per gli stimoli in movimento.

Il complesso occipitale laterale

Attraverso studi di fMRI è stato possibile inoltre stabilire l'importanza del Complesso Occipitale Laterale (Lateral Occipital Complex - LOC) nel riconoscimento di oggetti ad uno stadio percettivo preliminare. Nello specifico, uno studio di neuroimaging funzionale ha indagato l'adattamento dei neuroni attivati nel processamento visivo degli oggetti (Kourtzi et al., 2001). Gli autori hanno scoperto

che la somiglianza della forma di un oggetto è necessaria per l'adattamento dei neuroni nel complesso occipitale laterale. Non sono invece necessarie a tale scopo le caratteristiche specifiche dell'oggetto, come bordi e contorni. Tale dato ha suggerito che l'attivazione nel LOC riguardi informazioni di alto livello della forma dell'oggetto, anziché semplicemente le sue caratteristiche. Uno studio correlato (Grill-Spector et al., 1998), ha rilevato che l'attivazione del LOC avviene indipendentemente dalla presentazione di caratteristiche come movimento, consistenza, o contrasti di luminanza. Quindi le diverse caratteristiche base di basso livello, utilizzate per definire un oggetto, parrebbero convergere in apposite aree connesse agli oggetti al fine di coadiuvare il processo di percezione e riconoscimento. Dalla rilevazione della risposta neuronale a differenti forme, sia di oggetti non familiari che di oggetti astratti, si è inoltre evinto che nessuna delle informazioni di alto livello degli oggetti sembrerebbe fornire alcun tipo di informazione semantica (Malach et al., 1995).

I risultati di esperimenti successivi (Grill-Spector et al., 2001) hanno condotto all'ipotesi che il complesso occipitale laterale sia strutturato secondo un sistema gerarchico. Nello specifico, le regioni posteriori sembrerebbero attivarsi maggiormente durante la visione di frammenti di oggetti, mentre quelli anteriori presenterebbero una maggiore attivazione per gli oggetti completi o parti di oggetti. Ciò sarebbe in accordo con le precedenti ricerche (Ungerleider et al., 1982), che suggerivano una rappresentazione gerarchica nella corteccia temporale ventrale. Secondo questi studi, infatti, il processamento delle caratteristiche primarie avviene nelle regioni posteriori e l'integrazione delle suddette caratteristiche in un unico oggetto, completo e definito, avviene nelle regioni anteriori.

1.2 PERCEZIONE VISIVA: MODELLI COGNITIVI

L'approccio cognitivo si fonda sull'assunto che la percezione visiva crei rappresentazioni del mondo che possono essere indagate attraverso metodi psicofisici. Questo è solo uno degli assunti alla base dei modelli cognitivi che risulta essere in netto contrasto con quanto sostenuto dall'approccio ecologico di Gibson. Prima di approfondire i modelli cognitivi che si sono susseguiti nel tentativo di spiegare le basi della percezione visiva, è quindi fondamentale sottolineare i punti di contrasto tra i due approcci e le motivazioni a sostegno di ciascun approccio.

Input

Innanzitutto, le due correnti teoriche non concordano nello stabilire il punto di partenza del processo di percezione visiva. Secondo l'approccio cognitivo, la spiegazione del processo inizia dall'immagine retinica e l'input – ossia la scena – è rappresentata da un mosaico di punti e luci sulla retina. Gibson invece ritiene che il punto di partenza sia l'*optic array*. L'*optic array* è un'astrazione geometrica indipendente dall'osservatore, che permette di specificare *direttamente*, attraverso la struttura della luce, le caratteristiche degli oggetti e dell'ambiente.

Algoritmi

La definizione di *optic array* postula che la percezione visiva sia, secondo l'approccio ecologico, diretta.

L'approccio cognitivo invece sostiene che la percezione visiva sia indiretta. Ciò significa che processi inferenziali fungono da mediatori tra l'immagine retinica e la percezione. Tali inferenze sono nella maggior parte dei casi – come già sostenuto da Helmholtz – inconsapevoli. Un esempio di processi inferenziali inconsapevoli è costituito dagli algoritmi della teoria computazionale di Marr (Marr, 1982). L'autore, infatti, ipotizza che la percezione avvenga secondo processi top-down, mediati da complessi algoritmi matematici. Tali algoritmi sono implementati nell'hardware del cervello e vengono applicati a differenti immagini retiniche. La percezione risulta così mediata da processi complessi che vengono espressi sotto forma di formule matematiche.

Marr quindi sostiene che tra il livello ecologico e quello fisiologico della percezione vi sia un livello intermedio – il livello algoritmico appunto – che ha l'obiettivo di organizzare la conoscenza a livello fisiologico. Tale affermazione è sostenuta anche da Ullman (Ullman, 1980) e in generale da tutti gli autori di matrice cognitiva.

L'impostazione ecologica invece, rifacendosi alla teoria diretta della percezione, sostiene che esistano solamente due livelli: il livello ecologico e fisiologico. Il livello ecologico, secondo Gibson, è rappresentato dall'informazione proveniente dall'ambiente e dal modo in cui le modificazioni dell'optic array forniscono tale informazione. Il livello fisiologico invece indaga il modo in cui le cellule nervose sono organizzate al fine di individuare invarianti nell'optic array.

Rappresentazioni

Nei modelli cognitivi, inoltre, la percezione visiva non è mediata solo da algoritmi, ma anche dal concetto di *rappresentazione*. L'approccio cognitivo sostiene infatti che per percepire il mondo circostante, è necessario avere una rappresentazione interna dello stesso. Nel modello di Marr, ad esempio, il 2½ D sketch può essere considerato una rappresentazione in quanto *layout* delle superfici che possono circondare l'osservatore. Nelle teorie cognitive sul riconoscimento degli oggetti, si ricorre al concetto di rappresentazione perché viene postulata l'esistenza di un magazzino che contiene descrizioni degli oggetti precedentemente memorizzate.

Nei suddetti esempi il concetto di rappresentazione sta ad indicare una descrizione simbolica del mondo. Secondo le teorie cognitive, infatti, la realtà viene codificata attraverso il linguaggio e altri sistemi simbolici. Anche i modelli connessionisti utilizzano il concetto di rappresentazione, seppur con un significato differente. I connessionisti intendono per rappresentazione un pattern non simbolico di attivazione di reti che riproducono oggetti, caratteristiche, distanze o altre proprietà degli oggetti stessi. Nelle reti neurali connessioniste infatti le informazioni sono rappresentate tramite valori numerici associati alle connessioni e alle unità, che corrispondono a pesi e valori di attivazione. Le rappresentazioni computazionali hanno quindi natura statistica, in quanto consistono nell'effetto concomitante di un gran numero di semplici operazioni numeriche, che avvengono in parallelo.

Al contrario, l'approccio ecologico alla percezione visiva rifiuta il concetto di rappresentazione, perché ritiene inutile ricorrere a mediazioni tra il mondo circostante e l'osservatore. Tuttavia, se si considerano specie animali filogeneticamente evolute, la teoria ecologica sembra non reggere: lo scimpanzé ad esempio è in grado di trovare rapidamente del cibo nascosto se ha precedentemente visto dove è stato riposto. Ciò significa che lo scimpanzé è in grado di crearsi una rappresentazione del nascondiglio e che il rapporto tra la sua percezione e la sua azione è mediato da una rappresentazione della scena.

Gibson, per sostenere la non necessità della rappresentazione, ricorre al concetto di *invariante*. Per invariante Gibson intende un rapporto costante tra soggetto e ambiente, ossia un'informazione strutturale disponibile nell'ambiente, che viene colta direttamente dall'osservatore attraverso la detezione diretta. La tessitura e la prospettiva lineare rappresentano due esempi di invarianti che permettono all'osservatore di percepire direttamente la profondità.

Fodor e Pylyshyn (Fodor et al., 1981; Fodor et al., 1988) criticano i concetti ecologici di invariante e detezione diretta. I due autori, infatti, ritengono che sia necessario imporre dei vincoli alle suddette nozioni, affinché la spiegazione della percezione elaborata da Gibson non risulti vuota. I vincoli che gli autori impongono sono i seguenti:

- l'ambiente deve essere costituito da una classe ristretta di proprietà della luce;
- i confini spatio-temporali delle proprietà immediatamente rilevate sono determinati dagli stimoli effettivi, cioè da quelli che sono sufficienti a causare i giudizi percettivi.

Tali vincoli, tuttavia, implicano che la percezione visiva compori inferenze basate sulla proprietà della luce e dell'ambiente. Gli autori dimostrano quindi – contrariamente a ciò che sostiene Gibson – che è necessario riconoscere una mediazione inferenziale di ciò che viene direttamente percepito a partire da ciò che viene rilevato. Fodor e Pylyshyn inoltre ipotizzano che, nella percezione visiva, *vedere* e *vedere come* siano due processi che accadono insieme. Gli autori, per meglio esprimere tale concetto, ricorrono ad un esempio alquanto suggestivo: se ci si perdesse di sera e, guardando in cielo, si scorgesse la Stella Polare, le conseguenze in termini di azioni successive alla percezione dipenderebbero per buona parte non

dall'aver visto la Stella Polare, ma dall'averla vista *come* la stella che indica il nord. In tal caso, infatti, si saprebbe da che parte dirigersi per tornare a casa. Se invece si vedesse la Stella Polare senza conoscere l'astronomia, non si potrebbe usufruire di tale percezione (ossia del *vedere come*) per dirigere l'azione.

La natura della maggior parte dell'esperienza percettiva richiede una spiegazione in termini di rappresentazione e di informazione immagazzinata. Benchè le teorie cognitive sulla percezione visiva non siano ad oggi esaurienti nello spiegare il processo del *vedere come*, sono indubbiamente un passo avanti rispetto all'approccio gibsoniano, che nega l'importanza della questione.

Modularità

I processi cognitivi sono generalmente organizzati secondo moduli. Marr (Marr, 1976) definisce i moduli come piccoli sottoprocessi, indipendenti e specializzati.

Secondo Fodor (Fodor, 1983) i moduli sono meccanismi computazionali geneticamente determinati, che operano su rappresentazioni specifiche e sono associati a strutture neurali localizzate. Tali processi agiscono in modo veloce e automatico e sono incapsulati informazionalmente, ossia non vengono influenzati da altre componenti del sistema. Nello specifico, i moduli non possono essere influenzati dalla conoscenza consapevole del soggetto. Ad esempio, nell'illusione visiva di Müller-Lyer, mostrata in figura 1.2.1, due linee della stessa lunghezza vengono percepite di lunghezze differenti. L'illusione percettiva permane anche in seguito alla misurazione delle due linee. Tale illusione non è modificabile attraverso la consapevolezza del soggetto poiché è contenuta nel *modulo della visione* che processa l'esperienza visiva.

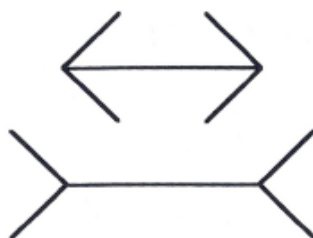


Figura 1.2.1 Illusione di Müller-Lyer

Le architetture modulari nei modelli cognitivi vengono convenzionalmente rappresentate sotto forma di diagrammi di flusso, le cui singole componenti possono essere selettivamente danneggiate. Pylyshyn (Pylyshyn, 1999) ad esempio considera la modularità della percezione visiva individuando due processi distinti: una *early vision* (ossia un sistema, cognitivamente impenetrabile da conoscenze, aspettative e credenze, che fornisce una rappresentazione delle specifiche proprietà dell'ambiente circostante) e un processo cognitivo generale che opera sulla suddetta rappresentazione in modo consapevole.

In conclusione, le teorie cognitive della percezione visiva sono fondamentali, dal momento che affrontano due importanti questioni, ignorate dalle teorie ecologiche: il ruolo della conoscenza nella percezione e il concetto di rappresentazione.

Nei paragrafi successivi vengono esposte le teorie cognitive che hanno apportato contributi importanti alla conoscenza del processo di percezione visiva. E' doveroso sottolineare che un importante contributo nella creazione dei suddetti modelli cognitivi è stato fornito dallo studio dei processi di riconoscimento visivo in pazienti cerebrolesi.

- Fase preliminare

a. Modello di Lissauer

Lissauer (Lissauer, 1890) è stato il primo autore a proporre un modello del processo di riconoscimento degli oggetti, basandosi sullo studio dei deficit di riconoscimento visivo in pazienti cerebrolesici. Nello specifico, egli ha analizzato il caso di un paziente che, pur non essendo in grado di attribuire significato agli oggetti che vedeva (ad esempio, scambiava la giacca per i pantaloni, nominava in modo erroneo gli oggetti) era in grado di copiarli e descriverli. Era inoltre in grado di riconoscere gli stessi oggetti se questi venivano presentati attraverso la modalità tattile o uditiva.

Sulla base delle suddette osservazioni, Lissauer ha ipotizzato che il processo visivo di riconoscimento degli oggetti possa essere suddiviso in due diversi livelli di elaborazione: appercettivo e associativo.

A livello appercettivo viene effettuata un'analisi accurata delle caratteristiche sensoriali dello stimolo, che dà luogo ad una percezione strutturata. A livello associativo invece viene attuato un confronto tra il risultato dell'analisi percettiva, che deriva dalla conclusione del livello precedente, e le conoscenze immagazzinate in memoria relative agli oggetti conosciuti. L'identificazione degli oggetti avviene quindi nel momento in cui sono soddisfatti i seguenti requisiti:

- concordanza tra la codificazione strutturata dello stimolo e la rappresentazione mentale conservata in memoria;
- attivazione di una rete di conoscenze sulle caratteristiche fisiche, funzionali e categoriali dello stimolo, che ne permettono l'identificazione. Infatti, se la rete semantica non viene attivata, il riconoscimento rimane incompleto e lo stimolo viene percepito unicamente come elemento conosciuto (ossia familiare), senza che ne siano evocate caratteristiche più definite.

La compromissione di ciascuno di questi stadi sarebbe responsabile di disturbi specifici, che Lissauer definisce rispettivamente agnosia appercettiva e agnosia associativa (per una descrizione dettagliata si veda il capitolo sulle agnosie).

b. Modello di Warrington e Taylor

Warrington e Taylor (Warrington et al., 1978; Warrington et al., 2009), hanno indagato il riconoscimento visivo degli oggetti in 81 pazienti cerebrolesi destri o sinistri. Hanno utilizzato due compiti: il primo in cui veniva massimizzata la categorizzazione percettiva basata sull'identità fisica, il secondo in cui veniva massimizzata la categorizzazione semantica basata sull'identità funzionale. Il gruppo di pazienti cerebrolesi destri ha mostrato una difficoltà nella categorizzazione percettiva, mentre i cerebrolesi sinistri nella categorizzazione semantica. I suddetti risultati hanno permesso di ipotizzare l'esistenza di 3 livelli nel processo di riconoscimento visivo di oggetti:

- Livello I: caratterizzazione dello stimolo;
- Livello II: categorizzazione percettiva, localizzata nell'emisfero destro;
- Livello III: rielaborazione semantica, localizzata nell'emisfero sinistro.

c. Modello di Marr

Marr (Marr, 1976; Marr, 1977; Marr, 1982) ha elaborato un modello della percezione visiva che ha inizio dall'analisi della trasformazione di pattern di luci sulla retina e termina con la consapevolezza del mondo visibile.

Come già illustrato, il modello di Marr affonda le proprie radici nella teoria computazionale per sostenere la necessità di algoritmi matematici e si ispira a teorie psicologiche – ad esempio le leggi della Gestalt – e psicofisiche per elaborare ipotesi su come gli algoritmi coinvolti vengano effettivamente impiegati nei *pathway* visivi dell'uomo.

Marr sostiene la modularità del processo visivo e ritiene che al termine della realizzazione di ciascun modulo si ottenga una rappresentazione di ciò che viene visto. Il primo modulo del modello di Marr conduce alla creazione del *primal sketch*. Il *primal sketch* è una rappresentazione 2D dei cambiamenti d'intensità della luce nell'immagine, che si crea mettendo in relazione le descrizioni locali dei cambiamenti d'intensità.

Nella rappresentazione successiva – il $2\frac{1}{2}D$ *sketch* – vengono invece specificati l'aspetto della superficie visibile degli oggetti, le distanze e l'orientamento relativo rispetto all'osservatore.

La rappresentazione finale – il $3D$ *sketch* – contiene forme solide tridimensionali degli oggetti, utilizzate per il confronto con le rappresentazioni degli oggetti immagazzinate in memoria.

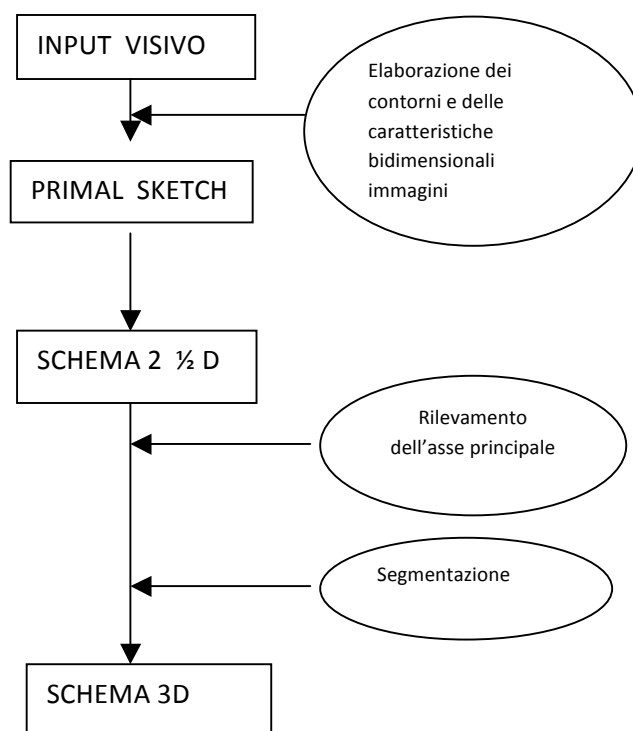


Figura 1.2.2 Modello di Marr

Il modello modulare proposto da Marr, illustrato in figura 1.2.2, trova conferma sia nei sistemi d'intelligenza artificiale, sia nelle evidenze che derivano dalla neuropsicologia. Infatti, è noto che forme di agnosia causate da danni cerebrali possono determinare una difficoltà nell'identificazione degli oggetti, nonostante il risparmio delle abilità percettive di base. Ciò dimostra che il danneggiamento di un modulo non determina la compromissione dell'intero processo, ma solamente della specifica funzione del modulo danneggiato.

Poiché però ogni fase di elaborazione agisce sulle rappresentazioni create a livello della fase precedente, il flusso d'informazione è unidirezionale e *bottom-up*. Il

danneggiamento del modulo precedente comporta quindi necessariamente un malfunzionamento del successivo, a causa di una compromissione della rappresentazione su cui dovrebbe agire.

Marr non esclude il ruolo della conoscenza e delle ipotesi nell'elaborazione visiva, accettando l'influenza di componenti *top-down* che guidano concettualmente il processo. L'autore afferma però che il suo intento preminente è quello di studiare la modalità *bottom-up* di acquisizione dell'informazione, generata dall'analisi dei dati dell'input visivo.

Nonostante Marr si occupi di indagare le informazioni provenienti dall'immagine retinica senza attingere alla conoscenza di oggetti o eventi specifici, egli dà grande importanza alla conoscenza delle proprietà generali del mondo visibile naturale. Ad esempio, l'autore sostiene che la regolarità della consistenza della superficie degli oggetti e la regolarità delle proprietà topologiche di parti delle forme degli oggetti viventi fungano da suggerimenti. La conoscenza inerente le suddette proprietà viene infatti inconsapevolmente incorporata nell'organizzazione del sistema visivo.

Primal sketch

Al fine di elaborare l'immagine retinica, è necessario crearne una rappresentazione che renda esplicita la sua struttura spaziale e che specifichi dove avvengono i cambiamenti più significativi nell'intensità della luce e nella composizione dello spettro luminoso. Nell'analisi di una scena, la descrizione della struttura dell'immagine deve necessariamente avvenire prima dell'interpretazione dell'immagine in termini di oggetto.

Marr suddivide la descrizione dell'immagine in due fasi:

- Fase I: esplicitazione dei cambiamenti dell'intensità di luce in una rappresentazione – ossia nel *primal sketch*;
- Fase II: identificazione, tramite algoritmi, di regioni e strutture più ampie.

Il *primal sketch* è quindi una rappresentazione che identifica le caratteristiche locali dell'immagine, ottenuta da una raffigurazione in scala di grigi dell'immagine retinica. Questa raffigurazione, ottenuta attraverso la misurazione dell'intensità della luce in un vasto numero di piccole regioni dell'immagine definite *pixels* (da *picture elements*), è una disposizione bidimensionale dei valori dell'intensità della luce. Ciascun pixel e il suo valore di intensità associato sono corrispondenti ad un

fotocettore e al suo potenziale recettoriale. Tale modello filtra l'immagine retinica attraverso campi recettivi che sono sensibili ai contrasti di luminosità e che successivamente utilizzano funzioni non lineari per derivare caratteristiche degli output filtrati. I contorni di un'immagine vengono definiti dai punti in cui la luminosità cambia più nettamente nello spazio, quindi dai punti in cui è presente un picco di gradiente di intensità. Il *primal sketch*, di cui viene mostrato un esempio in figura 1.2.3, deriva da 4 componenti, che originano da 4 differenti tipologie di cambiamenti d'intensità della luce: il contorno dei segmenti, le barre, le terminazioni e i blobs. I cambiamenti locali di intensità determinano la successiva rappresentazione di intere regioni dell'immagine stessa, delle superfici dell'oggetto e della sua forma.

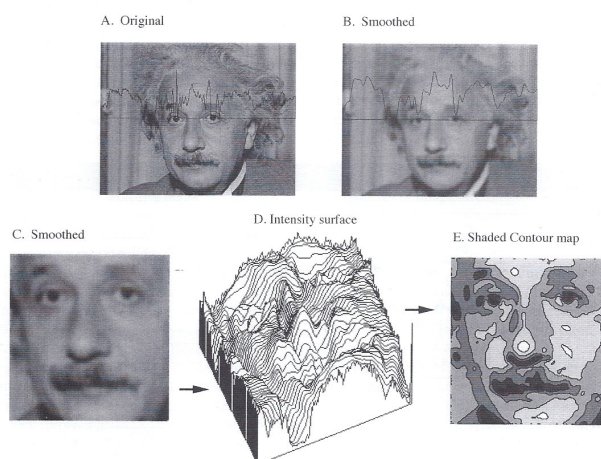


Figura 1.2.3 Esempio di *primal sketch*

2½D Sketch

La costruzione e rappresentazione delle superfici è un passaggio chiave nella transizione dalla descrizione delle caratteristiche di un'immagine alla descrizione di un oggetto. La rappresentazione della superficie – ossia il *2½D sketch* – è ottenuta dalle informazioni provenienti dalla stereopsi, dall'analisi del movimento dell'immagine e dei contorni, dalla consistenza e dalla forma.

La rappresentazione *2½D sketch* contiene una grande quantità di informazioni sulle profondità relative, sull'orientamento, sulle variazioni locali e sulle discontinuità delle superfici. Il *2½D sketch* include quindi più informazioni della semplice rielaborazione in 2D, ma non rimanda ancora ad un'immagine tridimensionale. Il

2½D sketch, infatti, è comunque centrato sull'osservatore e, nello specifico, sul sistema retinico con coordinate egocentriche. A questo livello quindi la rappresentazione non è centrata sull'oggetto e non esplicita la struttura 3D delle forme nello spazio.

3D Sketch

Il *3D sketch* è la rappresentazione che specifica le caratteristiche tridimensionali delle componenti dell'oggetto e la loro relazione reciproca. Ogni schema 3D possiede assi principali, che ne definiscono anche la prospettiva prototipica. Nel *3D sketch* infatti viene stabilito un asse di orientamento preferenziale che definisce la prospettiva usuale dell'oggetto. La rappresentazione *3D sketch* quindi non è più centrata sull'osservatore, ma sull'oggetto.

d. Modello di Humphreys e Bruce

Humphreys e Riddoch (Humphreys et al., 1984) hanno indagato il riconoscimento visivo in 5 pazienti cerebrolesi. Nello specifico, hanno mostrato fotografie di oggetti inquadriati da prospettive differenti e hanno chiesto loro di identificare le 2 fotografie che rappresentavano lo stesso oggetto target, distinguendolo dalle fotografie che rappresentavano oggetti-distrattori visivamente simili. Quattro pazienti hanno commesso errori quando l'asse principale dell'oggetto target era accorciato. Un paziente invece ha commesso errori quando la rilevanza delle caratteristiche distintive primarie dell'oggetto era ridotta. La suddetta doppia dissociazione ha consentito di ipotizzare l'esistenza di due vie indipendenti per l'acquisizione della *forma costante* (equivalente alla rappresentazione 3D nel modello di Marr). Le due differenti modalità di acquisizione sono:

- l'analisi delle caratteristiche distintive locali di un oggetto;
- l'analisi delle caratteristiche strutturali globali in rapporto all'asse principale dell'oggetto.

Due pazienti hanno inoltre mostrato un deficit selettivo nel riconoscimento di oggetti accorciati prospetticamente e non nella discriminazione delle normali forme. Ciò ha suggerito l'indipendenza della suddetta via di riconoscimento dall'elaborazione della forma.

Il paziente che ha commesso errori dipendenti dalle informazioni delle caratteristiche distintive locali ha mostrato un deficit anche nella discriminazione delle dimensioni. Il quadro emerso ha suggerito che il paziente non fosse in grado di utilizzare le proprietà globali della forma. I dati fin qui emersi dall'indagine qualitativa degli errori commessi dai pazienti studiati da Humphreys e Riddoch ha consentito a Humphreys e Bruce (Humphreys et al., 1989) di elaborare un modello di riconoscimento visivo, illustrato in figura 1.2.4, strutturato come segue:

- Livello I: le proprietà sensoriali dello stimolo (orientamento, grandezza, colore, etc...) vengono codificate in automatico e in parallelo;
- Livello II: l'attenzione visiva (distribuita o focalizzata) consente l'elaborazione della forma e dei dettagli dell'oggetto;
- Livello III: all'interno di un buffer visivo avviene il passaggio da una prospettiva centrata sull'osservatore ad una centrata sull'oggetto, per consentire l'elaborazione della prospettiva convenzionale dell'oggetto. In questa fase l'oggetto viene riconosciuto come *già visto* all'interno di un sistema di conoscenza della forma, in cui sono depositate le proprietà invarianti degli oggetti in relazione alla modalità visiva;
- Livello IV: grazie all'accesso al modulo di conoscenza semantica sopramodale, che contiene tutte le caratteristiche sensoriali e semantico-funzionali degli oggetti, avviene la piena identificazione dell'oggetto. A questo livello l'oggetto è rappresentato in tutti i suoi attributi.

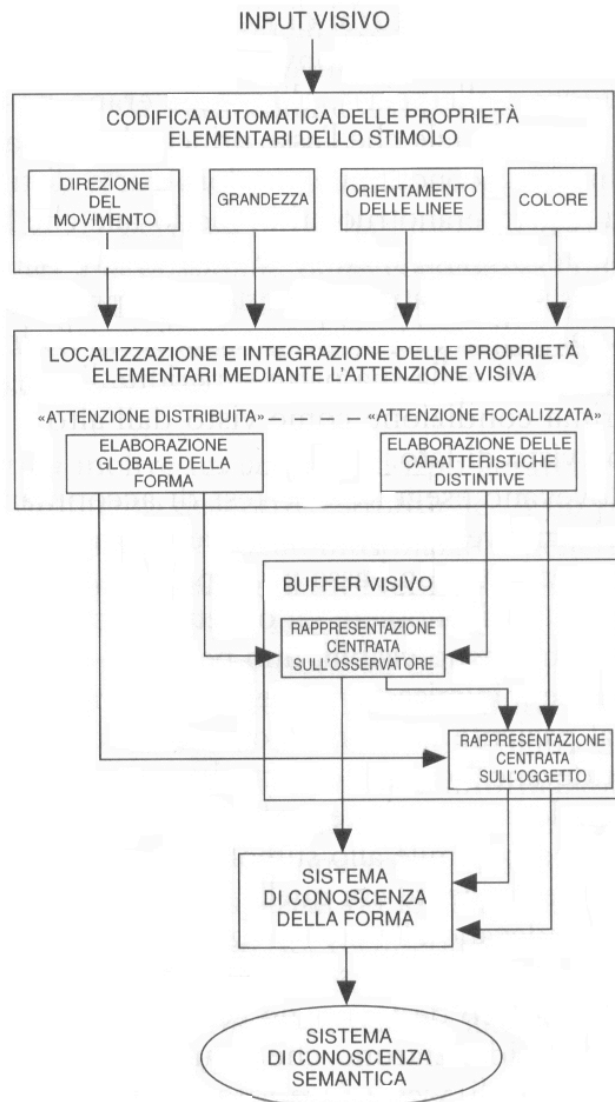


Figura 1.2.4 Modello di Humphreys e Bruce

- Riconoscimento degli oggetti

L'immagine di un oggetto può essere definita da una serie di descrizioni strutturali alternative, con crescente livello di astrazione rispetto all'originale distribuzione di intensità. Per descrizione strutturale s'intende un set di proposizioni – non linguistiche, simboliche – relative ad una specifica forma. Le proposizioni hanno la funzione di descrivere la natura delle componenti di una rappresentazione e di definirne l'arrangiamento strutturale delle diverse parti. Le immagini degli oggetti inoltre possono apparire differenti a seconda del dominio di descrizione che si utilizza. Ad esempio, due proiezioni di uno stesso oggetto, nella descrizione in 2D possono far apparire l'oggetto come due oggetti diversi. Ciò non accade invece in una descrizione in 3D, in cui vi è un'unica descrizione strutturale per ciascun oggetto, dal momento che la prospettiva è centrata sull'oggetto stesso e non più sull'osservatore. Quindi, due proiezioni di uno stesso oggetto possono avere differenti descrizioni strutturali nel dominio dell'immagine, ma necessariamente equivalenti in quello dell'oggetto.

E' noto che la proiezione della forma di un oggetto sulla retina dipende dal punto di osservazione del soggetto. Se ci si limitasse ad avere un sistema di coordinate basato sull'osservatore – ossia *picture domain* – si dovrebbero immagazzinare infinite descrizioni strutturali di ciascun oggetto per infiniti punti di osservazione dello stesso. Se invece s'ipotizza che l'oggetto venga descritto in riferimento ad un sistema di coordinate centrate sull'oggetto stesso, è possibile ridurre il numero dei modelli immagazzinati ad uno per oggetto. La seconda ipotesi consente ovviamente di economizzare le risorse.

a. Teoria di Marr e Nishihara

La teoria del riconoscimento degli oggetti proposta da Marr e Nishihara (Marr et al., 1978), afferma che un oggetto può essere descritto attraverso un insieme di coordinate basate solamente sulla figura stessa. Affinchè ciò sia possibile, è necessario avere a disposizione una cornice di coordinate canoniche – ossia una struttura determinata dalla forma stessa – in cui inserire la forma, prima che la forma sia descritta. Il set di elementi descrittivi – chiamati *primitivi* – necessari a

rappresentare una forma dipende dal livello di dettaglio che la descrizione della forma deve catturare. I suddetti elementi descrittivi vengono utilizzati come moduli: a seconda del livello di analisi, vengono impiegati *primitivi* di dimensioni differenti. In tal modo è possibile ottenere una descrizione stabile ad alti livelli di inquadramento dell'immagine, che non subisce modificazioni in seguito a cambiamenti di piccoli dettagli. I dettagli vengono invece rielaborati a livelli più bassi, che sono sensibili ai cambiamenti più fini.

Secondo la teoria proposta da Marr e Nishihara, per rappresentare una forma è necessario definire un *asse*. Le forme allungate ad esempio hanno un asse di simmetria naturale. Il suddetto modello viene inoltre efficacemente applicato a classi di oggetti che possono essere descritti come un insieme di uno o più *coni o cilindri generalizzati*. Il concetto di cono generalizzato è stato introdotto da Binford nel 1971 (Binford, 1971), con l'obiettivo di fornire una descrizione adeguata del volume degli oggetti in 3D. Rao e coll. (Rao et al., 1988) hanno definito coni e cilindri generalizzati come forme bidimensionali arbitrarie – chiamate sezioni trasversali – che vengono trascinate lungo una curva tridimensionale arbitraria – chiamata asse. Gli autori affermano che la dimensione e la forma di ciascuna sezione trasversale possono modificarsi lungo l'asse. Le regole che descrivono la modificazione sono definite regole di estensione oppure funzioni della sezione trasversale. Benchè l'asse, la sezione trasversale e le regole di estensione possano essere rappresentate da funzioni analitiche arbitrarie, Rao e coll. sostengono che nella pratica sono utilizzate solamente funzioni semplici. E' quindi possibile affermare che i coni generalizzati sono superfici create dal movimento della sezione trasversale di una forma costante (seppur di dimensioni variabili) lungo un asse. La figura umana, riportata in figura 1.2.5, può essere descritta come un insieme di coni generalizzati, corrispondenti al tronco, alla testa, agli arti, etc... Altri esempi di coni generalizzati sono illustrati in figura 1.2.6. Ad ogni livello di descrizione è possibile costruire un modello 3D atto a specificare:

- un asse singolo, che fornisce informazioni sulle dimensioni e l'orientamento di tutte le forme descritte;
- le disposizioni e le lunghezze degli assi componenti maggiori;
- le indicazioni sui modelli 3D per i componenti della forma associati con i suddetti assi.

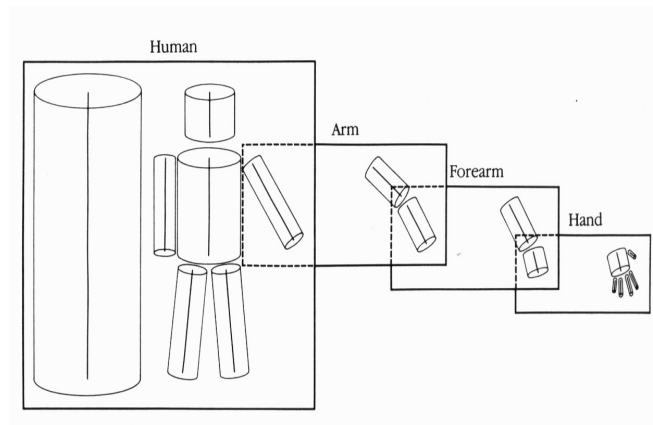


Figura 1.2.5 La figura umana secondo Marr e Nishihara

Il riconoscimento dell'oggetto secondo Marr e Nishihara, avviene quando si verifica un appaiamento tra la descrizione di un modello 3D derivata da un'immagine e una delle descrizioni del catalogo immagazzinato dei modelli 3D corrispondenti agli oggetti conosciuti.

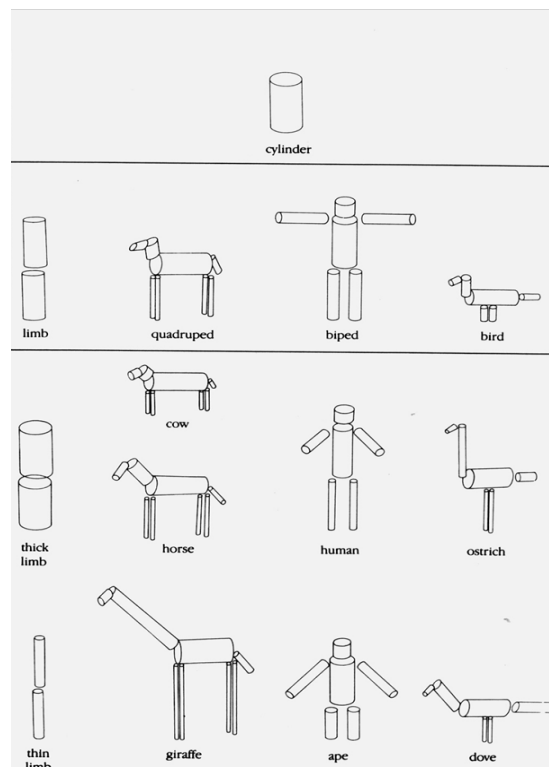


Figura 1.2.6 Esempi di coni generalizzati

Humphreys (Humphreys, 1984) ha condotto uno studio a supporto della teoria di Marr e Nishihara. L'autore ha chiesto ad alcuni soggetti di stabilire se due oggetti presentati – coppie di triangoli allungati o di parallelogrammi – possedessero la stessa forma. I risultati hanno mostrato che:

- i soggetti che non sapevano dove la seconda forma sarebbe comparsa rispetto alla prima, rispondevano più rapidamente quando l'orientamento dell'asse maggiore della forma era preservato. Ciò suggerisce che l'orientamento dell'asse gioca un ruolo importante nel processo di comparazione;
- non vi era invece differenza nei tempi di risposta quando i soggetti sapevano con anticipo dove la seconda forma sarebbe comparsa rispetto alla prima. La descrizione basata sugli assi non sembra quindi essere necessaria quando la posizione della seconda forma è conosciuta precedentemente.

Non è comunque necessariamente detto che la descrizione basata sugli assi venga utilizzata per tutte le forme allungate (Quinlan et al., 1993).

Gli studi fin qui citati si riferiscono soprattutto a rappresentazioni in 2D. Humphrey e Jolicœur (Humphrey et al., 1993) hanno rilevato che l'identificazione di disegni era marcatamente inficiata quando gli oggetti venivano rappresentati con il loro asse principale accorciato perché orientato direttamente di fronte all'osservatore. Marr (Marr, 1977) ha ipotizzato che, per poter comprendere la disposizione degli assi di un'immagine, senza sapere quale oggetto l'immagine rappresentasse, fosse necessario ricorrere agli *occluding contours* – ossia le linee che determinano la silhouette dell'oggetto. Unitamente agli *occluding contours*, Marr introduce i *contour generator* – ossia l'insieme di punti di una superficie che proiettano il contorno di una sagoma e che giacciono su un solo piano.

Secondo il modello di Marr e Nishihara, le rappresentazioni centrate sull'oggetto, costituite da descrizioni strutturali basate su un asse principale, possono essere derivate da un'immagine 2D. Tali rappresentazioni vengono successivamente utilizzate per accedere ad un catalogo di descrizioni di modelli 3D, grazie a cui avviene il riconoscimento.

b. Teoria di Biederman

La teoria di Biederman (Biederman, 1987) integra il modello proposto da Marr e Nishihara. L'autore sostiene che gli oggetti complessi sono descritti come disposizioni spaziali di componenti-base – definite *geoni*. I geoni, illustrati in figura 1.2.7, sono un numero ristretto di 36 forme primitive volumetriche – ad esempio cunei e cilindri – che Biederman paragona alle lettere dell'alfabeto: come le parole possono essere lette combinando fra loro elementi di un insieme limitato di lettere, allo stesso modo, gli oggetti possono essere riconosciuti attraverso la descrizione strutturale degli stessi in termini di geoni. Biederman tuttavia, a differenza di Marr, sostiene che le descrizioni a geoni sono solo parzialmente indipendenti dal punto di vista poiché possono essere ricavate anche da un'immagine 2D. Di conseguenza, è possibile che al variare del punto di vista di un'immagine 2D, vari la struttura a geoni che la descrive – come avviene ad esempio nel caso di oggetti parzialmente nascosti.

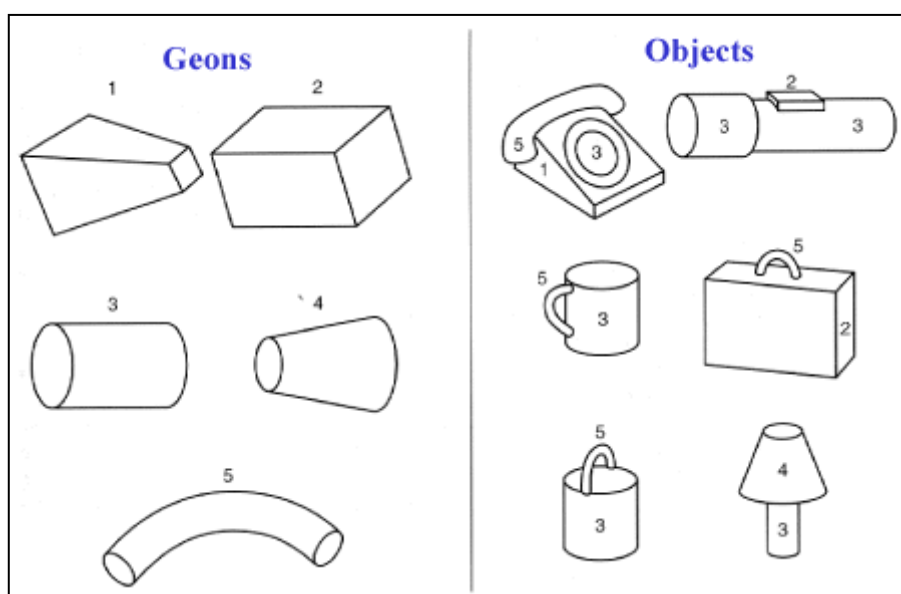


Figura 1.2.7 Esempi di geoni

Il riconoscimento degli oggetti attraverso l'analisi dei geoni avviene quindi senza la costruzione di una rappresentazione in 3D della forma. Dal momento che i geoni infatti sono definiti da proprietà invarianti rispetto al punto di osservazione, le

caratteristiche degli stessi possono essere direttamente evinte dal livello di rappresentazione in 2D.

Biederman e Cooper (Biederman et al., 1991) hanno condotto uno studio a supporto della teoria dei geoni. Gli autori hanno indagato il *repetition priming*, ossia la facilitazione che la prima esibizione di un'immagine esercita sulle successive durante l'esecuzione di compiti di riconoscimento. Nel valutare l'influenza delle variazioni della presentazione di un oggetto sul repetition priming, gli autori hanno rilevato che:

- l'entità del visual priming non diminuiva quando le due rappresentazioni degli oggetti differivano perché composte da diverse parti del contorno dell'oggetto;
- l'entità del visual priming si riduceva quando cambiavano i componenti – ossia i geoni – rappresentati nelle due immagini degli oggetti; ciò avveniva quando nelle due immagini venivano mostrate parti volumetriche differenti dello stesso oggetto.

Ulteriori esperimenti hanno confermato che la variazione di geoni più che i cambiamenti metrici della forma sono determinanti nel processo di riconoscimento degli oggetti (Cooper et al., 1993).

La natura e la disposizione dei geoni individuati nell'oggetto osservato permetterebbero la corrispondenza con i modelli strutturali degli oggetti. Quando membri della stessa categoria di oggetti possono avere forme differenti vengono immagazzinati, per lo stesso oggetto, più modelli strutturali.

I modelli proposti da Biederman e da Marr e Nishihara non considerano le difficoltà di riconoscimento degli oggetti che derivano dal punto di vista dell'osservatore. Non si occupano inoltre di spiegare come avvenga il riconoscimento di oggetti che condividono configurazioni simili.

Studi successivi hanno suggerito ad esempio l'esistenza di un magazzino di *punti di vista canonici*, con i quali le nuove immagini vengono confrontate, oppure la presenza di un *set di vedute discrete* immagazzinate, che permettono di codificare i nuovi oggetti (Bülthoff et al., 1992; Tarr, 1995; Tarr et al., 1989; Ullman, 1989).

Biederman e coll. (Biederman et al., 1999), per ovviare alle difficoltà sopra citate, hanno ipotizzato che, nel riconoscimento di oggetti che appartengono alla medesima categoria subordinata, sia necessario ricorrere all'analisi delle proprietà metriche.

Ciò non toglie che la maggior parte dei processi di riconoscimento siano comunque mediati da descrizioni strutturali di geoni.

Benchè Biederman suggerisca che il riconoscimento possa avvenire direttamente allo stadio 2D, non nega l'importanza delle descrizioni 3D degli oggetti per lo svolgimento di funzioni alternative.

- Sistema di descrizione strutturale

Nel 1987 Riddoch e Humphreys (Riddoch et al., 1987) hanno ipotizzato l'esistenza del Sistema di Descrizione Strutturale - o Structural Description System (SDS). L'SDS è un sistema deputato alla computazione di descrizioni strutturali, che non si occupa di gestire informazioni semantiche relative a proprietà associative e funzionali degli oggetti. Schacter e coll. (Schacter, 1992; Schacter et al., 1990) hanno indagato il funzionamento dell'SDS attraverso il *direct priming*. Per *direct priming* s'intende una facilitazione della performance che riduce i tempi di risposta del soggetto. La facilitazione è rappresentata dall'utilizzo, non intenzionale e non esplicitato, di informazioni precedentemente acquisite. Negli studi di Schacter e coll. ai soggetti viene somministrato un test di memoria implicita, che consiste nell'esprimere un giudizio di realtà su oggetti presentati attraverso la modalità visiva. Il test di memoria implicita è preceduto dall'esposizione a un oggetto presentato visivamente che, essendo immagazzinato nell'SDS, può fungere da facilitatore durante la fase di test. Gli autori ricorrono a diverse tipologie di oggetti pre-test - possibili (figura 1.2.8) e impossibili (figura 1.2.9), conosciuti e sconosciuti.

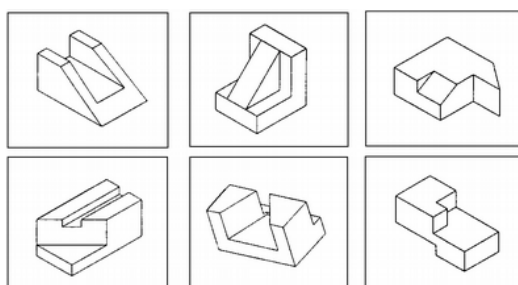


Figura 1.2.8 Esempi di oggetti possibili

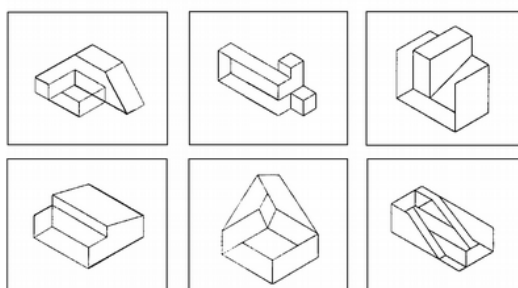


Figura 1.2.9 Esempi di oggetti impossibili

Dai risultati emerge che:

- il *priming* – ossia la facilitazione – avviene solo quando nel pre-test venogono presentati al soggetto oggetti possibili – siano essi conosciuti o sconosciuti. Ciò dimostra che il priming dipende dal processamento di informazioni strutturali non semantiche, che avviene a livello della memoria implicita grazie all' SDS;
- Il priming si verifica nei compiti in cui si richiede la codifica di informazioni sulla struttura 3D globale. Infatti, tali informazioni possono essere processate solo se gli oggetti sono strutturalmente possibili;
- vi è un'indipendenza stocastica tra la prestazione al test e la memoria esplicita. Ciò dimostra una dissociazione tra memoria implicita ed esplicita relativa agli oggetti-target.

Schacter (Schacter, 1991), anche a seguito di quanto emerso dagli studi precedentemente esposti, ha sostenuto l'ipotesi che l' SDS sia un substrato necessario alla realizzazione del priming e che, di conseguenza, l' SDS giochi un ruolo fondamentale nell'immagazzinamento delle forme degli oggetti, in qualità di sottosistema che opera a livello presemantico.

Ulteriori conferme all'esistenza dell' SDS derivano da studi in ambito neuropsicologico e, nello specifico, dalla valutazione di pazienti agnosici. Come esposto nel paragrafo successivo, nei pazienti agnosici si può riscontrare una dissociazione tra il danneggiamento della capacità di rielaborazione delle caratteristiche percettive e di richiamare informazioni semantiche. Tale riscontro ha permesso di confermare l'esistenza di un sistema deputato al riconoscimento delle forme strutturali – l' SDS appunto.

In letteratura sono poi riportati una serie di lavori teorici e osservazioni cliniche (Humphreys et al., 1988; Sartori et al., 1988) relativi ai deficit categoria specifici. Tali studi hanno condotto alla formulazione di ipotesi alternative in merito alla struttura dell' SDS.

Humphreys, dallo studio del paziente JB, che presentava disturbi più gravi per la categoria biologica nei test di denominazione, ha dedotto che la fragilità della categoria dei viventi possa essere determinata da una maggiore sovrapposizione del contorno rispetto alla categoria dei manufatti.

Sartori e Job hanno descritto due pazienti, Giulietta e Michelangelo, che mostravano una difficoltà nei test atti ad indagare l'integrità dell' SDS, associata ad un deficit sproporzionato per la categoria biologica. Gli autori hanno così ipotizzato che, ai fini di un'adeguata conoscenza semantica relativa agli attributi percettivi della categoria biologici, sia necessario un SDS integro.

1.3 AGNOSIE VISIVE

Con il termine agnosia s'intende un disturbo di riconoscimento limitato ad un canale sensoriale, non spiegabile da disturbi percettivi elementari, compromissione dell'attenzione, o difficoltà di linguaggio. Il termine agnosia è stato utilizzato per la prima volta da Lissauer nel 1890 (Lissauer, 1890). Il disturbo agnosico maggiormente studiato in ambito neuropsicologico è quello che interessa il canale sensoriale visivo, ossia l'agnosia visiva. Le agnosie del canale sensoriale visivo si distinguono tradizionalmente in agnosie per gli oggetti, agnosie per le facce (prosopagnosie), agnosie per i colori e agnosie per le parole scritte. L'esistenza di doppie dissociazioni tra le classi di elementi sopra citati ha permesso ad alcuni autori di supporre che aree cerebrali distinte siano deputate all'immagazzinamento di immagini di classi di stimoli differenti. Ad esempio, Rumiati e coll. (Rumiati et al., 1994) hanno descritto un paziente che presentava agnosia per gli oggetti, ma preservata abilità di riconoscimento di parole e facce.

Altri autori (Farah, 1991; Farah, 1997) invece hanno sostenuto che le doppie dissociazioni dipendano non dalla classe di appartenenza degli stimoli, ma dalla modalità attraverso cui gli stessi vengono identificati. Secondo Farah, ad esempio, alcune classi di stimoli verrebbero identificate a seguito di un'analisi globale, mentre altre attraverso un'analisi dei singoli elementi che compongono lo stimolo.

Come già precedentemente esposto, Lissauer per primo ha descritto un paziente agnosico. Il paziente appariva perplesso di fronte agli oggetti che lo circondavano – ad esempio scambiava la giacca con i pantaloni e non era in grado di selezionare la posata adatta al cibo. Non era infatti in grado di riconoscere oggetti che gli venivano presentati attraverso la modalità visiva. Eppure il paziente era in grado di disegnare oggetti che non riconosceva, di descriverli a memoria e di riconoscerli se presentati attraverso la modalità tattile o uditiva. L'osservazione del suddetto paziente ha permesso a Lissauer di ipotizzare che il processo di riconoscimento visivo potesse essere scomposto in due sottoprocessi. Dalla compromissione di ciascuno dei suddetti sottoprocessi Lissauer ha ipotizzato derivassero due possibili forme di agnosia:

- *Agnosia appercettiva*: viene definita da Lissauer stesso *percezione cosciente di un'impressione sensoriale*. L'agnosia appercettiva deriva da una

compromissione selettiva a livello del processo di sintesi delle proprietà visive sensoriali in forme percettive strutturate. Nell'agnosia appercettiva devono però essere integri i processi percettivi di base.

- *Agnosia associativa*: dipende da una disconnessione tra la rappresentazione percettiva dell'oggetto e le conoscenze semantiche immagazzinate degli oggetti. L'agnosia associativa, a differenza dell'*amnesia semantica*, è specifica per un canale sensoriale – generalmente quello visivo. Un paziente con agnosia associativa quindi non è in grado di fornire informazioni semantiche sugli oggetti se presentati attraverso la modalità visiva. E' invece perfettamente in grado di accedere alle conoscenze semantiche attraverso canali sensoriali alternativi alla vista, come il tatto e l'udito.

La classificazione tassonomica dei deficit relativi al riconoscimento visivo proposta da Lissauer è ancora oggi accettata e ampiamente usata nella pratica clinica. Ai disturbi individuati da Lissauer si è aggiunta l'*afasia ottica*, descritta per la prima volta da Freund nel 1889 (Freund, 1889), che consiste in un selettivo deficit di denominazione – e talvolta comprensione – limitato a stimoli presentati per via visiva. Studi successivi hanno permesso di approfondire ulteriormente le possibili differenziazioni del disturbo agnosico.

- Agnosia appercettiva

L'agnosia appercettiva è un disturbo dell'analisi percettiva visiva degli oggetti, che non ne consente il riconoscimento, in assenza di disturbi visivi elementari – come deficit del campo visivo, dell'acuità visiva e della discriminazione di colori.

Nell'agnosia appercettiva vi è quindi una compromissione della capacità di elaborazione dei dati sensoriali in unità percettive strutturate che permettano di ricostruire la forma degli oggetti, consentendone il riconoscimento.

In neuropsicologia clinica, la presenza di agnosia appercettiva viene generalmente indagata attraverso la somministrazione di compiti che richiedono il riconoscimento di oggetti presentati secondo prospettive non prototipiche, l'identificazione di figure incomplete o sovrapposte, l'accoppiamento di disegni uguali ma di dimensioni differenti e la copia di un disegno.

Benson e Greenberg (Benson et al., 1969) hanno descritto un paziente che mostrava difficoltà di riconoscimento di oggetti, figure, facce e lettere dell'alfabeto. Il paziente non era inoltre in grado di accoppiare due figure identiche, copiare semplici figure geometriche, seguire i contorni di una linea curva e discriminare un oggetto rispetto allo sfondo. Egli era tuttavia in grado di discriminare differenze di luminosità, di percepire il movimento degli oggetti e di stabilire le dimensioni relative tra due oggetti. Il profilo emerso ha permesso agli autori di supporre che il disturbo del paziente fosse a livello della percezione della forma degli stimoli.

Warrington e James (Warrington, 1985; Warrington et al., 1988) hanno invece ipotizzato che il deficit agnosico appercettivo si collochi ad un livello più complesso di percezione della forma. Gli autori hanno infatti definito l'agnosia appercettiva come un disturbo della categorizzazione percettiva che permette la descrizione strutturale di un oggetto – ossia la descrizione degli elementi distintivi di un oggetto e delle loro rappresentazioni spaziali. Secondo quest'ottica, l'agnosia appercettiva consisterebbe in un disturbo del magazzino della conoscenza strutturale degli oggetti. All'interno del suddetto magazzino ogni percetto è specificato da un insieme di caratteristiche visive e spaziali, che nel complesso definiscono l'identità strutturale dell'oggetto, indipendentemente dalla posizione che l'oggetto assume nello spazio. La costituzione di un'identità strutturale stabile dell'oggetto consente il

riconoscimento dello stesso indipendentemente dalle variazioni di forma, dimensione e prospettiva assunte dall'oggetto nell'immagine.

Affinchè un paziente possa quindi essere classificato come agnosico appercettivo secondo la definizione adottata da Warrington e James è necessario che esegua adeguatamente compiti elementari di percezione della forma – come il test di discriminazione quadrato-rettangolo di Efron o il test figura-sfondo di Warrington e Taylor (Warrington et al., 1973). Il paziente dovrebbe invece fallire test che indagano il riconoscimento di oggetti presentati secondo prospettive insolite – come il test delle silhouettes, il test delle figure incomplete di Gollin, il test delle facce di Benton. I suddetti test infatti indagano specificatamente la capacità di riconoscere l'unità strutturale di un oggetto, indipendentemente dalle sue proiezioni sulla retina.

Humphreys e Riddoch (Humphreys et al., 1987) hanno attinto dal modello di Marr (Marr, 1982) per proporre un'interpretazione delle agnosie basata su un approccio cognitivo modulare. Gli autori hanno infatti distinto le differenti tipologie di disturbi agnosici sulla base della compromissione di ciascuno dei moduli teorizzati dal Marr nel suo modello di riconoscimento visivo. Di seguito vengono riportate le forme di agnosia appercettiva evinte dal suddetto approccio di Humphreys e Riddoch.

Agnosia per le forme

Si tratta di un deficit di elaborazione visiva precoce, determinato dall'incapacità di organizzare l'*input* sensoriale in una forma con identità indipendente dallo sfondo e da altre figure. Ad un'indagine neuropsicologica, l'agnosia per le forme si traduce in una difficoltà di eseguire compiti di accoppiamento di figure uguali, oppure compiti che richiedono di seguire i contorni di una figura o di copiare un disegno elementare. A livello dell'agnosia per le forme non vi è una compromissione selettiva per classi di stimoli, al contrario tutte le categorie di stimoli – oggetti, facce e lettere – risultano ugualmente compromesse.

E' stata inoltre ipotizzata l'esistenza di due componenti distinte nella percezione della forma: una componente deputata alla segregazione della figura rispetto allo sfondo, l'altra deputata all'identificazione della forma. La suddetta ulteriore distinzione è stata formulata a partire dall'osservazione di dissociazioni tra la compromissione di abilità di percezione elementare – evidenziate dalla patologica

discriminazione di forme semplici – e la preservata abilità di identificare figure rispetto allo sfondo (De Renzi et al., 1993; Kartsounis et al., 1991; Davidoff et al., 1993).

Agnosia integrativa

L'agnosia integrativa rappresenta l'incapacità di integrare le singole caratteristiche percettive di un oggetto – come contorni esterni e dettagli interni – in un'unica unità percettiva o struttura globale.

L'esistenza dell'agnosia integrativa è stata ipotizzata nello studio di un paziente condotto da Riddoch e Humphreys (Riddoch et al., 1987). Il paziente in questione era estremamente lento nell'identificare figure sovrapposte e commetteva un elevato numero di errori ad un test di decisione di realtà. L'osservazione dei suddetti comportamenti ha permesso agli autori di ipotizzare che il paziente avesse difficoltà ad integrare gli elementi di una figura in una visione d'insieme. Riddoch e Humphreys hanno suggerito che il paziente avesse quindi un deficit a livello dell'elaborazione delle caratteristiche distintive dell'oggetto.

Agnosia da compromissione della rappresentazione interna o trasformazionale

L'agnosia trasformazionale è un disturbo che determina l'incapacità di riconoscere oggetti mostrati secondo prospettive non convenzionali. I pazienti con agnosia trasformazionale hanno quindi un deficit a livello dei processi di trasformazione della struttura percettiva dello stimolo analizzato. Tale deficit non permette il confronto con la rappresentazione interna dello stimolo in questione. Gli autori hanno ipotizzato l'esistenza di un magazzino di deposito delle proprietà visive invariante degli oggetti relative alla forma dell'intero oggetto e alle sue parti.

Al fine di valutare l'eventuale compromissione della rappresentazione interna, si utilizzano sia prove bottom-up, sia prove top-down. Nelle prove bottom-up non è necessario riconoscere il significato dello stimolo, ma è sufficiente stabilire se lo stimolo presentato corrisponde ad una struttura contenuta nella memoria presemantica. Le prove bottom-up sono quindi test visivi come ad esempio la decisione di realtà e il completamento di figure.

Le prove top-down sono invece test verbali che richiedono la generazione di un'immagine visiva. Si ipotizza (Farah, 1984; Goldenberg, 1993) che le immagini

visive evocate nelle prove top-down provengano da un deposito a lungo termine delle rappresentazioni mentali e siano mantenute in un magazzino a breve termine – chiamato *buffer visivo* – per il tempo necessario ad essere analizzate.

Il pattern di risposta del paziente alle prove bottom-up e top-down consente di individuare l'agnosia trasformazionale: il paziente che fallisce sia le prove bottom-up sia le prove top-down ha una degradazione delle rappresentazioni visive; il paziente che invece fallisce solo le prove bottom-up ha invece una rappresentazione interna preservata.

In conclusione, le agnosie appercettive sono disturbi a livello del sistema descrittivo strutturale e sono conseguenti a lesioni localizzate a livello del lobo parietale e occipitale, generalmente destro. Il coinvolgimento dell'emisfero destro nella ricostruzione della struttura percettiva degli oggetti è confermato anche da studi condotti su ampie casistiche di pazienti con lesioni unilaterali (De Renzi et al., 1969; Warrington et al., 1973).

- Agnosia associativa

L'agnosia associativa consiste nell'incapacità di riconoscere e comprendere il significato di uno stimolo visivo, nonostante sia possibile dimostrare l'integrità dei processi percettivi e della rappresentazione interna della forma dello stimolo stesso. I pazienti con agnosia associativa ad esempio non sono in grado di evocare il nome di uno stimolo presentato visivamente, benché possiedano funzioni percettive integre e un linguaggio spontaneo adeguato. Nel paziente con agnosia associativa, come in quello con agnosia appercettiva, l'identificazione dello stimolo avviene invece con successo se lo stesso stimolo viene presentato attraverso una modalità sensoriale alternativa a quella visiva.

Nell'indagine testistica di un paziente agnosico associativo è necessario porre attenzione sia alla valutazione quantitativa che alla valutazione qualitativa di alcuni test. Ad esempio, il paziente con agnosia visiva ha una prestazione qualitativa caratteristica ai test di denominazione su via visiva: la capacità di denominare oggetti e figure è sostanzialmente sovrapponibile, si riscontrano spesso errori di natura semantica e il paziente raramente è in grado di riferire caratteristiche funzionali o contestuali dell'oggetto.

McCarthy e Warrington (McCarthy et al., 1986) hanno studiato un paziente con capacità percettive conservate e compromissione della componente semantico-visiva della conoscenza degli oggetti. Il suddetto paziente non era in grado di accoppiare la struttura percettiva con una traccia della memoria semantica. Alcuni autori (Farah,1990) hanno quindi ipotizzato che anche nelle agnosie associative sia presente una componente appercettiva. Tale componente non risulta tuttavia sufficiente a spiegare l'agnosia associativa nel suo complesso.

- Afasia ottica

Come precedentemente esposto, l'afasia ottica è un selettivo deficit di denominazione – e talvolta di comprensione – limitato a stimoli presentati per via visiva. L'incapacità ad evocare il nome dello stimolo nell'afasia ottica è dovuta alla mancata attivazione della parola da parte di stimoli che provengono dai centri visivi. Freund (Freund, 1889) è stato il primo a descrivere questo disturbo in un paziente affetto da tumore parieto-occipitale sinistro, con probabile invasione dello splenio. Il paziente compiva numerosi errori a prove di denominazione visiva di oggetti; era invece perfettamente in grado di denominare gli stessi oggetti quando, senza vederli, li teneva in mano. La lesione a livello dello splenio del corpo calloso ha favorito un'interpretazione del disturbo da parte di Freund in termini disonessionistici.

Il concetto di afasia ottica è stato successivamente abbandonato per essere ripreso circa 70 anni dopo da Spreen e coll. (Spreen et al., 1966). Gli autori hanno descritto un paziente con neoplasia parietale sinistra, che mostrava un deficit di denominazione visiva più marcato rispetto alla preservata denominazione tattile e verbale. Il paziente era inoltre in grado di definire l'uso degli oggetti che non denominava e di indicarli quando ne veniva detto il nome.

In merito all'interpretazione dell'afasia ottica, Geschwind (Geschwind, 1965) ha sostenuto l'ipotesi disconessionistica avanzata da Freund. Egli infatti ha ipotizzato che l'afasia ottica sia una disconnessione fra centro visivo e centro del linguaggio. Esistono tuttavia studi che non confermano l'ipotesi proposta da Freund e Geschwind (McCarthy et al., 1986).

In letteratura sono riportati diversi casi accertati di afasia ottica (Gil et al., 1985; Coslett et al., 1992; Manning et al., 1992). Hillis e Caramazza (Hillis et al., 1995), hanno studiato un paziente che, pur soddisfacendo i criteri per la diagnosi funzionale di afasia ottica, mostrava una compromissione della conoscenza semantica. La compromissione semantica in pazienti con afasia ottica è stata confermata anche da studi successivi (De Renzi et al., 1997). Tali dati hanno permesso di ipotizzare che nei pazienti con afasia ottica non vi sia una capacità di riconoscimento totalmente integra. E' quindi possibile affermare che nelle forme di agnosia associativa predomina un deficit di riconoscimento, mentre nell'afasia ottica

vi è una mancata trasmissione delle informazioni visive al centro del linguaggio. Per una questione di contiguità anatomica, è alquanto improbabile che un paziente presenti l'una o l'altra tipologia di agnosia nella forma pura: la lesione che può determinare entrambe le sindromi è infatti a livello della regione occipito-temporale mediale dell'emisfero sinistro. La lesione occipito-temporale sinistra, associata a quella dello splenio e del forceps major, è responsabile dell'interruzione delle connessioni della corteccia visiva destra con l'emisfero sinistro.

L'ipotesi che sembrerebbe spiegare da un punto di vista neuro anatomico l'insorgenza di afasia ottica prevede che il riconoscimento dello stimolo avvenga a livello dell'emisfero destro (Coslett et al., 1989; Coslett et al., 1992), che ha un livello di elaborazione semantica inferiore rispetto all'emisfero sinistro (De Renzi et al., 1969; McCarthy et al., 1990). A causa della disconnessione tra i due emisferi, le informazioni visive non possono raggiungere l'area del linguaggio che si trova nell'emisfero sinistro. Per tale motivo il paziente è in grado di riconoscere lo stimolo ma non di denominarlo.

Schnider e coll. (Schnider et al., 1994) hanno cercato di spiegare le differenze tra afasia ottica e agnosia associativa dal punto di vista anatomico. Gli autori hanno affermato che nell'afasia ottica vi è una lesione completa dello splenio del corpo calloso; nell'agnosia visiva invece lo splenio è risparmiato e il deficit è dovuto ad una lesione dell'emisfero sinistro, che determina l'incapacità di elaborare in modo soddisfacente le informazioni visive. L'ipotesi di Schnider e coll. non trova tuttavia conferme in ambito clinico. In alternativa i quadri di afasia ottica e agnosia associativa potrebbero derivare da differenze interindividuali premorbose a livello delle capacità semantiche residue dell'emisfero destro, che potrebbero determinare un riconoscimento soddisfacente (afasia ottica) oppure no (agnosia visiva). L'insorgenza di una sindrome o dell'altra dipenderebbe quindi dalle capacità semantiche residue dell'emisfero destro.

- Prosopagnosia

Il concetto di prosopagnosia è stato introdotto da Bodamer (Bodamer, 1947) Per prosopagnosia s'intende un disturbo selettivo del riconoscimento delle facce note – sia che appartengano a familiari, conoscenti o personaggi famosi. I pazienti prosopagnosici spesso sono comunque in grado di identificare le persone nel quotidiano perché utilizzano suggerimenti che derivano da dettagli visivi non appartenenti al volto – come l'abbigliamento, la capigliatura o la postura – oppure da modalità sensoriali alternative alla vista – come il tono di voce – oppure dal contesto spazio-temporale in cui avviene l'incontro (De Renzi, 1986).

Sia Hécaen e Angelergues (Hécaen et al., 1962), sia De Renzi e Spinnler (De Renzi et al., 1966) hanno riscontrato che il processo di analisi dei volti si verifica a livello dell'emisfero destro.

Warrington e James (Warrington et al., 1967) hanno appurato che non vi è correlazione tra i disturbi riguardanti facce note e sconosciute. Benton (Benton, 1980) ha quindi ipotizzato che vi fosse una dissociazione tra l'analisi percettiva dei volti – che determina un disturbo per le facce sconosciute – e un fattore mnesico – che determina un disturbo di riconoscimento di volti noti.

Damasio e coll. (Damasio et al., 1982) hanno sostenuto che l'apparente deficit specifico di riconoscimento dei volti sia in realtà determinato dalla necessità di un livello di analisi più fine per il riconoscimento dei volti rispetto ad altro materiale visivo. La presenza di doppie dissociazioni tra capacità di riconoscimento dei volti e altre categorie (McNeil et al., 1993) ha invece disconfermato l'ipotesi di Damasio e coll.

Bruce e Young (Bruce et al., 1986) hanno proposto un modello cognitivo che prevede una suddivisione in stadi del processo di identificazione di volti:

- Stadio I: elaborazione sensoriale visiva;
- Stadio II: codifica strutturale dell'immagine;
- Stadio III: rielaborazione attraverso l'unità di riconoscimento dei volti (che rappresenta un deposito di volti noti);
- Stadio IV: attivazione del nodo dell'identità personale, che definisce l'identità propria dei volti;
- Stadio V: attribuzione del nome.

Le diverse tipologie di prosopagnosia sarebbero quindi determinate da interruzioni del suddetto processo a diversi livelli.

1.4 SEMANTICA: COMPONENTI

- Il significato

Il significato, nel corso degli ultimi decenni, è stato definito in maniera alternativa dalle differenti discipline. Ciò che rende difficoltoso fornire una spiegazione univoca di cosa sia il significato è la compresenza in esso di aspetti legati alla stabilità e alla variabilità. Da un lato, infatti, la stabilità dei significati è necessaria per garantire la comprensibilità e comunicabilità negli scambi comunicativi; dall'altro, la variabilità è altrettanto necessaria per rendere flessibile, in base al contesto, l'applicazione del significato.

Il significato come insieme di condizioni necessarie e sufficienti

La semantica logico-filosofica ha proposto che il significato sia composto da un insieme limitato di tratti semantici intesi come condizioni necessarie e sufficienti (Hjelmslev, 1943). Ciò implica che:

- nessun tratto possa essere cancellato, né aggiunto;
- non vi è organizzazione gerarchica, quindi i tratti hanno la medesima rilevanza;
- il significato dei termini ha confini netti e distinti secondo una logica binaria.

La teoria delle condizioni necessarie e sufficienti non tiene conto tuttavia dell'importante distinzione tra tratti necessari e accidentali, del concetto irrinunciabile di vaghezza semantica e di tutte le evidenze che derivano dalla polisemia. Inoltre, la critica più aspra che viene mossa al suddetto modello è quella di concepire il significato come un'entità indipendente dalla mente dei singoli individui e dal modo in cui essi elaborano informazioni sulla realtà. Per i suddetti motivi, la teoria delle condizioni necessarie e sufficienti è stata abbandonata.

Il significato come valore

Nel paradigma strutturalista, De Saussure (De Saussure, 1916) propone un modello di semantica con l'obiettivo di giungere ad una definizione esclusivamente linguistica del significato. De Saussure concepisce il significato in quanto valore e

ritiene che ogni parola possa essere confrontata e opposta alle altre della medesima lingua. Il significato di ciascuna parola nasce quindi dalle relazioni intralinguistiche con le altre, in termini di differenze. Ciascun termine viene di conseguenza definito in negativo – ossia in base a ciò che non è. In questa ottica il significato è intrinsecamente distinto dal concetto, quindi la semantica si scinde dalla psicologia. La posizione di De Saussure fa perdere tuttavia di vista il processo di attribuzione di senso.

Il significato come prototipo

La semantica cognitiva intorno agli anni Settanta si è occupata di spiegare il significato secondo una teoria della comprensione. I significati vengono considerati dalla semantica cognitiva come elementi della struttura concettuale. La significazione dipende quindi intrinsecamente dalla spiegazione e comprensione dell'esperienza.

Rosch (Rosch, 1978) ha proposto di considerare il significato in quanto prototipo. Il concetto di prototipo deriva dall'attività mentale della categorizzazione. L'autrice ha ipotizzato che le categorie cognitive siano organizzate secondo due dimensioni – verticale e orizzontale. La dimensione verticale è relativa all'organizzazione intercategoriale e prevede tre livelli – categorie di base, superordinate e subordinate. La dimensione orizzontale riguarda invece l'organizzazione intracategoriale, ossia il modo in cui gli elementi sono rappresentativi di una categoria in quanto prototipici. Nella prima versione della teoria il prototipo viene inteso come il miglior esemplare della categoria, a cui gli altri elementi si riferiscono in termini di somiglianza e analogia. La rappresentatività consiste quindi nell'essere un buon prototipo della categoria di appartenenza. L'appartenenza categoriale richiede invece che un membro possieda le proprietà essenziali della categoria in cui rientra, definite in termini negativi. Oltre alle proprietà essenziali esistono proprietà aggiuntive, soggette ad eccezioni e cancellabili, definite proprietà tipiche.

Alcuni autori (Givón, 1986; Violi, 1997), in una versione più recente della teoria del prototipo, hanno proposto che la prototipicità di un elemento derivi dalla quantità di proprietà tipiche possedute. Si passa quindi dalla nozione di prototipo come esemplare concreto ad un insieme teorico di proprietà tipiche, indicativo dei gradi di rappresentatività rispetto alla categoria.

- Le categorie e i concetti

Al fine di essere in grado di elaborare, descrivere ed eventualmente memorizzare la varietà di stimoli che provengono dall'ambiente, è necessario mettere in atto strategie che organizzino le informazioni. A questo scopo gli esseri umani utilizzano il processo di categorizzazione e formazione di concetti.

Nella categorizzazione si utilizzano alcune caratteristiche degli stimoli esterni per assimilarli a stimoli già noti, e per ricondurli a un modello più generale – ossia ad una categoria. La categorizzazione permette così di raggruppare gli stimoli della realtà. Nel processo di categorizzazione vengono individuate caratteristiche invarianti tra oggetti apparentemente molto diversi tra loro per ricondurli ad un medesimo insieme. Ciò avviene nonostante talvolta gli oggetti presentino tra loro evidenti differenze fenotipiche. I concetti sono entità astratte, che possono anche rappresentare delle categorie. I concetti non sono raffigurabili con un'immagine precisa e non sono reperibili nella realtà concreta. La formazione dei concetti e la categorizzazione sono processi in gran parte legati all'esperienza individuale. Essi fanno riferimento alle conoscenze che l'individuo già possiede. Ad esempio, sulla base del livello di profondità a cui un individuo ha acquisito informazioni rispetto ad un ambito specifico, tenderà a creare categorie più o meno articolate riconducibili a quello specifico ambito di conoscenza.

I concetti si compongono di due insiemi di elementi: gli attributi caratteristici e gli elementi comuni, essenziali per definire la categoria (Smith et al., 1974). I concetti possono inoltre essere costruiti in base a diverse caratteristiche degli oggetti: le caratteristiche formali – ad esempio il colore, la forma, le dimensioni – le caratteristiche funzionali – ossia l'uso che se ne fa – le caratteristiche affettive – ossia qualità espressive degli oggetti comunicabili verbalmente e connesse al vissuto emozionale – e le caratteristiche relazionali – cioè la collocazione degli oggetti tra loro. Più i concetti sono generali e più perdono di definizione (Rosch, 1978). I concetti facilmente spiegabili hanno un grado di definizione più elevato ma, per lo stesso motivo, indicano classi di oggetti limitate, che possiedono prototipi molto aderenti agli oggetti concreti. Se un concetto è definito infatti, gli elementi che ne fanno parte hanno un alto grado di tipicità.

L'esistenza delle categorie concettuali è stata comprovata nel corso degli anni anche dallo studio di pazienti neuropsicologici che presentano disturbi semantici specifici per categoria.

- Dimensioni non categoriali nella semantica

Alcuni autori hanno ipotizzato che i disturbi semantici specifici per categoria studiati nell'ambito della neuropsicologia clinica non dipendano in realtà dalla natura categoriale dell'informazione. E' stato infatti proposto (Funnel et al., 1992) che nell'influenzare la conoscenza semantica dei pazienti con deficit categoria specifici intervengano dimensioni alternative alla categorizzazione, come la familiarità, la frequenza d'uso, l'età di acquisizione e l'immaginabilità.

Per frequenza d'uso s'intende la frequenza con cui una parola ricorre nella lingua di appartenenza del soggetto. Ad esempio la parola gatto, pur avendo lo stesso significato della parola micio, ha una frequenza d'uso più elevata nella lingua italiana. L'immaginabilità è la facilità con cui si è in grado di creare una rappresentazione visiva della parola in questione. In genere parole concrete, come fiore, sono più facilmente immaginabili rispetto a parole astratte, come noia.

L'età di acquisizione è rappresentata dall'età media in cui una parola tende a comparire nel vocabolario del bambino. Ad esempio, la parola mamma viene acquisita più precocemente rispetto alla parola sedia.

E' stato ipotizzato (Moss et al., 1998) che le suddette variabili – che rappresentano dimensioni non categoriali della semantica – possano condizionare selettivamente l'elaborazione neurale dell'informazione categoriale che, in tal caso, sarebbe rappresentata in modo diffuso nel cervello. La possibilità che fattori non categoriali siano l'unica causa delle dissociazioni semantiche documentate in letteratura è stata ad oggi abbandonata. Rimane comunque di fondamentale importanza controllare le suddette variabili nella creazione di materiale testistico atto ad indagare in pazienti neuropsicologici la dissociazione tra categorie.

- Correlati neurali

Gli studi in ambito neuropsicologico che si sono occupati dei deficit specifici per categoria si sono posti anche l'obiettivo di individuare i correlati neuroanatomici della conoscenza semantica.

Innanzitutto vi è una distinzione in termini di correlati anatomici tra manufatti e categorie biologiche. Pazienti con un deficit per le categorie biologiche mosterebbero una lesione a livello del lobo temporale sinistro e, nello specifico, nella parte anteriore o posteriore della via ventrale del processo visivo. La correlazione anatomica dei deficit nella categoria manufatti è meno chiara. Gainotti (Gainotti, 2010) propone che tale deficit sia attribuibile ad una lesione a livello delle regioni dorsali del cervello. Vi sono ipotesi alternative che propongono il coinvolgimento di aree frontoparietali o temporali.

Capitani e coll. (Capitani et al., 2003; Capitani et al., 2009; Scotti et al., 2010) sostengono inoltre che vi siano differenze di localizzazione nell'ambito della categoria entità biologiche. Propongono che la suddetta categoria venga suddivisa in animali da un lato e frutta e vegetali dall'altro, e che i correlati neurali delle suddette categorie siano almeno in parte distinti. Secondo gli autori infatti la rappresentazione semantica della categoria animali si colloca a livello delle aree temporali anteriori sinistre, mentre il correlato neurale della rappresentazione semantica della categoria frutta e vegetali corrisponde alle porzioni media e posteriore del giro fusiforme sinistro.

Gainotti (Gainotti, 2005; Gainotti, 2010; Gainotti 2012) sostiene l'importanza dei lobi temporali anteriori nella rappresentazione semantica. Sulla base dell'osservazione di pazienti con Demenza Semantica riconosce che ci possa essere una compromissione semantica amodale quando la demenza rende atrofici entrambi i lobi. Ipotizza però che nella Demenza Semantica in fase iniziale le rappresentazioni siano specifiche per modalità (visiva e verbale) e che il lobo temporale anteriore elabori soprattutto rappresentazioni verbali, mentre quello destro rappresentazioni visive.

In conclusione, la correlazione anatomica dei deficit semantici categoria specifici rimane ad oggi un argomento di indagine e dibattito, che necessita di ulteriori approfondimenti.

Gli studi di neuropsicologia cognitiva hanno segnalato l'importanza del lobo temporale nella rappresentazione delle conoscenze semantiche. Tuttavia, i dati provenienti dai pazienti si basano sulla sede della lesione cerebrale in termini morfologici (MRI). Non sono quindi in grado di distinguere le aree che rappresentano le conoscenze concettuali da quelle che le elaborano. Gli studi di neuroimmagine (Bookheimer, 2002; Thompson-Schill et al., 1999) su soggetti normali hanno dimostrato che durante compiti semantici si attivano sia le regioni temporali – come già osservato negli studi sui deficit semantici – sia strutture che negli studi lesionali non sembrano rilevanti. Una fra queste è rappresentata dai lobi frontali, il cui coinvolgimento è occasionale negli studi lesionali, ma sistematico in quelli di neuroimmagine.

Le interpretazioni delle attivazioni frontali sono ancora incerte. E' possibile che nei lobi frontali risieda l'informazione concettuale su verbi ed oggetti manipolabili (Caramazza et al., 2003), mentre nei lobi temporali quella sugli esseri viventi (Capitani et al., 2003; Gainotti, 2000). E' altresì possibile che il ruolo dei lobi frontali in compiti semantici consista nel mediare l'accesso all'informazione semantica, mantenere il processo di elaborazione e selezionare l'informazione corretta fra rappresentazioni simili (Tatsuno et al., 2005). Si potrebbe quindi ipotizzare che i lobi temporale e frontale siano coinvolti in due aspetti distinti della semantica.

1.5 SEMANTICA: MODELLI COGNITIVI

- La Memoria Semantica

La memoria semantica è l'insieme delle conoscenze che un individuo possiede del mondo, degli oggetti, delle parole e degli attributi che li definiscono.

Warrington (Warrington, 1975) nel 1975 ha descritto 3 pazienti con decadimento cognitivo progressivamente ingravescente inquadrabile come demenza semantica. L'autrice ha rilevato che i suddetti pazienti avevano abilità linguistiche, visuo-percettive e intellettive adeguate. Tuttavia essi presentavano un deficit a livello del proprio vocabolario e delle conoscenze relative alle informazioni visive degli oggetti. Ad esempio, erano in grado di ripetere adeguatamente le parole, ma senza comprenderne il significato. Spesso non identificavano il nome o la funzione degli oggetti, benché li percepissero familiari. I dati raccolti hanno permesso alla Warrington di distinguere per la prima volta la memoria semantica da quella episodica e di considerare il sistema semantico come un magazzino di conoscenze generali e concettuali autonomo ed indipendente rispetto agli altri sistemi cognitivi. I meccanismi deputati alla comprensione del significato di una parola sono quindi dissociabili dai meccanismi linguistici e visuo-percettivi. La suddetta affermazione è supportata da studi su casi clinici che hanno documentato l'esistenza di deficit ai primi livelli di rielaborazione dell'immagine con compromissione del riconoscimento in pazienti con un sistema di conoscenze semantiche integre rispetto all'immagine presentata. Esiste quindi una doppia dissociazione tra i processi di elaborazione della struttura percettiva degli oggetti e i processi di elaborazione del loro significato. Ne deriva che è verosimile che esistano due sistemi – ossia un sistema semantico e uno visuo-percettivo – tra loro indipendenti. È comunque doveroso ricordare che in letteratura sono stati descritti casi di pazienti in cui è presente un'interazione tra le capacità percettive e l'assegnazione del significato.

Lo studio dei pazienti cerebrolesi ha apportato un notevole contributo all'indagine del funzionamento delle strutture deputate alla conoscenza semantica. Nello specifico, si è dimostrato fondamentale analizzare i casi clinici in cui la memoria semantica è selettivamente compromessa (McKenna et al., 1993). Un esempio di

deficit semantico acquisito che ha notevolmente implementato la comprensione della memoria semantica è costituito dalla compromissione di informazioni semantiche relative ad una categoria specifica. Nei deficit semantici specifici per categoria, l'abilità di identificare specifiche categorie di oggetti e di accedere alle conoscenze semantiche relative alle suddette categorie è selettivamente inficiata. Le informazioni semantiche che invece riguardano le restanti categorie risultano integre. L'indagine di tali deficit ha permesso la formulazione di teorie esplicative dell'organizzazione del sapere concettuale.

- Teorie dell'organizzazione concettuale

Le teorie relative all'organizzazione concettuale della conoscenza si sono poste l'obiettivo di spiegare come l'organizzazione dei concetti sia strutturata nel cervello (Capitani et al., 2003). Le prove a sostegno di ciascuna delle teorie formulate sono tratte dallo studio di pazienti con deficit semantici specifici per categoria (Warrington et al., 1984). E' possibile suddividere le teorie sull'organizzazione concettuale secondo due principi, di seguito elencati:

- *principio delle strutture correlate* - correlated structure principle: attribuisce l'organizzazione del sapere concettuale nel cervello alla co-occorrenza statistica delle proprietà degli oggetti. Al suddetto principio si rifà l'ipotesi dell'organizzazione unitaria dei contenuti - Organized Unitary Content Hypotesis;
- *principio delle strutture neurali*: assume che l'organizzazione del sapere concettuale sia governata da vincoli/costrizioni rappresentazionali imposti dal cervello stesso. Al principio delle strutture neurali fanno riferimento la teoria sensitivo-funzionale - Sensory Functional Theory - e l'ipotesi dell'organizzazione categoriale delle conoscenze a livello cerebrale.

a. Teorie basate sul principio delle strutture correlate

Le teorie basate sul principio delle strutture correlate condividono l'assunto che qualsiasi struttura nell'organizzazione del sapere concettuale nel cervello riflette il modo in cui le proprietà degli oggetti sono statisticamente correlate l'una all'altra nel mondo.

Organized Unitary Content Hypotesis (OUCH)

La principale teoria che si basa sulla co-occorrenza statistica delle proprietà degli oggetti è l'Organized Unitary Content Hypotesis (OUCH). Tale teoria è stata proposta nel 1990 da Caramazza, Hillis, Rapp e Romani (Caramazza et al., 1990). Secondo l'OUCH, lo spazio concettuale è costituito da accorpamenti e gli oggetti che condividono più proprietà tendono ad essere rappresentati insieme. Le regioni dello

spazio concettuale che hanno una densità maggiore rappresentano quindi i domini di concetti caratterizzati da proprietà altamente intercorrelate.

Il principio che organizza le conoscenze sulla base dell'OUCH è quindi il grado di condivisione di proprietà tra gli oggetti. E' importante sottolineare che il suddetto principio non è semantico.

Secondo l'OUCH, una lesione a livello cerebrale può danneggiare selettivamente specifiche categorie di oggetti nella misura in cui colpisce aree che contengono accorpamenti concettuali che sono neuralmente contigui, oppure nella misura in cui il danno ad una data proprietà può propagarsi a proprietà altamente correlate.

Le entità biologiche rappresentano una categoria semantica i cui componenti possiedono proprietà altamente correlate. Per tale motivo il genere naturale nei deficit semantici specifici per categoria dovrebbe essere quello più frequentemente colpito. Al contrario, gli oggetti che appartengono alla categoria manufatti dovrebbero essere meno colpiti perché gli oggetti della categoria manufatti hanno una forte correlazione sia per forma che per funzione (Moss et al., 1998).

Si ritiene tuttavia che l'OUCH non sia sufficientemente precisa nel descrivere l'organizzazione del sistema semantico. Non consente inoltre di interpretare con accuratezza i dati relativi alla maggiore frequenza dei deficit specifici per categoria che coinvolgono la categoria delle entità biologiche.

b. Teorie basate sul principio delle strutture neurali

Le principali teorie basate sul principio delle strutture neurali sono: la teoria sensitivo-funzionale e la teoria del domain-specific account, che vengono esposte di seguito.

Teoria sensitivo-funzionale (SFT)

Secondo la SFT (Warrington et al., 1983; Warrington et al., 1987; Warrington et al., 1984), i deficit specifici per categoria sono generati da un sistema semantico non organizzato categoricamente. La conoscenza concettuale è quindi contenuta in sottosistemi sub-semantici e specifici per modalità. Tali sistemi sono distinti l'uno dall'altro sia dal punto di vista funzionale che neuroanatomico. Ciascuno di essi è inoltre dedicato all'immagazzinamento ed all'elaborazione di un tipo specifico di

informazione – come, ad esempio, l'informazione visiva, motoria o uditiva. Sulla base di quanto detto finora, la SFT presuppone che la compromissione della modalità visiva determini un deficit della categoria entità biologiche, mentre una compromissione della modalità funzionale provochi un'alterazione della categoria manufatti. La SFT postula quindi che la compromissione della categoria entità biologiche comporti un deficit delle conoscenze visive, mentre quella della categoria manufatti un deficit delle conoscenze funzionali.

Benchè vi siano più varianti della SFT, tutte poggiano su due assunti fondamentali:

- le proprietà sensoriali e funzionali sono implicate in modo differente nell'identificazione di oggetti appartenenti alle categorie entità biologiche e manufatti; l'abilità di identificare la categoria entità biologiche dipende dal sub-sistema semantico visivo, mentre quella di identificare le categorie manufatti dal sub sistema sensitivo/funzionale;
- la conoscenza concettuale è organizzata a livello encefalico per modalità - visiva, olfattiva e motoria-funzionale; ciascuna modalità è implicata nell'elaborazione di un tipo specifico di informazione.

Warrington, Shallice e McCarthy (Warrington et al., 1983; Warrington et al., 1984; Warrington et al., 1987) hanno proposto una variante della SFT che attribuisce maggiore importanza alle proprietà visive per la caratterizzazione degli oggetti che appartengono alla categoria entità biologiche, rispetto alla categoria manufatti. In base a questa teoria, un danno al sub-sistema semantico visivo determina un deficit specifico per categoria per le entità biologiche. Secondo la SFT, gli oggetti delle categorie biologiche si distinguono per le loro caratteristiche visive; al contrario, il riconoscimento degli oggetti appartenenti alla categoria non-biologici avviene primariamente grazie alla rielaborazione di caratteristiche funzionali.

Nel 1987 Warrington e McCarthy hanno ipotizzato che il sub-sistema semantico visivo fosse a sua volta scomponibile nelle categorie animali, frutta e verdura. Gli autori ritenevano infatti che alcune caratteristiche percettive, come la forma, fossero più importanti per il riconoscimento degli animali, che per la frutta o la verdura.

Tuttavia è stato dimostrato che il danno di alcune categorie semantiche non è associato a particolari difficoltà per tipi specifici di informazioni sensoriali e neppure che il riconoscimento delle componenti di diverse categorie semantiche

dipenda specificatamente dalla forma, dal colore o da altre caratteristiche sensoriali (Laiacona et al., 1997; Capitani et al., 2003).

La definizione dei particolari visivi di animali inoltre secondo alcuni autori potrebbe essere più complessa rispetto alla definizione delle caratteristiche funzionali degli stessi. Se così fosse, utilizzando descrizioni paragonabili per difficoltà, non sarebbe più evidente la maggior compromissione della modalità visiva del paziente, rispetto a quella funzionale. Laiacona e coll. (Laiacona et al., 1993; Laiacona et al., 1997) hanno studiato pazienti con deficit specifico della categoria delle entità biologiche, che presentavano pari entità di compromissione di caratteristiche visive e funzionali: tale dato risulta in contrasto con la SFT.

Ipotesi di organizzazione unitaria della conoscenza per categorie a livello cerebrale

L'ipotesi dell'organizzazione unitaria della conoscenza per categorie a livello cerebrale viene anche chiamata *Domain Specific Account* (DS-account).

Secondo la DS-account (Caramazza et al., 1998; Santos et al., 2002; Shelton et al., 2001), la capacità di identificare differenti categorie di oggetti dipende dall'integrità dei processi interni ai diversi sottosistemi specifici per modalità.

Tale approccio teorico conferisce una notevole importanza allo sviluppo filogenetico della specie umana nell'evoluzione del sapere concettuale. Nello specifico riconosce il ruolo che i diversi oggetti hanno avuto nella storia evolutiva dell'uomo. E' verosimile, infatti, ipotizzare che la pressione selettiva abbia determinato la formazione di circuiti neurali dominio-specifici dedicati alla rapida risoluzione di compiti fondamentali per la sopravvivenza. Ad esempio, ai fini della sopravvivenza del singolo individuo – e di conseguenza della specie – risultava determinante essere in grado di evitare i predatori e procacciarsi il cibo. Per evitare i predatori e procacciarsi il cibo era necessario processare rapidamente le informazioni relative alla categoria animali e piante.

Secondo la DS-account esistono quindi categorie evolutivamente salienti che costituiscono domini evolutivamente definiti. Possono quindi essere selettivamente lese solo quelle categorie che, per pressioni evolutive, hanno conquistato a livello cerebrale un dominio specifico. Quando vi è un deficit a livello di una delle suddette categorie è compromesso tutto il sapere relativo alla categoria lesa: non esiste quindi distinzione tra conoscenze sensoriali e funzionali.

Capitani e coll. (Capitani et al., 2003), in una revisione della letteratura del 2003, hanno analizzato i casi clinici di pazienti con deficit semantici specifici per categoria pubblicati negli anni dal 1984 al 2001 per testare quale delle teorie finora esposte fosse maggiormente in linea con i dati presenti in letteratura (per un'esposizione approfondita dell'articolo si rimanda al paragrafo sulle dissociazioni tra categorie). Gli autori hanno concluso per una sostanziale inconsistenza della teoria sensitivo-funzionale. La teoria Domain-Specific account è invece più compatibile con i dati emersi.

1.6 DISSOCIAZIONI TRA CATEGORIE

Ricerche in ambito neuropsicologico hanno dimostrato che disturbi semantici possono colpire selettivamente le conoscenze relative ad una categoria. In letteratura sono descritti numerosi casi di dissociazioni fra le capacità di elaborazione dell'informazione semantica appartenenti a categorie semantiche diverse.

Warrington e Mc Carthy nel 1983 (Warrington et al., 1983) hanno studiato un paziente con una selettiva difficoltà di denominazione e comprensione per oggetti appartenenti alla categoria non-biologici. Warrington e Shallice nel 1984 (Warrington et al., 1984) hanno pubblicato la prima rassegna di casi con deficit semantico categoriale. Gli autori hanno descritto 4 pazienti con encefalite erpetica, che presentavano un disturbo selettivo di denominazione e comprensione dei nomi di figure appartenenti alla categoria entità biologiche – e, nello specifico, animali. McCarthy e Warrington nel 1988 (McCarthy et al., 1988) hanno descritto un paziente con un deficit di memoria semantica per la categoria entità biologiche nella sola modalità verbale. Le ricerche fin qui riportate hanno consentito di dimostrare che in pazienti cerebrolesi si può assistere ad una dissociazione tra le categorie entità biologiche da un lato e oggetti inanimati dall'altro. E' doveroso segnalare che in molti pazienti il deficit selettivo per la categoria entità biologiche (animali e piante) si accompagna a quello per la categoria alimenti e che vi sono diverse eccezioni alla dicotomia animati vs. inanimati.

Sartori e Job nel 1988 (Sartori et al., 1988) hanno descritto pazienti con disturbo di riconoscimento degli stimoli prevalentemente appartenenti alla categoria delle entità biologiche (animali, frutta, verdura) rispetto a quella dei manufatti (vestiti, mezzi di trasporto, mobili).

E' stato inoltre dimostrato che la categoria delle entità biologiche possa essere ulteriormente suddivisa in categorie tra loro dissociabili: gli animali (Caramazza et al., 1998), gli esseri viventi inanimati (Hart et al., 1985) ed esemplari della nostra stessa specie (Miceli et al., 2000).

Alcuni autori (Funnel et al., 1992; Gaffan et al. 1993) hanno ipotizzato che la dissociazione tra entità biologiche e manufatti dipenda sostanzialmente da un'influenza differente di variabili come la familiarità e la frequenza d'uso. Nello

specifico, è stato sostenuto che i manufatti risultino più familiari degli animali perché usati nel quotidiano. Tale ipotesi non potrebbe tuttavia spiegare i casi, descritti in letteratura, di dissociazione inversa, in cui ad essere più compromessa è la categoria dei manufatti. Studi in cui all'interno delle due categorie sono state controllate le suddette variabili hanno dimostrato che familiarità e frequenza d'uso non influenzano significativamente le risposte.

Nella revisione della letteratura pubblicata da Capitani nel 2003 (Capitani et al., 2003) sono stati inclusi 79 pazienti, di cui 61 presentavano un deficit significativamente più accentuato per la categoria entità biologiche e 18 per la categoria manufatti. Gli autori si sono proposti di indagare:

- quali categorie possono effettivamente essere annoverate tra quelle che determinano un deficit semantico specifico per categoria;
- l'eventuale presenza di un'associazione tra la compromissione di una categoria semantica ed un determinato tipo di conoscenza – visiva vs. funzionale;
- la relazione tra il sistema di descrizione strutturale e il sistema semantico.

I risultati dello studio hanno permesso di concludere che:

- le categorie dei deficit specifici per categoria sono costituite da oggetti animati, oggetti inanimati biologici e manufatti. Gli autori suddividono inoltre il dominio delle entità biologiche in due categorie semantiche indipendenti – gli animali e la frutta/verdura;
- non c'è interazione tra la compromissione di una categoria semantica e il tipo di conoscenza concettuale – visiva vs. funzionale;
- Il sistema di descrizione strutturale funziona in maniera sostanzialmente autonoma rispetto alla conoscenza concettuale relativa alla forma degli oggetti.

Nel 2009, inoltre, Capitani e coll. (Capitani et al., 2009) hanno indagato la presenza di deficit specifici per categoria in 28 pazienti con esiti di ictus a livello dell'arteria cerebrale posteriore (18 sinistri, 8 destri e 2 bilaterali). L'analisi di pazienti con lesioni nel territorio dell'arteria cerebrale posteriore ha consentito di indagare la natura dell'informazione rappresentata nelle strutture occipitotemporali inferomesiali, e il ruolo specifico svolto dalle diverse porzioni della suddetta regione. Dallo studio è emerso che 9 pazienti cerebrolesi sinistri e 2 destri

mostravano un deficit a livello semantico. Cinque pazienti cerebrolesi sinistri erano significativamente più compromessi nella categoria entità biologiche rispetto ai manufatti. Tre di questi erano significativamente più compromessi nella categoria vegetali rispetto ad animali. I risultati ottenuti hanno consentito di ipotizzare che il deficit semantico specifico per categoria per i vegetali sia distinto da quello per gli animali e rappresenti un pattern cognitivo a sé stante. Lo studio ha permesso inoltre di individuare i correlati neurali delle conoscenze semantiche relative alle categorie sopra citate: le conoscenze semantiche relative ai vegetali risiederebbero nella porzione media e posteriore del giro fusiforme di sinistra, mentre quelle relative agli animali nelle aree temporali anteriori sinistre. Capitani e coll. hanno in parte disconfermato quanto emerso da precedenti studi fMRI (Martin et al., 2001; Bookheimer, 2002), in cui si sosteneva che per gli esseri viventi si attivassero le porzioni laterali del giro fusiforme e per gli oggetti inanimati quelle mediali.

Ad oggi sono ormai centinaia i casi di disturbi semantici categoriali descritti in letteratura. Nel complesso, c'è consenso sull'ipotesi che il lobo temporale sinistro sia critico per la rappresentazione dell'informazione semantica sulle entità biologiche (Capitani et al., 2003; Gainotti, 2000). Si ritiene inoltre che le tipologie di pazienti più adeguati a fornire informazioni circa l'organizzazione del sapere concettuale siano: pazienti con esiti di encefalite erpetica, pazienti con Malattia di Alzheimer in fase iniziale, pazienti con Atrofia Corticale Posteriore e pazienti con esiti di ictus, soprattutto se a livello dell'arteria cerebrale posteriore.

1.7 SDS e SISTEMA SEMANTICO

Esiste ad oggi un dibattito aperto relativamente al rapporto tra la rappresentazione centrale dei significati e le differenti modalità di accesso – di cui l' SDS rappresenta quella visiva. Nello specifico alcuni autori ipotizzano l'esistenza di un sistema semantico unico e amodale, mentre altri propongono l'esistenza di molteplici sistemi semantici specifici per modalità.

a. Ipotesi di Riddoch e Humphreys

Riddoch e Humphreys (Riddoch et al., 1987) hanno ipotizzato che il processo di riconoscimento degli oggetti necessita di due forme distinte di conoscenza: le conoscenze strutturali e quelle semantiche.

Le conoscenze strutturali sono costituite da rappresentazioni delle proprietà strutturali invarianti degli oggetti. Tali rappresentazioni sono specifiche per la modalità visiva e sono depositate in un magazzino presemantico. All'interno del magazzino presemantico avviene la trasformazione dei dati percettivi in una forma. A livelli successivi la forma viene appaiata con la rappresentazione semantica dell'oggetto contenuta nel magazzino semantico.

Le conoscenze semantiche sono invece l'insieme delle informazioni relative alle caratteristiche semantiche e funzionali di un oggetto e alle associazioni tra gli oggetti.

Gli studi in ambito neuropsicologico relativi a pazienti con agnosia associativa hanno confermato l'esistenza di due magazzini distinti. E' stata, infatti, rilevata una doppia dissociazione tra il magazzino semantico e quello presemantico (Riddoch et al., 1987). Nello specifico, pazienti che erano in grado di distinguere oggetti reali da oggetti non reali non erano invece in grado di riconoscere aspetti semantico-funzionali degli stessi e viceversa. Tale dissociazione veniva riscontrata solo quando gli oggetti venivano presentati visivamente: le conoscenze semantico-funzionali erano infatti preservate se indagate attraverso un canale d'accesso alternativo a quello visivo.

Sulla base delle osservazioni raccolte, Riddoch e coll. (Riddoch et al., 1988) e Humphreys e Riddoch (Humphreys et al., 1988) hanno proposto un modello di

organizzazione del sistema semantico, che prevede un unico sistema semantico amodale, alimentato da canali multipli di elaborazione dell'informazione. Nel suddetto modello, le informazioni visive e uditive entrano in specifici sottosistemi di riconoscimento percettivo e presemantico prima di entrare nel sistema semantico amodale. Gli effetti di modalità si spiegano quindi non a livello del sistema semantico, ma a livello del singolo sottosistema di riconoscimento percettivo. Ad esempio, l'informazione che viene elaborata attraverso la modalità visiva, prima di entrare nel sistema semantico passa attraverso un magazzino che contiene la descrizione strutturale degli oggetti - ossia il sistema di descrizione strutturale. A livello del sistema di descrizione strutturale vengono specificate le sole caratteristiche visive dell'oggetto, mentre le caratteristiche funzionali e associative vengono rappresentate a livello del sistema semantico amodale.

b. Ipotesi di Sartori e Job

Sartori e coll. (Sartori et al., 1988) descrivono invece il sistema semantico in termini di conoscenza associativo-verbale. Secondo questa teoria, la conoscenza basata sulle informazioni visive sarebbe quindi appannaggio del sistema descrittivo strutturale, che è presemantico e organizzato in modo categoriale. Le dissociazioni tra modalità secondo tale modello sarebbero quindi generate da un deficit a livello presemantico. A livello presemantico è infatti prevista una molteplicità di vie di accesso al sistema semantico verbale. I deficit specifici per categoria si spiegherebbero quindi con una dissociazione tra il magazzino semantico centrale e i sistemi di accesso. Secondo Sartori e coll., alla base delle operazioni semantiche vi sarebbero le descrizioni strutturali degli oggetti. I disturbi di riconoscimento sarebbero quindi determinati da danni agli stadi percettivi che sottendono all'elaborazione delle descrizioni strutturali. Le dissociazioni tra categorie si spiegherebbero attraverso la somiglianza tra elementi appartenenti ad una stessa categoria: ad esempio gli animali sono più simili tra loro rispetto agli oggetti appartenenti alla categoria oggetti inanimati. Un danno cerebrale lederebbe quindi più facilmente oggetti visivamente e strutturalmente simili.

c. Ipotesi di Caramazza e coll.

Caramazza e coll. (Caramazza et al., 1990) nel 1990 affrontano la questione dell'unicità vs. molteplicità del sistema semantico. Le evidenze riscontrate dagli autori depongono a favore dell'esistenza di un sistema semantico unico. Le differenti prestazioni tra modalità visive e verbali si spiegherebbero infatti con le differenti richieste dei test usati per valutare il sistema semantico e ciascun compito sarebbe comunque svolto grazie ad informazioni fornite da componenti diverse di un unico sistema. Ad oggi sembra prevalere l'ipotesi secondo cui esiste un unico magazzino semantico.

L'ipotesi dell'unicità del sistema semantico e della sua autonomia rispetto al sistema di descrizione strutturale è confermata anche dai dati emersi dallo studio di Capitani e coll. (Capitani et al., 2003). Dallo studio si evince infatti che il sistema di descrizione strutturale visivo funziona in maniera sostanzialmente autonoma rispetto alla conoscenza semantica relativa alla forma degli oggetti.

In merito alla relazione tra il Sistema Semantico e il Sistema di Descrizione Strutturale, nel presente studio si ritiene che:

- il Sistema di Descrizione Strutturale sia un sistema pre-semantico deputato all'immagazzinamento di informazioni visive sugli oggetti;
- durante la percezione visiva, le forme percepite debbano attivare il Sistema di Descrizione Strutturale prima che avvenga l'accesso alle informazioni contenute nel Sistema Semantico.

E' noto che la forma di ciascun oggetto conosciuto è determinata dall'assemblaggio dell'insieme delle parti che lo costituiscono. Le suddette parti hanno specifiche dimensioni le une rispetto alle altre. L'oggetto nel suo complesso ha inoltre una dimensione specifica, se paragonato con un altro oggetto.

Nel presente studio s'ipotizza che la conoscenza della forma degli oggetti e delle dimensioni delle loro subparti siano possibili solo una volta attivato il Sistema di Descrizione Strutturale. Si ritiene inoltre che la conoscenza della forma degli oggetti e quella delle dimensioni delle loro subparti possano rappresentare una differenziazione funzionale del Sistema di Descrizione Strutturale in due subcomponenti, deputate da un lato alla rielaborazione di caratteristiche generali

della forma di un oggetto e, dall'altro, alla rielaborazione del rapporto dimensionale delle sue componenti. Si sostiene invece che il confronto delle dimensioni complessive dell'oggetto rispetto a quelle di un altro oggetto richieda l'accesso alle informazioni contenute nel Sistema Semantico.

2. OBIETTIVI

L'obiettivo del presente studio è quello di indagare il funzionamento del il Sistema Semantico e del Sistema di Descrizione Strutturale.

Come esposto nel precedente capitolo, riteniamo che la conoscenza della forma degli oggetti e delle dimensioni delle loro parti componenti siano due compiti distinti, che richiedono l'attivazione di due sub-componenti distinte del Sistema di Descrizione Strutturale. Supponiamo, infatti, che il Sistema di Descrizione Strutturale possa essere scomposto in due sub-sistemi: uno deputato alla rielaborazione di caratteristiche generali della forma di un oggetto, l'altro deputato alla rielaborazione del rapporto dimensionale delle componenti dell'oggetto. Presumiamo infine che il confronto delle dimensioni complessive dell'oggetto rispetto a quelle di un altro oggetto sia possibile solo una volta che l'informazione ha attivato il Sistema Semantico.

Per indagare il funzionamento del modello cognitivo precedentemente esposto abbiamo provveduto a:

- creare una batteria di test neuropsicologici in grado di isolare le sub-componenti del Sistema di Descrizione Strutturale e del Sistema Semantico sopra citate;
- tarare ciascun test della suddetta batteria su un campione normativo, stimando l'influenza delle variabili demografiche.

All'interno della batteria neuropsicologica, al fine di indagare le sub-componenti di ciascun sistema, abbiamo deciso di inserire le seguenti tipologie di test:

- un test, il Feature Dimension Assessment – FDA – creato ex novo per indagare il processo di elaborazione delle dimensioni delle componenti di una forma di un oggetto (ad esempio la lunghezza delle zampe di un cervo) rispetto alla sua totalità (un cervo nel suo complesso);
- un test, l'Object Dimension Assessment – ODA – creato ex novo per valutare il processo di elaborazione delle dimensioni totali di un intero oggetto

rispetto ad un altro (ad esempio le dimensioni di un cane rispetto a quelle di un gatto);

- un test, il FINOFI animali e utensili, estrapolato da un test già esistente in letteratura (Barbarotto et al., 2002), per indagare le capacità dell'SDS di enumerare e localizzare reciprocamente le diverse componenti di una forma;
- un test, il Questionario Semantico animali e utensili, estrapolato da un test già esistente in letteratura (Laiacina et al., 1993), per valutare la conoscenza semantica verbale delle caratteristiche degli oggetti, (incluse forma e dimensioni).

Per escludere che la prestazione patologica di pazienti frontali fosse attribuibile alla tendenza a perseverare, nei test visivi abbiamo deciso di affiancare lo scoring calcolato sul totale delle risposte corrette allo scoring calcolato attraverso l'indice s.

Al fine di rendere fruibile la batteria neuropsicologica anche per lo studio di pazienti con deficit semantici specifici per categoria, abbiamo deciso che tutti i test esplorassero specificatamente e selettivamente le categorie animali e utensili.

Sulla base del modello ipotizzato nel presente studio, FDA e FINOFI animali e utensili indagherebbero due sub-componenti distinte del Sistema di Descrizione Strutturale, mentre ODA e Questionario Semantico animali e utensili esplorerebbero il funzionamento del Sistema Semantico. Al fine di verificare tale ipotesi, ci siamo proposti di analizzare l'andamento ai test della batteria da parte sia del gruppo di soggetti sani di controllo, sia di un gruppo di pazienti cerebrolesi focali – destri e sinistri.

In questa fase dell'elaborazione dei dati i risultati dei pazienti verranno calcolati essenzialmente in riferimento al punteggio originario, l'indice s verrà studiato successivamente.

3. MATERIALI e METODI

- Soggetti

a. Controlli

Per il presente studio sono stati arruolati 100 soggetti sani (43 maschi e 57 femmine), di età compresa tra 19 e 89 anni, con scolarità tra i 5 e i 24 anni .

I soggetti sono stati reclutati sia in ambito extraospedaliero, sia tra i familiari dei pazienti afferenti all'Ambulatorio di Neuropsicologia dell'Università degli Studi di Milano sito presso l'Azienda Ospedaliera San Paolo.

Si è stabilito di adottare i seguenti criteri di inclusione: assenza di patologie di carattere neurologico o psichiatrico, acuità visiva ottimale, anche corretta da supporti.

Nelle tabelle che seguono vengono sintetizzate le caratteristiche demografiche dei soggetti di controllo da noi reclutati. Nello specifico la tabella 3.1 illustra la media e la deviazione standard di età e scolarità, sia relative all'intero campione, sia suddivise in base al sesso.

	<i>n</i>	Età media (dev. st.)	Scol. media (dev. st.)
M	43	47.05 (20.02)	14.88(4.37)
F	57	45.42 (17.77)	14.33 (5.24)
Totale	100	46.12 (18.69)	14.57 (4.87)

Tabella 3.1 Media (deviazione standard) di età e scolarità dei soggetti di controllo, suddivisi per sesso

Nella Tabella 3.2 è riportata la distribuzione del campione in base alle variabili demografiche età e scolarità, suddivise per fasce ed espresse in anni. Nelle fasce d'età comprese tra i 19 e i 49 anni con scolarità inferiore a 8 anni non sono presenti soggetti, dal momento che nel 1962 in Italia è stato sancito l'obbligo scolastico fino al conseguimento della licenza di scuola media inferiore. Dal 1999 inoltre è in vigore

una legge che ha elevato l'obbligo scolastico a 16 anni d'età. E' stato pertanto difficoltoso trovare soggetti con età compresa tra i 19 e i 29 anni ed una scolarità inferiore ai 13 anni.

		Età (anni)						Totale
		19-29	30-39	40-49	50-59	60-69	≥70	
Scolarità (anni)	<8				2	3	4	9
	8-12		1	4	5	6	3	19
	13-16	11	4	5	9	3	3	35
	≥17	16	10	5	2	3	1	37
Totale		27	15	14	18	15	11	100

Tabella 3.2 Numero di soggetti per fasce d'età e scolarità

Ai 100 controlli che hanno partecipato allo studio sono stati somministrati i seguenti test:

- Feature Dimension Assessment (FDA test);
- Object Dimension Assessment (ODA test);
- FINOFI animali e utensili (Barbarotto et al., 2002);
- Questionario Semantico animali e utensili (Laiacona et al., 1993).

b. Pazienti

Per il presente studio sono inoltre stati reclutati 35 pazienti cerebrolesi, ricoverati presso l'U. O. Neurologia dell'Università degli Studi di Milano, sita presso l'Azienda Ospedaliera San Paolo, afferenti al Servizio di Neuropsicologia, sito nel medesimo ospedale, ovvero afferenti al Servizio di Neuropsicologia dell'Ospedale Casati di Passirana di Rho.

Dei 35 pazienti, 24 erano cerebrolesi destri, 11 sinistri. Tutti i pazienti testati hanno dichiarato di essere destrimani. In tabella 3.3 vengono riportate le caratteristiche demografiche dei pazienti (età, scolarità, sesso), l'eziologia e la localizzazione emisferica della lesione. Si rimanda invece all'Appendice 1 per le informazioni relative ad anamnesi patologica prossima e remota di ciascun paziente, esame

obiettivo neurologico, distanza di tempo intercorsa tra l'evento e la somministrazione dei test, referto neuroradiologico più recente e, ove reperibili, immagini neuroradiologiche.

n°	Iniziali	Sesso	Età	Scol.	Emisf.	Eziologia
1	AA	M	81	5	Destro	Ictus ischemico emorragico
2	AMA	F	75	17	Destro	Ictus emorragico
3	VF	M	81	5	Destro	Esiti di lesioni ischemiche
4	BG	M	61	8	Destro	Ictus ischemico
5	DV	M	68	8	Destro	Lesione eteroproduttiva ripetitiva
6	LMU	M	51	13	Destro	Ictus ischemico
7	BR	F	41	13	Destro	Trombosi venosa cerebrale con ESA
8	CA	M	81	7	Destro	Meningioma
9	MG	F	74	9	Destro	Ictus ischemico
10	VM	F	74	5	Sinistro	Meningioma
11	CS	M	80	5	Sinistro	Angioma cavernoso
12	FA	F	80	5	Destro	Emorragia cerebrale
13	RL	M	76	13	Destro	Ictus in FA parossistica
14	GS	M	78	5	Destro	Ictus ischemico lacunare
15	MCV	M	78	13	Sinistro	Emorragia cerebrale
16	CSA	M	72	11	Destro	Ictus ischemico lacunare
17	GA	M	68	8	Sinistro	Ictus ischemico
18	SM	M	37	10	Sinistro	Ictus ischemico
19	GR	M	60	6	Destro	Ictus ischemico emorragico
20	GG	F	69	5	Sinistro	Ictus ischemico
21	CA	M	56	6	Destro	Recidiva di ictus ischemico
22	DCD	F	52	13	Destro	Encefalite erpetica, ischemia cerebrale
23	RM	M	57	17	Destro	Ictus ischemico
24	LS	M	55	11	Destro	Ictus ischemico
25	CL	M	61	8	Sinistro	Ictus ischemico
26	CC	F	63	13	Sinistro	Ictus ischemico
27	CG	M	92	8	Destro	Ictus ischemico
28	BC	M	90	18	Destro	Ictus ischemico

29	IV	M	69	5	Destro	Petecchia emorragica
30	BN	M	50	17	Sinistro	Ictus ischemico
31	SE	F	73	11	Destro	Emorragia subaracnoidea
32	FG	M	83	13	Sinistro	Emorragia intraparenchimale
33	CA	M	43	13	Destro	Contusione cerebrale post-traumatica
34	GL	F	51	8	Destro	Ictus ischemico
35	SE	F	82	8	Sinistro	Petecchia emorragica post-traumatica

Tabella 3.3 Variabili demografiche, sede emisferica della lesione ed eziologia per ciascun paziente

Nella Tabella 3.4 sono riportate media e deviazione standard di età e scolarità del gruppo pazienti cerebrolesi destri, suddivisi per sesso. La tabella 3.5 contiene le medesime informazioni in riferimento al gruppo di pazienti cerebrolesi sinistri.

	<i>n</i>	Età media (dev. st.)	Scol. media (dev. st.)
M	17	68.76 (14.14)	9.35 (4.24)
F	7	63.71 (15.27)	7.29 (2.87)
Totale	24	67.29 (14.33)	8.75 (3.95)

Tabella 3.4 Media (deviazione standard) di età e scolarità dei pazienti cerebrolesi destri suddivisi per sesso.

	<i>N</i>	Età media (dev. St.)	Scol. Media (dev. St.)
M	7	65.29 (17.09)	10.57 (4.04)
F	4	72.00 (8.04)	7.75 (3.77)
Totale	11	67.73 (14.35)	9.55 (4.01)

Tabella 3.5 Media (deviazione standard) di età e scolarità dei pazienti cerebrolesi sinistri suddivisi per sesso.

Ai 24 pazienti cerebrolesi destri è stata somministrata la medesima batteria di test eseguita dal gruppo di soggetti di controllo (Feature Dimension Assessment, Object Dimension Assessment, FINOFI animali e utensili, Questionario Semantico animali e utensili).

Prima di sottoporre i pazienti cerebrolesi destri alla batteria sperimentale di test sono stati somministrati loro i seguenti test neuropsicologici:

- Test di Albert (Albert, 1973);
- Poppelreuter-Ghent (Della Sala et al., 1995);
- UNID test di discriminazione di segmenti (Nichelli et al., 1976).

I 24 pazienti cerebrolesi destri inclusi nello studio hanno ottenuto un punteggio nel range di normalità al Test di Albert (Punteggio Originale $\geq 39/40$) e all'UNID (Punteggio Equivalente ≥ 1). Si è deciso di adottare tale criterio d'inclusione al fine di escludere dallo studio pazienti che avrebbero potuto ottenere un punteggio patologico ai test sperimentali a causa di disturbi percettivi.

Agli 11 pazienti cerebrolesi sinistri sono state somministrati sia la batteria sperimentale eseguita dal gruppo di soggetti di controllo (Feature Dimension Assessment, Object Dimension Assessment, FINOFI animali e utensili, Questionario Semantico animali e utensili), sia i test neuropsicologici eseguiti dai pazienti cerebrolesi destri (Test di Albert, Poppelreuter-Ghent, UNID). I pazienti cerebrolesi sinistri sono inoltre stati sottoposti ai seguenti test:

- Test di Denominazione per categorie (Laiacina et al., 1993);
- Token test (Spinnler et al., 1987);

Gli 11 pazienti cerebrolesi sinistri inclusi nello studio hanno ottenuto un punteggio nel range di normalità al Token test (Punteggio Equivalente ≥ 1). Si è deciso di adottare tale criterio di inclusione al fine di escludere che la prestazione patologica dei pazienti ai test sperimentali fosse attribuibile a difficoltà di comprensione delle consegne. Tale criterio d'inclusione ha comportato l'esclusione sia di quei pazienti che già all'esame obiettivo mostravano evidenti difficoltà di comprensione, sia di 5 pazienti che, seppur con lievi difficoltà di comprensione in obiettività, hanno ottenuto un Punteggio Equivalente uguale a 0 al Token test.

- Materiali e Procedure

Per il presente studio è stata creata una batteria sperimentale composta da 4 subtest atti ad indagare l'integrità del Sistema di Descrizione Strutturale e della Semantica Visiva: il Feature Dimension Assessment (FDA), l'Object Dimension Assessment (ODA), il FINOFI animali e utensili e il Questionario Semantico animali e utensili. Il materiale dei test FDA e ODA è stato costruito ex novo; il materiale di FINOFI animali e utensili e Questionario Semantico animali e utensili è invece stato estratto da test neuropsicologici già esistenti (Barbarotto et al., 2002; Laiacona, et al., 1993). Le figure contenute nei test FDA, ODA e FINOFI animali e utensili sono state presentate a computer, utilizzando uno schermo di 15.4". Per la somministrazione dei test FDA, ODA e FINOFI animali e utensili e la registrazione delle risposte ai suddetti test è stato utilizzato il software E-Prime 2.0®.

a. Feature Dimension Assessment (FDA)

Il Feature Dimension Assessment è un test costituito da 80 figure, 40 di animali, 40 di utensili, ottenute dalla rielaborazione di 20 figure tratte dal set di stimoli di Snodgrass e Vanderwart (Snodgrass et al., 1980). Le 20 figure originali rappresentano 10 animali (cane, capra, cervo, cigno, coniglio, gatto, maiale, pinguino, tartaruga, uccellino) e 10 utensili (ferro, lucchetto, martello, molletta, ombrello, pistola, spazzola, televisione, telefono, annaffiatoio). Per ciascuna figura originale, un particolare della stessa è stato progressivamente deformato sia per eccesso che per difetto, in modo da ottenere un set di 4 figure:

- 2 figure la cui forma sia verosimile;
- 1 figura la cui forma sia inverosimile perché il particolare deformato risulta eccessivamente grande rispetto alle altre parti che compongono la figura;
- 1 figura la cui forma sia inverosimile perché il particolare deformato risulta eccessivamente piccolo rispetto alle altre parti che compongono la figura.

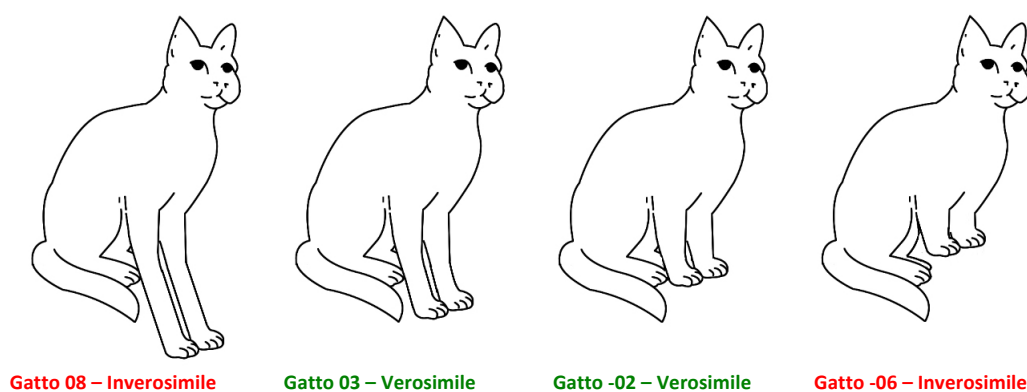


Figura 3.1 Esempio di set di 4 figure che rappresentano il gatto, contenute nel test FDA

Per le informazioni relative alle modalità di selezione delle 80 figure contenute nel test FDA e alla presentazione pseudo-randomizzata delle stesse si rimanda all'Appendice 1.

Durante la somministrazione del test FDA viene fornita la seguente consegna, simultaneamente proiettata sullo schermo e letta dall'esaminatore:

“Ora vedrà una serie di immagini che rappresentano degli ANIMALI e degli UTENSILI. Alcune di esse, ma non tutte, avranno un particolare deformato per eccesso o per difetto. In alcuni casi la deformazione sarà così evidente che l'animale o l'utensile presentato avrà una forma INVEROSIMILE. Le chiedo di dirmi, per ciascuna immagine che vedrà, se secondo lei è VEROSIMILE o INVEROSIMILE in base alla forma.” Prima dell'inizio del test vengono mostrate 6 figure come esempi: 3 figure che rappresentano un animale (asino) e 3 che rappresentano un utensile (cacciavite). Due delle sei figure sono inverosimili perché un particolare è deformato per eccesso (le gambe dell'asino e il manico del cacciavite sono troppo lunghi); due figure sono invece inverosimili perché il medesimo particolare è deformato per difetto (le gambe dell'asino e il manico del cacciavite sono troppo corti), due infine sono verosimili perché il particolare ha una grandezza proporzionata rispetto al resto della figura.

L'esaminatore riporta le risposte dei soggetti sia su un protocollo cartaceo, sia sul software E-Prime 2.0®, premendo il tasto “S” se il soggetto dice che la figura è verosimile e il tasto “N” se il soggetto dice che è inverosimile.

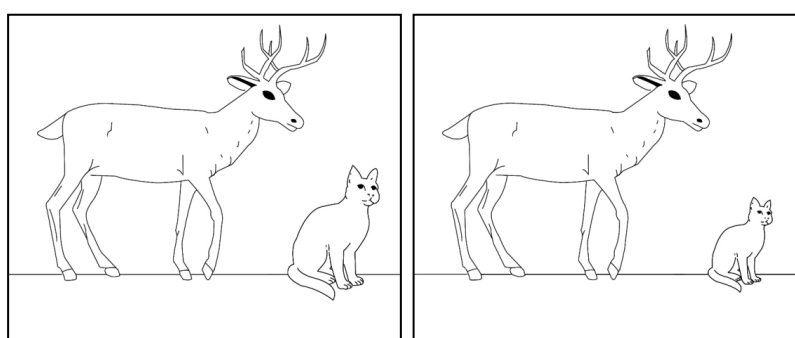
La somministrazione del test FDA non comporta la misurazione dei tempi di risposta.

b. Object Dimension Assessment (ODA)

L'Object Dimension Assesment è un test costituito da 80 figure. Quaranta figure rappresentano coppie di animali e 40 rappresentano coppie di utensili. Le immagini di animali e utensili sono state estrapolate dal set di stimoli di Snodgrass e Vanderwart (Snodgrass et al., 1980). Le 10 coppie di animali sono: cane-gatto, capra-gatto, cervo-coniglio, cigno-cervo, coniglio-capra, gatto-cervo, maiale-coniglio, pinguino-cervo, tartaruga-capra, uccello-gatto. Le 10 coppie di utensili sono: annaffiatoio-fischietto, fischietto-martello, ferro-ombrello, lucchetto-martello, molletta-ferro, ombrello-martello, pistola-ombrello, spazzola-molletta, telefono-fischietto, televisione-molletta.

Per ciascuna coppia, uno dei due stimoli è stato progressivamente ingrandito e rimpicciolito, in modo da ottenere un set di 4 figure:

- 2 figure in cui la proporzione tra i due stimoli sia ritenuta verosimile;
- 1 figura in cui lo stimolo-target è considerato sproporzionato rispetto allo stimolo che funge da punto di riferimento perché eccessivamente piccolo;
- 1 figura in cui lo stimolo-target è considerato sproporzionato rispetto allo stimolo che funge da punto di riferimento perché eccessivamente grande.



Cervo gatto 04 – Inverosimile

Cervo gatto -03 – Verosimile

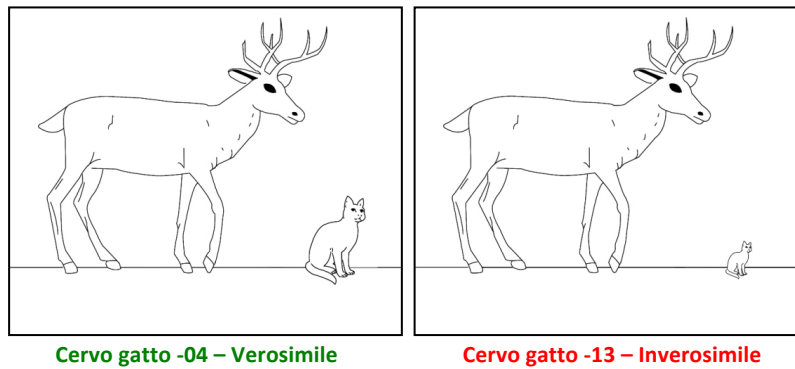


Figura 3.2 Esempio di set di 4 figure che rappresentano la coppia cervo-gatto, contenute nel test ODA

Si segnala che, al fine di evitare l'utilizzo di strategie verbali nella formulazione della risposta (ad esempio: "non sono proporzionati perché il cervo non può essere più piccolo del gatto"), quando sono state progressivamente modificate le grandezze relative degli stimoli di ciascuna coppia, non è mai stato invertito il rapporto di grandezza tra gli stimoli (nello specifico: il gatto è sempre stato raffigurato di dimensioni inferiori rispetto al cervo).

Per le informazioni relative alle modalità di selezione delle 80 coppie di stimoli contenute nel test ODA e alla presentazione pseudo-randomizzata delle stesse si rimanda all'Appendice 1.

Durante la somministrazione del test ODA viene fornita la seguente consegna, simultaneamente proiettata sullo schermo e letta dall'esaminatore:

"Ora vedrà una serie di coppie di ANIMALI e di UTENSILI. Per ciascuna coppia, prima compariranno i NOMI dei due oggetti, poi comparirà l'IMMAGINE del primo oggetto, infine, di fianco al primo oggetto, comparirà l'IMMAGINE del secondo oggetto. Lei dovrà CONFRONTARE le DIMENSIONI del primo e del secondo oggetto. Ogni volta, dovrà rispondere alla seguente domanda: Se il primo oggetto è grande così, il secondo può essere grande così? Per rispondere dovrà confrontare la grandezza relativa di un oggetto rispetto all'altro, cioè dire se sono mantenute le proporzioni tra i 2 oggetti."

La proiezione di ciascuna coppia di stimoli è preceduta dalla comparsa, centralmente nello schermo, dei nomi degli stimoli che costituiscono la coppia; a

distanza di 2 secondi i due nomi scompaiono e sullo schermo viene proiettato lo stimolo che funge da punto di riferimento; a distanza di due secondi, di fianco allo stimolo che funge da punto di riferimento compare lo stimolo target. Una volta comparso anche lo stimolo target il soggetto può fornire la propria risposta. Posteriormente a ciascuna coppia di stimoli è raffigurata una linea orizzontale che ha la funzione di dare un senso di profondità all'immagine e di sottolineare che i due stimoli della coppia si trovano sullo stesso piano.

Prima dell'inizio del test vengono mostrate 6 coppie di stimoli come esempi: tre di queste rappresentano una coppia di animali (orso-coniglio), 3 rappresentano una coppia di utensili (cacciavite-ombrello). Due delle 6 figure sono inverosimili perché lo stimolo target è eccessivamente grande rispetto allo stimolo di riferimento (l'orso è eccessivamente grande rispetto al coniglio e il cacciavite è eccessivamente grande rispetto all'ombrello); due figure sono invece inverosimili perché il medesimo stimolo target è eccessivamente piccolo rispetto allo stimolo di riferimento (l'orso è eccessivamente piccolo rispetto al coniglio e il cacciavite è eccessivamente piccolo rispetto all'ombrello); due infine sono verosimili perché gli stimoli che costituiscono la coppia sono proporzionati tra loro.

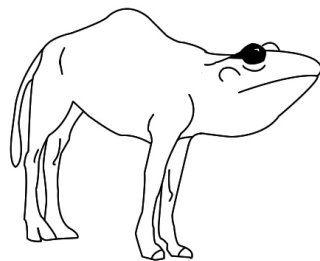
L'esaminatore riporta le risposte dei soggetti sia su un protocollo cartaceo, sia sul software E-Prime 2.0®, premendo il tasto "S" se il soggetto dice che la proporzione tra i due stimoli è verosimile e il tasto "N" se il soggetto dice che è inverosimile.

La somministrazione del test ODA non comporta la misurazione dei tempi di risposta.

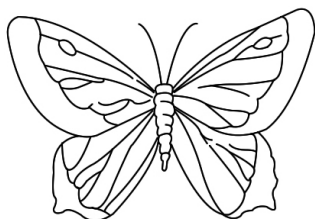
c. FINOFI animali e utensili

Il FINOFI animali e utensili è un test costituito da 40 immagini, 20 di animali e 20 di utensili. Delle 20 immagini appartenenti alla categoria animali, 10 raffigurano animali realmente esistenti (bruco, cammello, cigno, farfalla, giraffa, gallo, mucca, rana, struzzo, topo), 10 invece rappresentano animali inesistenti perché derivanti dall'accostamento di parti di due diversi animali – cfr. figure chimeriche (bruco-topo, cammello-topo, cigno-bruco, cigno-gallo, gallo-struzzo, giraffa-mucca, mucca-giraffa, rana-cammello, rana-topo, struzzo-rana). Delle 20 immagini appartenenti alla categoria utensili, 10 raffigurano utensili esistenti (accetta, cacciavite, chiave

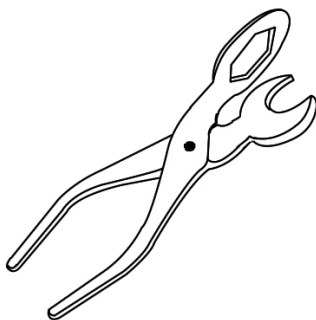
inglese, chiodo, forbici, martello, scalpello, sega, vite, tenaglie), 10 invece rappresentano figure chimeriche (cacciavite-accetta, forbici-chiodo, forbici-vite, martello-vite, martello-sega, sega-accetta, sega-vite, tenaglie-chiave inglese, tenaglie-cacciavite, vite-scalpello).



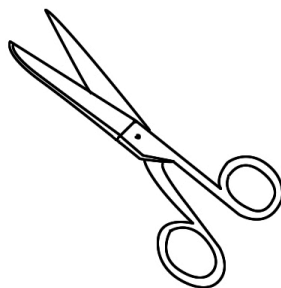
Rana-Cammello



Farfalla



Tenaglie-Chiave Inglese



Forbici

Figura 3.3 Esempio di 4 figure tratte dal FINOFI animali e utensili

Le immagini utilizzate per il FINOFI animali e utensili sono state tratte dal set di figure utilizzate per la creazione del test FINOFI (Barbarotto et al., 2002) che comprende, oltre ad animali ed utensili, immagini di figure reali e figure chimeriche appartenenti alle categorie frutta, verdura, mezzi di trasporto, mobili, strumenti musicali e parti del corpo.

Nel FINOFI animali e utensili le figure vengono mostrate in ordine quasi-randomizzato (mantenendo l'alternanza animale-utensile) e viene chiesto di dare un giudizio di realtà rispetto a ciascuna immagine presentata. L'esaminatore fornisce la seguente consegna: *"Ora vedrà una serie di immagini che rappresentano degli ANIMALI e degli UTENSILI. Per ciascuna immagine che vedrà, le chiedo di dirmi se secondo lei ESISTE o NON ESISTE."*

Le risposte vengono riportate sia su un protocollo cartaceo, sia sul software E-Prime 2.0®, premendo il tasto "S" se il soggetto dice che la figura esiste e il tasto "N" se il soggetto dice che la figura non esiste.

La somministrazione del test FINOFI animali e utensili non comporta la misurazione dei tempi di risposta.

d. Questionario Semantico animali e utensili

Il Questionario Semantico animali e utensili è un test costituito da 120 domande, inerenti le informazioni semantiche di 10 animali (bruco, cammello, cigno, farfalla, gallo, giraffa, mucca, rana, struzzo, topo) e 10 utensili (cacciavite, chiave inglese, chiodo, forbici, martello, pinza, scalpello, scure, sega, vite). Per ogni animale ed ogni utensile al soggetto vengono poste 6 domande strutturate come segue:

- la prima domanda è volta ad indagare le informazioni sopraordinate (ad esempio: la farfalla è animale, vegetale, oggetto?);
- la seconda indaga le informazioni di categoria (ad esempio: la farfalla è un animale a 4 zampe, un uccello o un insetto?);
- la terza è inerente le informazioni subordinate percettive relative ai materiali, alle caratteristiche o alla forma dello stimolo (ad esempio: la farfalla ha le ali trasparenti, le ali variopinte o non ha le ali?);
- la quarta indaga le informazioni subordinate strutturali relative alla dimensione o al peso (ad esempio: la farfalla è più leggera di una rana?);

- la quinta si riferisce alle informazioni funzionali, ossia ad indagare a cosa serve o cosa fa l'oggetto (ad esempio: la farfalla salta, vola o corre?);
- l'ultima domanda fa riferimento a caratteristiche specifiche dell'oggetto, come chi ne fa uso, dove vive, quando si vede (ad esempio: la farfalla si vede d'inverno, d'estate o sia d'inverno che d'estate?).

Le domande vengono presentate oralmente al soggetto e le risposte vengono annotate su un protocollo cartaceo.

Le domande contenute nel Questionario Semantico animali e utensili sono state estratte dal set di 360 domande che costituiscono il Questionario Semantico creato e standardizzato da Laiacona e coll. (Laiacona et. al, 1993), che comprende, oltre alle domande relative ad animali ed utensili, domande relative a oggetti che appartengono alle categorie frutta, verdura, mezzi di trasporto, mobili, strumenti musicali e parti del corpo.

Ai pazienti cerebrolesi destri e sinistri, oltre ai test precedentemente citati, sono stati somministrati i seguenti test:

e. Test di Albert

Il test (Albert, 1973) viene effettuato per indagare la capacità di esplorazione spaziale. Durante l'esecuzione un foglio A4 viene posto centralmente, dinnanzi al soggetto. Sul foglio sono riportate 40 linee oblique disposte in ordine apparentemente casuale. Le linee sono in realtà distribuite in 7 colonne, una centrale, 3 a sinistra e 3 a destra. Al soggetto viene richiesto di barrare tutte le linee che vede. Il punteggio massimo è di 40/40 e la prestazione è considerata patologica se non vengono barrate almeno 2 linee su 40. Il test di Albert è stato inserito nel presente studio al fine di individuare ed escludere dal gruppo di pazienti quelli con eminegligenza.

f. Test di Poppelreuter-Ghent

Il test (Della Sala et al., 1995) indaga la capacità del soggetto di discriminare i contorni di figure sovrapposte. Nello specifico indaga la capacità di discriminare i

contorni degli oggetti. Il test si compone di nove tavole. Ciascuna tavola contiene un'immagine che rappresenta da 3 a 5 figure sovrapposte e 10 figure non sovrapposte. Al soggetto viene chiesto di indicare quali tra le 10 figure non sovrapposte formano l'immagine delle figure sovrapposte. Tutte le figure contenute nelle 9 tavole rappresentano oggetti concreti. Per ciascuna tavola, sia le figure target che i distrattori appartengono alla stessa categoria. Per ogni tavola è inoltre previsto un tempo limite di somministrazione entro il quale il soggetto deve individuare le figure target. Il Punteggio Originale può essere compreso tra 0 e 36. Tale punteggio viene successivamente aggiustato in base all'età e alla scolarità del soggetto e trasformato in Punteggio Equivalente.

g. Test di discriminazione di segmenti UNID

Il test (Nichelli et al., 1976) misura la capacità di stabilire se due segmenti sono di lunghezza uguale o diversa e viene utilizzato per indagare la presenza di deficit a livello dell'elaborazione visiva precoce.

Il test è composto da 32 coppie di segmenti spessi 2 mm e disposti verticalmente. La lunghezza del segmento superiore è costante (50 mm), mentre la lunghezza del segmento inferiore varia da 32 a 64 mm. Sedici coppie di segmenti sono formate da segmenti di ugual misura (50 mm), mentre 16 coppie sono composte da segmenti di misure differenti. Tra le 16 coppie di segmenti diversi, alcune sono facilmente individuabili, perché vi è molta la differenza di lunghezza tra il segmento superiore e quello inferiore (fino a 18 mm); altre invece sono difficilmente individuabili perché la differenza di lunghezza tra il segmento superiore e quello inferiore è molto scarsa (fino ad 1 mm). Le coppie di segmenti sono presentate in sequenza randomizzata. Per ogni coppia è previsto un tempo limite entro il quale il soggetto deve fornire la risposta (10 secondi). Il Punteggio Originale può essere compreso tra 0 e 32 e viene successivamente trasformato in Punteggio Equivalente.

Sono stati inclusi nel presente studio solamente i pazienti con un Punteggio Equivalente al suddetto test ≥ 1 .

Ai pazienti cerebrolesi sinistri, oltre alla batteria sperimentale e ai test neuropsicologici somministrati ai pazienti cerebrolesi destri, sono stati somministrati anche i seguenti test:

h. Token test

Il test indaga la comprensione del linguaggio orale (Spinnler et al., 1987). Al soggetto viene richiesto di eseguire ordini a complessità crescente, verbalmente impartiti dall'esaminatore, relativi alla manipolazione di quadrati e cerchi di differenti colori e dimensioni. I gettoni vengono disposti di fronte al soggetto secondo un ordine prestabilito. Il Punteggio Originale può variare da 0 a 36 e, dopo essere stato corretto in base all'età e alla scolarità del soggetto, viene trasformato in Punteggio Equivalente. Sono stati inclusi nel presente studio solamente i pazienti con un Punteggio Equivalente al suddetto test ≥ 1 .

i. Denominazione per categorie

Il test valuta la capacità di denominazione (Laiacona et al., 1993) Al soggetto viene chiesto dire il nome di ciascuna delle 80 figure presentate visivamente, che rappresentano 10 animali, 10 utensili, 10 parti del corpo, 10 strumenti musicali, 10 mezzi di trasporto, 10 mobili, 10 frutti e 10 verdure. Il Punteggio Originale varia da 0 a 80, viene considerato patologico un punteggio ≤ 63 e borderline un punteggio compreso tra 64 e 69.

- Analisi dei dati

a. Taratura della batteria sperimentale

Al fine di uniformare i valori normativi dei test sperimentali a quelli di altri test neuropsicologici ampiamente diffusi in ambito clinico, è stata utilizzata la procedura dei Punteggi Equivalenti (Capitani, 1997; Capitani et al., 1997). I Punteggi Equivalenti (PE) rappresentano una scala a 5 punti (da 0 a 4), in cui lo 0 corrisponde ad una prestazione al di sotto del limite di tolleranza per il 95% della popolazione, con il 95% di confidenza; il 4 corrisponde invece ad una prestazione superiore alla mediana del campione. I PE 1, 2 e 3 indicano valori intermedi ed equi-intervallati tra la mediana del campione ed il valore soglia per la normalità. Solamente un PE=0 indica che la prestazione al test è da considerarsi patologica. Tale modalità di assegnazione dei punteggi consente di confrontare nell'immediato la prestazione a test neuropsicologici differenti.

E' stata innanzitutto testata l'influenza delle variabili età, scolarità e sesso sul punteggio ottenuto ai test FDA, ODA, FINOFI animali e utensili, Questionario Semantico animali e utensili. Per fare ciò, sono stati comparati diversi modelli di covarianza lineare, in cui le variabili demografiche sono state introdotte simultaneamente in qualità di variabili indipendenti, da cui è stata fatta dipendere la variabile *punteggio al test*. I suddetti modelli possono essere schematizzati come segue:

$$P = a + \sum_{i=1}^n b_i x_i$$

Dove P rappresenta il valore del punteggio calcolato sul modello di regressione, a è una costante, b_i rappresentano i coefficienti, x_i le variabili considerate.

Dal confronto dei diversi modelli di covarianza lineare, effettuato con il metodo ANOVA (*test F*), è stata quindi adottata per ciascun test sperimentale la combinazione di variabili demografiche più efficace nel ridurre la varianza residua.

Dal modello selezionato sono stati calcolati i punteggi di aggiustamento di ciascuno dei 100 soggetti del campione normativo, secondo la seguente formula:

$$A = -b_1(x_1 - \bar{X}) - b_2(x_2 - \bar{X}) \dots - b_n(x_n - \bar{X})$$

Il punteggio di aggiustamento è stato quindi sommato al Punteggio Originale (PO) di ciascun soggetto per ottenere il Punteggio Aggiustato (PA) in questo modo:

$$PA = PO + A$$

Sono stati calcolati i Punteggi Aggiustati dei 100 soggetti. I PA sono quindi stati disposti in ordine crescente e, utilizzando metodi non parametrici, sono stati stabiliti i limiti per il calcolo dei PE. Sono state in tal modo ottenute formule di aggiustamento dei PO in PA e tabelle di conversione in PE, successivamente utilizzati per l'analisi della prestazione dei pazienti ai test della batteria sperimentale.

La suddetta metodologia dei Punteggi Equivalenti è stata applicata sia al calcolo del punteggio complessivo di risposte corrette fornite dal soggetto a ciascun test della batteria sperimentale, sia al calcolo dell'indice *s* per FDA, ODA e FINOFI animali e utensili.

b. Indice S

Il calcolo del numero complessivo di risposte corrette di FDA, ODA e FINOFI animali e utensili richiede che il soggetto, per rispondere correttamente, sia in grado di rispondere *sì* quando vede figure che ritiene verosimili o esistenti e dire *no* di fronte a figure inverosimili o inesistenti.

La risposta del soggetto può quindi essere inclusa in una delle categorie riportate in tabella 3.6.

		Figura	
		Esistente/Verosimile	Non esistente/Inverosimile
Risposte	Sì	Hit (H)	Falso Allarme (FA)
	No	Omissione (O)	Rifiuto Corretto (RC)

Tabella 3.6 Possibili risposte ai test FDA, ODA e FINOFI

E' necessario però considerare che rispondere affermativamente di fronte a figure esistenti/verosimili può essere l'espressione comportamentale di due abilità distinte. Il soggetto infatti può rispondere "sì" di fronte ad una figura o perché è in grado di riconoscerla oppure perché non è in grado di rifiutarla. La relazione tra comportamento osservato e capacità può essere matematicamente espressa come segue:

$$H = s + FA(1 - s)$$

La suddetta equazione di primo grado può essere risolta isolando l'incognita s (che prende il nome di *indice s*) attraverso i seguenti passaggi:

$$1 = H - FA(1 - s)$$

$$s = H - FA + FA * s$$

$$s - FA * s = H - FA$$

$$s(1 - FA) = H - FA$$

$$s = \frac{H - FA}{1 - FA}$$

Nel calcolo del punteggio totale di ciascuno dei test FDA, ODA e FINOFI animali e utensili non viene considerata la distinzione tra capacità di riconoscere e incapacità di rifiutare. Per tale motivo si è deciso di affiancare al numero totale di risposte corrette per ciascun test il calcolo dell'indice s . L'indice s , sulla base di quanto

spiegato finora risulterebbe essere un indicatore di supporto al punteggio complessivo nel valutare il funzionamento del sistema di descrizione strutturale. Se affiancato al punteggio complessivo, l'indice *s* consente infatti di tenere conto della modalità di risposta del soggetto, ad esempio la sua tendenza ad accettare o rifiutare.

Di seguito vengono elencati alcuni esempi di pattern di risposta dei soggetti:

- a. punteggio complessivo e indice *s* nella norma: il soggetto risponde adeguatamente e non ha la tendenza ad accettare figure non esistenti/inverosimili;
- b. punteggio complessivo patologico e indice *s* nella norma: il soggetto ha la tendenza a rispondere sempre sì (come ad esempio potrebbe rispondere un paziente frontale con la tendenza a perseverare).

Sulla base di quanto ipotizzato finora, per ciascun soggetto di controllo è stato calcolato l'indice *s* dei test FDA, ODA e FINOFI animali e utensili. Una volta calcolato l'indice *s* per ciascun test, si è stabilito di ricorrere al metodo dei Punteggi Equivalenti precedentemente esposto. Tale metodo consente infatti di confrontare agevolmente la prestazione ai FDA, ODA, FINOFI animali e utensili calcolata con l'indice *s* con la prestazione ad altri test neuropsicologici utilizzati nella pratica clinica.

c. Correlazione di Pearson

E' stata quantificata la correlazione lineare tra coppie di test della batteria sperimentale utilizzando il coefficiente di correlazione di Pearson, applicato ai punteggi originari complessivi di ciascun test della batteria sperimentale, ottenuti dal gruppo di soggetti di controllo (n=100).

d. K di Cohen ponderato

Al fine di stimare l'accordo tra coppie di test della batteria sperimentale nel gruppo di pazienti cerebrolesi destri (n=24), è stata utilizzata la statistica *k* di Cohen ponderata, applicata alla scala ordinale a 5 punti dei Punteggi Equivalenti (PE=0; PE=1; PE=2; PE=3; PE=4) calcolati sui punteggi complessivi.

e. Test di McNemar

Al fine di verificare la significatività delle differenze tra coppie di test sperimentali nel gruppo di pazienti cerebrolesi destri (n=24), è stato utilizzato il test di McNemar. La variabile punteggio a ciascun test è stata calcolata sul punteggio complessivo ed è stata dicotomizzata differenziando i PE=0 dai PE≥1.

4. RISULTATI

- Controlli

Le statistiche descrittive del numero di risposte corrette fornite dal gruppo di soggetti di controllo ai test FDA, ODA, FINOFI animali e utensili e Questionario Semantico animali e utensili sono indicate in tabella 4.1. La tabella 4.1 contiene inoltre media e deviazione standard del numero di risposte corrette suddivise per categorie semantiche (animali vs. utensili) e per accettabilità (esistenti/verosimili vs. non esistenti/non verosimili).

	FDA (tot. max.=80)	ODA (tot. max.=80)	FINOFI (tot. max.=80)	QS (tot. max.=120)
Animali 1	16.26 (2.67)	16.49 (2.78)	8.65 (1.25)	
Animali 2	15.28 (2.62)	17.16 (2.76)	9.18 (0.89)	
Animali tot.	<i>31.54 (2.94)</i>	<i>33.65 (3.93)</i>	<i>17.83 (1.41)</i>	<i>59.45(1.00)</i>
Utensili 1	16.13 (2.33)	15.16 (3.28)	9.00 (1.06)	
Utensili 2	16.15 (2.54)	16.29 (2.58)	9.79 (0.67)	
Utensili tot.	<i>32.28 (2.74)</i>	<i>31.45 (4.00)</i>	<i>18.79 (1.16)</i>	<i>59.45 (0.41)</i>
Totale	<i>63.82 (4.90)</i>	<i>65.10 (7.05)</i>	<i>36.62 (2.00)</i>	<i>119.30 (1.18)</i>

Tabella 4.1 Media e deviazione standard ai test FDA, ODA, FINOFI animali e utensili e Questionario Semantico animali e utensili

- Animali 1 = animali esistenti/verosimili, accettati dal soggetto;
- Animali 2 = animali non esistenti/non verosimili, rifiutati dal soggetto;
- Utensili 1 = utensili esistenti/verosimili, accettati dal soggetto;
- Utensili 2 = utensili non esistenti/non verosimili, rifiutati dal soggetto.

Le tabelle 4.2-4.5 contengono le statistiche descrittive del punteggio complessivo a ciascun test della batteria sperimentale, suddiviso per fasce d'età e per livelli di scolarità.

FDA		Età (anni)						Totale
		19-29	30-39	40-49	50-59	60-69	≥70	
Scolarità (anni)	<8				55.00 (2.83)	67.33 (1.53)	56.00 (6.06)	59.56 (7.04)
	8-12		57	65.00 (0.00)	60.60 (5.13)	58.17 (4.02)	60.33 (2.52)	60.53 (4.25)
	13-16	67.27 (2.24)	68.00 (2.94)	63.60 (2.30)	63.22 (3.73)	61.67 (5.86)	58.67 (1.53)	64.57 (4.06)
	≥17	66.81 (2.64)	64.60 (4.50)	67.20 (4.76)	62.50 (6.36)	66.67 (4.16)	60	65.84 (3.86)
Totale		67.00 (2.40)	65.00 (4.71)	65.29 (3.34)	61.50 (4.74)	62.40 (5.51)	58.27 (4.05)	63.82 (4.90)

Tabella 4.2 Media e deviazione standard per fasce di età e scolarità (FDA)

ODA		Età (anni)						Totale
		19-29	30-39	40-49	50-59	60-69	≥70	
Scolarità (anni)	<8				62.00 (1.41)	62.33 (5.69)	48.75 (2.87)	56.22 (7.85)
	8-12		47	65.75 (4.50)	65.60 (5.41)	61.83 (5.95)	62.33 (5.03)	62.95 (6.39)
	13-16	68.64 (4.30)	66.75 (6.55)	70.40 (3.78)	65.56 (5.27)	60.33 (8.50)	54.00 (14.42)	65.91 (7.39)
	≥17	68.00 (4.07)	69.00 (4.76)	69.00 (5.15)	60.00 (0.00)	64.67 (4.62)	64	67.59 (4.61)
Totale		68.26 (4.01)	66.93 (7.43)	68.57 (4.59)	64.56 (4.91)	62.20 (5.72)	55.27 (9.45)	65.10 (7.05)

Tabella 4.3 Media e deviazione standard per fasce di età e scolarità (ODA)

FINOFI		Età (anni)						Totale
		19-29	30-39	40-49	50-59	60-69	≥70	
Scolarità (anni)	<8				38.00 (1.41)	38.33 (0.58)	34.25 (1.50)	36.44 (2.35)
	8-12		34	35.50 (1.29)	37.20 (1.64)	37.50 (1.38)	36.33 (0.58)	36.63 (1.57)
	13-16	37.73 (1.35)	38.50 (1.73)	36.20 (1.92)	36.11 (1.62)	31.33 (2.08)	37.00 (1,73)	36.57 (2.38)
	≥17	36.50 (1.86)	36.40 (1.58)	37.80 (1.30)	35.50 (0.71)	37.67 (3.21)	37	36.70 (1.77)
Totale		37.00 (1.72)	36.80 (1.93)	36.57 (1.74)	36.56 (1.62)	36.47 (3.16)	35.82 (1.72)	36.62 (2.00)

Tabella 4.4 Media e deviazione standard per fasce di età e scolarità (FINOFI animali e utensili)

QS		Età (anni)						Totale
		19-29	30-39	40-49	50-59	60-69	≥70	
Scolarità (anni)	<8				117.50 (0.71)	120.00 (0.00)	116.75 (2.22)	118.00 (2.06)
	8-12		117	118.75 (0.96)	118.60 (1.67)	119.50 (0.55)	119 (1.00)	118.89 (1.15)
	13-16	119.36 (0.67)	119.50 (0.58)	120 (0.00)	119.78 (0.44)	117.67 (3.21)	119.67 (0.58)	119.46 (1.09)
	≥17	119.69 (0.48)	119.70 (0.48)	119.80 (0.45)	118.50 (2.12)	120.00 (0.00)	120	119.68 (0.62)
Totale		119.56 (0.57)	119.47 (0.83)	119.57 (0.76)	119.06 (1.30)	119.33 (1.54)	118.45 (1.92)	119.30 (1.18)

Tabella 4.5 Media e deviazione standard per fasce di età e scolarità (Questionario Semantico animali e utensili)

a. Feature Dimension Assessment: taratura

Punteggio totale

Dalle analisi dei dati è emerso che il sesso non è una variabile significativa [F(1,98)=0.803, p=ns]. La scolarità è significativa, ma non se considerata al netto dell'effetto dell'età [F(1,97)=3.115, p=ns]. L'età è la sola variabile demografica che, se considerata al netto della scolarità, influenza significativamente il punteggio all'FDA [F(1,97)=20.123, p<.0001]. Il modello che quindi risulta essere più efficace nel ridurre la varianza residua è il seguente:

$$Y = 70.70 - (0.149 * età)$$

dove Y indica il punteggio atteso per un ipotetico soggetto in base alla sua età.

Il modello spiega il 32.4% della varianza. Dal modello è possibile ricavare la formula che permette di trasformare i punteggi originari al test FDA (FDA_{or}) in punteggi aggiustati in base all'età (FDA_{agg}). Tale formula consente di eliminare l'influenza dell'età sulla prestazione di ciascun soggetto, rendendo quindi le prestazioni dei soggetti confrontabili tra loro.

$$FDA_{agg} = FDA_{or} + 0.149(età - 46.12)$$

Di seguito viene riportata la tabella 4.6 che contiene gli aggiustamenti in base ad alcune età dei soggetti.

	Età						
	20	30	40	50	60	70	80
Agg.	-3.89	-2.40	-0.91	0.58	2.07	3.56	5.05

Tabella 4.6 Aggiustamenti (Agg.) in base all'età del soggetto

Dal calcolo dei punteggi aggiustati dei soggetti di controllo sono stati ricavati i limiti dei punteggi equivalenti (PE), esposti in tabella 4.7.

PE	FDAagg	Densità	Freq. cumul.
0	da 0 a 53.39	2	2
1	da 53.40 a 58.26	7	9
2	da 58.27 a 61.49	18	27
3	da 61.50 a 64.30	23	50
4	≥ 64.31	50	100

Tabella 4.7 Punteggi Equivalenti (PE)

Indice s

Come per il punteggio totale dell’FDA, anche per l’indice s dell’FDA solo la variabile età, se considerata al netto della scolarità, influenza significativamente il punteggio all’FDA [F(1,97)=10.870, p<.01]. Il sesso non è una variabile significativa [F(1,98)=2.183, p=ns]. La scolarità è lievemente significativa [F(1,98)=5.166, p<.05], ma non se considerata al netto dell’effetto dell’età [F(1,97)=0.005 p=ns].

Il modello che quindi risulta essere più efficace nel ridurre la varianza residua è il seguente:

$$Y = 0.880552 - (0.002578 * età)$$

dove Y indica il punteggio atteso per un ipotetico soggetto in base alla sua età.

Il modello spiega il 14.6% della varianza. Dal modello è possibile ricavare la formula che permette di trasformare i punteggi originari (isFDA_{or}) in punteggi aggiustati in base all’età (isFDA_{agg}). Tale formula consente di eliminare l’influenza dell’età sulla prestazione di ciascun soggetto, rendendo quindi le prestazioni dei soggetti confrontabili tra loro.

$$isFDA_{agg} = isFDA_{or} + 0.002578(età - 46.12)$$

Di seguito viene riportata la tabella 4.8 che contiene gli aggiustamenti in base ad alcune età dei soggetti.

Agg.	Età						
	20	30	40	50	60	70	80
	-0,0673	-0,0416	-0,0158	0,0100	0,0358	0,0616	0,0873

Tabella 4.8 Aggiustamenti (Agg.) in base all’età del soggetto

Dal calcolo dei punteggi aggiustati dei soggetti di controllo sono stati ricavati i limiti dei punteggi equivalenti (PE), esposti in tabella 4.9.

PE	isFDAagg	Densità	Freq. cumul.
0	da 0 a 0.4472	2	2
1	da 0.4473 a 0.5904	7	9
2	da 0.5905 a 0.7311	18	27
3	da 0.7312 a 0.7715	23	50
4	≥ 0.7716	50	100

Tabella 4.9 Punteggi Equivalenti (PE)

b. Object Dimension Assessment: taratura

Punteggio totale

Il sesso non è una variabile significativa [F(1,98)=2.398, p=ns]. La scolarità è significativa, ma non se considerata al netto dell'effetto dell'età [F(1,97)=1.5408, p=ns]. Solamente l'età è una variabile demografica che, se considerata al netto della scolarità, influenza significativamente il punteggio all'ODA [F(1,97)=18.152, p<.0001].

Il modello che quindi risulta essere più efficace nel ridurre la varianza residua è il seguente:

$$Y = 74.36 - (0.201 * età)$$

dove Y indica il punteggio atteso per un ipotetico soggetto in base alla sua età.

Il modello spiega il 28.4% della varianza. Dal modello è possibile ricavare la formula che permette di trasformare i punteggi originali (ODA_{or}) in punteggi aggiustati in base all'età (ODA_{agg}). Tale formula consente di eliminare l'influenza dell'età sulla prestazione di ciascun soggetto, rendendo quindi le prestazioni dei soggetti confrontabili tra loro.

$$ODA_{agg} = ODA_{or} + 0.201(età - 46.12)$$

Di seguito viene riportata la tabella 4.10 che contiene gli aggiustamenti in base ad alcune età dei soggetti.

	Età						
	20	30	40	50	60	70	80
Agg.	-5.25	-3.24	-1.23	0.78	2.79	4.80	6.81

Tabella 4.10 Aggiustamenti (Agg.) in base all'età del soggetto

Dal calcolo dei punteggi aggiustati dei soggetti di controllo sono stati ricavati i limiti dei punteggi equivalenti (PE), esposti in tabella 4.11.

PE	ODAagg	Densità	Freq. cumul.
0	da 0 a 45.57	2	2
1	da 45.58 a 56.55	7	9
2	da 56.56 a 62.38	18	27
3	da 62.39 a 65.41	23	50
4	≥ 65.42	50	100

Tabella 4.11 Punteggi Equivalenti (PE)

Indice s

Come per il punteggio totale dell'ODA, anche per l'indice s dell'ODA solo la variabile età, se considerata al netto della scolarità, influenza significativamente il punteggio al test [F(1,97)=12.158, p<.001]. Il sesso non è una variabile significativa [F(1,98)=1.339, p=ns]. La scolarità è lievemente significativa [F(1,98)=6.718, p<.05], ma non se considerata al netto dell'effetto dell'età [F(1,97)=0.009 p=ns].

Il modello che quindi risulta essere più efficace nel ridurre la varianza residua è il seguente:

$$Y=0.914660-(0.003677*età)$$

dove Y indica il punteggio atteso per un ipotetico soggetto in base alla sua età.

Il modello spiega il 16.8% della varianza. Dal modello è possibile ricavare la formula che permette di trasformare i punteggi originari (isODAor) in punteggi aggiustati in base all'età (isODAagg). Tale formula consente di eliminare l'influenza dell'età sulla

prestazione di ciascun soggetto, rendendo quindi le prestazioni dei soggetti confrontabili tra loro.

$$isODA_{agg} = isODA_{or} + 0.003677(et\grave{a} - 46.12)$$

Di seguito viene riportata la tabella 4.12 che contiene gli aggiustamenti in base ad alcune et\grave{a} dei soggetti.

	Et\grave{a}						
	20	30	40	50	60	70	80
Agg.	-0,0960	-0,0593	-0,0225	0,0143	0,0510	0,0878	0,1246

Tabella 4.12 Aggiustamenti (Agg.) in base all'et\grave{a} del soggetto

Dal calcolo dei punteggi aggiustati dei soggetti di controllo sono stati ricavati i limiti dei punteggi equivalenti (PE), esposti in tabella 4.13.

PE	isODAagg	Densit\grave{a}	Freq. cumul.
0	da 0 a 0.2859	2	2
1	da 0.2860 a 0.5520	7	9
2	da 0.5521 a 0.6898	18	27
3	da 0.6899 a 0.7569	23	50
4	≥ 0.7570	50	100

Tabella 4.13 Punteggi Equivalenti (PE)

c. FINOFI animali e utensili: taratura

Punteggio totale

Nessuna delle variabili demografiche influenza significativamente la prestazione al FINOFI animali e utensili:

- et\grave{a}: $F(1,98)=3.605$, $p=ns$;
- scolarit\grave{a}: $F(1,98)=1.119$, $p=ns$;
- sesso: $F(1,98)=0.885$, $p=ns$.

Il modello che quindi risulta essere più efficace nel ridurre la varianza residua è il modello vuoto. I limiti dei punteggi equivalenti vengono stabiliti direttamente dai punteggi originari come indicato in tabella 4.14.

PE	FINOFI	Densità	Freq. cumul.
0	da 0 a 32	2	2
1	da 33 a 34	7	9
2	da 35 a 36	18	27
3	37	23	50
4	≥ 38	50	100

Tabella 4.14 Punteggi Equivalenti (PE)

Indice s

Nemmeno l'indice s del FINOFI animali e utensili è influenzato dalle variabili demografiche:

- età: $F(1,98)=0.003$, $p=ns$;
- scolarità: $F(1,98)=0.232$, $p=ns$;
- sesso: $F(1,98)=2.396$, $p=ns$.

Anche in questo caso quindi il modello che risulta essere più efficace nel ridurre la varianza residua è il modello vuoto. In tabella 4.15 sono indicati i limiti dei punteggi equivalenti, stabiliti direttamente dai punteggi originali.

PE	isFINOFI	Densità	Freq. cumul.
0	da 0 a 0.6842	2	2
1	da 0.6843 a 0.7368	7	9
2	da 0.7369 a 0.8421	18	27
3	da 0.8422 a 0.8889	23	50
4	≥ 0.8890	50	100

Tabella 4.15 Punteggi Equivalenti (PE)

d. QUESTIONARIO SEMANTICO animali e utensili:taratura

Punteggio totale

Il sesso non è una variabile significativa [$F(1,98)=0.765$, $p=ns$]. L'età è significativa, ma non se considerata al netto dell'effetto della scolarità [$F(1,97)=0.177$, $p=ns$]. Solamente la scolarità è una variabile demografica che, se considerata al netto dell'età, influenza significativamente il punteggio al Questionario Semantico animali

e utensili [F(1,97)=9.511, p<.01]. Il modello che quindi risulta essere più efficace nel ridurre la varianza residua è il seguente:

$$Y = 117.930 + (0.094 * \text{scolarità})$$

dove Y indica il punteggio atteso per un ipotetico soggetto in base alla sua scolarità. Il modello spiega il 15.2% della varianza. Dal modello è possibile ricavare la formula che permette di trasformare i punteggi originari (Q_{Sor}) in punteggi aggiustati in base alla scolarità (Q_{Sagg}). Tale formula consente di eliminare l'influenza della scolarità sulla prestazione di ciascun soggetto, rendendo quindi le prestazioni dei soggetti confrontabili tra loro.

$$QS_{agg} = QS_{or} - 0.094(\text{scolarità} - 14.57)$$

Di seguito viene riportata la tabella 4.16 che contiene gli aggiustamenti in base alla scolarità dei soggetti.

	Scolarità			
	5	8	13	17
Agg.	0.90	0.62	0.15	-0.23

Tabella 4.16 Aggiustamenti (Agg.) in base all'età del soggetto

Dal calcolo dei punteggi aggiustati dei soggetti di controllo sono stati ricavati i limiti dei punteggi equivalenti (PE), esposti in tabella 4.17.

PE	QSagg	Densità	Freq. cumul.
0	da 0 a 114.90	2	2
1	da 114.91 a 118.11	7	9
2	da 118.12 a 118.96	18	27
3-4	da 118.97 a 120.00	83	100

Tabella 4.17 Punteggi Equivalenti (PE)

e. Correlazioni tra test

Come evidenziato dalla tabella 4.18, vi sono correlazioni significative tra i punteggi totali ottenuti dai 100 soggetti di controllo a tutte le coppie di test contenuti nella batteria sperimentale. Alcune fra le suddette correlazioni – ossia FDA-ODA, FDA-QS, ODA-QS e FINOFI-QS - risultano altamente significative ($p < .01$), mentre altre – ossia FDA-FINOFI e ODA-FINOFI risultano solo lievemente significative ($p < .05$).

	FDA	ODA	FINOFI	QS
FDA	1			
ODA	0.420**	1		
FINOFI	0.246*	0.247*	1	
QS	0.444**	0.379**	0.297**	1

Tabella 4.18 Correlazioni di Pearson per punteggi complessivi originari (*= $p < .05$; **= $p < .01$)

Vantaggi e limiti della taratura della batteria sperimentale

La batteria neuropsicologica appositamente creata per il presente studio possiede specifiche caratteristiche, che la rendono nel complesso uno strumento d'indagine accurato e di facile utilizzo nella pratica clinica.

Innanzitutto, gli stimoli utilizzati per i test creati ex novo non sono stati generati a priori dallo sperimentatore, ma sono stati selezionati con il supporto di giudici estranei al disegno sperimentale. Nella scelta degli oggetti appartenenti alle categorie animali e utensili si è inoltre prestato attenzione a controllare variabili percettive – la complessità visiva – e semantiche non categoriali – la frequenza d'uso, la familiarità, l'immaginabilità e l'età di acquisizione – che potessero influenzare l'emergere nei pazienti di dissociazioni tra categorie.

Il ricorso alla somministrazione computerizzata dei test visivi tramite il software E-Prime 2.0® ha consentito da un lato di controllare e standardizzare i tempi e le modalità di presentazione del materiale, dall'altro di predisporre la somministrazione dei test per la misura dei tempi di risposta, con un'accuratezza in termini di millisecondi.

La modalità di scoring scelta per la batteria neuropsicologica del presente studio gode inoltre di alcuni vantaggi:

- poiché la taratura è stata effettuata su ciascun singolo test e non su un punteggio complessivo, è possibile correggere l'influenza delle variabili demografiche isolando i singoli test e stabilire per ciascuno di essi se la prestazione del soggetto studiato è normale o patologica;
- l'introduzione dell'indice *s* nella correzione del punteggio dei test visivi consente di distinguere pazienti con difficoltà relative ad un deficit a livello del sistema di descrizione strutturale o del sistema semantico da pazienti con sindrome prefrontale, che manifestano una tendenza alla perseverazione.

Bisogna tuttavia notare che la modalità di scoring selezionata per il presente studio non stabilisce soglie quantitative che individuino l'eventuale presenza di dissociazione tra le categorie animali e utensili. Tale dissociazione può ad oggi essere comunque rilevata attraverso un'analisi qualitativa degli errori commessi dal singolo paziente – ossia confrontando per ogni test la quantità di risposte corrette per la categoria animali e per la categoria utensili.

In futuro s'intende inoltre proseguire l'indagine della relazione tra il Sistema di Descrizione Strutturale e il Sistema Semantico, ampliando la raccolta di dati relativi alla somministrazione della batteria sperimentale. In particolare, si vorrebbe somministrare la batteria a specifiche tipologie di pazienti che possano presentare un deficit semantico specifico per categoria. Ciò permetterebbe di indagare se e in quali test visivi viene mantenuta la suddetta dissociazione tra categorie. Sulla base dei dati presenti in letteratura (Warrington et al., 1984; Capitani et al., 2003), si ritiene che i pazienti più adatti a fornire tali informazioni siano quelli con esiti di encefalite erpetica ovvero con Demenza Semantica in fase iniziale.

S'intende inoltre somministrare la batteria sperimentale anche ad un gruppo di soggetti giovani e scolarizzati, con l'intento di misurare i tempi di risposta per verificare se c'è interazione tra il sesso (maschi vs. femmine) e i tempi di risposta per ciascuna delle due categorie (animali vs. utensili). In letteratura è infatti dimostrata la presenza di differenze di sesso nella conoscenza semantica per categorie: i maschi sembrerebbero avere maggiore familiarità con la categoria animali (Scotti et al., 2010; Gainotti, 2010), mentre le femmine con la categoria

frutta/vegetali (Capitani et al. 1999). Si sono già raccolti dati in proposito e attualmente si è giunti a testare 3 maschi e 5 femmine. Tuttavia, il gruppo di soggetti è ad oggi troppo esiguo per poterne analizzare i dati. Oltre alle variabili sesso e categoria, infatti, bisogna controllare la variabile lato della risposta. Infatti, per misurare i tempi di risposta nella presente batteria, a metà dei soggetti viene chiesto di rispondere affermativamente premendo un tasto che si trova nell'emispazio destro e di rispondere negativamente premendo un tasto che si trova nell'emispazio sinistro, mentre all'altra metà dei soggetti viene chiesto il contrario.

- Pazienti

a. Pazienti cerebrolesi destri

In tabella 4.19 vengono riportate le risposte fornite dal gruppo di pazienti cerebrolesi destri alla batteria sperimentale, suddivise in base alle categorie animali e utensili.

n°	FDA		ODA		FINOFI		QS	
	an	ut	an	ut	an	ut	an	ut
1	24	18	25	21	15	11	54	57
2	21	25	26	23	17	14	58	60
3	30	30	36	31	18	19	56	60
4	30	32	35	32	19	19	60	60
5	27	28	22	22	16	19	55	57
6	28	23	30	30	18	20	58	60
7	31	34	28	30	16	16	57	59
8	30	33	34	28	18	20	60	60
9	24	20	23	22	19	11	60	59
12	21	23	25	20	18	19	53	53
13	29	33	36	31	19	18	60	60
14	32	31	34	23	20	20	57	60
16	33	33	31	25	19	19	60	60
19	20	23	18	21	12	8	45	59
21	30	28	27	28	17	19	58	60
22	23	23	21	25	13	19	59	60
23	26	23	23	20	10	9	59	60
24	30	29	32	33	19	19	59	60
27	24	23	21	24	16	15	54	56
28	21	30	31	24	17	15	52	56
29	28	22	25	19	16	16	58	60
31	30	31	24	33	15	17	57	59
33	36	33	40	33	18	20	60	60
34	16	23	22	16	19	18	54	46
M	<i>26,83</i>	<i>27,13</i>	<i>27,88</i>	<i>25,58</i>	<i>16,83</i>	<i>16,67</i>	<i>56,79</i>	<i>58,38</i>
DS	<i>4,84</i>	<i>4,87</i>	<i>5,89</i>	<i>5,11</i>	<i>2,46</i>	<i>3,63</i>	<i>3,53</i>	<i>3,20</i>

Tabella 4.19 Per ciascun paziente cerebroleso destro sono indicate le risposte ai test FDA, ODA, FINOFI animali e utensili e Questionario Semantico animali e utensili ripartite come segue:

- an = animali esistenti/verosimili, accettati dal soggetto e animali non esistenti/non verosimili, rifiutati dal soggetto;
- ut = utensili esistenti/verosimili, accettati dal soggetto e utensili non esistenti/non verosimili, rifiutati dal soggetto.

Sono inoltre riportate media e deviazione standard per ciascuna categoria.

La prestazione media e la deviazione standard dei pazienti cerebrolesi destri a ciascun test è riportata in tabella 4.20.

	FDA (tot. max.=80)	ODA (tot. max.=80)	FINOFI (tot. max.=80)	QS (tot. max.=120)
Media	53.96	53.46	33.50	115.17
Dev. st.	8.93	10.04	5.54	5.74

Tabella 4.20 Media e deviazione standard del punteggio complessivo a ciascun test per il gruppo di pazienti cerebrolesi destri

In tabella 4.21 viene invece mostrato il punteggio ottenuto dai pazienti cerebrolesi destri ai test neuropsicologici.

N°	Albert	UNID		Poppelreuter-Ghent		
		PO	PE	PO	PA	PE
1	40	21	1	28.84	32.84	2
2	40	25	3	27.34	28.09	1
3	40	26	4	33	36	4
4	40	22	2	35	35.5	4
5	40	24	3	24.68	26.18	0*
6	40	26	4	36	35	4
7	40	27	4	35	34	3
8	40	29	4	32	36	4
9	40	27	4	28.34	30.59	1

12	40	18	1	25.68	29.68	1
13	40	26	3	36	36	4
14	40	18	1	34	35.75	4
16	40	28	4	36	36	4
19	40	21	1	12.52	14.02	0*
21	40	22	2	35	36	4
22	40	19	1	25.68	24.68	0*
23	40	18	1	25.26	24.01	0*
24	40	21	1	35	35.25	4
27	40	18	1	15	19	0*
28	40	25	3	26	28.5	1
29	40	19	1	32	34.5	3
31	40	27	4	35	36	4
33	40	24	3	36	36	4
34	40	19	1	28.02	27.77	1

Tabella 4.21 Punteggi dei pazienti cerebrolesi destri ai test neuropsicologici
*=punteggi patologici

Dalla tabella relativa ai test neuropsicologici si evince che i pazienti 5, 19, 22, 23, 27 hanno un punteggio patologico al test di Poppelreuter-Ghent; i restanti pazienti presentano un profilo nella norma. La tabella 4.22 mostra invece per ciascun paziente destro sia il punteggio complessivo aggiustato, sia l'indice s aggiustato di ciascun test della batteria sperimentale.

n°	FDAagg	isFDAagg	ODAagg	isODAagg	FINOFI	isFINOFI	QSagg
1	47,20 (0)	0,4233 (0)	53,01 (1)	0,3218 (1)	26,00 (0)	1,0000 (4)	111,90 (0)
2	50,30 (0)	0,2620 (0)	54,80 (1)	0,3789 (1)	31,00 (0)	0,6111 (0)	117,77 (1)
3	65,05 (4)	0,8873 (4)	73,81 (4)	0,9428 (4)	37,00 (3)	0,8947 (4)	116,90 (1)
4	64,22 (3)	0,7480 (3)	69,99 (4)	0,9857 (4)	38,00 (4)	0,9000 (4)	120,00 (3/4)
5	58,26 (1)	0,9388 (4)	48,40 (1)	0,1916 (0)	35,00 (2)	0,9375 (4)	112,62 (0)
6	51,73 (0)	0,7459 (3)	60,98 (2)	0,8179 (4)	38,00 (4)	1,0000 (4)	118,15 (2)
7	64,24 (3)	0,8489 (4)	56,97 (2)	0,7638 (4)	32,00 (0)	0,8571 (3)	116,15 (1)
8	68,20 (4)	0,8830 (4)	69,01 (4)	0,7949 (4)	38,00 (4)	1,0000 (4)	120,00 (3/4)

9	48,15 (0)	0,3796 (0)	50,60 (1)	0,3657 (1)	30,00 (0)	1,0000 (4)	119,52 (3)
12	49,05 (0)	0,3950 (0)	51,81 (1)	0,3246 (1)	37,00 (3)	0,9444 (4)	106,90 (0)
13	66,45 (4)	0,8357 (4)	73,01 (4)	0,9808 (4)	37,00 (3)	1,0000 (4)	120,00 (3/4)
14	67,75 (4)	0,9340 (4)	63,41 (3)	0,5894 (2)	40,00 (4)	1,0000 (4)	117,90 (1)
16	69,86 (4)	0,9054 (4)	61,20 (2)	0,7105 (3)	38,00 (4)	0,9474 (4)	120,00 (3/4)
19	45,07 (0)	1,0000 (4)	41,79 (0)	0,0225 (0)	20,00 (0)	0,0000 (0)	104,81 (0)
21	59,47 (2)	0,6683 (2)	56,99 (2)	0,5720 (2)	36,00 (2)	0,8889 (3)	118,81 (2)
22	46,88 (0)	0,2294 (0)	47,18 (1)	0,1930 (0)	32,00 (0)	0,6667 (0)	119,15 (3)
23	50,47 (0)	0,6255 (2)	44,99 (0)	1,0000 (4)	19,00 (0)	-0,1000 (0)	118,77 (2)
24	60,32 (2)	0,6562 (2)	66,78 (4)	0,7902 (4)	38,00 (4)	0,9000 (4)	119,34 (3)
27	53,84 (1)	0,3775 (0)	54,22 (1)	0,5854 (2)	31,00 (0)	0,6875 (1)	110,62 (0)
28	57,54 (1)	0,5205 (1)	63,82 (3)	0,7383 (3)	32,00 (0)	0,7500 (2)	107,68 (0)
29	53,41 (1)	0,5590 (1)	48,60 (1)	0,5841 (2)	32,00 (0)	0,8000 (2)	118,90 (2)
31	65,01 (4)	0,7256 (2)	62,40 (3)	0,6655 (2)	32,00 (0)	0,9231 (4)	116,34 (1)
33	68,54 (4)	0,8205 (4)	72,37 (4)	0,8569 (4)	38,00 (4)	0,9474 (4)	120,00 (3/4)
34	39,73 (0)	-0,0462 (0)	38,98 (0)	-0,1487 (0)	37,00 (3)	0,9444 (4)	100,62 (0)

Tabella 4.22 Punteggi complessivi e indice s aggiustati dei pazienti cerebrolesi destri. In blu i punteggi complessivi aggiustati patologici; in magenta l'indice s aggiustato patologico. Tra parentesi sono riportati i punteggi equivalenti

I punteggi contenuti in tabella 4.24 sono stati confrontati con i medesimi punteggi ottenuti dal gruppo di soggetti di controllo attraverso la statistica t di Student per campioni indipendenti ed è emerso quanto segue:

- FDAagg: $t(122)=5.586$, $p<.0001$;
- isFDAagg: $t(122)=3.435$, $p<.001$;
- ODAagg: $t(122)=4.678$, $p<.0001$;
- isODA agg: $t(122)=3.633$, $p<.0001$;
- FINOFI: $t(122)=4.564$, $p<.0001$;
- isFINOFI: $t(122)=1.871$, $p=ns$;
- QSagg: $t(122)=6.464$, $p<.0001$.

E' quindi possibile affermare che, ad eccezione dell'indice s del test FINOFI animali e utensili, in tutti gli altri punteggi il gruppo di pazienti cerebrolesi destri e il gruppo di soggetti di controllo differiscono in maniera statisticamente significativa.

K di Cohen ponderato

In tabella 4.23 per ciascuna coppia di test della batteria sperimentale sono riportati i valori della statistica k di Cohen ponderata, gli intervalli di confidenza e la significatività dell'ipotesi che il valore di k sia diverso da 0. I valori si riferiscono ai Punteggi Equivalenti calcolati sui punteggi complessivi ottenuti dal gruppo di pazienti cerebrolesi destri a ciascun test della batteria sperimentale.

	ODA	FINOFI	QS
FDA	k=.6008 (.4264÷.7751) p<.0001	k=.4286 (.1452÷.7119) p=.0072	k=.3463 (.0675÷.6251) p=.0192
ODA		k=.3921 (.1655÷.6187) p=.0044	k=.3711 (.1009÷.6412) p=.0087
FINOFI			k=.3233 (.0459÷.6007) p=.0267

Tabella 4.23 Valori del k di Cohen e relative probabilità esatte calcolati sui PE del punteggio totale del gruppo di pazienti cerebrolesi destri (n=24) per ciascuna coppia di test. Fra parentesi sono riportati gli intervalli di confidenza.

La tabella mostra che l'accordo maggiore si ha tra i test FDA e ODA (k=.6008), mentre quello più basso tra FINOFI e QS (k=.3233).

In merito all'ODA, si può affermare che il suddetto test si legghi in maniera analoga al FINOFI (k=.3921) e al QS (k=.3711).

Test di McNemar

Nelle tabelle 4.24-4.29 sono riportate le tavole di contingenza relative alle coppie di test della batteria sperimentale su cui è stato eseguito il test di McNemar.

		ODA		Totale
		patol.	norm.	
FDA	norm. patol.	3	6	9
	norm.	0	15	15
Totale		3	21	24

Tabella 4.24 Tavola di contingenza FDA-ODA
 $\chi^2(1)=6$; $p=.0143$

		FINOFI		Totale
		patol.	norm.	
FDA	norm. patol.	6	3	9
	norm.	5	10	15
Totale		11	13	24

Tabella 4.25 Tavola di contingenza FDA-FINOFI
 $\chi^2(1)=0.5$; $p=.4795$

		QS		Totale
		patol.	norm.	
FDA	norm. patol.	4	5	9
	norm.	3	12	15
Totale		7	17	24

Tabella 4.26 Tavola di contingenza FDA-QS
 $\chi^2(1)=0.5$; $p=.4795$

		FINOFI		Totale
		patol.	norm.	
ODA	norm. patol.	2	1	3
	norm.	9	12	21
Totale		11	13	24

Tabella 4.27 Tavola di contingenza ODA-FINOFI
 $\chi^2(1)=6.4$; $p=.0114$

		QS		Totale
		patol.	norm.	
ODA	norm. patol.	2	1	3
	norm.	5	16	21
Totale		7	17	24

Tabella 4.28 Tavola di contingenza ODA-QS
 $\chi^2(1)=2.667$; $p=.1025$

		QS		Totale
		patol.	norm.	
FINOFI	norm. patol.	4	7	11
	norm.	3	10	13
Totale		7	17	24

Tabella 4.29 Tavola di contingenza FINOFI-QS
 $\chi^2(1)=1.6$; $p=.2059$

Dall'analisi dei dati emerge che vi sono differenze significative tra le seguenti coppie di test: FDA-ODA e ODA-FINOFI.

Nello specifico, dalla tabella 4.24 si evince che vi è un numero significativamente maggiore di pazienti cerebrolesi destri che esegue male l'FDA e bene l'ODA (n=6) rispetto al numero di pazienti che presentano il pattern opposto (n=0).

Dalla tabella 4.27 emerge inoltre che vi è un numero significativamente maggiore di pazienti cerebrolesi destri che esegue male il FINOFI e bene l'ODA (n=9) rispetto al numero di pazienti che presentano il pattern opposto (n=1).

b. Pazienti cerebrolesi sinistri

In tabella 4.30 vengono riportate le risposte fornite dal gruppo di pazienti cerebrolesi sinistri alla batteria sperimentale, suddivise in base alle categorie animali e utensili.

n°	FDA		ODA		FINOFI		QS	
	an	ut	an	ut	an	ut	an	ut
10	16	29	25	20	15	19	54	58
11	25	30	36	36	17	20	56	60
15	27	22	25	20	17	18	57	58
17	26	28	22	23	15	13	42	56
18	31	27	32	30	18	20	56	53
20	23	25	18	21	18	20	57	59
25	29	30	22	26	15	17	46	55
26	32	27	37	29	19	19	59	60
30	34	35	38	34	19	19	60	60
32	27	30	28	23	16	19	58	60
35	28	24	31	27	18	17	55	60
M	27,09	27,91	28,55	26,27	17,00	18,27	54,55	58,09
DS	4,87	3,53	6,76	5,52	1,55	2,05	5,56	2,43

Tabella 4.30 Per ciascun paziente cerebroleso sinistro sono indicate le risposte ai test FDA, ODA, FINOFI animali e utensili e Questionario Semantico animali e utensili ripartite come in tabella 4.19. Sono inoltre riportate media e deviazione standard per categoria.

La prestazione media e la deviazione standard dei pazienti cerebrolesi sinistri a ciascun test è riportata in tabella 4.31.

	FDA (tot. max.=80)	ODA (tot. max.=80)	FINOFI (tot. max.=80)	QS (tot. max.=120)
Media	55.00	54.82	35.27	112.64
Dev. st.	6.60	11.74	3.13	7.21

Tabella 4.31 Media e deviazione standard del punteggio complessivo a ciascun test per il gruppo di pazienti cerebrolesi sinistri

La tabella 4.32 mostra invece i punteggi ottenuti dai pazienti cerebrolesi sinistri ai test neuropsicologici (Albert, Poppelreuter-Ghent, Token test e Denominazione).

n°	Albert	UNID		Poppelreuter			Token			Denomin.
		PO	PE	PO	PA	PE	PO	PA	PE	
10	40	30	4	35	36	4	36	36	4	76
11	40	23	2	31.34	35.34	4	31.5	33	4	77
15	40	21	1	25	27	0*	30	29.5	2	66
17	40	25	3	34	35.5	4	29.5	29.5	2	70
18	40	27	4	35	34.75	4	36	36	4	79
20	40	24	3	15	17.5	0*	31.5	32.25	3	27
25	40	23	2	32	32.5	2	28	27	1	46
26	40	29	4	36	36	4	36	36	4	80
30	40	25	3	36	36	4	36	36	4	79
32	40	25	3	34	36	4	33.5	33.5	4	77
35	40	19	1	30	33	3	34	34.75	4	73

Tabella 4.32 Punteggi dei pazienti cerebrolesi sinistri ai test neuropsicologici.
*=punteggi patologici

La tabella 4.33 mostra invece per ciascun paziente cerebroleso sinistro sia il punteggio complessivo aggiustato, sia l'indice s aggiustato di ciascun test della batteria sperimentale.

n°	FDAagg	isFDAagg	ODAagg	isODAagg	FINOFI	isFINOFI	QSagg
10	49,15 (0)	0,3100 (0)	50,60 (1)	0,2454 (0)	34,00 (1)	0,7368 (1)	112,90 (0)
11	60,05 (2)	0,7395 (3)	78,81 (4)	1,0000 (4)	37,00 (3)	1,0000 (4)	116,90 (1)
15	53,75 (1)	0,4036 (0)	51,41 (1)	0,2524 (0)	35,00 (2)	0,8824 (3)	115,15 (1)
17	57,26 (1)	0,9314 (4)	49,40 (1)	0,4971 (1)	28,00 (0)	1,0000 (4)	98,62 (0)
18	56,64 (1)	0,6965 (2)	60,17 (2)	0,7251 (3)	38,00 (4)	0,9474 (4)	109,43 (0)
20	51,41 (0)	0,4590 (1)	43,60 (0)	0,0441 (0)	38,00 (4)	0,9474 (4)	116,90 (1)
25	61,22 (2)	0,7984 (4)	50,99 (1)	0,3747 (1)	32,00 (0)	0,8571 (3)	101,62 (0)

26	61,52 (3)	0,6373 (2)	69,39 (4)	0,7843 (4)	38,00 (4)	0,9474 (4)	119,15 (3)
30	69,58 (4)	0,8156 (4)	72,78 (4)	0,9032 (4)	38,00 (4)	0,9474 (4)	120,00 (3/4)
32	62,50 (3)	0,6813 (2)	58,41 (2)	0,5285 (1)	35,00 (2)	0,9375 (4)	118,15 (2)
35	57,35 (1)	0,7984 (4)	65,21 (3)	0,7526 (3)	35,00 (2)	0,9375 (4)	115,62 (1)

Tabella 4.33 Punteggi complessivi e indice s aggiustati dei pazienti cerebrolesi sinistri. In blu i punteggi complessivi aggiustati patologici; in magenta l'indice s aggiustato patologico. Tra parentesi i punteggi equivalenti.

I punteggi contenuti in tabella 4.33 sono stati confrontati con i medesimi punteggi ottenuti dal gruppo di soggetti di controllo. Per fare ciò è stato utilizzato il test t di Student per campioni indipendenti a varianza uguale o diversa a seconda di quanto emerso dal test F di Levene sull'uguaglianza delle varianze. Le analisi effettuate hanno dato i seguenti risultati:

- FDAagg: $t(11.130)=3.181$, $p<.01$;
- isFDAagg: $t(109)=2.522$, $p<.05$;
- ODAagg: $t(109)=2.824$, $p<.01$;
- isODA agg: $t(109)=3.469$, $p<.01$;
- FINOFI: $t(10.918)=1.395$, $p=ns$;
- isFINOFI: $t(13.948)=-1.831$, $p=ns$;
- QSagg: $t(109)=8.246$, $p<.0001$.

E' quindi possibile affermare che, ad eccezione del punteggio complessivo e dell'indice s del test FINOFI animali e utensili, in tutti gli altri punteggi il gruppo di pazienti cerebrolesi sinistri e il gruppo di soggetti di controllo differiscono in maniera statisticamente significativa.

Di seguito vengono riportate le frequenze di prestazioni patologiche (punteggio complessivo equivalente=0) a ciascun test, relative al gruppo di pazienti cerebrolesi sinistri:

- 2/11 (18%) hanno una prestazione patologica al test FDA;
- 1/11 (9%) ha una prestazione patologica al test ODA;
- 2/11 (18%) hanno una prestazione patologica al test FINOFI animali e utensili;
- 4/11 (36.4%) hanno una prestazione patologica al test Questionario Semantico animali e utensili.

A causa dell'esiguità del numero di pazienti cerebrolesi sinistri, non sono state effettuate analisi statistiche ulteriori.

5. DISCUSSIONE e CONCLUSIONI

a. Discussione dei risultati relativi ai controlli

Dall'analisi dell'influenza delle variabili demografiche – sesso, età e scolarità – sulla prestazione a ciascun test della batteria sperimentale è emerso che:

- la prestazione all'FDA (sia punteggio totale che indice s) è influenzata dall'età;
- la prestazione all'ODA (sia punteggio totale che indice s) è influenzata dall'età;
- la prestazione al FINOFI animali e utensili (sia punteggio totale che indice s) non è influenzata da nessuna delle variabili demografiche considerate;
- La prestazione al Questionario Semantico animali e utensili è influenzata dalla scolarità.

La correlazione per campioni appaiati tra i punteggi originari ai test della batteria ha mostrato che vi sono correlazioni significative tra tutte le coppie di test. La suddetta informazione relativa alla somministrazione della batteria al gruppo di soggetti di controllo non fornisce di per sé indicazioni utili a confermare o disconfermare le ipotesi iniziali del presente studio.

b. Discussione dei risultati relativi ai pazienti cerebrolesi

Ricordiamo le principali domande che hanno costituito la base di questo progetto. In linea generale, esse riguardano quali informazioni siano contenute nel Sistema di Descrizione Strutturale (SDS) e quale sia la relazione tra queste informazioni e quelle contenute nel Sistema Semantico (SS).

Si assume generalmente che l'SDS contenga una descrizione strutturale della composizione delle forme degli oggetti. In altre parole, si pensa che esso contenga un elenco (oppure una rappresentazione analogica) di:

- quali siano le varie “features” che compongono la forma di un oggetto,

- dove esse siano situate nell'ambito della forma di ogni oggetto.

Non è mai stata esplicitata la domanda se l'SDS contenga anche informazioni circa le dimensioni delle singole features, ma è intuitivo e probabilmente necessario che le contenga.

Non sembra invece coerente con l'attuale concettualizzazione dell'SDS che questo magazzino cognitivo contenga anche delle informazioni sulle dimensioni di ogni oggetto, fatta salva l'accettabilità della sua forma. Infatti, nel normale processo percettivo vi è un fenomeno, la costanza percettiva, che ci permette di giudicare esistente, riconoscere ed identificare un oggetto quando esso ci viene presentato a distanze diverse, per cui è probabile che vi sia una funzione psicologico-percettiva che, prima della identificazione della forma, ne estragga le informazioni rilevanti in modo invariante rispetto alle dimensioni. Queste informazioni, tuttavia, evidentemente sono necessarie nel contesto di una percezione globale di una scena, in quanto siamo benissimo in grado di percepire una sproporzione tra diverse forme all'interno di una stessa figura (p.es. un gigante oppure un lillipuziano). La domanda cruciale è: in che modo siamo in grado di giudicare la plausibilità o meno delle reciproche dimensioni di due oggetti? Esiste un magazzino pre-semantic in cui le informazioni siano di tipo "relazionale" (cioè possano giudicare la compatibilità di dimensioni) oppure è plausibile solo che queste informazioni relazionali siano giudicate dal sistema semantico?

In linea generale, considerazioni teoriche tenderebbero a suggerire che l'SDS non contenga informazioni sulle dimensioni dell'oggetto in toto. Infatti, perché questo fosse possibile, occorrerebbe che l'SDS contenesse un numero praticamente infinito di coppie di forme, e questo non sembra sensato dal punto di vista dell'economia della memoria necessaria per il funzionamento di una struttura cognitiva. D'altra parte, l'ipotesi alternativa è che le dimensioni relative di ogni oggetto siano contenute direttamente nel sistema semantico, ma questa affermazione non è sostenuta da dati provenienti da esperimenti dedicati. Peraltro, in alcuni lavori è stata aneddoticamente riportata l'affermazione per cui le informazioni sulle dimensioni sarebbero risparmiate in pazienti affetti da disturbi della memoria semantica.

Ci troviamo quindi di fronte ad una lacuna teorica e sperimentale. Non abbiamo, in base ai dati ed alle teorie disponibili, una chiara indicazione se le informazioni sulle

dimensioni si trovino nell'SDS o nel Sistema Semantico, e d'altro canto non ha senso ipotizzare una ulteriore struttura di deposito solo per questo tipo di informazione. E' comunque, come già detto, ragionevole preferire il SS perché esso contiene molte altre informazioni di tipo relazionale tra oggetti diversi, mentre ciò non è stato mai ipotizzato per il SDS.

Un secondo punto interessante è quale sia il formato di rappresentazione delle informazioni contenute nell'SDS. In particolare, il concetto di Structural Description fa pensare ad una descrizione simbolica (non linguistica) della forma, e ciò renderebbe conto della possibilità di riconoscere la forma di un oggetto in modo invariante rispetto alla distanza, all'angolo di presentazione, ed alla ricchezza dei dettagli che sono visibili al soggetto che percepisce l'immagine in situazioni diverse. In questo senso, l'informazione su quali features siano contenute nella forma di un oggetto è diversa dall'informazione di quali siano le dimensioni di queste features. Infatti, è possibile facilmente simbolizzare o elencare in un qualsiasi linguaggio interno quali siano le componenti di una singola forma, ma è molto più difficile depositare in modo simbolico le loro reciproche dimensioni. In altre parole, l'informazione su quali features compongano una forma (quindi la decisione di realtà valutata con il FINOFI) appare molto più facilmente simbolizzabile dell'informazione sulla forma valutata con il test FDA. Di conseguenza, ci aspetteremmo che la rappresentazione della forma valutata dal test FDA sia di formato globale ed analogico, e più dipendente dal lavoro dell'emisfero destro, mentre la rappresentazione valutata dal FINOFI potrebbe essere più vicariata dalle capacità simboliche ed analitiche dell'emisfero sinistro.

In sintesi, le previsioni sperimentali del nostro esperimento erano le seguenti:

- (i) Dovremmo poter osservare, nei cerebrolesi destri, un deficit minore al FINOFI che non all'FDA, perché in linea di principio l'emisfero sinistro, non danneggiato nei cerebrolesi destri, potrebbe garantire il risparmio di informazioni rappresentate in modo simbolico. Viceversa per i cerebrolesi sinistri. In ogni caso, ci si aspetta però un'alta correlazione tra FDA e FINOFI, maggiore di quella tra ciascuno di questi 2 test e gli altri due della batteria (ODA e QS).

- (ii) Se l'informazione testata da ODA dipendesse dal SS, potremmo osservare una correlazione importante tra ODA e Questionario Semantico, maggiore di quella osservata tra ODA ed FDA e tra ODA e FINOFI. Va però osservato che, a questo fine, occorrerebbe scorporare all'interno del questionario semantico le domande percettive da quelle associative, e ancora più in dettaglio le domande sulle dimensioni da quelle sulla forma. Per cui, nella fase attuale di elaborazione dei dati, una mancata associazione tra ODA e SS potrebbe derivare solo dal fatto che l'informazione semantica testata dal questionario in toto non è sufficientemente scorporata nelle sue diverse componenti.

Vediamo ora se e in che misura i nostri dati sono in grado di confermare o rigettare queste previsioni.

- (i) Nei cerebrolesi destri vi è un minor deficit al FINOFI rispetto all'FDA? Si verifica l'opposto nei cerebrolesi sinistri?

I cerebrolesi destri non sono più compromessi all'FDA rispetto al FINOFI.

Anzitutto, sia il punteggio complessivo al FDA che quello al FINOFI del gruppo di pazienti cerebrolesi destri differiscono in maniera statisticamente significativa dai punteggi complessivi ottenuti dal gruppo di soggetti di controllo (t di Student), ma ciò non è di per sé indicativo di una maggior compromissione al FINOFI rispetto all'FDA.

I risultati relativi al test di McNemar sui pazienti cerebrolesi destri mostrano che tra i cerebrolesi destri i soggetti patologici al FINOFI e normali all'FDA (n=5) sono addirittura di più rispetto a quelli normali al FINOFI e patologici all'FDA (n=3), anche se la differenza non è significativa.

Peraltro si è osservata nei cerebrolesi destri una forte concordanza (agreement) tra FDA e FINOFI (k di Cohen ponderato=.4286) e ciò non è in linea con l'ipotesi che le capacità alla base dei due test siano nettamente distinte.

Passando al comportamento dei cerebrolesi sinistri, dai risultati del test t di Student emerge che la loro prestazione all'FDA differisce in maniera significativa

da quella dei controlli, mentre il FINOFI è l'unico test della batteria a non differire significativamente da quello dei controlli.

(ii) L'informazione testata da ODA ha una sovrapposizione sostanziale con quella indagata dal questionario semantico?

La concordanza tra ODA e questionario semantico nei cerebrolesi destri è di media entità.

La statistica k di Cohen stabilisce che vi è un accordo significativo, ma non elevato, tra i test ODA e QS (k di Cohen ponderato=.3711). Tale risultato non permette di per sé né di confermare né di confutare l'ipotesi secondo cui l'informazione testata da ODA possa essere depositata nel SS. Si deve notare tuttavia che per studiare in maniera più approfondita il suddetto legame, si dovrebbe scomporre l'informazione relativa alla forma fornita dal QS dalle altre informazioni contenute nel test.

c. Sviluppi futuri

Sulla base di quanto emerso finora, questo progetto dovrà in futuro perseguire i seguenti obiettivi:

- tarare nuovamente i test della batteria scorporando il punteggio complessivo in due punteggi: uno relativo alla categoria animali, l'altro relativo alla categoria utensili;
- scindere le informazioni ottenute al questionario semantico, in modo da distinguere quelle relative alla forma degli stimoli rispetto alle altre;
- proseguire la raccolta di dati relativi ai pazienti cerebrolesi, includendo altre categorie di pazienti (degenerativi, encefaliti);
- somministrare la medesima batteria ad un gruppo di soggetti di controllo misurando i tempi di risposta ai test visivi (FDA, ODA e FINOFI) in modo da raccogliere dati sullo stesso problema con una grana molto più fine data la scala precisa di registrazione dei tempi di risposta.

BIBLIOGRAFIA

- Albert, M. L. (1973). A simple test of visual neglect. *Neurology*, 23: 658-664.
- Barbarotto, R., Laiacona, M., Macchi, V., & Capitani, E. (2002). Picture reality decision, semantic category and gender. A new set of pictures, with norms and an experimental study. *Neuropsychologia*, 40: 1637-1653.
- Benson, D. F., & Greenberg, J. P. (1969). Visual form agnosia. A specific defect in visual discrimination. *Archives of Neurology*, 20: 82-89.
- Benton, A. (1980). The neuropsychology of facial recognition. *American Psychology*, 35: 176-186.
- Biederman, I. (1987). Matching image edges to object memory. *Proceedings of the First International Conference on Computer Vision*. IEEE Computer Society, London.
- Biederman, I. (1987). Recognition by components: a theory of human image understanding. *Psychological Review*, 94: 115-145.
- Biederman, I., & Cooper, E. E. (1991). Priming contour-delete images: evidence for intermediate representations in visual object recognition. *Cognitive Psychology*, 23: 393-419.
- Biederman, I., Subramaniam, S., Bar, M., Kalocsai, P., & Fiser, J. (1999). Subordinate-level object classification reexamined. *Psychological Research*, 62: 131-153.
- Binford, T. O. (1971). Visual Perception by Computer. *IEEE Conference on Systems and Control*: 277-284.

- Bodamer, J. (1947). Die prosop-agnosie. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten Vereinigt mit Zeitschrift für die Gesamte Neurologie und Psychiatrie*. 179: 6-53.

- Bookheimer, S. (2002). Functional MRI of language: new approaches to understanding the cortical organization of semantic processing. *Annual Review of Neuroscience*, 25: 151-188.

- Bruce, V., Green, P. R., & Georgeson, M. A. (2010). *Visual perception, physiology, psychology and ecology*. Hove: Psychology Press.

- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology London England*, 77: 305-327.

- Bülthoff, H. H., & Edelman, S. (1992). Psychophysical support for a two-dimensional view interpolation theory of object recognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89: 60-64.

- Capitani, E. (1997). Normative values and neuropsychological assessment. Common problems in clinical practice and research. *Neuropsychological Rehabilitation*, 7: 295-309.

- Capitani, E., Chieppa, F., & Laiacona, M. (2010). Associated impairment of the categories of conspecifics and biological entities. Cognitive and neuroanatomical aspects of a new case. *Cognitive Neuropsychology*, 27: 207-229.

- Capitani, E., & Laiacona, M. (1997). Composite neuropsychological batteries and demographic correction: Standardization based on Equivalent Scores, with a review of published data. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 19: 795-809.

- Capitani, E., & Laiacona, M. (2011). Facts and hypotheses relevant for contrasting animal and plant life semantics. A comment on Gainotti (2010). *Cortex*, 47: 259-264.
- Capitani, E., Laiacona, M., & Barbarotto, R. (1999). Gender affects word retrieval of certain categories in semantic fluency task. *Cortex*, 35: 273-278.
- Capitani, E., Laiacona, M., Mahon, B., & Caramazza, A. (2003). What are the facts of semantic category-specific deficits? A critical review of the clinical evidence. *Cognitive Neuropsychology*, 20: 213-261.
- Capitani, E., Laiacona, M., Pagani, R., Capasso, R., Zampetti, P., & Miceli, G. (2009). Posterior cerebral artery infarcts and semantic category dissociations: a study of 28 patients. *Brain*, 132: 956-981.
- Caramazza, A., & Hillis, A. E. (1990). Where do semantic errors come from? *Cortex*, 26: 95-122.
- Caramazza, A., Hillis, A. E., Rapp, B. C., & Romani, C. (1990). The multiple semantics hypothesis: Multiple confusions? *Cognitive Neuropsychology*, 7: 161-189.
- Caramazza, A., & Mahon, B. Z. (2003). The organization of conceptual knowledge: the evidence from category-specific semantic deficits. *Trends in Cognitive Sciences*, 7: 354-361.
- Caramazza, A., & Shelton, J. R. (1998). Domain-specific knowledge systems in the brain, the animate-inanimate distinction. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10: 1-34.
- Cooper, E. E., & Biederman, I. (1993). Metric versus viewpoint-invariant shape differences in visual object recognition. *Poster presented at the Annual*

Meeting of the Association for Research in Vision and Ophtalmology, Sarasota, Florida.

- Coslett, H. B., & Saffran, E. M. (1989). Preserved object recognition and reading comprehension in optic aphasia. *Brain: a journal of neurology*, *112*: 1091-1110.
- Coslett, H. B., & Saffran, E. M. (1992). Optic aphasia and the right hemisphere: a replication and extension. *Brain and Language*, *43*: 148-161.
- Damasio, A. R., Damasio, H., & Van Hoesen, G. W. (1982). Prosopagnosia: anatomic basis and behavioural mechanisms. *Neurology*, *32*: 331-341.
- Davidoff, J., & Warrington, E. K. (1993). A dissociation of shape discrimination and figure-ground perception in a patient with normal acuity. *Neuropsychologia*, *31*: 83-93.
- De Renzi, E. (1986). Prosopagnosia in two patients with CT scan evidence of damage confined to the right hemisphere. *Neuropsychologia*, *24*: 385-389.
- De Renzi, E., & Lucchelli, F. (1993). The fuzzy boundaries of apperceptive agnosia. *Cortex*, *29*: 187-215.
- De Renzi, E., Scotti, G., & Spinnler, H. (1969). Perceptual and associative disorders of visual recognition. *Neurology*, *19*: 634-642.
- De Renzi, E., & Saetti, M. C. (1997). Associative agnosia and optic aphasia: qualitative or quantitative difference? *Cortex*, *33*: 115-130.
- De Renzi, E., & Spinnler, H. (1966). Visual recognition in patients with unilateral cerebral disease. *The journal of nervous and mental disease*, *142*: 515-525.

- De Saussure, F. (1916). *Cours de linguistique générale*. Ed. C. Bally & A. Sechehaye, con la collaborazione di A. Riedlinger, Lausanne and Paris: Payot.
- Della Sala, S., Laiacona, M., Spinnler, H., & Trivelli, C. (1995). Poppelreuter-Ghent's overlapping figures test: its sensitivity to age and its clinical use. *Archives of clinical neuropsychology, the official journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 10: 511-534.
- Derrington, A. M., & Lennie, P. (1984). Spatial and temporal contrast sensitivities of neurones in lateral geniculate nucleus of macaque. *Journal of Physiology*, 357: 219-240.
- Farah, M. J. (1984). The neurological basis of mental imagery: a componential analysis. *Cognition*, 18: 245-272.
- Farah, M. J. (1991). Visual agnosia: disorders of object recognition and what they tell us about normal vision. *Biological Psychology*, 31: 299-303.
- Farah, M. J. (1997). Distinguishing perceptual and semantic impairments affecting visual object recognition. *Visual Cognition*, 4: 199-206.
- Farah, M. J., & McClelland, J. L. (1991). A computational model of semantic memory impairment: modality specificity and emergent category specificity. *Journal of Experimental Psychology General*, 120: 339-357.
- Fodor, J. A. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge MA: MIT Press.
- Fodor, J. A., & Pylyshyn, Z. W. (1981). How direct is visual perception? Some reflection on Gibson's "Ecological Approach". *Cognition*, 9: 139-196.
- Fodor, J. A., & Pylyshyn, Z. W. (1988). Connectionism and cognitive architecture: a critical analysis. *Cognition*, 28: 3-71.

- Francis, B., Green, M., & Payne, C. (1993). *GLIM 4: The statistical system for generalized linear interactive modelling*. New York: Oxford Science Publications.
- Freund, D. C. (1889). Ueber optische Aphasie und Seelenblindheit. *Archiv für Psychiatrie, 20*: 371-416.
- Funnel, E., & Sheridan, J. (1992). Categories of knowledge? Unfamiliar aspects of living and non living things. *Cognitive Neuropsychology, 9*: 135-153.
- Gaffan, D., & Heywood, C. A. (1993). A spurious category-specific visual agnosia for living things in normal human and non-human primates. *Journal of Cognitive Neuroscience, 5*: 118-128.
- Gainotti, G. (2000). What the locus of brain lesion tells us about the nature of the cognitive defect underlying category-specific disorders: a review. *Cortex, 36*: 539-559.
- Gainotti, G. (2005). The influence of gender and lesion location on naming disorders for animals, plants and artefacts. *Neuropsychologia, 43*: 1633-1644.
- Gainotti, G. (2010). The influence of anatomical locus of lesion and of gender-related familiarity factors in category-specific semantic disorders for animals, fruits and vegetables: a review of single-case studies. *Cortex, 46*: 1072-1087.
- Gainotti, G. (2012). The format of conceptual representations disrupted in semantic dementia: a position paper. *Cortex, 48*: 521-529.

- Geschwind, N. (1965). Disconnection syndromes in animals and man. *Brain*, 88: 237-294.
- Gibson, J. J. (1950). The perception of visual surfaces. *American Journal of Psychology*, 63: 367-384.
- Gibson, J. J. (1961). Ecological optics. *Vision Research*, 1: 253-262.
- Gibson, J. J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton Mifflin.
- Gil, R., Pluchon, C., Toullat, G., Michenau, D., Rogez, R., & Léfèvre, P. (1985). Disconnexion visuo-verbale (aphasie optique) pour les objects les images, les couleurs et les visages avec alexie. *Neuropsychologia*, 23: 333-349.
- Givón, T. (1986). Prototypes: Between Plato and Wittgenstein. In: Craig, C., eds. *Noun Classes and Categorization*. Amsterdam: John Benjamins: 77-102.
- Goldenberg, G. (1993). The neural basis of mental imagery. *Baillière's clinical neurology*, 2: 265-286.
- Goodale, M., Milner, A. D., Jakobson, L. S., & Carey, D. P. (1992). A neurological dissociation between perceiving objects and grasping them. *Nature*, 349: 154-156.
- Grill-Spector, K., Kourtzi, Z., & Kanwisher, N. (2001). The lateral occipital complex and its role in object recognition. *Vision Research*, 41: 1409-1422.
- Grill-Spector, K., Kushnir, T., Edelman, S., Itzchak, Y., & Malach, R. (1998). A sequence of object-processing stages revealed by fMRI in the Human Occipital Lobe. *Human Brain Mapping*, 328: 316-328.

- Hart, J., Berndt, R. S., & Caramazza, A. (1985). Category-specific naming deficit following cerebral infarction. *Nature*, 316: 439-444.
- Hécaen, H., & Angelergues, R. (1962). Agnosia for faces (prosopagnosia). *Archives of Neurology*, 7: 92-100.
- Helmholtz, H. von (1866). *Treatise on physillogical optics, vol. III*. New York: Dover.
- Hendry, S. H. C., & Reid, R. C. (2000). The koniocellular pathway in primate vision. *Annual Review of Neuroscience*, 23: 127-153.
- Hillis, A. E., & Caramazza, A. (1995). Cognitive and neural mechanisms underlying visual and semantic processing: Implications from "optic aphasia." *Journal of Cognitive Neuroscience*, 7: 457-478.
- Hjelmslev, L. (1943). *Prolegomena to a Theory of Language*. Baltimore: Indiana University Publications in Anthropology and Linguistics.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1959). Receptive fiels of single neurons in the cat's striate cortex. *Journal of Physiology*, 148: 574-591.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1962). Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *Journal of Physiology*, 160: 106-154.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1970). Stereopsis vision in the macaque monkey. *Nature*, 225: 41-42.
- Humphrey, G. K., & Joliecoeur, P. (1993). An examination of the effects of axis foreshortening, monocular depth cues, and visual field on object identification. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46: 137-159.

- Humphreys, G. W. (1984). Shape constancy: the effects of changing shape orientation and the effects of changing focal features. *Perception & Psychophysics*, 35: 361-371.
- Humphreys, G. W., & Bruce, V. (1989). *Visual Cognition: Computational, Experimental and Neuropsychological Perspectives*. Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- Humphreys, G. W., & Forde, E. M. (2001). Hierarchies, similarity and interactivity in object recognition: category-specific neuropsychological deficits. *Behavioural and Brain Sciences*, 24: 453-476.
- Humphreys, G. W., & Riddoch, M. J. (1984). Routes to object constancy: implications from neurological impairments of object constancy. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36: 385-415.
- Humphreys, G. W., & Riddoch, M. J. (1988). On the case for multiple semantic systems: a reply to Shallice. *Cognitive Neuropsychology*, 5: 143-150.
- Humphreys, G. W., Riddoch, M. J., & Quinlan, P. T. (1988). Cascade processes in picture identification. *Cognitive Neuropsychology*, 5: 67-104.
- Kartsounis, L. D., & Warrington, E. K. (1991). Failure of object recognition due to a breakdown of figure-ground discrimination in a patient acuity. *Neuropsychologia*, 29: 969-980.
- Klier, E. M., Wang, H. Y., & Crawford, J. D. (2001). The superior colliculus encodes gaze commands in retinal co-ordinates. *Nature Neuroscience*, 4: 627-632.
- Kourtzi, Z., & Kanwisher, N. (2001). Human Lateral Occipital Complex representation of perceived object shape by the Human Lateral Occipital Complex. *Science*, 293: 1506-1509.

- Laiacona, M., Barbarotto, R., Trivelli, C., & Capitani, E. (1993). Dissociazioni semantiche intercategoriali: descrizione di una batteria standardizzata e dati normativi. *Archivio di Psicologia, Neurologia e Psichiatria*, 54: 209-248.
- Laiacona, M., Capitani, E., & Barbarotto, R. (1997). Semantic category dissociations: a longitudinal study of two cases. *Cortex*, 33: 441-461.
- Leventhal, A. G., Rodieck, R. W., & Dreher, B. (1981). Retinal ganglion cell classes in the Old World monkey: morphology and central projections. *Science*, 213: 1139-1142.
- Lissauer, H. (1890). Ein fall von seelenblindheit nebst einem beitrage zur theorie derselben. *Archiv fur Psychiatrie*, 21: 222-270.
- Malach, R., Reppas, J., Benson, R., Kwong, K., Jiang, H., Kennedy, W. A., Ledden, P. J., Brady, T. J., Rosen, B. R., & Tootell, R. B. (1995). Object-related activity revealed by functional magnetic resonance imaging in human occipital cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 92: 8135-8139.
- Manning, L., & Campbell, R. (1992). Optic aphasia with spared action naming: a description and possible loci of impairment. *Neuropsychologia*, 30: 587-592.
- Marr, D. (1976). Early processing of visual information. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 275: 483-524.
- Marr, D. (1977). Analysis of occluding contour. *Proceedings of the Royal Society of London*, 197: 441-475.

- Marr, D. (1982). *Vision: a computational investigation into the human representation and processing of visual information*. San Francisco: W. H. Freeman & Co.
- Marr, D., & Nishihara, H. K. (1978). Representation and recognition of the spatial organisation of three dimensional shapes. *Proceedings of the Royal Society of London, 200*: 269-294.
- Martin, A., & Chao, L. L. (2001). Semantic memory and the brain: structure and processes. *Current Opinion in Neurobiology, 11*: 194-201.
- McCarthy, R. A., & Warrington, E. K. (1986). Phonological reading: phenomena and paradoxes. *Cortex, 22*: 359-380.
- McCarthy, R. A., & Warrington, E. K. (1986). Visual associative agnosia: a clinico-anatomical study of a single case. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, 49*: 1233-1240.
- McCarthy, R. A., & Warrington, E. K. (1988). Evidence for modality-specific meaning systems in the brain. *Nature, 334*: 428-430.
- McCarthy, R. A., Warrington, E. K. (1990). *Cognitive Neuropsychology: a clinical introduction*. Academic Press.
- McKenna, P., & Warrington, E. K. (1993). The neuropsychology of semantic memory. *Handbook of Neuropsychology: Memory and its disorders, 8*: 193-213.
- McNeil, J. E., & Warrington, E. K. (1993). Prosopagnosia: a face-specific disorder. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 46*: 1-10.
- Merigan, W. H., & Maunsell, J. H. R. (1993). How parallel are the primate visual pathways? *Annual Review of Neuroscience, 16*: 369-402.

- Miceli, G., Capasso, R., Daniele, A., Esposito, T., Magarelli, M., & Tomaiuolo, F. (2000). Selective deficit for people's names following left temporal damage: An impairment of domain-specific knowledge. *Cognitive Neuropsychology*, 17: 489-516.
- Miceli, G., Fouch, E., Capasso, R., Shelton, J., Tomaiuolo, F., & Caramazza, A. (2001). The dissociation of color from form and function knowledge. *Nature Neuroscience*, 4: 662-667.
- Moss, H. E., Tyler, L. K., Durrant-Peatfield, M., & Bunn, E. M. (1998). Two eyes of a see-through: impaired and intact semantic knowledge in a case of selective deficit for living things. *Neurocase*, 4: 291-310.
- Nichelli, E.B., Spinnler, H., & Bisiach, E. (1976). Hemispheric functional asymmetry in visual discrimination between univariate stimuli: an analysis of sensitivity and response criterion. *Neuropsychologia*, 14: 335-342.
- Pylyshyn, Z. W. (1999). Is vision continuous with cognition? The case of cognitive impenetrability of visual perception. *Behavioural and Brain Sciences*, 22: 341-365.
- Quinlan, P. T., & Humphreys, G. W. (1993). Perceptual frames of reference and 2-dimensional shape recognition – further examination of internal axes. *Perception*, 22: 1343-1364.
- Rao, K., Medioni, G., Liu, H., & Bekey, G. A. (1988). Robot hand-eye coordination: shape description and grasping. *IEEE International Conference on Robotics and Automotion*, 1: 407-411.
- Riddoch, M. J., & Humphreys, E. K. (1987). Visual object processing in optic aphasia: a case study of semantic access agnosia. *Cognitive Neuropsychology*, 4: 131-185.

- Riddoch, M. J., & Humphreys, G. W. (1987). A case of integrative visual agnosia. *Brain, 110*: 1399-1462.
- Riddoch, M. J., Humphreys, G. W., Coltheart, M., & Funnel, E. (1988). Semantic systems or system? Neuropsychological evidence re-examined. *Cognitive Neuropsychology, 5*: 3-25.
- Rosch, E. (1978). Principles of categorization. In: Rosch, E. & Lloyd, B., eds. *Cognition and Categorization*. Hillsdale, N.J. Erlbaum Associates: 27-48.
- Rumiati, R., Humphreys, G. W., Riddoch, M. J., Bateman, A., & Bruce, V. (1994). Visual object agnosia without prosopagnosia or alexia: evidence for hierarchical teorie of visual recognition. *Visual Cognition, 23, 1*: 181-225.
- Samson, D., & Pillon, A. (2003). A case of impaired knowledge for fruit and vegetables. *Cognitive Neuropsychology, 20*: 373-400.
- Santos, L. R., & Caramazza, A. (2002). *The domain specific hypothesis: a developmental and comparative perspective on category-specific deficits*. Hove UK: Psychology Press.
- Sartori, G., & Job, R. (1988). The oyster with four legs: a neuropsychological study on the interaction of visual and semantic information. *Cognitive Neuropsychology, 5*: 105-132.
- Sartori, G., Job, R., & Coltheart, M. (1992). *Visual object processing. Attention and performance*. MIT Press, London.
- Schacter, D. L. (1991). Multiple memory systems: perceptual mechanisms of implicit memory. *Neuroscience, 4*.

- Schacter, D. L. (1992). Priming and multiple memory systems: perceptual mechanisms of implicit memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4: 244-256.
- Schacter, D. L., Cooper, L. A., & Delaney, S. M. (1990). Implicit memory for unfamiliar objects depends on access to structural descriptions. *Journal of Experimental Psychology General*, 119: 5-24.
- Schnider, A., Benson, D. F., & Scharre, D. W. (1994). Visual agnosia and optic aphasia: are they anatomically distinct? *Cortex*, 30: 445-457.
- Scotti, S., Laiacona, M., & Capitani, E. (2010). Brain damage and semantic category dissociations: is the animal category easier for males? *Neurological Sciences*, 31: 483-489.
- Shelton, J. R., & Caramazza, A. (2001). *The organisation of semantic memory*. Hove UK: Psychology Press.
- Silveri, M. C., & Gainotti, G. (1988). Interaction between vision and language in category-specific semantic impairment. *Cognitive Neuropsychology*, 5: 677-709.
- Smith, E. E., Shoben, E. J., & Rips, L. J. (1974). Structure and process in semantic memory: A featural model for semantic decisions. *Psychological Review*, 1: 214-241.
- Snodgrass, J. G., & Vanderwart, M. (1980). A standardised set of 260 pictures: norms for name agreement, image agreement, familiarity and visual complexity. *Journal of Experimental Psychology, Human Learning and Memory*, 6: 174-215.
- Spinnler, H., & Tognoni, G. (1987). Standardizzazione e taratura italiana di test neuropsicologici. *The Italian Journal of Neurological Sciences*, 6: suppl. 8.

- Spiridon, M., Fischl, B., & Kanwisher, N. (2006). Location and spatial profile of category-specific regions in human extrastriate cortex. *Human Brain Mapping, 27*: 77-89.
- Spreen, O., Benton, A., & Van Allen, M. (1969). Dissociation of visual and tactile naming in amnesic aphasia. *Neurology, 16*: 807-814.
- Tarr, M. J. (1995). Rotating objects to recognize them: a case study on the role of viewpoint dependency in the recognition of three dimensional objects. *Psychonomic Bulletin & Review, 2*: 55-82.
- Tarr, M. J., & Bülthoff, H. H. (1995). Is human object recognition better described by geon-structural-descriptions or by multiple views – comment on Biederman and Gerhardstein (1993). *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 21*: 1494-1505.
- Tarr, M. J., & Pinker, S. (1989). Mental rotation and orientation-dependence in shape recognition. *Cognitive Psychology, 21*: 233-282.
- Tatsuno, Y., & Sakai, K. L. (2005). Language-related activations in the left prefrontal regions are differentially modulated by age, proficiency, and task demands. *The Journal of Neuroscience, 25*: 1637-1644.
- Thompson-Schill, S. L., Aguirre, G. K., D'Esposito, M., & Farah, M. J. (1999). A neural basis for category and modality specificity of semantic knowledge. *Neuropsychologia, 37*: 671-676.
- Ullmann, S. (1980). Against direct perception. *Behavioural and Brain Sciences, 3*: 373-415.
- Ullmann, S. (1989). Aligning pictorial descriptions: an approach to object recognition. *Cognition, 67*: 21-44.

- Ungerleider, L. G., & Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems. *Analysis of visual behaviour*: 549-586.
- Violi, P. (1997). *Significato ed esperienza*. Bompiani: Milano.
- Warrington, E. K. (1975). The selective impairment of semantic memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 27: 635-657.
- Warrington, E. K. (1985). *Agnosia: the impairment of object recognition*. J.A.M. Fredricks, ed. Elsevier.
- Warrington, E. K., Davidoff, J., Humphreys, G. W., Riddoch, M. J., & Milner, A. D. (2009). Warrington and Taylor's 1978 paper. *Perception*, 38: 933-947.
- Warrington, E. K., & James, M. (1967). Disorders of visual perception in patients with localised cerebral lesions. *Neuropsychologia*, 5: 253-266.
- Warrington, E. K., & James, M. (1988). Visual apperceptive agnosia: a clinical-anatomical study of three cases. *Cortex*, 24: 13-32.
- Warrington, E. K., & McCarthy, R. A. (1983). Category specific access dysphasia. *Brain: a journal of Neurology*, 106: 859-878.
- Warrington, E. K., & McCarthy, R. A. (1987). Categories of knowledge – further fractionations and an attempted integration. *Brain*: 110: 1273-1296.
- Warrington, E. K., & Shallice, T. (1984). Category-specific semantic impairments. *Brain*, 107: 829-854.
- Warrington, E. K., & Taylor, A. M. (1973). The contribution of the right parietal lobe to object recognition. *Cortex*, 9: 152-164.

- Warrington, E. K., & Taylor, A. M. (1978). Two categorical stages of object recognition. *Perception*, 7: 695-705.
- Wertheimer, M. (1923). Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt, II. *Psychologische Forschung*, 4: 301-350.
- Wundt, W. (1907). *Outlines of Psychology*. New York: G. E. Stechart, & Co.
- Xu, X., Ichida, J. M., Allison, J. D., Boyd, J. D., Bonds, A. B., & Casagrande, V. A. (2001). A comparison of koniocellular, magnocellular and parvocellular receptive field properties in the lateral geniculate nucleus of the owl monkey. *Journal of Physiology*, 531: 203-218.

APPENDICE 1 – Pazienti

PAZIENTE 1 (AA): M, 81 anni, scolarità 5 anni, destrimane.

Il paziente è stato ricoverato presso la U.O Neurologia – Ospedale San Paolo – a ottobre 2010 per **ictus emisferico destro con componente emorragica** (patologie associate: pregresso TIA, ipertensione arteriosa, aritmia extrasistolica, recente intervento per tunnel carpale).

La TC encefalo più recente, eseguita al termine del ricovero, mostra “...un’area ischemica in sede temporo-parietale ed insulare dx con falda emorragica intraparenchimale.”



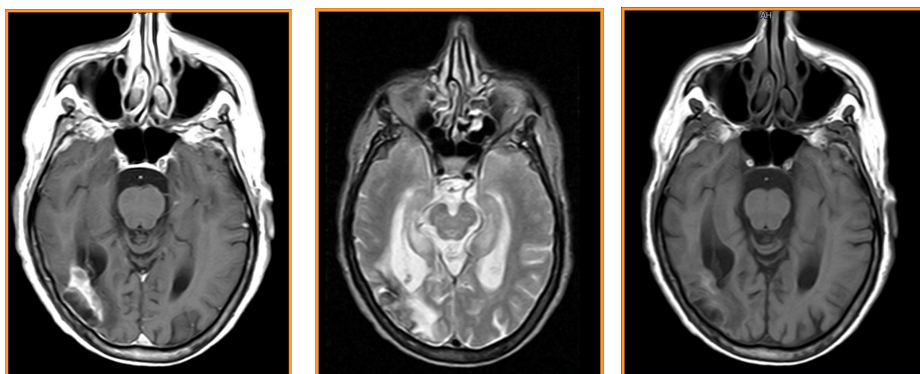
L’esecuzione dei test è avvenuta a distanza di 4 mesi dall’evento ischemico.

L’EON, eseguito al momento della somministrazione dei test, evidenzia anosognosia e atteggiamento disinibito; mantenimento della posizione in Barré senza slivellamenti; minime oscillazioni all’arto inferiore sinistro in Mingazzini; mantenimento autonomo della stazione eretta e deambulazione autonoma.

PAZIENTE 2 (AME): F, 75 anni, scolarità 17 anni, destrimane.

La paziente è stata ricoverata presso la U.O Neurologia – Ospedale San Paolo a dicembre 2010 per **ictus emorragico in sede occipitale destra** (non vengono riferite patologie associate).

La RMN, eseguita alla dimissione, mostra “...un’alterazione focale del segnale a livello occipitale a destra, nel territorio di vascolarizzazione della arteria cerebrale posteriore destra, di aspetto misto, con alternanza di aree ad elevato segnale e a basso segnale, sia nelle pesature in T1 che in T2, per focali aree di sanguinamento; spianamento locale dei solchi corticali, edema perilesionale ed enhancement post contrastografico. I reperti sono compatibili con evento cerebrovascolare a parziale componente emorragica.”



L'esecuzione dei test è avvenuta a distanza di 3 mesi dall'evento ischemico.

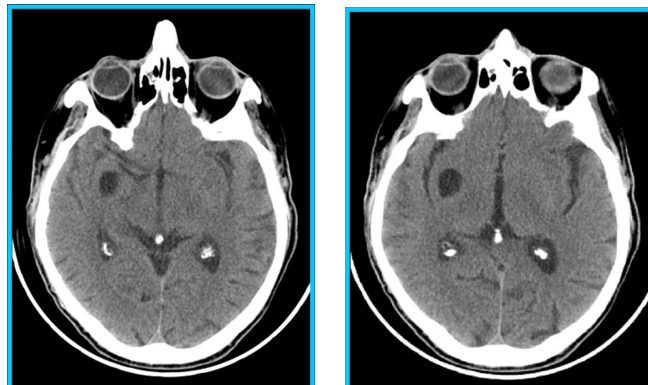
L'EON, eseguito al momento della somministrazione dei test, risulta nella norma.

PAZIENTE 3 (VF): M, 81 anni, scolarità 5 anni, destrimane.

Il paziente è stato ricoverato presso la U.O Neurologia – Ospedale San Paolo a ottobre 2010 per emisindrome sinistra in **esiti di lesioni ischemiche emisferiche destre** (patologie associate: ipertensione arteriosa, pregresso intervento per cataratta bilaterale, pregressa emorroidectomia).

La RMN encefalo, eseguita nel corso del ricovero, mostra “...in sede sovratentoriale, ai nuclei della base di destra, immagine tondeggiante a margini netti e regolari, con comportamento di segnale simil-liquorale da riferire a cisti aracnoidea o a lacuna poro-encefalica in esiti. Presenza di immagini di iperintensità di segnale nelle sequenze a TR lungo e in quelle in diffusione a livello dei territori giunzionali posteriori di destra e a livello dei territori di vascolarizzazione della cerebrale anteriore omolaterale. I reperti descritti appaiono indicativi di lesioni ischemiche recenti. Sono presenti anche

alcune sfumate e puntiformi alterazioni iperintense nelle sequenze in diffusione, da riferire ad esiti gliotici.”



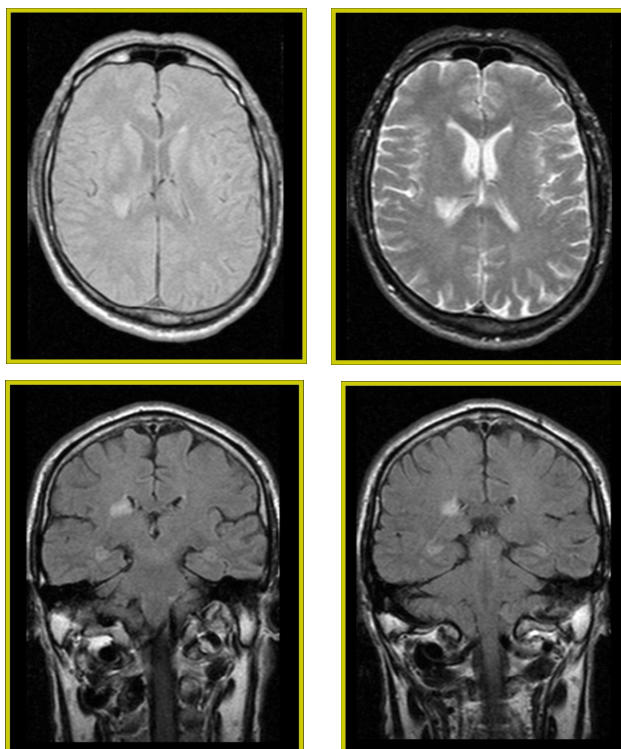
L'esecuzione dei test è avvenuta a distanza di 5 mesi dall'evento ischemico.

L'EON, eseguito 10 giorni prima della somministrazione dei test, evidenzia ipocinesia del VII nervo cranico inferiore sinistro (statico) e restante obiettività nella norma.

PAZIENTE 4 (BG): M, 61 anni, scolarità 8 anni, destrimane.

Il paziente è stato ricoverato presso la U.O Neurologia – Ospedale San Paolo a febbraio 2011 per **ictus ischemico destro in pervietà del forame ovale e aneurisma del setto interatriale** (patologie associate: cefalea, pregressa emorragia gastrica in corso di assunzione di FANS, HbsAg positivo, acufeni orecchio sinistro).

La RMN encefalo, eseguita nel corso del ricovero, mostra *“...a destra, in sede peritrigonale, lesione iperintensa nelle sequenze a TR lungo riferibile a infarto. Si riconoscono altre lesioni, verosimilmente con lo stesso significato: due nel lobo occipitale destro, una nel lobo temporale destro in sede periventricolare.”*



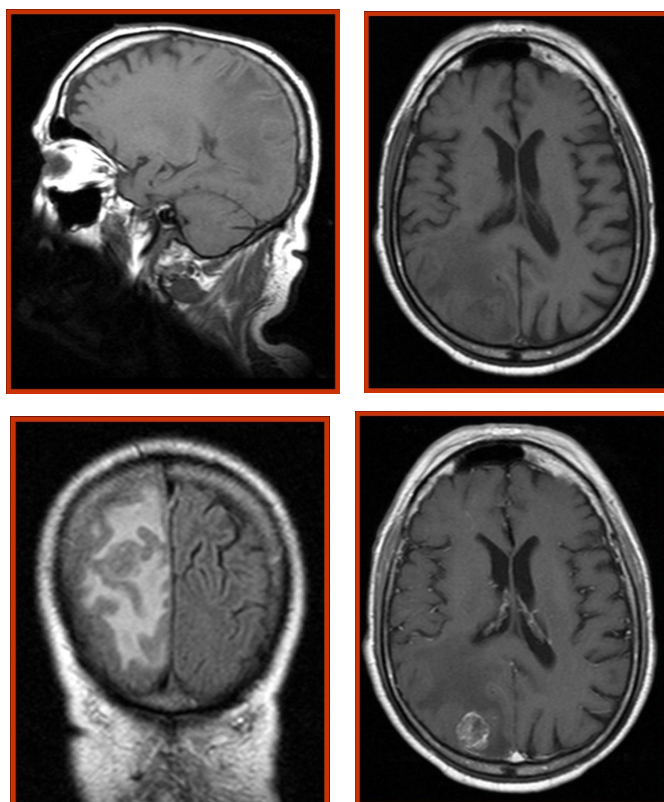
L'EON, eseguito nel corso del ricovero, evidenzia sfumato deficit del VII nervo cranico inferiore sinistro, accenno alla pronazione dell'arto superiore sinistro in Barré, impaccio dei movimenti fini della mano sinistra, lieve slivellamento dell'arto inferiore sinistro in Mingazzini, oscillazioni pluridirezionali alla prova di Romberg e deambulazione autonoma ma a base allargata e lievemente paretica a sinistra. L'esecuzione dei test è avvenuta a distanza di 6 mesi dall'evento ischemico.

PAZIENTE 5 (DV): M, 68 anni, scolarità 8 anni, destrimane.

Il paziente è stato ricoverato presso la U.O Neurologia – Ospedale San Paolo a marzo 2011 per **lesione eteroproduttiva ripetitiva in sede parietale destra** (patologie associate: diabete mellito scompensato, carcinoma polmonare a grandi cellule).

La RMN encefalo, eseguita nel corso del ricovero, mostra *"...in sede sovratentoriale, in occipito-temporo-parietale destra la presenza di un'alterazione edemigena di aspetto digitato, che esercita un effetto compressivo sul corno posteriore del ventricolo laterale omolaterale e sul corno occipitale dello stesso, all'interno della quale sembra*

riconoscersi un'area di alterato segnale di tipo tondeggiante, leggermente iperintensa nelle scansioni a TR lungo, dotata di franco enhancement contrastografico, con diametri trasversi massimi di circa 20 X 20 mm. La linea mediana risulta sostanzialmente in asse. Lieve ectasia del sistema ventricolare sovratentoriale. I reperti descritti appaiono indicativi di una lesione ripetitiva da primitività in anamnesi."



L'EON alla dimissione evidenzia uno sfumato deficit del solco naso-genieno e un modesto deficit stenico all'arto superiore sinistro con pronazione e deficit di prensione.

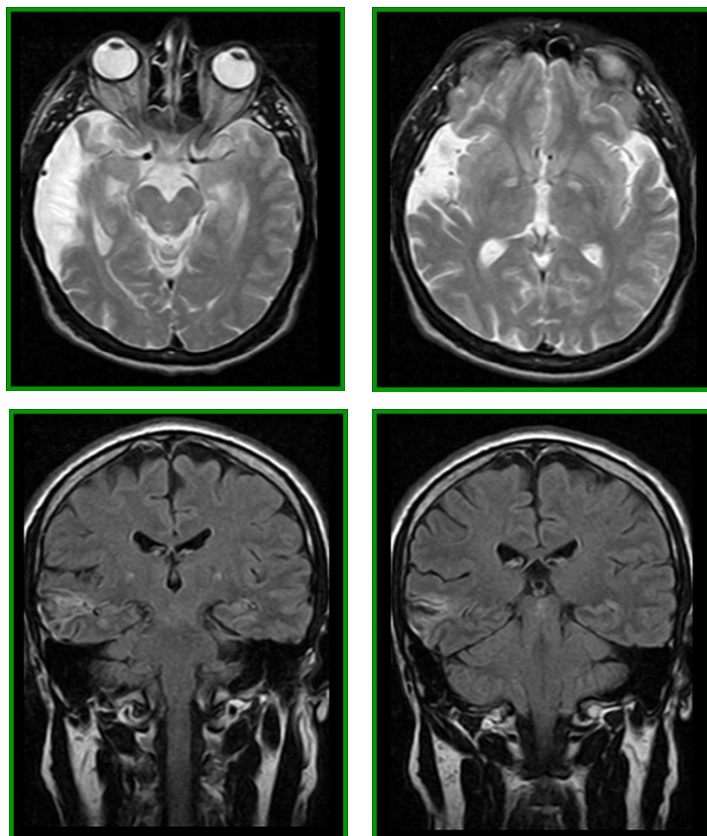
L'esecuzione dei test è avvenuta a distanza di 5 mesi dal ricovero.

PAZIENTE 6 (LMU): M, 51 anni, scolarità 13 anni, destrimane.

Il paziente è stato ricoverato presso la U.O Neurologia – Ospedale San Paolo a settembre 2010 per **ictus ischemico cerebrale emisferico destro** (patologie

associate: protrusione discale L3-L4 e L2-L3, pregressa rottura traumatica menisco sinistro).

La RMN encefalo, eseguita nel corso del ricovero, mostra *“...la presenza di una vasta area di netta restrizione dei movimenti di diffusione delle molecole d’acqua in sede temporale laterale destra, cui corrisponde una sfumata iperintensità nelle sequenze dipendenti dal T2 e una ipointensità in T1 con interessamento prevalentemente corticale. La lesione determina un discreto rigonfiamento delle strutture coinvolte. Lievemente sollevata e spianata la scissura silviana omolaterale... Normale la rappresentazione ed ampiezza dei solchi cerebrali della convessità, con l’eccezione dell’assottigliamento di quelle in corrispondenza dei giri cerebrali coinvolti dalla lesione sopra descritta ... il tratto orizzontale dell’arteria cerebrale media destra è pervio. In conclusione, lesione ischemica in fase acuta coinvolgente il territorio di irrorazione di rami terminali dell’arteria cerebrale media di destra in sede temporale laterale.”*



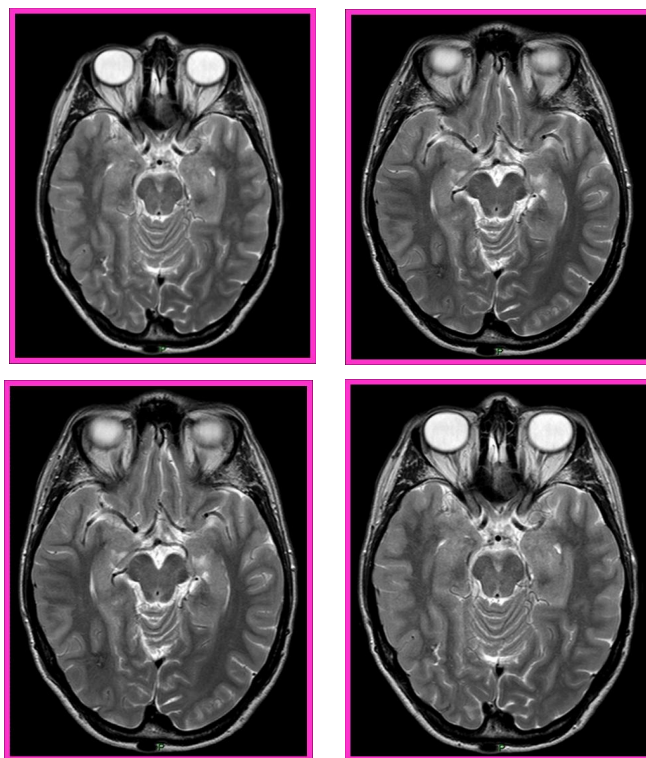
L'EON del paziente alla dimissione è nella norma.

L'esecuzione dei test è avvenuta a distanza di 8 mesi dall'evento vascolare.

PAZIENTE 7 (BR): F 41 anni, scolarità 13 anni, destrimane

La paziente è stata ricoverata a febbraio 2010 per **trombosi venosa cerebrale con emorragia subaracnoidea parietale destra** (non vengono riferite patologie associate).

La RM encefalo che risale a maggio 2010 evidenzia *"...una molto piccola area di alterato segnale (con presenza di emosiderina) nella sostanza bianca alla giunzione temporo-occipitale destra."*

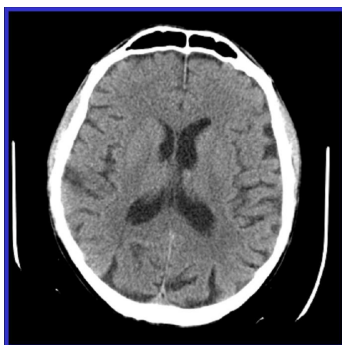


L'EON, eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test a settembre 2010, è normale.

PAZIENTE 8 (CA): M, 81 anni, scolarità 7 anni, destrimane

Il paziente è stato ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a giugno 2011 per **verosimile meningioma della grande ala dello sfenoide di destra** (patologie associate: pregresso intervento per aneurisma dell'aorta addominale; pregressa prostatectomia).

La TC encefalo senza e con mezzo di contrasto eseguita durante il ricovero evidenzia *"...in fossa cranica anteriore destra, nelle porzioni più caudali del lobo frontale omolaterale, lesione tondeggiante, del diametro massimo di circa 15 mm, dotata di contrast enhancement adesa alla grande ala dello sfenoide omolaterale, di significato eteroproduttivo."*



I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di due settimane dall'insorgenza della sintomatologia (disfonia, disfagia, diplopia e capogiri).

L'EON alla dimissione evidenzia diplopia nello sguardo estremo verso sinistra e lievissima ptosi palpebrale (sx>dx), lievissima emisindrome sinistra con prevalenza dei riflessi osteotendinei.

PAZIENTE 09 (MG): F, 74 anni, scolarità 9 anni, destrimane

La paziente è stata visitata presso l'Ambulatorio di Neuropsicologia dell'Ospedale San Paolo per **pregresso ictus occipitale destro**, occorso nel 2000 (patologie associate: diabete mellito).

La TC encefalo eseguita a giugno 2011 evidenzia “...esiti ischemici nel territorio dell'arteria cerebrale posteriore destra (temporo-occipitale).”

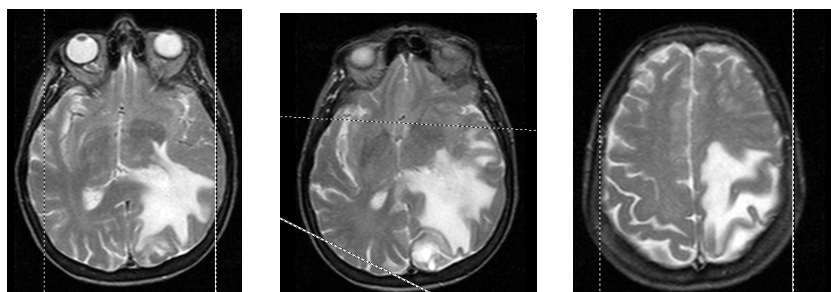
I test sono stati somministrati a luglio 2011.

L'EON eseguito durante la visita mostra emianopsia laterale omonima destra.

PAZIENTE 10 (VM): F, 74 anni, scolarità 5 anni, destrimane

La paziente è stata ricoverata presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a luglio 2011 per **meningioma occipitale sinistro** (patologie associate: ipertensione arteriosa, pregressa miocardite reumatica, pregressa tonsillectomia).

La RMN encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia “...a sinistra, in parieto-occipitale, lesione grossolanamente ovoidale con diametro massimo di circa 3 cm caratterizzata da notevole enhancement dopo contrasto e raccordata con le meningi. La stessa lesione è circondata da notevole edema digitato. Compressione del sistema ventricolare e dislocazione controlaterale delle strutture mediane. La descritta lesione è verosimilmente riferibile a meningioma.”



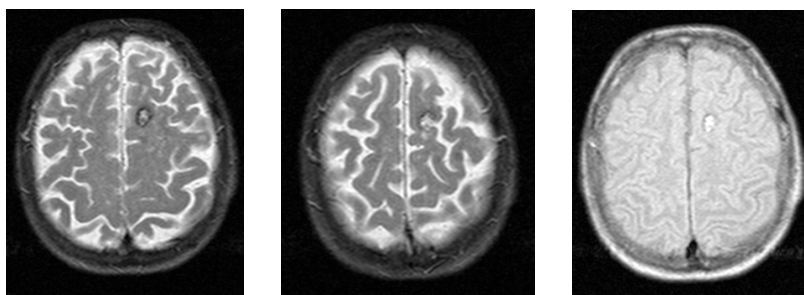
I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di una settimana dall'ingresso in reparto e a distanza di un mese dall'esordio della sintomatologia.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia lieve ipostenia all'arto superiore destro che in Barré prona e flette senza slivellare, ben mantenuta la posizione di Mingazzini bilateralmente.

PAZIENTE 11 (CS): M, 80 anni, scolarità 5 anni, destrimane

Il paziente è stato ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a settembre 2011 per **angioma cavernoso frontale sinistro ed epilessia parziale sintomatica** (patologie associate: ipertrofia prostatica benigna, polimialgia reumatica in terapia steroidea ciclica, dislipidemia).

La RMN encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...a sinistra, nel lobo frontale, lesione rotondeggiante di circa 13 mm, con segnale disomogeneo, riferibile ad angioma."*



I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di una settimana dall'ingresso in reparto.

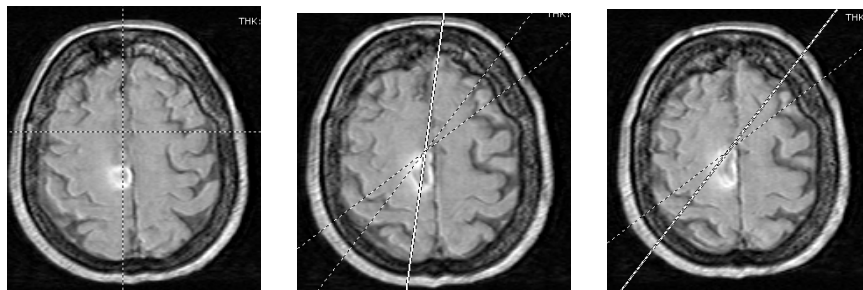
L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test è nella norma.

PAZIENTE 12 (FA): F, 80 anni, scolarità 5 anni, destrimane

La paziente è stata ricoverata presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a settembre 2011 per **emorragia cerebrale a sede atipica parafalciale destra** (patologie associate: ipertensione arteriosa, sindrome ansioso-depressiva, asportazione carcinoma del colon, papilloma vescicale, angioma cutaneo addominale, isterectomia e ovaricectomia bilaterale, appendicectomia).

La RMN encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...a destra, in frontale posteriore paramediana, lesione grossolanamente ovoidale con diametro massimo di circa 23 mm in contiguità con la falce. Tale lesione presenta segnale disomogeneamente iperintenso in T1, da riferire a raccolta ematica in fase subacuta"*

precoce e risulta circondata da sottile edema senza compressione sul ventricolo laterale. In frontale anteriore omolaterale esiti infartuali.”



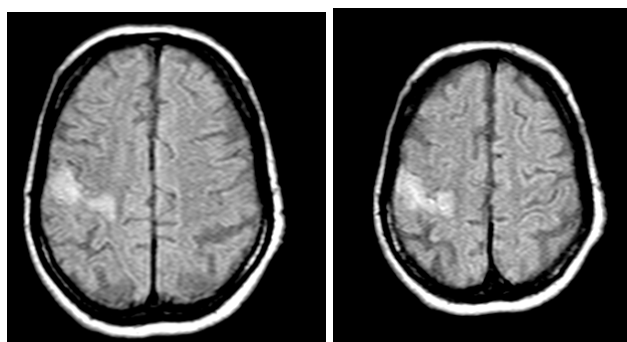
I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di due settimane dall'ingresso in reparto.

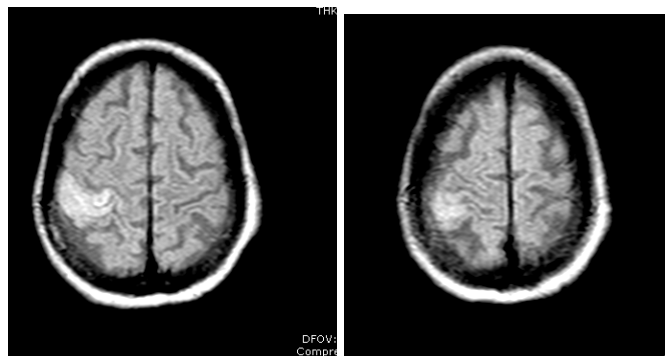
L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia lieve slivellamento di pochi centimetri all'arto superiore sinistro in Barré, l'arto inferiore sinistro in Mingazzini mantiene la postura con oscillazioni posturali.

PAZIENTE 13 (RL): M, 76 anni, scolarità 13 anni, destrimane

Il paziente è stato ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a febbraio 2012 per **ictus emisferico destro in fibrillazione atriale parossistica** (patologie associate: ipertensione arteriosa, diabete mellito tipo II, neoplasia prostatica intraepiteliale, vasculopatia polidistrettuale).

La RMN encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *“...a destra, in frontale posteriore, infarto senza compressione sul ventricolo omlaterale.”*





I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di due settimane dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia ipostenia all'arto superiore sinistro.

PAZIENTE 14 (GS): M, 78 anni, scolarità 5 anni, destrimane

Il paziente è stato ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a giugno 2011 per **ictus ischemico lacunare destro** (patologie associate: ipertensione arteriosa, pregressa nefrectomia sinistra per carcinoma renale, cisti renale destra, aneurisma dell'aorta toracica, pregressa resezione trans uretrale della prostata per ipertrofia prostatica benigna, possibile Malattia di Parkinson iniziale)
La TC encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...non emorragie intracraniche in atto. Lacune vascolari in esiti in corrispondenza della sostanza bianca periventricolare destra e testa-corpo del caudato di sinistra."*





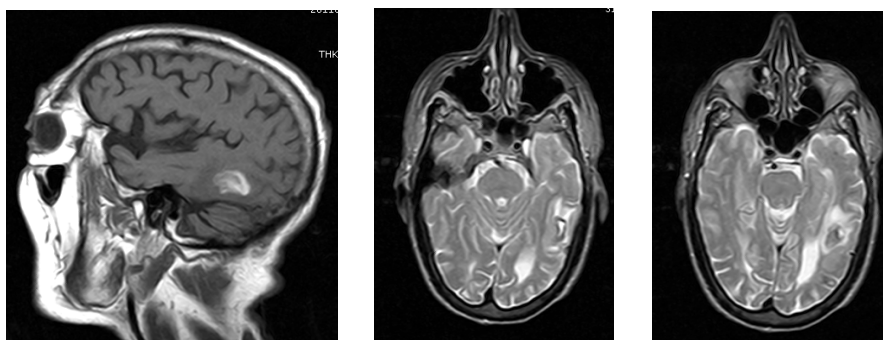
I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di una settimana dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia lieve asimmetria facciale come da deficit del VII nervo cranico inferiore sinistro, lieve ipostenia alla mano sinistra con deficit stenico alla prova di prensione e impaccio motorio ai movimenti fini della mano sinistra.

PAZIENTE 15 (MCV): M, 78 anni, scolarità 13 anni, destrimane

Il paziente è stato ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a settembre 2011 per **emorragia cerebrale temporale sinistra, meningioma frontale destro** (patologie associate: miastenia gravis, ipertensione arteriosa, pregresso melanoma cutaneo in regolare follow up).

La RMN encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...nel lobo temporale sinistro alterazione focale ovoidale di circa 2,5 cm prevalentemente iperintensa nelle sequenze T1 pesate, come da coesistente sanguinamento, dotata di aumentata diffusibilità nelle sequenze DW, senza evidenza di impregnazione dopo mezzo di contrasto. Concomita modico edema perilesionale senza segni di compressione sulle strutture adiacenti.... Millimetrica impregnazione contrastografica si osserva a livello della falce cerebrale sul versante destro in prima ipotesi compatibile con piccolo meningioma."*



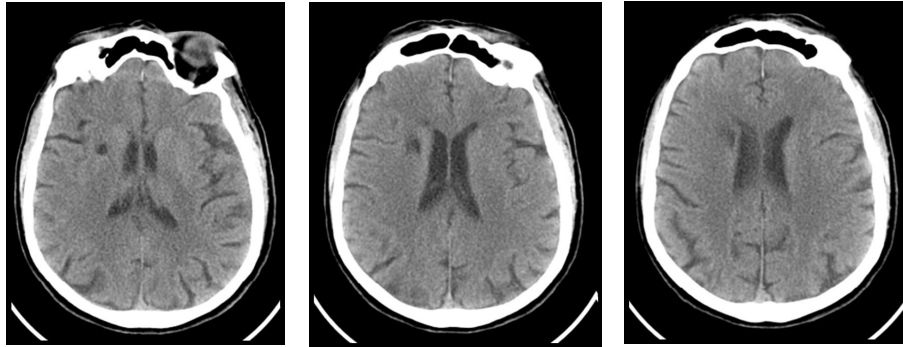
I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di una settimana dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia un lieve deficit del VII nervo cranico inferiore destro, una minima pronazione dell'arto superiore sinistro in Barré ed un lieve disturbo del linguaggio caratterizzato da alcune anomalie alle prove di denominazione.

PAZIENTE 16 (CSA): M, 72 anni, scolarità 11 anni, destrimane

Il paziente è stato ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a giugno 2011 per **ictus ischemico lacunare destro in terapia anticoagulante orale non in range terapeutico** (patologie associate: ipertensione arteriosa, intolleranza glucidica, dislipidemia, FAC in TAO, sostituzione valvolare mitralica e anuloplastica, pregresso ictus ischemico emisferico destro, intervento per stenosi uretrale, impianto di PM definitivo monocamerale per malattia del nodo del seno).

La TC encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...un'area sfumatamente ipodensa, da riferire a fatto ischemico recente, nei nuclei della base di destra."*



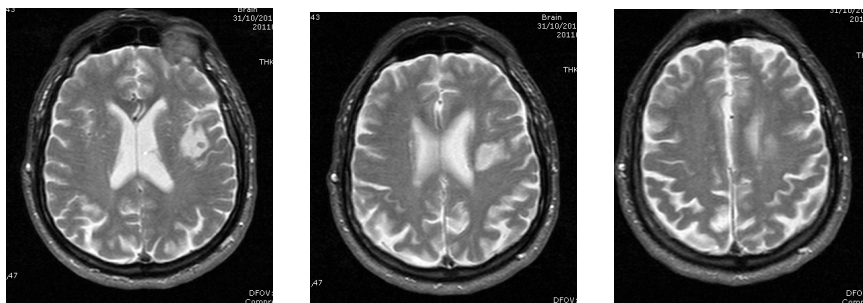
I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di una settimana dall'evento ischemico.

L'EON alla dimissione è normale.

PAZIENTE 17 (GA): M, 68 anni, scolarità 8 anni, destrimane

Il paziente viene ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a novembre 2011 per **ictus ischemico emisferico sinistro** (patologie associate: pregressa ulcera duodenale, laparocoele mediano in attesa di intervento).

La RMN encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...alterazione del segnale in regione fronto-parietale sinistra, a segnale elevato in T2 DP DW e ridotto in T1 nel cui contesto si rileva immagine iperintensa in T1 e ipointensa in T2 che si potenzia dopo contrasto con aspetto serpiginoso, in quadro compatibile con lesione cerebrovascolare ischemica acuta possibilmente correlata a alterazione locale vascolare."*



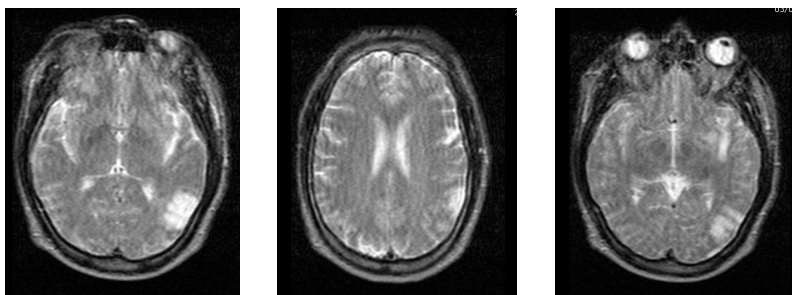
I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di una settimana dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia lieve afasia espressiva, comprensione conservata, deficit del VII nervo cranico inferiore destro statico in assenza di altri deficit focali.

PAZIENTE 18 (SM): M, 37 anni, scolarità 10 anni, destrimane

Il paziente è stato ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a maggio 2011 per **ictus ischemico emisferico sinistro** (patologie associate: dislipidemia).

La RMN encefalo e la angio-RMN venosa eseguite durante il ricovero evidenziano *"...la presenza di aree di alterato segnale in sede cortico-sottocorticale parieto-occipitale sinistra, fronto-parietale, frontale e insulare sinistra, caratterizzate da iperintensità nelle sequenze a TR lungo e da marcata restrizione della diffusione, compatibili con aree ischemiche recenti. Più sfumata restrizione della diffusione si osserva a livello dei nuclei della base omolateralmente...è verosimile l'ipotesi di un'ischemia ad origine arteriosa, verosimilmente nei territori della cerebrale media sinistra."*



I test sono stati somministrati a novembre 2011, a distanza di 6 mesi dall'evento ischemico.

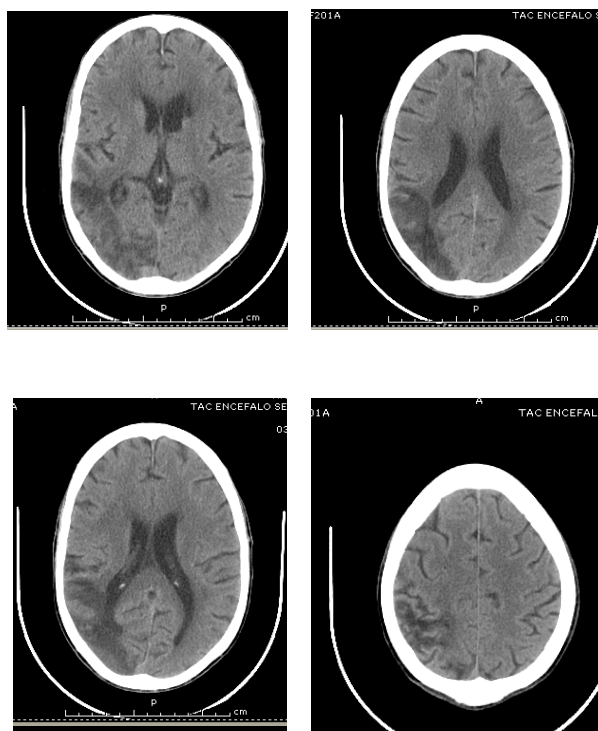
L'EON alla dimissione evidenzia afasia non fluente, emianopsia omonima destra, non deficit stenici ai 4 arti.

PAZIENTE 19 (GR): M, 60 anni, scolarità 6 anni, destrimane

Il paziente è stato ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a gennaio 2012 per **ictus ischemico-emorragico emisferico destro** (patologie associate: ipertensione arteriosa).

La RMN encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"... a destra nei territori di vascolarizzazione della cerebrale media, si osserva un'immagine di forma triangolare, ipointensa nelle scansioni T1 con spot iperintensi all'interno e con comportamento di segnale invertito nelle sequenze T2, come per la presenza di residui di emosiderina, e con netta iperintensità di segnale in diffusione e ipointensità variabile nella mappa dell'ADC."*

La TC encefalo di cui si riportano le immagini, eseguita a distanza di una settimana dalla RM encefalo conferma il dato neuroradiologico: *"...immodificata per estensione e densità appare la nota area ipodensa localizzata destra."*



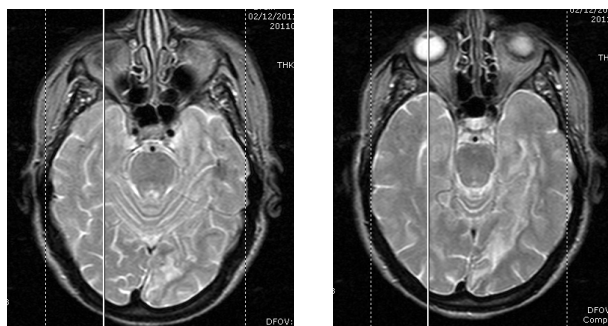
I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di due settimane dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia quadrantopsia omonima superiore sinistra allo stimolo visivo singolo con estinzione al doppio stimolo nell'emicampo visivo sinistro.

PAZIENTE 20 (GG): F, 69 anni, scolarità 5 anni, destrimane

La paziente è stata ricoverata presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a novembre 2011 per **ictus ischemico emisferico occipitale sinistro** (patologie associate: pregresso ictus emisferico sinistro, diabete mellito in terapia ipoglicemizzante orale, retinopatia diabetica, ipertensione arteriosa, ipercolesterolemia)

La RMN encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...a sinistra, in sede occipitale, iperintensità in T2 e ipointensità in T1 riferibile ad ictus infartuale."*



I test sono stati somministrati a distanza di circa un mese dall'evento ischemico. L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia emianopsia laterale omonima destra e accenno alla pronazione dell'arto superiore destro.

PAZIENTE 21 (CA): M, 56 anni, scolarità 6 anni, destrimane

Il paziente è stato ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a febbraio 2012 per **ricidiva di ictus ischemico emisferico destro** (patologie associate: diabete mellito, dislipidemia, ipertensione arteriosa, pregresso infarto

miocardico acuto inferiore con bypass aortocoronarico, pregresso ictus ischemico emisferico frontale destro, steatosi epatica severa).

La TC encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *“...non lesioni focali o diffuse in atto o in esiti sia a sede sotto che sopra tentoriale. Quarto ventricolo e strutture della linea mediana in asse. Presenza di cisterna magna. Si segnala odierna presenza di fatti di flogosi del seno mascellare, bilateralmente.”*

I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di una settimana dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia pronazione, flessione del gomito e livellamento di circa 10 cm dell'arto superiore sinistro con deficit di prensione distale; il paziente era in grado di sollevare l'arto inferiore sinistro di circa 5-8 cm dal piano del letto.

PAZIENTE 22 (DCD): F, 52 anni, scolarità 13 anni, destrimane

La paziente viene seguita presso il Servizio di Neuropsicologia dell'Ospedale Casati di Passirana di Rho. Nel dicembre 2010 è stata ricoverata presso l'U.O. di Neurologia dell'Ospedale di Garbagnate per deficit neuropsicologici ed emiplegia sinistra da **probabile encefalite erpetica complicata da ischemia cerebrale emisferica destra** (patologie associate: gonalgia e cervicalgia in poliartrosi).

La RMN encefalo eseguita a dicembre 2010 evidenzia *“...focolaio iperintenso nel territorio dell'arteria cerebrale anteriore destra e diffusa iperintensità di segnale quasi esclusivamente della corteccia in sede temporo-occipito-parietale omolaterale”*.

I test sono stati somministrati a distanza di 15 mesi dall'evento ischemico.

L'EON eseguito a maggio 2011 evidenzia quadro di emiparesi sinistra ipertonica completa all'arto superiore, che è contenuto in tutore di spalla. Presenti all'arto inferiore movimenti di flesso-estensione di anca in posizione facilitata. Miglioramento del deficit di esplorazione dello spazio peri ed extrapersonale.

PAZIENTE 23 (RM): M, 57 anni, scolarità 17 anni, destrimane

Il paziente viene seguito presso il Servizio di Neuropsicologia dell'Ospedale Casati di Passirana di Rho. Nell'agosto 2009 è stato ricoverato presso il Presidio Ospedaliero di Saronno per emisindrome piramidale sensitivo-motoria sinistra con neglect e sindrome disesecutiva in esiti di **ischemia nel territorio dell'arteria cerebrale media destra** (patologie associate: diabete mellito tipo II, ipertensione arteriosa, cardiopatia ischemica post-infartuale con angioplastica).

La TC encefalo eseguita a settembre 2009 evidenzia *"...ampia area ipodensa coinvolgente la regione temporo-parietale destra dal polo temporale inferiore fino al vertice con edema."*

I test sono stati somministrati a distanza di 40 mesi dall'evento ischemico.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia emiplegia all'emisoma sinistro, deficit del XII e del VII nervo cranico.

PAZIENTE 24 (LS): M, 55 anni, scolarità 11 anni, destrimane

Il paziente viene seguito presso il Servizio di Neuropsicologia dell'Ospedale Casati di Passirana di Rho. Nel novembre 2007 è stato ricoverato presso l'Ospedale di Rho per emiparesi sinistra in esiti di **ictus ischemico aterotrombotico nel territorio dell'arteria cerebrale media destra** (patologie associate: ipertensione arteriosa).

La TC encefalo eseguita a novembre 2007 evidenzia *"...zone microemorragiche in regione fronto-insulare e nucleo capsulare a destra. Ventricoli laterali asimmetrici e leggermente riespansi."*

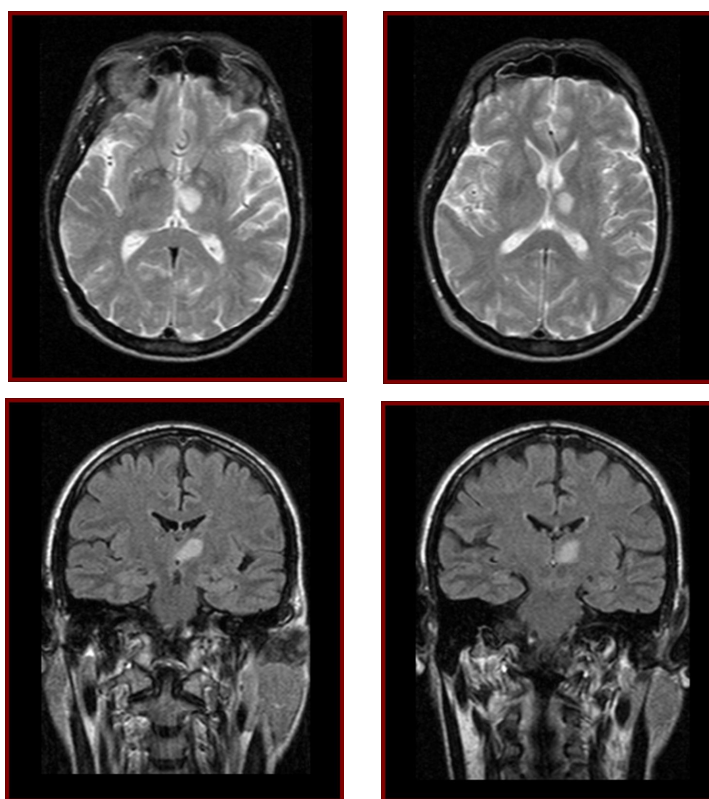
I test sono stati somministrati a distanza di 51 mesi dall'evento ischemico.

L'EON eseguito ad un mese dall'evento ischemico evidenzia deficit del VII nervo cranico sinistro, plegia all'arto superiore sinistro e paresi all'arto superiore destro.

PAZIENTE 25 (CL): M, 61 anni, scolarità 8 anni, destrimane

Il paziente è stato ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a giugno 2011 per **ictus ischemico talamico sinistro** (patologie associate: verosimile tratto di Gilbert).

La RMN encefalo e l'angioRMN Willis eseguite durante il ricovero evidenziano *"...in sede sovratentoriale sinistra a livello dei nuclei della base, immagine tondeggiante a margini netti e regolari, del diametro trasverso massimo di circa 13 mm, ipointensa nelle scansioni in T1 e nella mappa dell'ADC ed iperintensa sia nelle scansioni a TR lungo che in quelle in diffusione, non dotata di franco enhancement contrastografico, da riferire a lesione ischemica recente (7-14 giorni)...non sembrano osservarsi immagini riferibili ad alterazioni dei vasi arteriosi del poligono di Willis."*



I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di due settimane dall'evento ischemico.

L'EON alla dimissione mostra buon orientamento spazio-temporale, latenza nelle risposte e sfumata asimmetria della rima labiale a destra statica.

PAZIENTE 26 (CC): F, 63 anni, scolarità 13 anni, destrimane

La paziente è stata ricoverata presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a settembre 2011 per **ictus ischemico cerebrale parietale e cerebellare sinistro** (patologie associate: ipertensione arteriosa, ipotiroidismo post-tiroidectomia, glaucoma bilaterale, pregressa isterectomia, pregressa colecistectomia, spondiloartrosi diffusa).

La RMN encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...in corrispondenza dell'emisfero cerebellare sinistro e in sede cortico-sottocorticale parietale sinistra si osservano due circoscritte aree di alterato segnale, sfumatamente ipointense in T1 ed iperintense sia in T2 e DP ma anche in FLAIR e soprattutto in diffusione, con ipointensità netta nella mappa ADC, compatibili con aree di ischemia subacuta."*

I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di una settimana dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito all'ingresso in reparto evidenzia deficit stenico prevalentemente distale con compromissione del movimento di flessione-estensione di tutte le dita della mano destra con restante obiettività neurologica nella norma.

PAZIENTE 27 (CG): M, 92 anni, scolarità 8 anni, destrimane

Il paziente è stato ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a ottobre 2011 per **ictus ischemico recente in sede temporo-occipitale destra** (patologie associate: ipertensione arteriosa, pregresso ictus cerebri emisferico sinistro, pregresso episodio di aritmia non precisata, cataratta e glaucoma in occhio sinistro).

La TC encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...area tenuemente ipodensa con cancellazione dei solchi cerebrali in sede temporo-occipitale destra compatibile"*

con fatto ischemico recente. Presenza di ipodensità in sede temporale sinistra in verosimili esiti ischemici.”



I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di una settimana dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia emianopsia laterale omonima sinistra.

PAZIENTE 28 (BC): M, 90 anni, scolarità 18 anni, destrimane

Il paziente è stato ricoverato presso l'U.O. Chirurgia II Sezione Vascolare dell'Ospedale San Paolo a ottobre 2011 per **ictus ischemico nel territorio dell'arteria cerebrale media destra.**

La TC encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...sfumata, centimetrica ipodensità da riferire a recente fatto ischemico nel territorio di irrorazione dell'arteria cerebrale media destra, in sede insulare omolaterale."*

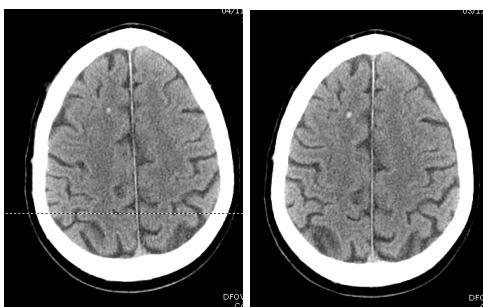
I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di una settimana dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia disartria, lieve deficit del VII nervo cranico inferiore sinistro e pronazione dell'arto superiore sinistro in Barré.

PAZIENTE 29 (IV): M, 69 anni, scolarità 5 anni, destrimane

Il paziente è stato ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a novembre 2011 per **petecchia emorragica post-traumatica in sede frontale destra** (patologie associate: pregresso infarto miocardico acuto).

La TC encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...millimetrica immagine iperdensa in sede frontale destra, compatibile con petecchia emorragica."*



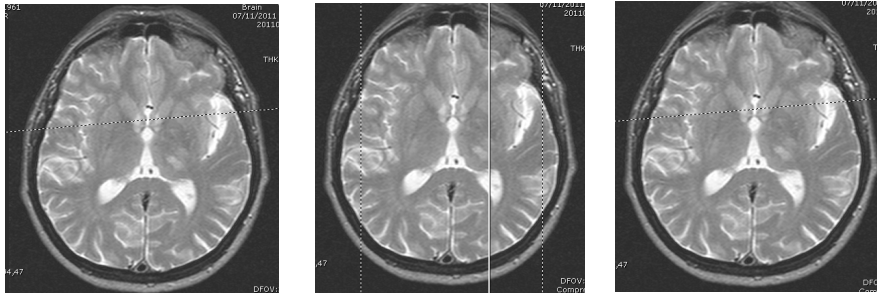
I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di circa una settimana dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test è nella norma.

PAZIENTE 30 (BN): M, 50 anni, scolarità 17 anni, destrimane

Il paziente viene ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a novembre 2011 per **ictus ischemico talamico sinistro** (patologie associate: asma allergico).

La RM encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...in corrispondenza del talamo di sinistra alterazione del segnale iperintensa nelle sequenze a TR lungo ed in diffusione e iso-ipointensa in T1, con ipointensità di segnale nella mappa dell'ADC, riferibile a lesione ischemica di tipo iperacuta (7-14 giorni)."*



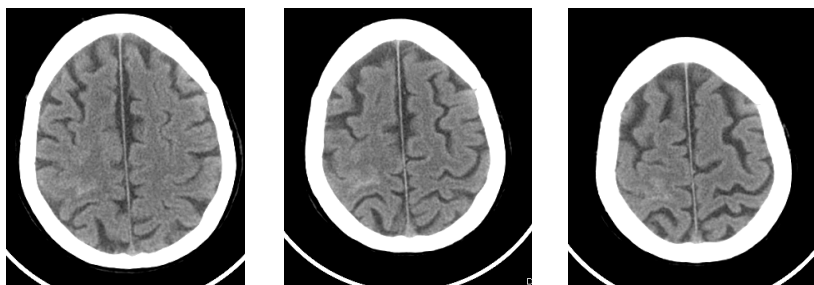
I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di circa una settimana dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia disestesie all'emisoma destro, minima pronazione e instabilità dell'arto superiore destro in Barré.

PAZIENTE 31 (SE): F, 73 anni, scolarità 11 anni, destrimane

La paziente è stata ricoverata presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a ottobre 2011 per **emorragia subaracnoidea parietale destra spontanea** (patologie associate: epatite C cronica, sindrome delle apnee ostruttive del sonno, progressiva trombosi venosa profonda, ernia jatale, osteoporosi).

La TC encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...focolaio di emorragia subaracnoidea parietale destra verso il vertice e alone ipodenso perilesionale di significato edemigeno."*



I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di circa una settimana dall'ingresso in reparto. L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test è nella norma.

PAZIENTE 32 (FG): M, 83 anni, scolarità 13 anni, destrimane

Il paziente è stato ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a novembre 2011 per **emorragia intraparenchimale spontanea talamica sinistra** (patologie associate: ipertensione arteriosa, cardiopatia ischemica, broncopneumopatia cronica ostruttiva, asma allergico, pregressa resezione transuretrale della prostata per ipertrofia prostatica benigna).

La TC encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...sfumata ipodensità in sede talamica sinistra"*, dove alla TC precedente era riscontrabile *"un'area tondeggiante di circa 7 mm, iperdensa, di verosimile significato emorragico."*



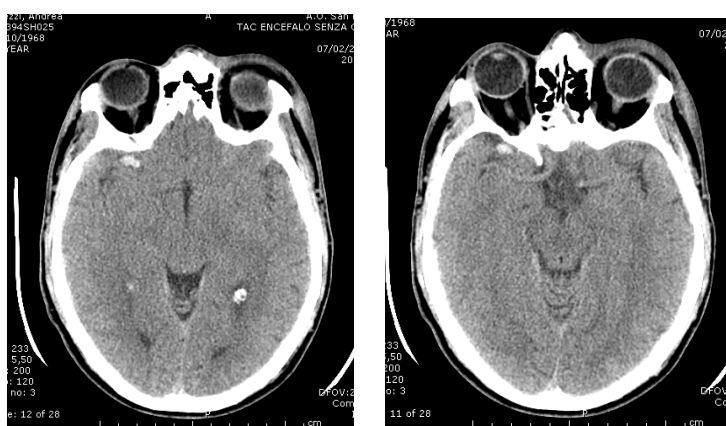
I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di una settimana dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia lieve asimmetria della rima orale a destra, sfumata ipostenuia all'arto superiore destro e soggettiva ipoestesia all'emivolto e all'arto superiore destro.

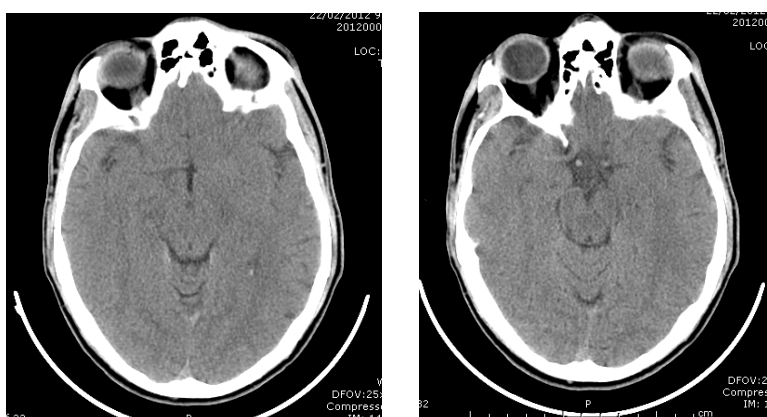
PAZIENTE 33 (CA): M, 43 anni, scolarità 13 anni, destrimane

Il paziente viene ricoverato presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a febbraio 2012 per **contusione cerebrale post-traumatica in paziente in TAO** (patologie associate: nel 2005 diagnosi di lupus eritematoso sistemico).

La TC encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...piccola iperintensità da contusione parenchimale in sede cortico-sottocorticale temporale retroorbitaria destra."*



La TC di controllo eseguita a distanza di due settimane dalla precedente evidenzia *"...minima ipodensità di significato esituale in sede temporale destra in postumi di focolaio emorragico lacero-contusivo."*



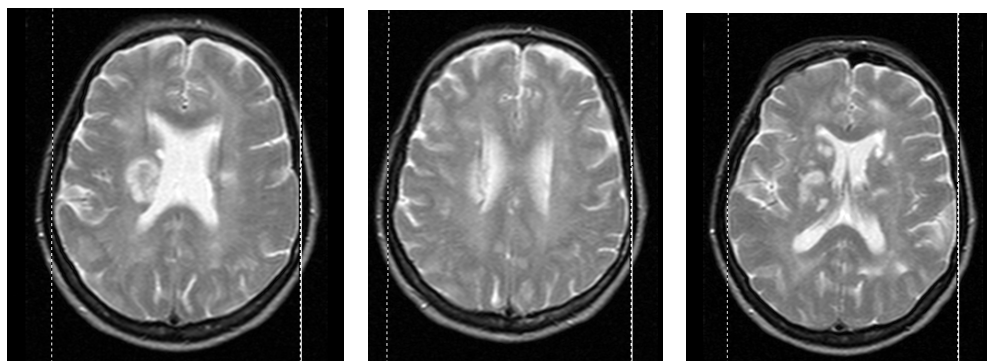
I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di due settimane dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia obiettività negativa per segni focali.

PAZIENTE 34 (GL): F, 51 anni, scolarità 8 anni, destrimane

La paziente è stata ricoverata presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a febbraio 2012 per **ictus ischemico emisferico destro** (patologie associate: diabete mellito tipo II, ipertensione arteriosa, dislipidemia).

La RMN encefalo eseguita durante il ricovero evidenzia *"...in corrispondenza dei nuclei della base di destra la presenza di area di alterato segnale estesa per circa 2,5 cm e caratterizzata da disomogenea iperintensità di segnale nelle sequenze a TR lungo, ipointensità in T1, e da restrizione della diffusione, in assenza di significativa impregnazione contrastografica. Il reperto è attribuibile ad area ischemica recente."*



I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di una settimana dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test evidenzia lieve disartria, deficit VII nervo cranico inferiore con componente superiore sinistra, grave paresi all'arto superiore sinistro, presente solo movimento distale delle dita, paresi all'arto inferiore sinistro.

PAZIENTE 35 (SE): F, 82 anni, scolarità 8 anni, destrimane

La paziente è stata ricoverata presso l'U.O. Neurologia dell'Ospedale San Paolo a febbraio 2012 per **petecchia emorragica in sede frontale sinistra post-traumatica** (patologie associate: fibrillazione atriale cronica in TAO, pregressa frattura all'arto inferiore destro, pregressa asportazione di basalioma al volto, pregresso intervento per ernia discale lombare, pregresso intervento per cataratta bilaterale).

La TC encefalo eseguita a 48 ore dall'arrivo in Pronto Soccorso evidenzia *"...la comparsa di una sfumata iperdensità sotto-tecale frontale sinistra di possibile natura ematica"*



I test sono stati somministrati durante il ricovero, a distanza di una settimana dall'ingresso in reparto.

L'EON eseguito in concomitanza con la somministrazione dei test era negativa per segni focali.

APPENDICE 2 – Creazione FDA e ODA

Nella presente appendice è illustrato il procedimento che ha condotto alla creazione dei test Feature Dimension Assessment e Object Dimension Assessment.

a. Feature Dimension Assessment

Come già illustrato, per la creazione del Feature Dimension Assessment (FDA) sono state selezionate dal set di figure standardizzate di Snodgrass (Snodgrass et al., 1980) 10 figure di animali (cane, capra, cervo, cigno, coniglio, gatto, maiale, pinguino, tartaruga, uccellino) e 10 figure di utensili (ferro, lucchetto, martello, molletta, ombrello, pistola, spazzola, televisione, telefono, annaffiatoio). La selezione è stata effettuata in base alle seguenti caratteristiche:

- la facilità di manipolazione necessaria alla realizzazione delle deformazioni;
- l'assenza di differenza significativa tra gli stimoli appartenenti alle due categorie alle variabili name agree, image agree, familiarità, complessità, frequenza e, ove presente, età di acquisizione. I valori delle suddette variabili sono stati estrapolati dal set di figure di Snodgrass (Snodgrass et al., 1980). Il controllo di tali variabili aveva lo scopo di escludere che differenze intercategoriale nella prestazione ad FDA e ODA fossero attribuibili all'influenza anche solo di una delle variabili precedentemente citate, la cui importanza è già stata sottolineata in letteratura (Snodgrass et al., 1980)

	NAME AGREE (%)	IMAGE AGREE (0-5)	FAMILIARITY (0-5)	COMPLEXITY (0-5)	FREQUENCY COUNTS	AGE OF ACQUISITION
CAPRA	86,00	3,46	1,92	3,18	6,00	
CERVO	76,00	3,72	2,22	3,55	13,00	
CIGNO	88,00	3,69	1,97	3,05	3,00	
CONIGLIO	100,00	4,20	2,95	3,28	11,00	2,61
GATTO	100,00	3,78	4,22	3,25	23,00	1,36
MAIALE	90,00	3,62	2,18	3,00	8,00	2,94
CANE	100,00	3,05	4,60	3,38	75,00	1,55
PINGUINO	90,00	3,22	1,70	2,82	0,00	5,12
TARTARUGA	95,00	4,12	2,40	3,62	8,00	2,97
UCCELLO	88,00	3,33	3,62	3,25	31,00	

ANNAFFIATOIO	55,00	4,08	2,72	2,78		
FERRO DA STIRO	95,00	4,08	3,65	3,25	43,00	3,88
FISCHIETTO	100,00	4,55	2,45	2,55	4,00	
LUCCHETTO	88,00	3,51	3,18	2,22	23,00	
MOLLETTA	81,00	3,72	2,80	2,82	0,00	3,31
OMBRELLO	100,00	3,92	3,95	3,00	8,00	4,09
PISTOLA	74,00	3,82	2,68	3,52	118,00	
SPAZZOLA	83,00	3,20	3,80	2,82	44,00	
TELEVISORE	52,00	4,00	4,82	3,22	50,00	2,62
TELEFONO	86,00	4,28	4,80	3,52	76,00	
p (T-test)	0,1083	0,0941	0,1132	0,0965	0,1245	0,3585

Tabella A2.1 Name agreement, image agreement, familiarity, visual complexity, frequency counts e age of acquisition degli stimoli usati per la creazione dei test FDA e ODA.

Per ciascuna delle 10 figure di animali è stato innanzitutto selezionato il particolare da deformare, escludendo:

- particolari che rappresentassero parti del volto degli animali;
- particolari la cui deformazione per eccesso o difetto non comportasse l'inverosimiglianza dell'animale stesso.

Sono quindi state realizzate, per ciascun animale, dieci deformazioni del particolare in difetto e dieci in eccesso. Le deformazioni sono state effettuate rielaborando le figure originali con il software Photoshop Cs (Adobe®). Servendosi dello strumento *maschera*, sono state applicate a ciascuna figura originale 21 linee parallele, a distanza costante l'una dall'altra. La linea centrale è stata posta all'estremità del particolare da deformare. Delle restanti 20 linee, 10 sono state utilizzate per delimitare l'estremità delle progressive deformazioni per eccesso e 10 di quelle per difetto. Quindi il particolare scelto per la deformazione è stato progressivamente allungato e accorciato in base alle suddette linee.

Lo stesso procedimento è stato utilizzato per la deformazione delle figure appartenenti alla categoria utensili.



Gatto 00 - immagine originale



Gatto 01



Gatto 02



Gatto 03



Gatto 04



Gatto 05



Gatto 06



Gatto 07



Gatto 08



Gatto 09



Gatto 10



Gatto -01



Gatto -02



Gatto -03



Gatto -04



Gatto -05



Gatto -06



Gatto -07



Gatto -08



Gatto -09



Gatto -10



**Ombrello 00 -
immagine originale**



Ombrello 01



Ombrello 02



Ombrello 03



Ombrello 04



Ombrello 05



Ombrello 06



Ombrello 07



Ombrello 08



Ombrello 09



Ombrello 10



Ombrello -01



Ombrello -02



Ombrello -03



Ombrello -04



Ombrello -05



Ombrello -06



Ombrello -07



Ombrello -08



Ombrello -09



Ombrello -10

Poiché, per alcuni oggetti, la decima deformazione per eccesso o per difetto non era tale da rendere l'oggetto inverosimile, si è deciso di inserire deformazioni ulteriori. Nello specifico, sono stati oggetto della suddetta eccezione i seguenti utensili:

- spazzola: 10 deformazioni per difetto e 20 per eccesso;
- ferro da stiro: 15 deformazioni in eccesso e 13 in difetto.

Complessivamente si è quindi ottenuto un set composto da 210 figure di animali e 228 figure di utensili.

Al fine di evitare che, durante la somministrazione, le diverse deformazioni dello stesso item venissero visualizzate in successione e che quindi il giudizio di verosimiglianza di ciascuna immagine potesse essere influenzato dal confronto con l'immagine precedente, si è provveduto a randomizzare la sequenza di presentazione delle immagini.

Dalle tavole di randomizzazione sono state estrapolate due serie casuali di 210 numeri, secondo le quali le immagini sono state dapprima rinominate e riordinate e, successivamente salvate su computer in un unico folder. Le 18 figure di utensili in eccesso sono state randomizzate e inserite in un secondo tempo. Ad ogni numero è stata attribuita un'immagine di animale e una di utensile in modo che vi fosse alternanza tra animali e utensili. Al termine del processo è stata quindi ottenuta una sequenza di presentazione pseudo-randomizzata di 438 immagini.

- Giudici

Al fine di scegliere quali tra le 438 immagini avrebbero costituito gli 80 stimoli del test FDA, il set di immagini randomizzate è stato sottoposto alla visione di 10 soggetti, con acuità visiva naturale o corretta di 10/10. Per evitare influenze di genere nel riconoscimento di animali e utensili (già dimostrate in letteratura, citaz Barbarotto R., 2002), sono stati selezionati 5 maschi e 5 femmine. I soggetti erano di età compresa tra i 20 e i 65 anni, con grado di scolarizzazione minimo il diploma di scuola secondaria superiore.

- Procedura

Le immagini, costituite da linee nere su sfondo bianco, sono state mostrate in serie. La visualizzazione è stata effettuata su computer con schermo di 15". Ai soggetti è stato chiesto di esprimere un giudizio di verosimiglianza per ciascuna immagine. Non sono stati assegnati limiti di tempo; le risposte sono state annotate su un foglio di siglatura redatto con il software Excel.

- Risultati dalla fase di creazione

Le 80 immagini dell'FDA sono state scelte tra le 438 come segue.

Per ciascun oggetto le immagini sono state nuovamente ordinate secondo la progressiva deformazione del particolare e tra di esse sono state selezionate 4 immagini, due considerate verosimili e due inverosimili (una perché il particolare era deformato per eccesso, l'altra per difetto).

La selezione è avvenuta sulla base dei seguenti criteri:

- si è scelta come *inverosimile perché deformata per eccesso* la prima immagine che, partendo dall'immagine centrale (gatto 00) e progredendo verso quella più deformata per eccesso (gatto 10), fosse considerata inverosimile da almeno il 90% dei giudici, a condizione che il suddetto criterio fosse mantenuto anche per le deformazioni successive (gatto 08);
- si è scelta come *inverosimile perché deformata per difetto* la prima immagine che, partendo dall'immagine centrale (gatto 00) e progredendo verso quella più deformata per difetto (gatto -10), fosse considerata inverosimile da almeno il 90% dei giudici, a condizione che il suddetto criterio fosse mantenuto anche per le deformazioni successive (gatto -06);
- si è scelta come *verosimile* l'immagine che, partendo dall'immagine più deformata per eccesso (gatto 10) e progredendo verso il centro (gatto 00), fosse considerata verosimile da almeno il 90% dei giudici, a condizione che il suddetto criterio fosse mantenuto anche per le immagini successive (gatto 03);
- si è scelta come *verosimile* l'immagine che, partendo dall'immagine più deformata per difetto (gatto -10) e progredendo verso il centro (gatto 00), fosse considerata

verosimile da almeno il 90% dei giudici, a condizione che il suddetto criterio fosse mantenuto anche per le immagini successive (gatto -02);

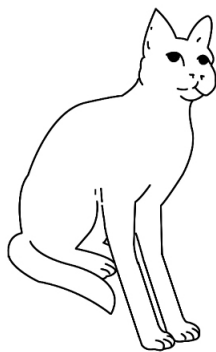
	giudice 1	giudice 2	giudice 3	giudice 4	giudice 5	giudice 6	giudice 7	giudice 8	giudice 9	giudice 10
gatto 10	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
gatto 09	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
gatto 08	red	red	green	red	red	red	red	red	red	red
gatto 07	red	red	green	green	red	red	red	red	red	red
gatto 06	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
gatto 05	green	green	green	green	green	red	red	red	green	green
gatto 04	red	green	green	red	green	red	red	red	green	green
gatto 03	green	green	green	red	green	green	green	green	green	green
gatto 02	green	green	green	green	red	green	green	green	green	green
gatto 01	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green
gatto 00	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green
gatto -01	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green
gatto -02	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green
gatto -03	green	green	green	green	green	red	red	red	green	green
gatto -04	green	green	green	red	green	red	red	red	red	red
gatto -05	green	red	green	red	red	red	red	red	red	red
gatto -06	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
gatto -07	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
gatto -08	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
gatto -09	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
gatto -10	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red

	giudice 1	giudice 2	giudice 3	giudice 4	giudice 5	giudice 6	giudice 7	giudice 8	giudice 9	giudice 10
ombrello 10	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
ombrello 09	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
ombrello 08	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
ombrello 07	red	green	red	red	red	red	red	red	red	red
ombrello 06	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
ombrello 05	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
ombrello 04	green	green	red	green	red	green	red	red	red	red
ombrello 03	red	red	green	red	red	red	red	red	red	red
ombrello 02	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green
ombrello 01	green	green	green	green	red	green	green	green	green	green
ombrello 00	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green
ombrello -01	green	green	green	green	green	green	green	green	green	green
ombrello -02	green	green	green	green	green	red	green	green	green	green
ombrello -03	green	green	green	green	red	red	red	green	red	green

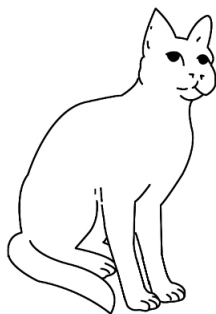
ombrello -04										
ombrello -05										
ombrello -06										
ombrello -07										
ombrello -08										
ombrello -09										
ombrello -10										

Nei casi del cane e del pinguino si è dovuto procedere alla creazione di 10 nuove deformazioni in difetto, in quanto nessuna delle 10 deformazioni iniziali in difetto veniva ritenuta inverosimile dal 90% dei soggetti.

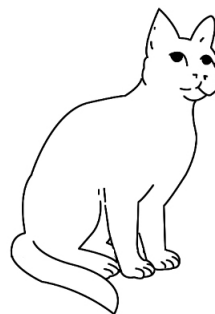
In tal modo per ciascun item sono state selezionate 4 immagini dalle 21 iniziali: due immagini centrali che hanno raggiunto i criteri per la verosimiglianza; un'immagine deformata per eccesso e una per difetto ritenute, al contrario, inverosimili.



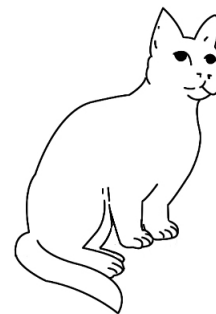
Gatto 08 – Inverosimile



Gatto 03 – Verosimile



Gatto -02 – Verosimile



Gatto -06 – Inverosimile



Ombrello 05 – Inverosimile



Ombrello 02 – Verosimile



Ombrello -02 – Verosimile



Ombrello -06 – Inverosimile

L'ordine di presentazione delle 80 immagini ottenute è stato quindi pseudorandomizzato sulla base dei seguenti criteri:

- si doveva mantenere l'alternanza di un animale ed un utensile;
- tra due immagini rappresentanti lo stesso animale o utensile dovevano intercorrere almeno tre immagini che raffigurassero altri oggetti;
- ogni 8 immagini, 4 dovevano rappresentare oggetti verosimili e 4 oggetti inverosimili.

La successione delle immagini così ottenuta è stata presentata ai soggetti per la taratura attraverso il software E-Prime 2.0.

b. Object Dimension Assessment

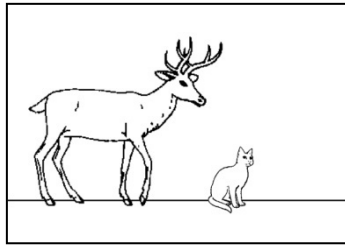
Per la realizzazione del Object Dimension Assessment sono state utilizzate le stesse figure della taratura del FDA, estrapolate dal set di Snodgrass (Snodgrass et al., 1980). Sono state create 20 coppie, 10 di animali e 10 di utensili. In ciascuna coppia il primo oggetto rappresentava il target, mentre il secondo fungeva da punto di riferimento. Di seguito vengono riportate le coppie di animali e utensili: cane-gatto, capra-gatto, cervo-coniglio, cigno-cervo, coniglio-capra, gatto-cervo, maiale-coniglio, pinguino-cervo, tartaruga-capra, uccello-gatto, annaffiatoio-fischietto, fischietto-martello, ferro-ombrello, lucchetto-martello, molletta-ferro, ombrello-martello, pistola-ombrello, spazzola-molletta, telefono-fischietto, televisione-molletta.

Per evitare che la rispettiva posizione dei due oggetti nello spazio influenzasse la prestazione dei soggetti, si è deciso di collocare 5 animali-target alla destra dei rispettivi punti di riferimento e 5 alla loro sinistra; allo stesso modo, 5 utensili-target sono stati posti alla destra dei rispettivi punti di riferimento e 5 alla loro sinistra. Tale reciproca collocazione spaziale è stata mantenuta nel corso della variazione progressiva della dimensione dell'oggetto-target rispetto al punto di riferimento (es. in ciascuna coppia cane-gatto il gatto è stato posizionato alla destra del cane).

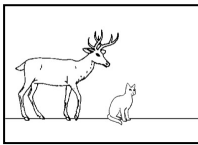
In ciascuna coppia si è inizialmente stabilita a priori una proporzione ideale tra i due oggetti e si è deciso di assegnare la numerazione 00 all'immagine che rappresentava tale proporzione (es. cane-gatto 00). Le dimensioni del secondo oggetto di ogni coppia sono rimaste invariate, le dimensioni del primo invece sono state

progressivamente ingrandite e rimpicciolite fino a creare 15 immagini in cui il primo oggetto fosse progressivamente più grande rispetto alle dimensioni in cui era raffigurato in 00 e 15 immagini in cui fosse progressivamente più piccolo. Le dimensioni del primo oggetto sono state modificate in termini di percentuale di grandezza rispetto alla dimensione in 00 secondo percentuali progressivamente incrementate e diminuite del 5% (105%, 110%, 115%, 120%, etc per ingrandire l'oggetto; 95%, 90%, 85%, 80%, etc per rimpicciolire l'oggetto).

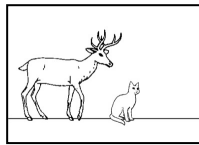
Al fine di evitare che l'inverosimiglianza delle rispettive proporzioni dei due oggetti raffigurati in ciascuna immagine fosse verbalizzabile, nell'ingrandire e rimpicciolire gli oggetti-target non sono mai state invertite le proporzioni tra l'oggetto-target e il punto di riferimento (es. la tartaruga, seppur progressivamente ingrandita, non è mai stata resa più grande della capra; il telefono, seppur progressivamente rimpicciolito, non è mai stato reso più piccolo del fischietto). E' stata inoltre introdotta una linea di fondo per fare in modo che la coppia di oggetti venisse percepita sullo stesso piano prospettico.



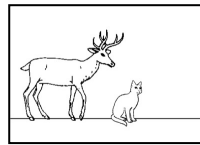
Cervo gatto 00 - immagine originale



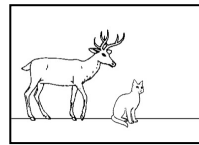
Cervo gatto 01



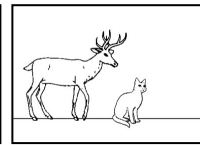
Cervo gatto 02



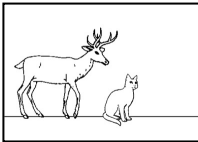
Cervo gatto 03



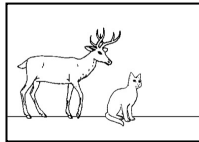
Cervo gatto 04



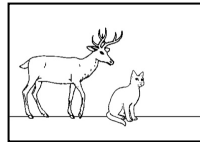
Cervo gatto 05



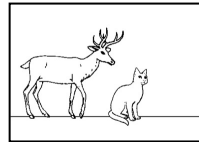
Cervo gatto 06



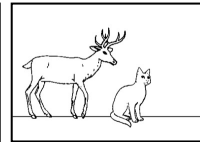
Cervo gatto 07



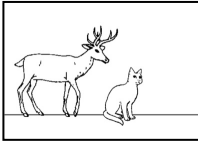
Cervo gatto 08



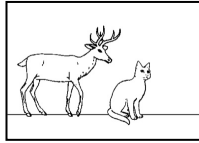
Cervo gatto 09



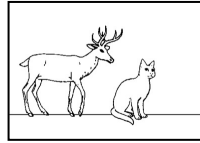
Cervo gatto 10



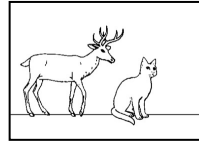
Cervo gatto 11



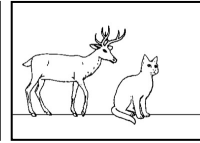
Cervo gatto 12



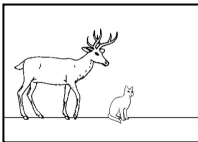
Cervo gatto 13



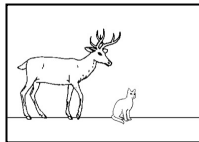
Cervo gatto 14



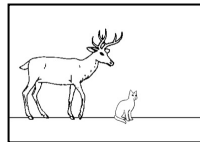
Cervo gatto 15



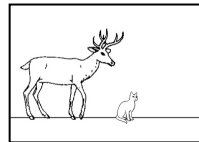
Cervo gatto -01



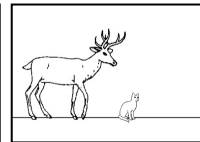
Cervo gatto -02



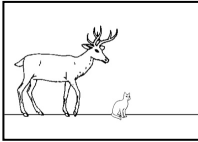
Cervo gatto -03



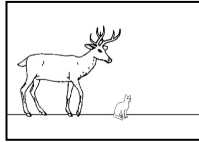
Cervo gatto -04



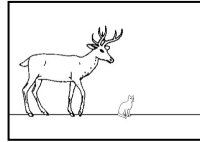
Cervo gatto -05



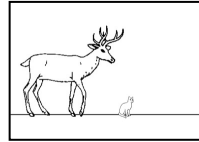
Cervo gatto -06



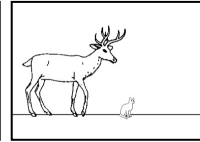
Cervo gatto -07



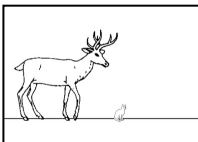
Cervo gatto -08



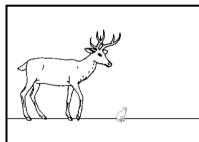
Cervo gatto -09



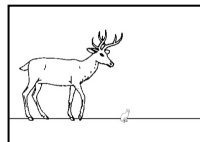
Cervo gatto -10



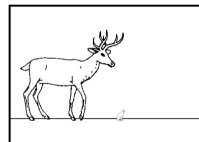
Cervo gatto -11



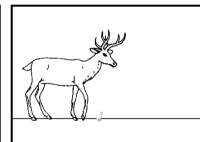
Cervo gatto -12



Cervo gatto -13



Cervo gatto -14



Cervo gatto -15

Le 620 immagini così ottenute sono state pseudorandomizzate in modo che le diverse versioni di ciascuna coppia, quando mostrate ai giudici su computer, non venissero visualizzate in successione e che vi fosse alternanza tra animali e utensili.

- Soggetti

Sono stati mantenuti come giudici gli stessi 5 soggetti maschi e 5 femmine intervistati per il FDA.

- Procedura

Durante la somministrazione delle immagini ai giudici, inizialmente compariva il solo oggetto che fungeva da riferimento; successivamente, vicino all'oggetto di riferimento, compariva l'oggetto target, da confrontare con il primo.

Ai giudici è stato chiesto di valutare se le proporzioni relative di un oggetto rispetto all'altro fossero mantenute, ponendosi la domanda: *se il primo stimolo è grande così, quello che compare per secondo può essere grande così?*

Non sono stati dati limiti di tempo e le risposte sono state annotate su tabelle appositamente redatte.

- Risultati della fase di creazione

Le 80 immagini dell'ODA sono state scelte tra le 620 come segue.

Per ciascuna coppia, le immagini sono state nuovamente ordinate secondo il progressivo ingrandimento dell'oggetto target rispetto al punto di riferimento. Sono quindi state selezionate 4 immagini, due in cui le proporzioni venivano considerate mantenute e due non mantenute (una perché l'oggetto target era troppo grande rispetto al punto di riferimento, una perché troppo piccolo).

La selezione è avvenuta sulla base dei seguenti criteri:

- si è scelta come sproorzionata per eccesso la prima immagine che, partendo dall'immagine centrale (gatto-cervo 00) e progredendo verso quella in cui l'oggetto target raggiungeva la grandezza massima rispetto al punto di riferimento (gatto-

cervo 15), fosse considerata sproporzionata da almeno il 90% dei giudici, a condizione che il suddetto criterio fosse mantenuto anche per le deformazioni successive (gatto-cervo 04);

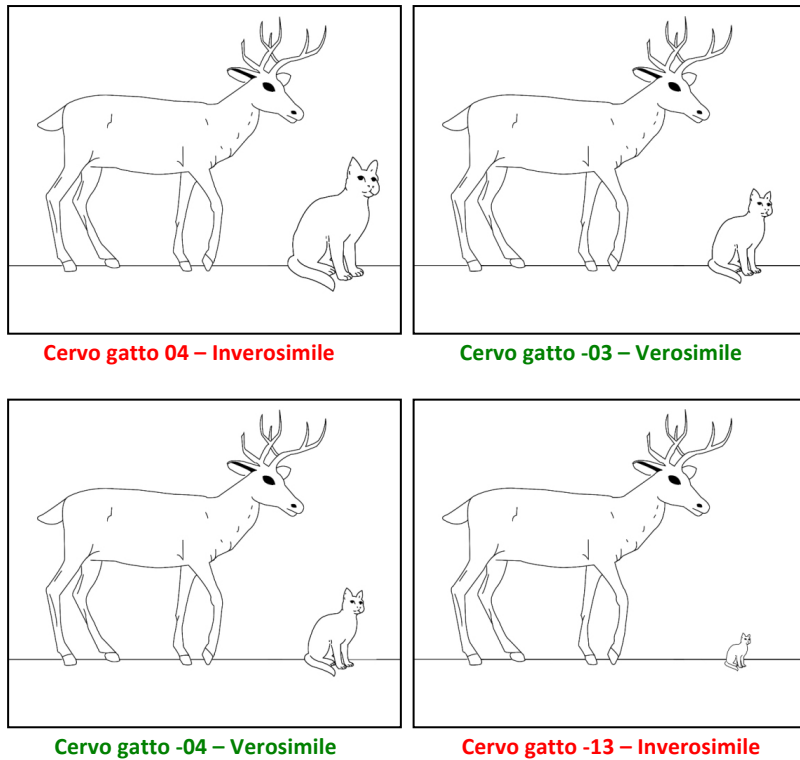
- si è scelta come sproporzionata per difetto la prima immagine che, partendo dall'immagine centrale (gatto-cervo 00) e progredendo verso quella in cui l'oggetto target raggiungeva la grandezza minima rispetto al punto di riferimento (gatto-cervo -15), fosse considerata sproporzionata da almeno il 90% dei giudici, a condizione che il suddetto criterio fosse mantenuto anche per le deformazioni successive (gatto-cervo -13);

- si è scelta come proporzionata la prima immagine che, partendo dall'immagine in cui l'oggetto target raggiungeva la grandezza massima rispetto al punto di riferimento (gatto-cervo 15) e progredendo verso il centro (gatto-cervo 00) fosse considerata proporzionata da almeno il 90% dei giudici, a condizione che il suddetto criterio fosse mantenuto anche per le deformazioni successive (gatto-cervo -03);

- si è scelta come proporzionata la prima immagine che, partendo dall'immagine in cui l'oggetto target raggiungeva la grandezza minima rispetto al punto di riferimento (gatto-cervo -15) e progredendo verso il centro (gatto-cervo 00) fosse considerata proporzionata da almeno il 90% dei giudici, a condizione che il suddetto criterio fosse mantenuto anche per le deformazioni successive (gatto-cervo -04);

	giudice 1	giudice 2	giudice 3	giudice 4	giudice 5	giudice 6	giudice 7	giudice 8	giudice 9	giudice 10
cervo gatto 15	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
cervo gatto 14	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
cervo gatto 13	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
cervo gatto 12	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
cervo gatto 11	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
cervo gatto 10	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
cervo gatto 9	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
cervo gatto 8	red	red	red	green	red	red	red	red	red	red
cervo gatto 7	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
cervo gatto 6	red	red	red	green	red	red	red	red	red	red
cervo gatto 5	red	red	red	green	red	red	red	red	red	red
cervo gatto 4	red	red	red	green	red	red	red	red	red	red
cervo gatto 3	red	red	red	green	red	red	red	red	red	green
cervo gatto 2	red	red	green	red	red	red	red	red	green	green
cervo gatto 1	red	red	green	green	red	red	red	red	red	green
cervo gatto 0	green	red	green	green	green	red	red	red	red	green
cervo gatto -01	red	green	green	green	green	red	red	red	green	green
cervo gatto -02	green	green	green	green	red	red	green	green	green	green
cervo gatto -03	green	green	green	green	green	green	red	green	green	green
cervo gatto -04	green	green	green	green	green	red	green	green	green	green
cervo gatto -05	green	green	green	red	green	green	green	green	green	red
cervo gatto -06	green	green	green	green	green	green	green	green	red	green
cervo gatto -07	green	green	green	red	green	red	green	red	green	red
cervo gatto -08	green	green	green	green	green	green	red	red	red	red
cervo gatto -09	green	green	green	red	green	red	red	red	red	red
cervo gatto -10	green	green	green	red	green	red	red	green	red	red
cervo gatto -11	green	green	red	green	green	red	red	red	red	red
cervo gatto -12	green	red	red	green	green	red	red	red	red	red
cervo gatto -13	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
cervo gatto -14	red	red	red	red	red	red	red	red	red	red
cervo gatto -15	red	red	red	red	green	red	red	red	red	red

In questo modo delle 31 versioni di ciascuna coppia ne sono state selezionate 4: una coppia ritenuta sproporzionata per eccessivo ingrandimento del target, una sproporzionata per eccessivo rimpicciolimento e due centrali, ritenute proporzionate.



Le 80 immagini ottenute sono state centrate in modo che ciascun oggetto fosse equidistante dal bordo dello schermo.

L'ordine di presentazione delle 80 immagini ottenute è stato quindi pseudorandomizzato sulla base dei seguenti criteri:

- si doveva mantenere l'alternanza di una coppia di animali e una di utensili;
- tra due immagini rappresentanti la stessa coppia di animali o utensili dovevano intercorrere almeno tre immagini che raffigurassero altri oggetti;
- ogni 8 immagini, 4 dovevano rappresentare coppie di oggetti tra loro proporzionati e 4 non proporzionati.

La successione delle immagini così ottenuta è stata presentata ai soggetti per la taratura attraverso il software E-Prime 2.0.