

VIGILANZA E SPECIALIZZAZIONE EMISFERICA

di Dario Salmaso *

Nonostante la grande importanza dell'attenzione per il comportamento umano, particolarmente per i processi cognitivi (Luria, 1973; Beatty e Wagoner, 1978), solo una piccola parte di lavori sono stati dedicati allo studio di come i due emisferi cerebrali lavorino nel mantenere una corretta selettività e prontezza di risposta alle continue modificazioni del mondo esterno.

I motivi di ciò sembrano risiedere sostanzialmente in due ragioni:

1. la separazione tra le linee di ricerca psicologica e neurofisiologica e
2. l'assenza di un chiaro consenso su alcuni aspetti importanti dell'attenzione.

Ogni forma di attenzione volontaria, dalla più semplice alla più complessa richiede un riconoscimento selettivo di un particolare stimolo o di sue caratteristiche e l'inibizione delle risposte a stimoli irrilevanti (Luria, 1973).

È oggi chiaro che i meccanismi responsabili di ciò non possono essere esclusivamente ricercati nelle strutture della formazione reticolare (FR), ma che le strutture diencefaliche e ancor più la corteccia giocano un ruolo primario nel mantenere lo stato attentivo dell'organismo umano.

Sembra perciò logico guardare alle ricerche sulla vigilanza o attenzione sostenuta (Jerison, 1977; Warm, 1976) come a qualcosa di molto più complesso di semplici processi fisiologici e che deve quindi essere analizzata a livelli differenti che implicano fattori sensoriali, cognitivi e psicofisiologici (Warm, 1977).

A sostegno di tale complessità sono anche da riportare i dati che emergono da recenti rassegne sulla vigilanza (Loeb e Alluisi, 1977; Davies e Parasuraman, 1977), dove appare con particolare chiarezza che le richieste poste dal compito sono particolarmente importanti nella « per-

* Istituto di psicologia del Cnr, Roma.

Tav. 1 - Nella tavola sono riportati gli elementi sperimentali più importanti e i relativi risultati di alcuni degli articoli discussi nel testo.

Variabili	Autori Springer 1971	Dimond e Beaumont 1971	Dimond Beaumont 1973	Warm et al. 1976
Soggetti	Normali 12	Normali 12	Normali 22	Normali 30 M + 18 F
Modalità	Acustica	Visiva	Visiva	Acustica
Durata (min)	45	87	80	45
Non segnale	PA, TA, KA, BA, GA	—	—	Impulsi di rumore bianco, 0.5 sec
Segnale	DA	Aumento lum. 200 msec	Aumento lum. 200 msec	Aumento durata 1.0 sec
Ritmo di presentazione eventi e densità segnale	— 0.167	1 segnale ogni 100 sec 26 segnali per emisfero	1 segnale ogni 100 sec 48 segnali per emisfero	30 eventi/min 1. 0.01 2. 0.03 3. 0.05
Performance	ES-S> ES-TR<	ES-FA>	ES-S> ED-FA>	1. ES-S> 2. ES=ED 3. ED-S>
Declino nel tempo	—	SI x S e FA Nessuna differenza tra ES e ED	Nessuna differenza	TR aumentano entrambi gli emisferi
Presentazione	bilaterale	bilaterale	unilaterale 2 gruppi diversi per ES e ED	unilaterale

ES = Emisfero sinistro
S = Successo

ED = Emisfero destro
FA = Falso allarme

Salmaso et al. 1976	Salmaso 1980	Dimond 1976	Dimond 1979	Dimond 1979
Normali 6 M+18 F	Normali 8 M+8 F	Split-Brain 6 Totali	Split-Brain 6 Totali	Split-Brain 6 Totali
Visiva	Visiva	Visiva	1. Tattile 2. Acustica	1. Tattile 2. Acustica 3. Visiva
—	—	30	30	30
1. Coppia lettere 2. Coppia linee 10 msec	1. Coppia lettere 2. Coppia linee 10 msec	—	—	—
Coppie nuove 10 msec	Coppie nuove 10 msec	Estinzione luce 350 msec	1. Vibrazione 350 msec 2. 450 Hz 100 msec	1. Vibrazione 350 msec 2. 450 Hz 100 msec 3. Estinzione 350 msec
30 eventi/min 0.5	30 eventi/min 0.2	30 segnali per emisfero	30 segnali per emisfero	30 segnali per emisfero
1. ES-d' > con lettere 2. ED-d' > con linee 3. ES-β <	ES-S > con lettere e linee ES-P(A) >	ED-S > ED-FA > più segnali aggiuntivi per ES	1. ED-S > 2. ED-S (n.s) più segnali aggiuntivi per ES	1. ED-S > 2. ED-S > (n.s) 3. ED-S > più segnali aggiuntivi per ES
—	FA > nella seconda parte	Diminuisce S più per ES che per ED	—	—
unilaterale	unilaterale	bilaterale	bilaterale	bilaterale

formance » del soggetto, al di là e ancor più forse della semplice « durata del compito ».

Non è perciò da meravigliarsi se a distanza di 30 anni dalla classica monografia di Mackworth (1950) e dalle osservazioni di Moruzzi e Magoun (1949) sugli effetti della stimolazione del sistema reticolare ascendente (SRA), le basi materiali dell'attenzione sostenuta siano per la maggior parte sconosciute.

La *neuropsicologia della vigilanza* si pone come obiettivo quello di identificare i rapporti esistenti tra le strutture sottocorticali e quelle corticali e in che misura lesioni cerebrali locali possono alterare tale struttura.

Elementi critici

È abbastanza noto che un danno cerebrale, qualunque ne sia la sede, comporta in un compito di attenzione sostenuta una perdita di accuratezza, particolarmente con segnali più complessi (Rosvold *et al.*, 1956) o con più bassa probabilità di presenza di un segnale (McDonald e Burns, 1964).

Questi due aspetti, la complessità del segnale e la sua densità (o probabilità che uno stimolo presentato sia un segnale), ci introducono alla considerazione di due degli elementi particolarmente critici di un compito di vigilanza in generale (Loeb e Alluisi, 1977) e di quelli sulla specializzazione emisferica in particolare.

Una prima conferma di ciò ci viene dal lavoro di De Renzi e Faglioni (1965). Questi Autori presentarono a pazienti con lesioni cerebrali unilaterali sinistre e a pazienti con lesioni destre due compiti distinti, uno in cui era richiesta una risposta (premere un pulsante) per ogni flash di luce presentato ad intervalli variabili, e un altro in cui veniva invece richiesto ai pazienti di rispondere solo quando era presentata una combinazione di un cerchio nero con un quadrato bianco.

I risultati dimostrarono una differenza significativa tra i due gruppi solo nel più semplice dei test, mentre per il compito richiedente una discriminazione selettiva tra differenti tipi di « eventi », tale differenza non emergeva.

I pazienti con lesioni destre si dimostrarono più lenti di quelli con lesioni sinistre nel rispondere a flash di luce presentati irregolarmente. Sebbene De Renzi e Faglioni (1965) interpretassero quel risultato più come dovuto ad una maggior gravità delle lesioni destre che ad un effetto locale, è indubbiamente questo il primo lavoro in cui appare per la

prima volta l'ipotesi che in qualche modo le strutture dell'emisfero destro svolgano un ruolo predominante nei compiti di vigilanza.

Una conferma a tale ipotesi localizzazionista ci viene da almeno due successivi lavori, quello di Benson e Barton (1970) e quello di Howes e Boller (1975).

Nel primo caso vennero usati due test distinti, uno visivo e uno acustico, mentre nel secondo vennero presentati solo stimoli acustici. Ai soggetti, ancora cerebrolesi, veniva richiesto di rispondere con la mano omolaterale alla lesione e quindi controllata dall'emisfero integro. In entrambi i casi è ancora riscontrato un maggior deficit per i pazienti con lesioni cerebrali ristrette all'emisfero di destra e particolarmente da Howes e Boller (1975) viene anche dimostrata l'indipendenza di questo effetto da asimmetrie nell'estensione o nel tipo di lesione.

Che l'importanza delle strutture emisferiche destre possa dipendere dal tipo di segnale a cui il paziente deve prestare attenzione è parzialmente confermato sia dai risultati ottenuti da De Renzi e Faglioni (1965) con un segnale più complesso, dove per gli stessi gruppi di cerebrolesi non comparivano differenze significative, sia dallo studio di Dee e Van Allen (1973) nel quale viene provato che sono i pazienti con lesioni sinistre ad ottenere tempi di reazione più lunghi con l'aumentare della complessità dello stimolo-segnaletto.

L'eseguità dei dati non ci permette di conoscere che cosa avvenga nel passaggio da un tipo di compito con un segnale semplice ad uno con segnali più complessi. Vi sono tuttavia alcune indicazioni che fanno ritenere che forme complesse di attenzione siano principalmente mediate dalle strutture linguistiche (De Renzi e Faglioni, 1965; Luria, 1973). L'emisfero sinistro si ritroverebbe perciò in una situazione più favorevole per l'esecuzione di compiti più difficili.

In genere, le ricerche sulla vigilanza sono caratterizzate da una eterogeneità nell'uso di segnali. Essi vanno da semplici « on/off » di luci a situazioni più dinamiche dove il soggetto deve scoprire una modificazione di uno stimolo ricorrente (si veda la rassegna di Teichner, 1974).

Teichner propone di distinguere due classi di segnali: la prima che richiede la scoperta del segnale in un campo per altro omogeneo, come ad esempio l'aumento di luminosità di una lampadina, e la seconda che richiede la discriminazione tra differenti tipi di stimolo, uno dei quali, il segnale, si presenta molto infrequentemente.

All'interno di questa categoria sembra tuttavia necessaria una ulteriore distinzione che corrisponde a quella proposta da Parasuraman (1979) tra discriminazione *simultanea* e discriminazioni *successive*.

Mentre nel primo caso il segnale è determinato sulla base di una modificazione di uno stimolo ripetitivo presente tuttavia al momento della decisione, nel secondo caso « segnale » e « nonsegnale » non sono contemporaneamente presenti. Secondo Parasuraman (1979) questo secondo tipo impone un carico di memoria non richiesto invece dalla discriminazione simultanea.

È implicito in entrambe queste distinzioni, quella di Teichner e quella di Parasuraman, l'ipotesi che differenti tipi di segnale impongano livelli differenti di elaborazione.

Fu Jackson (citato da Beatty e Wagoner, 1978) a proporre per primo una stretta relazione tra lo stato generale del sistema nervoso e livelli superiori di integrazione.

Se livelli cognitivamente più complessi richiedono stati di attivazione maggiori è ipotizzabile 1. che vi sia una sostanziale differenza nella « performance » in dipendenza da differenti tipi di segnale e 2. che possa esserci una differenziata superiorità emisferica.

Mentre è già stato osservato che « target » più complessi o più interessanti (Davies e Tune, 1970; Teichner, 1974) possono essere meno suscettibili ad effetti di declino con il trascorrere del tempo, o che discriminazioni « relative » hanno una « performance » più bassa (Loeb e Alluisi, 1977), l'effetto di queste variabili per l'eventuale identificazione di due differenti sistemi cerebrali rimane tutta da indagare.

In un lavoro del 1971 Springer studiò la capacità di ciascun emisfero cerebrale nell'identificare un « target » di chiara natura linguistica. Gli stimoli erano costituiti da coppie di consonanti-vocali, formate da consonanti occlusive più la vocale inglese « a » (ba, da, ga, pa, ta, ka). Una di queste coppie, « da », era scelta come « target » e la sua probabilità di comparsa per ciascun orecchio era di 0.167. Il compito era diviso in due sessioni di 45 minuti.

Sia l'accuratezza che il tempo di reazione risultarono migliori quando il segnale era presentato all'orecchio destro ed analizzato quindi prima dall'emisfero di sinistra.

Non è possibile stabilire se questo risultato fosse dovuto alle caratteristiche del segnale, alla sua probabilità di comparsa o ad entrambe. Come è noto, le consonanti occlusive sono proprio il tipo di stimolo che maggiormente determina una superiorità dell'emisfero di sinistra (Studdert-Kennedy e Shankweiler, 1970; Blumstein, 1974) e ciò potrebbe aver determinato un ruolo predominante anche nella scoperta di un « target » quale quello usato da Springer (1971).

Il possibile ruolo che i meccanismi tipici di ciascun emisfero giocano anche in un compito di vigilanza è stato recentemente studiato in

due successivi lavori (Salmaso, Denes e De Stavola, 1976; Salmaso, 1980). In entrambi i casi coppie di consonanti e coppie di linee erano presentate al campo visivo sinistro e al campo visivo di destra. Una sola coppia, per il compito verbale e per il compito spaziale, rappresentava il nonsegnale, mentre tutte le altre costituivano « eventi » a cui il soggetto doveva rispondere premendo un pulsante. Nel primo lavoro la densità del segnale era di 0.5, mentre nel secondo era ridotta a 0.2.

Una significativa interazione tra campo visivo di presentazione e tipo di compito venne riscontrata nel lavoro del '76, dimostrando che la capacità di scoprire la presenza di un segnale poteva dipendere dal tipo di elaborazione richiesta per la discriminazione tra segnale e nonsegnale. Il campo visivo di destra e quindi l'emisfero di sinistra risultò più accurato nel compito con stimoli consonanti, mentre il campo visivo di sinistra e quindi l'emisfero di destra risultò migliore con stimoli direzionali.

Il secondo lavoro (Salmaso, 1980) dimostra tuttavia che questa ipotesi di spiegazione può per lo meno non essere la sola. Infatti con la modificazione della probabilità di comparsa del segnale l'emisfero sinistro risulta più accurato nella scoperta sia di segnali linguistici che di quelli non linguistici.

Che la densità del segnale possa essere un elemento critico per la identificazione dei meccanismi cerebrali responsabili dell'attenzione sostenuta è confermato sia dai dati ottenuti dalla psicologia della vigilanza che dimostrano come una più bassa densità del segnale sia correlata con una minore « performance » e con un tempo di reazione più lungo, sia dai risultati ottenuti da McDonald e Burns (1974) dove è stato provato che con soggetti cerebrolesi una maggiore efficienza si ottiene proprio con una più alta frequenza di segnali, sia infine da un lavoro di Warm *et al.* (1976). Questi AA studiarono l'effetto che poteva avere la modificazione della probabilità di comparsa di un segnale sulla capacità di ciascun emisfero di prestare attenzione ad un « target ». Impulsi di rumore bianco di durata di 1/2 secondo erano presentati ogni 2.0 secondi all'orecchio sinistro e a quello destro. Il segnale era formato da un aumento in durata (1.0 sec) di questi impulsi. Tre differenti densità di segnale erano usate, rispettivamente di 0.01, la più bassa, di 0.03, quella intermedia e di 0.05 quella più alta. Gli stimoli erano presentati per periodi di 5 minuti ad ogni singolo orecchio per un tempo totale di 1 ora.

L'orecchio di presentazione non dimostrò avere un effetto significativo, mentre una interazione significativa era riscontrata tra questo fattore e la densità del segnale. I tempi di reazione (TR) risultarono infatti più rapidi per l'orecchio di sinistra — emisfero destro per l'alta den-

sità del segnale, mentre a bassa probabilità corrispose una maggior rapidità dell'orecchio destro — emisfero sinistro. Alla densità intermedia non si riscontrarono differenze significative.

Warm *et al.* suggerirono che benché i due emisferi possono essere congiuntamente implicati nel mantenere un'adeguata « performance » in un compito di attenzione sostenuta, l'emisfero destro dovrebbe essere principalmente sensibile alle incertezze temporali riguardo l'arrivo di un segnale.

Non vi sono purtroppo ulteriori lavori che supportino in qualche maniera questa ipotesi. La chiara natura non strutturata degli stimoli usati da Warm *et al.* (1976) fanno tuttavia ritenere che un altro meccanismo di spiegazione possa essere avanzato (Salmasso, 1980).

Mentre ad alte probabilità di comparsa del segnale ciascun emisfero potrebbe dimostrare le proprie specifiche abilità nell'elaborazione della informazione, a basse densità un meccanismo specifico e proprio dello emisfero di sinistra potrebbe entrare in gioco.

Sfortunatamente una serie di differenze metodologiche, quali la natura del segnale, la sua probabilità e la sua durata, rendono comunque difficile qualsiasi ulteriore tentativo di integrazione e confronto tra lo studio di Warm *et al.* e quelli di Salmasso.

Segnali di natura molto più semplice sono stati usati da Dimond e Beaumont (1971; 1973). In entrambi i casi ai soggetti veniva richiesto di premere uno di quattro pulsanti in corrispondenza all'aumento di luminosità di una di quattro luci. Ciascuna di queste era sistemata in un pannello di fronte al soggetto in modo da essere proiettata ad una singola emiretina. La durata del segnale era di 200 msec, un tempo maggiore della latenza considerata per i movimenti oculari e quindi particolarmente critico ai fini della presentazione lateralizzata di stimoli visivi.

Nel primo lavoro (1971) il compito durava circa 86 minuti, durante i quali venivano presentati 52 segnali, 26 al campo visivo di sinistra e 26 al campo visivo di destra. La presentazione era fatta casualmente a ciascun emisfero. Era in media presentato un segnale ogni 100 sec.

I risultati dimostrarono non esserci differenze significative tra i due emisferi nella scoperta dei segnali, mentre per l'emisfero sinistro risultarono esserci un maggior numero di falsi allarmi o falsi positivi.

Nel secondo studio (Dimond e Beaumont, 1973) la durata del compito era ridotta a 80 min., mentre la lunghezza dei segnali (200 msec) e la frequenza di stimolazione rimasero uguali. In questo esperimento vennero tuttavia utilizzati due gruppi distinti di soggetti, uno per la presentazione all'emisfero sinistro e uno per la presentazione a quello

destro. Il numero di segnali era portato da 26 a 48 per ciascun campo visivo.

In questo caso gli stimoli-segnale vennero riportati in maggior numero dall'emisfero di sinistra, mentre l'emisfero di destra produsse un maggior numero di falsi positivi.

Interpretando i dati di Dimond e Beaumont sulla base della teoria della scoperta del segnale (S.D.T.) (si veda la rassegna di Swets, 1973) i primi risultati potrebbero essere attribuiti a una differenza nel criterio decisionale, più lasso per l'emisfero di sinistra, mentre quelli successivi del '73 ad una reale differenza nella capacità discriminativa (« sensitivity »).

Successivi lavori sono stati eseguiti da Dimond (1976; 1979a; 1979b) su pazienti con il cervello diviso, cioè con il sezionamento totale o parziale delle commessure che connettono i due emisferi cerebrali. Nel caso del sezionamento totale di queste commessure ogni emisfero lavora per conto proprio, non potendo infatti né inviare, né ricevere impulsi dall'altro emisfero.

Limiteremo le nostre osservazioni esclusivamente ai risultati ottenuti con pazienti con sezione totale.

La metodologia usata da Dimond (1976) è la stessa di quella usata per i lavori con soggetti normali. In questo caso tuttavia il segnale era costituito dalla estinzione di una di 4 luci per un periodo di 350 msec, alla quale il paziente doveva rispondere premendo il corrispondente pulsante. Il compito durava 30 minuti, durante i quali venivano presentati 60 segnali, ugualmente distribuiti tra i due campi visivi.

I risultati ottenuti dai 6 pazienti con commissurotomia totale dimostrarono che un numero di segnali significativamente maggiore era scoperto dall'emisfero di destra e che lo stesso emisfero produceva anche un maggior numero di falsi allarmi. Dimond osservò inoltre che era principalmente l'emisfero sinistro a richiedere in maggior numero segnali aggiuntivi prima di ottenerne una risposta.

Si può pensare, ancora sulla base della S.D.T., che tali differenze siano dovute più a un basso criterio decisionale dell'emisfero destro che a una sua superiorità discriminativa.

Nel successivo lavoro del '79 (Dimond, 1979a) Dimond esaminò ancora la capacità di ciascun emisfero cerebrale in un compito tattile e in uno acustico. In entrambi i casi la durata del compito fu di 30 minuti, durante i quali erano presentati 60 segnali, ugualmente distribuiti tra i due emisferi.

La mano sinistra, e quindi l'emisfero destro, risultarono significativamente superiori nella scoperta dei segnali vibratorii. Anche per il test acustico l'emisfero di destra risultò più abile nell'identificazione dei se-

gnali, ma questa differenza non risulta essere significativa. Ancora un maggior numero di segnali aggiuntivi erano richiesti dall'emisfero di sinistra rispetto al destro per attivarne la risposta.

Complessivamente i risultati ottenuti con pazienti con il cervello diviso si dimostrarono essere differenti da quelli ottenuti da Dimond e Beaumont (1971; 1973) e benché facciano complessivamente ritenere che l'emisfero di destra possa essere principalmente responsabile nella attenzione sostenuta (Dimond, 1977; 1979b), non è escluso che tali risultati possano anche essere legati al tipo di segnali usati e alla loro distribuzione temporale.

Un'osservazione particolarmente interessante è che, ad eccezione del lavoro del '73 (Dimond e Beaumont, 1973), tutti gli altri sono stati eseguiti con presentazione casuale ad uno dei due emisferi. Se la presentazione singola a ciascun emisfero possa differire da quella simultanea in un compito di attenzione sostenuta, non ci è dato oggi conoscere. È comunque importante sottolineare la necessità di valutare attentamente l'effetto che questa differenza potrebbe avere nel mantenere per ciascun emisfero differenziati livelli di attivazione.

Va infine ricordato un recentissimo lavoro di Ellenberg e Sperry (1979) eseguito sia su pazienti con il cervello-diviso (4) sia su 10 soggetti normali. La situazione sperimentale era analoga a quella usata da Dimond (1979a; 1979b) per la modalità tattile. L'unica differenza consiste nel tipo di segnale, che, in questo caso, era costituito da una estinzione della vibrazione, variabile da 0,5 sec a 2,0 sec a seconda della sensibilità del soggetto. La durata del compito era di 30 min. per gli « split-brain » e di 60 per i soggetti normali.

Per i pazienti un maggior numero di segnali è scoperto dalla mano sinistra e quindi dall'emisfero di destra, ma questo risultato non risulta essere statisticamente significativo. Con i soggetti normali nessuna differenza era riscontrata tra i due emisferi.

Lo stesso lavoro riporta anche i risultati ottenuti su 3 pazienti e sugli stessi soggetti di controllo, ma con l'utilizzo dei tempi di reazione (TR). La durata del compito era ridotta a 20 min.

Nel caso dei pazienti i TR erano inferiori per la mano sinistra — emisfero destro (nessuna analisi statistica è tuttavia riportata), mentre per i soggetti normali non è riscontrata alcuna differenza significativa.

Complessivamente sembra quindi non essere confermata l'ipotesi che un emisfero sia inferiore all'altro in un compito di attenzione sostenuta. Nessuno dei pazienti di Ellenberg e Sperry dimostrò inoltre avere un maggior numero di « vuoti di attenzione » a carico dell'emisfero sinistro.

Durata del compito

Un altro parametro importante nello studio dell'attenzione sostenuta è la durata del compito. Sebbene sia generalmente noto che con il trascorrere del tempo vi è un declino nella capacità di scoprire i segnali e un aumento nella latenza delle risposte (Loeb e Alluisi, 1977), in molti casi esso è più presunto che reale (Teichner, 1974) e dipendente comunque anche da altre richieste poste al soggetto dal compito.

La durata del segnale sembra ad esempio essere inversamente correlata con il ritmo di declino nell'efficienza, così che a stimoli di minore durata corrisponde un maggior decremento nella « performance ». Un analogo rapporto sembra esserci tra ritmo di presentazione degli eventi (nonsegnali e segnali) e decremento, nel senso che con più alta frequenza di stimolazione vi è una minore « performance » e un più rapido declino (Loeb e Alluisi, 1977).

Nell'esperimento di Dimond e Beaumont (1971) sia il numero di risposte corrette, che il numero di falsi allarmi risultò diminuire nel tempo, ma tale effetto non era significativamente distinto tra i due emisferi. Sulla base della S.D.T. questi risultati potrebbero essere più interpretati come un aumento nel criterio di risposta che come una reale diminuzione nella capacità discriminativa. Nel lavoro del '73 (Dimond e Beaumont, 1973) nessuna differenza significativa era riscontrata nel tempo e quindi entrambi gli emisferi sembravano mantenere la propria capacità iniziale.

Warm *et al.* (1976) dimostrarono un aumento dei TR durante 1 ora di presentazione, ma anche in questo caso questo effetto era uguale per ciascun emisfero.

Nessuna differenza era pure riscontrata da Salmaso (1980) tra gli emisferi per due successivi periodi, benché la brevità del compito non escluda che con sessioni di maggior durata possano emergere degli effetti significativi.

Dimond (1976) era in grado di dimostrare che in commessurotomizzati totali vi era un sostanziale declino nel tempo e che tale declino era maggiore per l'emisfero di sinistra.

Nel recente lavoro di Ellenberg e Sperry (1979) risulta esserci, nel caso degli « split-brain », un significativo aumento nel numero di omissioni tra i primi 15 minuti e i secondi 15 a carico della mano destra — emisfero sinistro, che confermerebbe quindi i risultati di Dimond (1976). Nessuna differenza era invece riscontrata per i soggetti di controllo.

Poiché nessun altro risultato è disponibile circa eventuali differenze emisferiche nel tempo, si può solo concludere che sia il declino della « performance », sia eventuali effetti differenziali tra i due emisferi rimane in gran parte da dimostrare.

Due considerazioni devono a questo proposito essere fatte. La prima è che secondo i dati raccolti da Teichner (1974) almeno la metà del deterioramento è completato entro i primi 15 minuti, mentre quello totale si realizza tra i 20 e i 35 minuti (Warm, 1977). Sessioni di questa durata dovrebbero perciò essere sufficienti a mettere in luce effetti dovuti al tempo. L'altra osservazione è quella che si ricava dall'uso della S.D.T. negli esperimenti sulla vigilanza. La capacità discriminativa (« sensitivity ») e il criterio decisionale (« decision criterion ») usate per la descrizione della « performance » complessiva di un soggetto, sembrano comportarsi in maniera differente in funzione del tempo. Secondo i dati rivisti da Swets (1977) la diminuzione nella « performance » con il tempo non sarebbe tanto da attribuire ad una diminuita capacità discriminativa, quanto piuttosto a un più stretto criterio decisionale adottato col passare del tempo, che comporterebbe una generale minore volontà di emettere una risposta, giusta o sbagliata.

Non ci è dato oggi conoscere quale sia l'importanza di questi due fattori in un compito di attenzione, e se essi siano connessi a due differenti sistemi cerebrali. Nonostante vi siano spesso delle difficoltà nella corretta applicazione degli indici della S.D.T., l'uso di tale teoria sembra particolarmente utile per la descrizione di aspetti del comportamento che altrimenti rimarrebbero alla mercé dell'intuizione (Jerison, 1977).

Ancora sul problema del declino nel tempo, va pure ricordata la distinzione precedente tra discriminazioni successive e discriminazioni simultanee proposta da Parasuraman (1979). Secondo questo Autore una diminuzione della capacità discriminativa sarebbe riscontrabile solo con il primo tipo di discriminazione, quella successiva, associata con un'alta frequenza di presentazione degli stimoli.

Sebbene entrambi questi elementi fossero presenti in un recente lavoro in presentazione laterallizzata (Salmaso, 1980), l'unica differenza riscontrabile tra un primo e un secondo periodo era nel numero di errori falsi positivi, con un maggior numero nel secondo periodo, associato ad entrambi gli emisferi. Benché sia più spesso riportata una diminuzione di questo tipo di errori, più che un loro aumento, vi sono tuttavia buone ragioni di ritenere che questo tipo di errori debba essere valutato all'interno delle specifiche richieste del compito e alla luce della teoria sul confronto percettivo (Krueger, 1978; Salmaso, 1980).

Sistemi cerebrali

Dimond e Beaumont (1973) avanzarono la possibilità che all'interno del cervello vi siano due sistemi differenti dedicati a differenti aspetti del comportamento di vigilanza. Il primo di questi dovrebbe essere caratterizzato da una « performance » iniziale molto alta associata tuttavia con una facile esauribilità, mentre il secondo, con un più basso livello di « performance », dovrebbe mantenere inalterata nel tempo la sua capacità. Questi due sistemi erano associati il primo all'emisfero di sinistra e il secondo all'emisfero di destra.

Gli stessi Autori sottolineavano anche l'importanza che l'esistenza di questi due sistemi poteva avere per le teorie della vigilanza. Come è noto, infatti una delle ipotesi avanzate per spiegare il declino della capacità nel tempo è che esso sia dovuto a una diminuzione nel livello di attivazione. Il declino in un emisfero, ma non nell'altro, solleva evidentemente non pochi dubbi verso l'ipotesi della diminuita attivazione come effetto generalizzato sul cervello, in quanto evidentemente entrambi gli emisferi dovrebbero risulterne interessati (Dimond e Beaumont, 1974).

All'importanza di questa ipotesi, come si è già visto, non corrispondono tuttavia dati chiari e conclusivi.

Nessuno dei risultati ottenuti con i soggetti normali è comparabile a quelli trovati con i soggetti « split-brain ». Inoltre, come ipotizzato da Moscovitch (1976) e da Dimond (1977), l'organizzazione funzionale dei pazienti con cervello diviso potrebbe differire radicalmente da quella dei soggetti normali, nel senso che i meccanismi di inibizione e/o facilitazione tra i due emisferi sono certamente alterati.

Quello che perciò si può concludere sulla base dei risultati oggi disponibili è che, anche se l'emisfero destro sembra dimostrare una qualche superiorità nel mantenere la sua capacità nel tempo, questa superiorità, nei soggetti normali, non è al momento dimostrata. Come si è visto vi sono invece una serie di risultati che illustrano una superiorità dell'emisfero di sinistra nello scoprire eventi con valore di segnale.

Va ricordato a questo proposito che nella loro rassegna del '74 Dimond e Beaumont sottolineavano l'importanza che l'emisfero sinistro poteva assumere nella creazione e nel mantenimento di un modello dello stimolo, ipotesi che sembrerebbe in qualche modo confermata dal lavoro di Springer (1971).

È stato infine proposto da Jerison (1977) che l'emisfero sinistro sia responsabile dell'attenzione selettiva e quello destro dell'attenzione sostenuta. Anche in questo caso all'interesse dell'ipotesi non corrispondono tuttavia elementi per stabilire quando l'uno o l'altro di questi meccanismi entra in gioco. Ad aumentare l'incertezza è ad esempio lo stes-

so Jerison (1977) che, dopo aver avanzato l'ipotesi di due differenti sistemi cerebrali, esprime anche la convinzione che l'attenzione sostenuta sia controllata dall'attività neurale della formazione reticolare e quindi organizzata bilateralmente e simmetricamente.

Forse un contributo alla definizione di tale ipotesi ci viene da quanto proposto da Broadbent (1976), secondo il quale i processi che differenziano i due emisferi sono quelli di « categorizzazione » delle modificazioni dell'ambiente, da una parte, e di una sua continua rappresentazione dall'altra. Il primo di questi processi sarebbe attribuibile all'emisfero sinistro, il secondo al destro. L'importanza di questa ipotesi per l'identificazione dei meccanismi cerebrali responsabili dell'attenzione è stata recentemente da me sottolineata in un esperimento sulla attenzione alla novità (Salmaso, 1980).

Conclusioni

La migliore conclusione che si può trarre è che per molti aspetti si deve ancora fare una gran quantità di lavoro, particolarmente quando ci si riferisce a stimoli e a situazioni sperimentali cognitivamente più complessi di flash di luce o click, e che sono quindi presumibilmente più difficili.

Inoltre gli studi sulla vigilanza hanno anche chiaramente dimostrato l'importanza dei fattori temporali nel determinare la capacità discriminativa. La densità del segnale, la sua frequenza, il ritmo di stimolazione, la durata del segnale e quella del compito sono tutti elementi critici ai fini del livello di « performance ».

Come questi fattori influenzano la capacità discriminativa di ciascun emisfero? Qual'è l'importanza degli aspetti decisionali nel comportamento attentivo dei due emisferi? Quali sono i rapporti tra strutture sottocorticali e quelle corticali?

Sembrano sostanzialmente questi i maggiori interrogativi a cui la ricerca neuropsicologica dovrebbe rispondere e verso cui dovrebbe perciò nel futuro orientarsi.

Riassunto

L'articolo passa in rassegna la letteratura sulla vigilanza con lo scopo particolare di determinare la consistenza dell'ipotesi che l'attenzione sostenuta e l'attenzione selettiva siano distintamente lateralizzate. L'ipotesi proposta è infatti che l'emisfero destro sia specializzato per l'attenzione sostenuta mentre il sinistro per quella selettiva. Vengono considerate le caratteristiche

rilevanti per la possibile distinzione tra questi due tipi di meccanismi. Vengono analizzati in modo particolare due fattori: la complessità del segnale e la sua densità.

L'emisfero destro benché apparentemente predominante in situazioni semplici, sembra incapace di estendere la sua superiorità a segnali più complessi o quando sono implicate delle incertezze temporali. Le asimmetrie emisferiche sono anche valutate alla luce dello specifico ruolo giocato da ciascun emisfero nell'analisi dell'informazione.

Un altro fattore analizzato è la lunghezza del compito. I dati sin qui disponibili non permettono di formulare precise conclusioni né su quanto debba essere lungo un compito per provocare un declino della capacità, né se i due emisferi si comportano distintamente.

In conclusione non sembrano esserci allo stato sufficienti elementi per definire in modi precisi il contributo di ciascun emisfero nella vigilanza.

Summary

The paper reviews the literature on vigilance. A particular goal of the review was to determine whether the hypothesis of a differential hemispheric specialization for sustained versus selective attention could be supported.

The hypothesis of differential hemispheric specialization for attentional mechanisms considered, maintains that the right hemisphere is specialized for sustained attention while the left hemisphere is specialized for selective attention. Features relevant to a possible distinction between the two attentional mechanisms were considered in terms of hemispheric differences. The two major factors in vigilance experiments taken in consideration were signal complexity and signal density. While the proposed hypothesis could easily accomodate much of the reviewed material, there remains a not insignificant part of the literature which cannot easily be explained in terms of the hypothesis. The right cerebral hemisphere, though apparently predominant in simple situations, is unable to extend this superiority when more complex signals or temporal uncertainty are involved. Hemispheric asymmetries are also evaluated in light of the specific role played by each hemisphere in information processing.

Another factor analyzed is task length. The data now available do not allow firm conclusions neither on how long a task must be to promote a decline in performance nor on whether the two hemispheres behave differently as a function of task length.

A reanalysis of the results on all three factors considered in terms of signal detection theory (S.D.T.) promises to reconcile some apparently conflicting results.

In conclusion, a review of vigilance experiments that have studied the cerebral basis for this mental action suggests that even an optimistic interpretation of the results does not allow a clear account of the contribution of each hemisphere to vigilance.

Bibliografia

- Beatty J. e Wagoner B.L., « Pupillometric signs of brain activation vary with level of cognitive processing », *Science*, 1978, 199, 1216-1218.
- Benson D.F. e Barton M.I., « Disturbances in constructional ability », *Cortex*, 1970, 6, 19-46.
- Blumstein S.L., « The use and theoretical implications of the dichotic technique for investigating distinctive feature », *Brain and Language*, 1974, 1, 337-350.
- Broadbent D.E., « Division of function and integration of behavior », in B. Milner (ed.), *Hemispheric specialization and interaction*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1975.
- Davies D.R. e Parasuraman R., « Cortical evoked potentials and vigilance: a decision theory analysis », in R.R. Mackie (ed.), *Vigilance*, Plenum Press, New York, 1977.
- Davies D.R. e Tunc G.S., *Human vigilance performance*, Staples Press, London, 1970.
- Dee H.L. e Van Allen M.W., « Speed of decision-making processes in patients with unilateral cerebral disease », *Archives of Neurology*, 1973, 28, 163-166.
- De Renzi E. e Faglioni P., « The comparative efficiency of intelligence and vigilance tests in detecting hemispheric cerebral damage », *Cortex*, 1965, 1, 410-433.
- Dimond S.J., « Depletion of attentional capacity after total commissurotomy in man », *Brain*, 1976, 99, 347-356.
- Dimond S.J., « Vigilance and split-brain research », in R.R. Mackie (ed.), *Vigilance*, Nato Conference Series, Plenum Press, 1977.
- Dimond S.J., « Tactile and auditory vigilance in split-brain man », *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 1979a, 42, 70-74.
- Dimond S.J., « Performance by split-brain humans on lateralized vigilance tasks », *Cortex*, 1979b, 15, 43-50.
- Dimond S.J. e Beaumont J.G., « Hemisphere function and vigilance », *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1971, 23, 443-448.
- Dimond S.J. e Beaumont J.G., « Difference in the vigilance performance of the right and left hemisphere », *Cortex*, 1973, 9, 259-265.
- Dimond S.J. e Beaumont J.G., « Experimental studies of hemisphere function in the human brain » in S.J. Dimond e J.G. Beaumont (eds.), *Hemisphere function in the human brain*, Elek Science, London, 1974.
- Ellenberg L. e Sperry R.W., « Capacity for holding sustained attention following commissurotomy », *Cortex*, 1979, 15, 421-438.
- Howes D. e Boller F., « Simple reaction time: evidence for focal impairment from lesions of the right hemisphere », *Brain*, 1975, 98, 317-332.

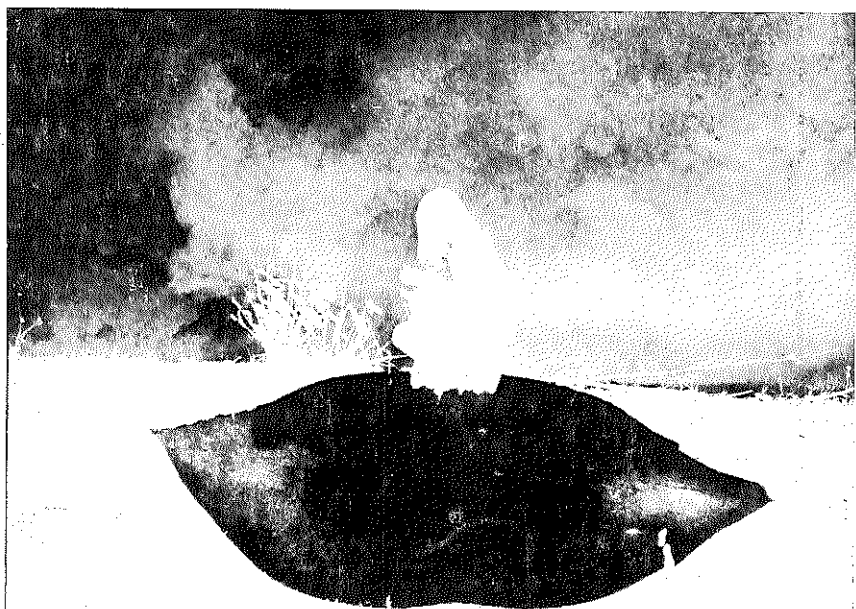
- Jerison H.J., « Vigilance: biology, psychology, theory and practice », in R.R. Mackie (ed.), *Vigilance*, Nato Conference Series, Plenum Press, 1977.
- Krueger L.E., « A theory of perceptual matching », *Psychological Review*, 1978, 85, 278-304.
- Loeb M. e Alluisi E.A., « An update of findings regarding vigilance and a reconsideration of underlying mechanisms », in R.R. Mackie (ed.), *Vigilance*, Nato Conference Series, Plenum Press, 1977.
- Luria A.R., *The working brain*, Penguin Books, Harmondsworth, 1973.
- Mackworth N.H., « Researches on the measurement of human performance », MRC Spec. Rep. 268, H.M. Stationary Office, Medical Research Council, London, 1950. Anche in H.W. Sinaiko (ed.), *Selected papers on human factors in the design and use of control systems*, Dover, New York, 1961.
- McDonald R.D. e Burns S.B., « Visual vigilance and brain damage: an empirical study », *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 1964, 27, 206-209.
- McNichol D., *A primer of signal detection theory*, George Allen and Unwin, London, 1972.
- Moscovitch M., « On the representation of language in the right hemisphere of right-handed people », *Brain and Language*, 1976, 3, 47-71.
- Moruzzi G. e Magoun H.W., « Brain stem reticular formation and activation of the EEG », *EEG & Clinical Neurophysiology*, 1949, 1, 455-473.
- Parasuraman R., « Memory load and event rate control sensitivity decrements in sustained attention », *Science*, 1979, 205, 924-927.
- Rosvold H.E., Mirsky A.F., Sarason I., Bransome E.D., Jr. e Beck L.H., « A continuous performance test of brain damage », *Journal of Consulting Psychology*, 1956, 20, 343-350.
- Salmaso D., « Hemispheric differences in a novel task requiring attention », *Perceptual and Motor Skills*, 1980, 51, 383-391.
- Salmaso D., Denes G. e De Stavola G., « Interhemispheric differences in attention to novelty », *Italian Journal of Psychology*, 1976, 3, 273-283.
- Springer S.P., « Ear asymmetry in a dichotic detection task », *Perception & Psychophysics*, 1971, 10, 239-241.
- Studdert-Kennedy M. e Shankweiler D., « Hemispheric specialization for speech perception », *Journal of the Acoustical Society of America*, 1970, 48, 579-594.
- Swets J.A., « The relative operating characteristic in psychology », *Science*, 1973, 182, 990-1000.
- Swets J.A., « Signal detection theory applied to vigilance », in R.R. Mackie (ed.), *Vigilance*, Nato Conference Series, Plenum Press, 1977.
- Teichner W.H., « The detection of a simple visual signal as a function of time of watch », *Human Factors*, 1974, 16, 339-353.

Warm J.S., « Psychological processes in sustained attention », in R.R. Mackie (ed.), *Vigilance*, Nato Conference Series, Plenum Press, 1977.

Warm J.S., Schumsky D.A. e Hawley D.K., « Ear asymmetry and temporal uncertainty of signals in sustained attention », *Bulletin of the Psychonomic Society*, 1976, 7, 413-416.

NEUROPSICOLOGIA SPERIMENTALE

A CURA DI CARLO ARRIGO UMITA'



RICERCHE DI PSICOLOGIA/FRANCO ANGELI

NEUROPSICOLOGIA SPERIMENTALE

di G.P. Anzola, S. Bagnara, G. Berlucchi, P. Bisiacchi
A. Dellantonio, E. Ladavas, C.A. Marzi, R. Nicoletti
L. Pizzamiglio, L. Riggio, G. Rizzolatti, D. Salmaso
F. Simion, C.A. Umiltà, P. Zoccolotti
a cura di C.A. Umiltà

Franco Angeli Editore

INDICE

Presentazione	pag.	7
---------------	------	---

Parte prima

<i>Specializzazione funzionale degli emisferi cerebrali e modi di rappresentazione dell'informazione</i> , di C. Umiltà	»	15
Il metodo di Donders o cronometria mentale	»	15
Modi di rappresentazione dell'informazione (codici)	»	19
Specializzazione emisferica e modi di rappresentazione dell'informazione	»	24
Ricerche sulla lateralizzazione dei tre codici: visivo, fonetico e spaziale	»	29
<i>A quale stadio percettivo nascono le differenze emisferiche?</i> , di C.A. Marzi	»	43
Introduzione	»	43
Superiorità dell'emisfero destro in compiti percettivi « semplici »	»	45
Stadio percettivo d'insorgenza degli effetti di lateralità	»	47
Soglie di acuità visiva nei due emisferi	»	50
Conclusioni	»	51
<i>Vigilanza e specializzazione emisferica</i> , di D. Salmaso	»	57
Elementi critici	»	60
Durata del compito	»	67
Sistemi cerebrali	»	69
Conclusioni	»	70

Parte seconda

<i>Dominanza cerebrale assoluta o relativa</i> , di G.P. Anzola e R. Nicoletti	»	77
--	---	----

Relazione tra differenze cognitive individuali e organizzazione funzionale nei due emisferi cerebrali	pag. 209
Commenti finali	» 218

<i>Lo sviluppo ontogenetico della lateralizzazione emisferica</i> , di P. Zoccolotti	» 227
Studi ontogenetici con l'ascolto dicotico	» 228
Studi ontogenetici con la presentazione tachistoscopica nei campi visivi laterali	» 234
Studi ontogenetici attraverso la modalità tattile	
Studi ontogenetici con compiti di interferenza manuale-verbale	» 240
Studi di asimmetrie anatomiche e funzionali in infanti	» 241
Considerazioni conclusive	» 242

Parte quarta

<i>Specializzazione emisferica ed emozioni</i> , di E. Ladavas	» 255
Studi sulle risposte emotive spontanee	» 256
Studi sulle risposte emotive a stimoli specifici: ricerche cliniche	» 257
Studi sulle risposte emotive a stimoli specifici: ricerche su soggetti normali	» 258
Compito di codifica delle emozioni: studi su soggetti normali	» 260
Compito di decodifica delle emozioni: ricerche cliniche	» 261
Compito di decodifica delle emozioni: ricerche su soggetti normali	» 261
Studi sull'ascolto dicotico	» 261
Studi tachistoscopici	» 262
Conclusioni	» 265

<i>Lateralizzazione emisferica e modalità tattile</i> , di A. Dellantonio e L. Riggio	» 275
Premessa	» 275
Soglie tattili e lateralizzazione emisferica	» 276
Funzioni somestesiche di ordine superiore	» 282
Lateralizzazione emisferica e memoria di stimoli tattili	» 275

<i>La tecnica dell'ascolto dicotico e la specializzazione emisferica</i> , di P. Bisiacchi	» 311
L'ascolto dicotico	» 311
Gli esperimenti di Doreen Kimura	» 312
L'ascolto dicotico e la lateralizzazione emisferica	» 315
Conclusioni	» 335