

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA

TESI DI DOTTORATO

NEUROSCIENZE DI BASE E DELLO SVILUPPO

(BIO/09)

IL COMPORTAMENTO EMOZIONALE NEL MODELLO

DELL'ARACNOFOBIA:

STUDIO COGNITIVO E PSICOFISIOLOGICO

Tutore

Prof.^{ssa} Marirosa Di Stefano

Dottorando

Dott. Luigi D'Alessandro

A.A. 2003-2005

Ringraziamenti

Nell'arco di questa esperienza di Dottorato ho avuto la fortuna di conoscere molte persone che, a vario titolo, mi hanno dato occasione di imparare a conoscere i limiti, le difficoltà e il significato dell'indagine scientifica. Qualcuno ha detto che le uniche vere esperienze di valore conoscitivo sono quelle in cui scopriamo di avere sbagliato. Allo stesso modo credo di aver imparato molto proprio dagli errori e dagli imprevisti incontrati lungo questi anni.

In merito a ciò voglio ringraziare vivamente la Prof.ssa Marirosa Di Stefano per aver accettato di essere stata il mio tutore e per avermi concesso fiducia e libertà di imparare "tentando". Un ringraziamento speciale e di cuore va alla Dott.ssa Laura Sebastiani che,

con grande professionalità e umanità ha contribuito non solo materialmente alla realizzazione di questa tesi, ma l'ha anche resa possibile, grazie alla sua inesauribile disponibilità ad ascoltare e ad accogliere le mie non poche perplessità e riflessioni. Al

Dott. Angelo Gemignani e al suo progetto "whanstimmung" sono debitore delle idee e degli orizzonti teorici da cui ha preso le mosse la mia ricerca, essendo stato proprio il suo contagioso entusiasmo a indirizzarmi inizialmente allo studio delle neuroscienze. Inoltre,

ringrazio la Dott.ssa Enrica Santarcangelo per avermi fatto partecipe dei suoi studi e per aver dimostrato sempre premura e disponibilità nei miei confronti.. Ringrazio anche il

Prof. Brunello Ghelarducci per la benevola attenzione rivolta al mio operato. Un ringraziamento specialissimo va a tutte quelle persone che a vario titolo lungo questi anni si sono rivelati sinceri amici e graditissimi compagni di "abitazione" del Dipartimento di

Fisiologia e Biochimica: in particolare, Danilo Menicucci, Francesco Vetri, Eleonora Castellani, Paolo Orsini, Francesco Montanari, Cristina Barsanti, Enrico Cataldo, Chiara Ristori, Paola Lombardo, Paola d'Ascanio, Monica e Mario Pellegrino. Un ringraziamento

doveroso va a tutte le persone che hanno preso parte come volontari agli esperimenti presentati in questo lavoro, senza la loro preziosa collaborazione tutto il lavoro scientifico sarebbe stato vano. Ringrazio anche gli amici dell'Assemblea dei Ricercatori Precari di

Ateneo per avermi dato l'opportunità di affiancare alla mia esperienza di studi un percorso di serio impegno politico volto a rivendicare un'idea nuova di Università.

Infine ringrazio tutti i miei cari e gli amici di vita per avermi sostenuto sempre con affetto e cura nelle mie scelte.

Questa tesi la dedico alla memoria di mio zio.

Riassunto

In questo lavoro abbiamo studiato alcuni aspetti autonomici e cognitivi del comportamento emozionale della paura nell'uomo, utilizzando come modello sperimentale l'aracnofobia, ovvero una forma di condotta di evitamento caratterizzata da paura persistente e intensa verso i ragni e verso gli stimoli inerenti ad essi.

Allo scopo di esaminare diversi tipi di processi coinvolti nella risposta emozionale della paura, abbiamo condotto quattro differenti esperimenti, ciascuno basato su un peculiare paradigma di presentazione d'immagini raffiguranti ragni e animali innocui di controllo.

Nell'**Esperimento I** abbiamo affrontato la questione di come la valenza avversiva di uno stimolo ne influenza la sua discriminazione. A questo scopo abbiamo misurato la rapidità e l'accuratezza con cui i soggetti aracnofobici e i soggetti non-fobici discriminano le immagini di quattro diversi tipi di animali: Ragno, Granchio, Pipistrello e Uccello. Questi animali sono stati scelti in modo che ogni tipo di stimolo avesse un suo analogo morfologico che ne riproducesse alcune caratteristiche fisiche elementari. Il compito di discriminazione richiedeva ai soggetti di rispondere alle immagini di due tipi d'animali (stimoli "GO") ignorando quelle degli altri due tipi animali (stimoli NO-go).

I risultati hanno mostrato che la risposta di discriminazione alle immagini del Ragno è più rapida e accurata nei soggetti aracnofobici che nei soggetti di controllo; inoltre nei soggetti aracnofobici, la rapidità di riconoscimento del Ragno è maggiore rispetto sia a quella dell'animale morfologicamente più simile – il Granchio – che a quelle degli altri animali. Questi risultati suggeriscono che la connotazione avversiva del Ragno ne facilita di per sé la discriminazione.

Per verificare più in dettaglio questa ipotesi nell'**Esperimento II** abbiamo studiato la percettibilità dello stimolo fobico durante una condizione di transitoria "cecità attenzionale", nota come effetto "Attentional Blink". Questo effetto è stato ottenuto sperimentalmente sottoponendo i soggetti a presentazioni di rapide sequenze di immagini e chiedendo loro di prestare attenzione a due stimoli target inseriti nella

sequenza di distrattori. In queste condizioni la percezione del primo target provoca generalmente una riduzione nella capacità di percepire un secondo target presentato entro 500 ms dal primo. La nostra ricerca ha messo in evidenza che quando il secondo target è rappresentato dalla sagoma del Ragno i soggetti aracnofobici presentano un effetto di "cecità attenzionale" minore rispetto a quello mostrato dai soggetti di controllo. Questo effetto di facilitazione percettiva non si verifica quando il secondo target è rappresentato dalla sagoma di un animale innocuo. Questi risultati suggeriscono che l'avversione al Ragno comporta un aumento nella salienza percettiva dell'oggetto fobico; e che tal effetto potrebbe essere dovuto ad una risposta di rapido allertamento evocata automaticamente dalla comparsa di uno stimolo emozionale.

Questa ultima ipotesi è stata esaminata nell'**Esperimento III** dove abbiamo studiato le risposte autonome alla sagoma del Ragno e alla sagoma d'alcuni animali innocui, presentate in condizioni di piena consapevolezza percettiva dello stimolo – presentazione sopraliminale – e in condizioni di mancata consapevolezza percettiva dello stimolo – presentazione subliminale. La stimolazione subliminale è stata realizzata mediante una tecnica detta di "Backward Masking" che interrompe il riconoscimento consapevole degli stimoli senza alterare il loro iniziale processamento sensoriale. I risultati hanno mostrato che in presentazione sopraliminale il Ragno evoca una specifica risposta autonoma caratterizzata da tachicardia e iperidrosi palmare – risposta di Difesa - mentre gli animali innocui evocano una tipica risposta d'Orientamento con bradicardia e moderata attivazione elettrodermica. Anche nella presentazione subliminale, quindi in assenza di percezione consapevole dello stimolo, i soggetti aracnofobici hanno reagito alla sagoma del Ragno con un aumento dell'attività elettrodermica. Sebbene la sagoma del Granchio mostri una certa somiglianza morfologica con quella del Ragno, né la presentazione sopraliminale né quella subliminale di questo stimolo ha evocato una reazione autonoma simile a quella indotta dal Ragno. Questi risultati rafforzano l'ipotesi di una facilitazione percettiva dell'oggetto fobico, dovuta ad un'attivazione pre-attentiva dei sistemi di allerta, e che tale attivazione sia scatenata da un

processo che valuta implicitamente il significato emozionale dello stimolo, piuttosto che le sue caratteristiche fisiche.

Infine nell'**Esperimento IV** abbiamo indagato, mediante un paradigma di presentazione segnalata delle immagini, l'influenza dell'aspettativa sulla genesi delle risposte autonome agli stimoli affettivi. In particolare abbiamo analizzato come la risposta autonoma alla presentazione di uno stimolo fobico o innocuo cambia a secondo del tipo d'aspettativa affettiva che i soggetti si creano durante la fase di segnalazione. In una condizione, ciascun tipo di stimolo veniva correttamente preceduto da un segnale predittivo, mentre in un'altra condizione lo stimolo atteso e quello realmente presentato erano emotivamente incongruenti.

I risultati hanno mostrato che la presentazione dello stimolo fobico evoca un'inalterata risposta di Difesa anche quando i soggetti si aspettavano la presentazione di uno stimolo innocuo. Analogamente, la presentazione dello stimolo innocuo suscita una tipica risposta d'Orientamento non influenzata dall'aspettativa di vedere lo stimolo fobico. In entrambi i casi, le risposte agli stimoli inaspettati sono risultate più ampie di quelle suscitate dalle stimolazioni attese. Questi dati indicano che la risposta autonoma ad uno stimolo non viene "spostata" nella direzione affettiva dello stimolo atteso bensì essa rimane legata alla valenza dello stimolo realmente percepito. L'aspettativa sollecita il sistema autonomo ad anticipare parzialmente la reazione affettiva ad uno stimolo, cioè a portare il sistema in uno stato in parte già adeguato a fronteggiare lo stimolo atteso, così che la reazione dell'organismo all'evento atteso risulti meno intensa di quella evocata da uno stimolo inatteso. In questo Il sistema autonomo, infatti rimane sempre sensibile ai cambiamenti imprevisti.

Complessivamente queste ricerche hanno contribuito a chiarire alcuni aspetti integrativi del comportamento emozionale inerenti, in particolare la dipendenza dell'attenzione dall'emozione, e il ruolo della percezione e dell'anticipazione nell'attivazione e nel controllo delle risposte viscerali

.

Abstract

In the present work we investigated the autonomic response and the cognitive processes involved in the emotional behaviour of human fear. We performed four different experiments on subjects with spider phobia that is a kind of intense and persistent fear towards spiders and spider-related stimuli. Experiments were based on picture presentation of spiders and innocuous animals under different neuropsychological and psychophysiological paradigms.

In the **Experiment I** we addressed the question about the influence of the emotional stimuli on the speed and the accuracy of a discrimination task. Arachnophobics and control subjects were required to discriminate pictures of four different animal types: - Spider, Crab, Bird and Bat – each one of them shared some physical features with another one. A discrimination Task was performed according a dual Go/No-Go procedure, in which subjects were instructed to press a button only in response to presentation of one of two stimulus types ("Go stimuli) while ignoring the picture presentations of the other two stimulus types ("No-Go stimuli). Results showed that arachnophobics were faster than controls only in the discrimination of Spider pictures. Moreover, they responded to Spider faster than to Crabs and the other animal pictures. These findings suggested that the very emotional content of a stimulus is right able to accelerate its identification response.

In **Experiment II** we explored further this hypothesis by studying how the phobic stimulus is perceived during a transient impairment of attention, known as "Attentional Blink" (AB). Subjects were exposed to rapid serial visual presentations of animal silhouettes, and were instructed to pay attention to two different targets embedded in the stream of distractors. According to the AB effect, the attentive perception of the first target produces a transient impairment in the perception of a second target (probe) appearing within 500 ms after the first target presentation. We found that arachnophobics subjects showed, with respect of controls, a reduction of the AB effect when a Spider represented the probe, while they did not

differ from controls when a Butterfly represented the probe. The phobia-related attenuation of the AB effect indicates that the emotional content of the stimulus induces automatically a selective enhancement of perception.

In the **Experiment III** we investigated the psychophysiological implications of the autonomic responses evoked by subliminal and supraliminal presentation of phobic stimulus. Subliminal stimulations were obtained by presenting pictures under a Backward Masking paradigm that prevented the perceptual awareness of the stimulus.

Results showed that arachnophobics reacted to sustained presentation of spiders with a marked tachycardia and a large electrodermal response. This pattern of autonomic response is generally related to a Defensive Response. Supraliminal presentation of innocuous stimuli – i.e. crabs and squirrels pictures – evoked a mild bradycardia and a small electrodermal response, indicating the occurrence of an Orienting Response. Subliminal presentations of spider pictures elicited in arachnophobics electrodermal responses larger than those evoked by the presentation of masked innocuous stimuli. Despite of its morphological resemblance to spider, masked presentations of crabs did not evoke any significant response. No significant variation of the cardiac response occurred to subliminal presentation of any stimulus.

These results suggest that even without conscious perception subjects can appraise the emotional content of the stimuli and react to them with an arousal response.

In the **Experiment IV** we studied the role of expectancy upon the autonomic response to phobic and innocuous stimuli. Pictures presentation was preceded by the projection of a visual signal predicting the affective content of the pictures. Two expectancy conditions were tested: congruent and incongruent anticipation. The former condition occurred when picture was preceded by the correct predictive signal, while the latter condition occurred when the affective content of the stimulus was incorrectly signalled. Results showed that arachnophobics produced Defensive Responses to spider pictures both when they expected the presentation

of a spider and when they expected the presentation of an innocuous stimulus. The autonomic responses evoked by incongruent pictures presentations showed no significant shift toward the affective content of the expected stimulus. Incongruence between expectancy and perception was marked by enhancement of the autonomic response. These results suggest that the expectancy of an emotional event does not induce a disposition to react autonomically in the way expected, but, on the contrary, the expectancy of the emotional event reduce the amplitude of the autonomic response to the expected stimulus presentation.

All together our researches give elucidations about some integrative aspects of the emotional processes: in particular, the relation between attention and emotion and the influence of perception on the autonomic response has been discussed.

SOMMARIO

INTRODUZIONE	- 1 -
ELEMENTI TEORICI SULL'EMOZIONE	- 1 -
PROCESSI VALUTATIVI DELL'EMOZIONE	- 3 -
NEUROBIOLOGIA DELLA PAURA	- 5 -
MODELLO SPERIMENTALE	- 8 -
OBIETTIVO	- 9 -
ESPERIMENTO I	
INFLUENZA DEL CONTENUTO AVVERSIVO	
SULLA RAPIDITÀ DI DISCRIMINAZIONE DI UNO STIMOLO.	- 11 -
METODO	- 13 -
RISULTATI	- 15 -
DISCUSSIONE	- 20 -
ESPERIMENTO II	
INFLUENZA DELL'EMOZIONE SULLE DINAMICHE TEMPORALI DELL'ATTENZIONE.	- 23 -
METODO	- 25 -
RISULTATI	- 30 -
DISCUSSIONE	- 35 -
ESPERIMENTO III	
RISPOSTE AUTONOMICHE ALLA PRESENTAZIONE SUBLIMINALE E SOPRALIMINALE	
DELL'OGGETTO FOBICO	- 39 -
METODO	- 41 -
RISULTATI	- 45 -
DISCUSSIONE	- 51 -
ESPERIMENTO IV	
ANTICIPAZIONE CONGRUENTE E INCONGRUENTE DELLO STIMOLO FOBICO:	
EFFETTI SULLE RISPOSTE AUTONOMICHE	- 56 -
METODO	- 58 -
RISULTATI I	- 62 -
RISULTATI II	- 67 -
DISCUSSIONE	- 75 -

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE _____ - 81 -

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI _____ - 84 -

INTRODUZIONE

*"The paradox of emotional experience is that we are passively being moved rather than acting and yet this movement seems to be coming from within us".
(De Rivera 1977).*

Elementi teorici sull'emozione

Sin dai tempi di Darwin (1862), molte teorie sono state formulate sulla natura delle emozioni, e tuttavia la ricerca sperimentale intorno a questo argomento continua a rappresentare ancora un importante sfida per le moderne neuroscienze, non solo per la complessità dei meccanismi neurofisiologici che vi è implicata, ma anche per la crescente centralità che il tema dell'emozione ha assunto all'interno del recente dibattito sulla relazione tra corpo e coscienza (Damasio 2002). Da un punto di vista sperimentale l'emozione ha costituito precocemente un territorio di contatto e d'osmosi tra psicologia e fisiologia. Una proprietà che contraddistingue i processi emotivi è senz'altro il fatto che ogni emozione, più d'altre esperienze mentali, è accompagnata da una prepotente e involontaria attivazione del corpo.(Damasio 2002; James 1884). Questo coinvolgimento corporeo rende l'episodio emozionale un fenomeno non solo privato-soggettivo ma anche un fatto osservabile e oggettivo.

In ogni emozione si possono distinguere almeno tre diverse componenti comportamentali: quella *espressiva* che interessa la mimica facciale e la postura, quella *viscerale*, che coinvolge le attività autonome ed endocrine, e quella *cognitiva* che abbraccia i processi di apprendimento, di memoria e di percezione degli eventi ambientali.

Tutte queste componenti concorrono a produrre uno stato globale la cui identità psicofisica dipende dal particolare contesto comportamentale d'insorgenza dell'emozione.

Alcune teorie psicobiologiche hanno suggerito che il significato di un'emozione non sta nella serie di cambiamenti fisiologici osservabili, ma, piuttosto, nell'azione globale che l'evento emozionale evoca nell'organismo; così ad esempio, la paura ha il significato del fuggire e la rabbia quello dell'aggreire. Tuttavia, le emozioni non sono atti deliberatamente compiuti, piuttosto esse costituiscono specifiche e urgenti *disposizioni* all'azione (Arnold 1960; Frijda 1986; Lang et al 1997). Le emozioni avrebbero proprio il significato di *motivare e preparare* l'individuo a certe azioni piuttosto che ad altre.

Queste tendenze o disposizioni d'azione sono sempre suscitate da uno specifico oggetto o evento al quale esse si riferiscono. Si ha paura *di qualcosa*, o si è arrabbiati *verso qualcuno*. Ogni emozione è perciò sempre una disposizione relativa ad un oggetto/evento che è soggettivamente interpretato come stimolo emotivo (Frijda 1986; de Sousa 2003).

In passato il dibattito sulle emozioni è stato prevalentemente focalizzato sulla genesi fisiologica dei sentimenti, cioè sulla relazione *causale* che può sussistere tra il sentimento emozionale e la concomitante attivazione fisiologica. Questo dibattito, inaugurato da William James (1882), ha alimentato per circa un secolo controversie e indagini sperimentali (Cannon 1929; Papez 1937; Schachter & Singer 1962), senza tuttavia trovare una risoluzione definitiva.

D'altra parte, come suggerito da Joseph LeDoux (1992), stabilire se il sentimento è conseguente o antecedente alla risposta fisiologica, non ci dice nulla sulla relazione

tra stimolo e risposta emozionale, cioè sulla natura dei meccanismi che riconoscono o attribuiscono ad un oggetto un certo valore emozionale.

Le classiche indagini filosofiche di Aristotele e Spinoza avevano già messo in evidenza che l'emozione è il risultato di quello che un oggetto o un evento significa per i bisogni o gli scopi di un individuo. Tuttavia solo recentemente le ricerche psicologiche e neurofisiologiche si sono interessate a quest'aspetto "funzionale" delle emozioni e ai meccanismi che elaborano il significato affettivo degli eventi-stimoli.

Un contributo fondamentale delle scienze cognitive è stato proprio quello di introdurre nello studio moderno dell'emozione il concetto di valutazione o "appraisal" affettiva. E' facile verificare che uno stesso oggetto o evento può suscitare emozioni diverse in individui e circostanze differenti e ciò può essere riconducibile a differenze individuali o motivazionali nella valutazione del significato emozionale degli eventi.

Processi valutativi dell'emozione

Secondo Lang e collaboratori (1997) alla base delle emozioni vi sono due fondamentali tipi di valutazione affettiva che implicitamente ogni individuo compie in relazione ad un oggetto o ad un evento: la valenza e l'intensità. La valenza – positiva o negativa – è una valutazione della direzione verso cui *orientare le proprie azioni* - avvicinamento o allontanamento dallo stimolo. Alla polarità positiva-negativa corrispondono quindi due sistemi motivazionali opposti, quello appetitivo e quello avversivo. L'intensità è invece una valutazione di quanto sia urgente e impegnativa l'azione motivata dall'evento, e di quanta allerta sia richiesta da un individuo.

Studi psicofisiologici hanno mostrato che a ciascuna dimensione emozionale corrispondono specifici indici autonomici; il principale correlato della valenza affettiva è la variazione dell'attività cardiaca, mentre il correlato dell'arousal è rappresentato dall'incremento dell'attività elettrodermica (Lang et al. 1993).

I meccanismi valutativi non implicano necessariamente la partecipazione d'elaborazioni cognitive coscienti. Molti esperimenti hanno mostrato che le valutazioni affettive possono avvenire anche in assenza di percezione consapevole degli stimoli. Molto noto è lo studio di Murphy and Zajonc (1993), in cui uno stimolo affettivo - volto sorridente o arrabbiato - era presentato subliminalmente prima di uno stimolo neutro sconosciuto - ideogrammi cinesi - su cui i soggetti dovevano esprimere un giudizio di piacevolezza. I risultati hanno mostrato la presenza di un effetto "priming" di tipo affettivo per cui i soggetti giudicavano più piacevoli gli ideogrammi associati al volto sorridente rispetto a quelli associati al volto arrabbiato.

Usando un altro paradigma sperimentale Öhman, Dimberg and Esteves, (1989) hanno descritto una risposta "pre-attentiva" d'allarme a stimoli minacciosi: in soggetti con fobie animali (ragni o serpenti) la presentazione subliminale degli stimoli fobici era in grado di produrre un'attivazione simpatica più ampia rispetto a quella di stimoli innocui.

Emblematici sono infine i casi di pazienti con amnesia anterograda post-lesionale che, incapaci di memorizzare gli eventi, sono tuttavia in grado di trattenerne il contenuto affettivo implicito e di produrre le adeguate reazioni emotive (Claparede, 1911; Tranel e Damasio, 1993).

Tutte queste evidenze sperimentali hanno fatto sorgere la necessità teorica di definire nuovi modelli d'elaborazione affettiva, che tenessero conto dei molteplici livelli d'organizzazione delle emozioni e delle diverse dimensioni di valutazione del significato emozionale.

Leventhal and Scherer (1987) hanno formulato un modello molto generale e sintetico per spiegare l'architettura funzionale dell'emozione. Questo modello predice che le emozioni sono prodotte da una serie di valutazioni eseguite su tre livelli d'elaborazione di uno stimolo/evento. Nel primo livello avverrebbe l'elaborazione senso-motoria dello stimolo, di tipo riflessa, con meccanismi innati che selezionano risposte a specifici stimoli incondizionati. Al secondo livello invece avverrebbe l'elaborazione dello stimolo, basata sul riconoscimento di "prototipi"

percettivi e sull'attivazione di schemi comportamentali appresi. A questo livello il risultato di questa elaborazione - ma non il processo d'elaborazione in sé - avrebbe accesso alla coscienza. Infine al terzo livello avverrebbe l'elaborazione *concettuale* dello stimolo, che utilizza associazioni e astrazioni cognitive completamente coscienti. A ciascun livello sarebbero effettuate poi una serie di valutazioni affettive dell'evento, alcune delle quali compaiono precocemente nello sviluppo individuale - come la valutazione dell'imprevedibilità e della piacevolezza - mentre altre maturano progressivamente nel corso dello sviluppo psicosociale.

Neurobiologia della paura

Tra le fondamentali emozioni che l'uomo condivide con gli altri animali, la paura è senz'altro quella più ancestrale. La paura può essere definita come un'emozione avversiva suscitata dalla percezione di un pericolo o di una minaccia imminente. Come tale essa predispone l'individuo alla fuga e lo motiva all'evitamento del pericolo, assolvendo la fondamentale funzione di garantirgli la sopravvivenza. Nel regno animale la paura è associata a tre tipi di risposte comportamentali: la fuga, l'attacco e l'immobilizzazione.

Ciascuna di queste forme può trapassare nell'altra perché in realtà ognuna rappresenta solo un tipo di soluzione comportamentale della paura stessa.

Come la maggior parte delle "tendenze" istintive, anche la paura dipende dal funzionamento d'alcuni circuiti nervosi altamente integrati, organizzati intorno a formazioni sottocorticali filogeneticamente antiche. La stimolazione di questi circuiti è spesso sufficiente a scatenare risposte comportamentali e viscerali molto complesse. Panksepp (1982) ha definito questi circuiti, sistemi "esecutivi" o di "comando" di un'emozione.

Le ricerche di neurofisiologia comparata hanno mostrato che il sistema esecutivo della paura nell'uomo è in gran parte omologo a quello animale ed è costituito principalmente dalla rete che connette il *nucleo laterale e centrale dell'amigdala* con l'*ipotalamo mediale* e il *grigio periacqueduttale* (Panksepp 1982; Aggleton 1992). Ciascuna di queste formazioni può innescare complesse reazioni a catena,

con conseguenze fisiologiche periferiche, centrali e sistemiche: tra i maggiori effettori controllati da questo circuito vi sono, infatti, il sistema simpatico, il sistema "reticolare attivante" – una rete di nuclei catecolaminergici e colinergici a proiezione ascendente in corteccia – e l'asse endocrino ipofisi-surrene.

Il ruolo cruciale dell'ipotalamo era stato già rilevato dalle ricerche di Cannon (1932), il quale, a seguito della stimolazione ipotalamica, aveva descritto l'insorgere di uno stato reattivo caratterizzato da risposte comportamentali di *fight or flight* e da un'intensa attivazione simpatica con rilascio d'ormoni surrenali. Nella visione di Cannon l'attivazione fisiologica sottesa alla paura riflette preminentemente uno stato d'emergenza generalizzato che non consente di distinguere la paura dalla rabbia o d'altri stati emozionali.

Ricerche neuroendocrine più raffinate hanno però mostrato che la paura ha una sua peculiare identità neurochimica dal momento che è associata al rilascio di specifici neuropeptidi tra i quali, ad esempio, il NPY, la Colecistichinina (CCK) e l'ormone melanociti-stimolante (MSH) che modulano in maniera specifica l'attività dei centri nervosi coinvolti nel circuito della paura (Panksepp 1982). Il grigio periaqueduttale, al pari dell'ipotalamo è un centro nervoso nodale che è coinvolto in quasi tutte le manifestazioni emotive ed ha una funzione sia di comando che d'integrazione. Molte ricerche sperimentali hanno invece messo in evidenza che l'amigdala rappresenta una struttura maggiormente deputata all'elaborazione affettiva dell'informazioni sensoriali. Ad esempio Downer (1961) ha mostrato che l'asportazione unilaterale dell'amigdala nella Scimmia sottoposta a recisione del chiasma ottico e delle commessure interemisferiche, aboliva le risposte emozionali solo quando gli stimoli affettivi erano presentati all'occhio controlaterale alla lesione.

Il ruolo cruciale dell'amigdala nel circuito della paura è stato maggiormente definito dagli studi di LeDoux sul condizionamento avversivo nel ratto (1987). I risultati salienti di questa ricerca hanno mostrato che i nuclei basolaterale e centrale dell'amigdala sono implicati nell'apprendimento e nella memoria delle contingenze avversive e che l'amigdala del ratto riceve afferenze sensoriali sia dalle cortecce

sensoriali associative che direttamente dai nuclei talamici. Sintetizzando questi dati, LeDoux ha formulato un modello neuronale d'elaborazione dell'informazione avversiva, basato sull'organizzazione in parallelo delle diverse afferenze che giungono all'amigdala. Nel modello sono distinte anzitutto due vie, quella "bassa" che collega direttamente il talamo all'amigdala e quella "alta" che invece arriva in amigdala dopo avere attraversato diverse stazioni corticali. La via bassa corrisponderebbe ad un'elaborazione più rapida e grossolana degli stimoli che aggirando la corteccia può evocare reazioni pre-attentive. La via alta veicolerebbe informazioni più elaborate che forniscono una rappresentazione più completa dello stimolo e del contesto.

Nell'uomo studi neurofunzionali hanno portato evidenze a favore di una connettività funzionale tra collicoli superiori- pulvinar e amigdala (De Gelder et al. 1999; Morris et al. 1999; Liddell et al. 2005). Tuttavia ci sono evidenze contrastanti sul ruolo dell'amigdala nell'uomo (Davidson & Sutton 1995). Uno studio condotto da Tranel e Damasio (1993) su un paziente con lesioni bilaterale del lobo limbico (ippocampo e amigdala) ha messo in evidenza che nonostante la grave amnesia anterograda, il paziente era normalmente capace di formare associazioni affettive. Sebbene in maniera meno specifica anche le strutture corticali - come la corteccia dell'insula, quella orbitofrontale e del cingolo - sarebbero coinvolte nell'elaborazione degli stimoli avversivi. L'attivazione dell'Insula durante la paura è stata associata alla integrazione dei correlati percettivi e viscerali evocati dalla presentazione dello stimolo (Critchley et al. 2002), mentre il ruolo della corteccia cingolata anteriore è essenzialmente d'inibizione delle afferenze sensoriali dirette all'amigdala (Das et al. 2005). Nel ratto, è stato verificato che le lesioni della corteccia orbitofrontale mediale causano un allungamento del periodo di estinzione di un condizionamento avversivo, (Morghan et al. 1993). Nell'uomo lesioni omologhe sono state associate a deficienze nel controllo delle emozioni e all'incapacità di valutare le conseguenze affettive delle azioni (Bechara et al. 1996; Anderson et al 1999). Queste evidenze suggeriscono complessivamente che diverse strutture della regione ventromediale del lobo frontale giocano un ruolo

importante nel controllo regolatorio-inibitorio dell'attività dell'amigdala e delle altre strutture sottocorticali legate alla paura.

Modello sperimentale

L'oggetto di questo lavoro di tesi è stato lo studio del comportamento emozionale legato alla paura nel modello umano dell'aracnofobia.

Studiare l'emozione e in particolare la paura nell'uomo pone diversi problemi metodologici legati sia alla scelta dello stimolo affettivo che alla variabilità interindividuale nella risposta allo stimolo dovuta alle differenti strutture cognitive dei soggetti (Hamann & Canli 2004; Zorowski et al. 2005). Un modello utile in cui il peso delle variabili descritte può essere notevolmente ridotto è rappresentato dalla "fobia animale". La fobia animale si manifesta come una sindrome permanente d'avversione verso uno specifico animale, percepito, indipendentemente da ogni contesto, come intensamente minaccioso e orripilante (Curtis 1988). La semplice esposizione ad una rappresentazione dell'animale fobico, come una sua immagine o una sua ricostruzione in gomma, è efficace per evocare nei soggetti fobici una prepotente reazione di paura, resistente alla desensitizzazione (Hare & Blevings 1975; Fredrikson 1981; Ohman & Mineka 2001). La risposta fobica è, dunque, relativamente invariante e specifica verso un certo stimolo. Questa "rigidità" nella relazione stimolo-risposta fornisce un ottimo modello per lo studio sperimentale dei processi che sottendono l'attivazione e la modulazione di un'emozione.

L'aracnofobia è una delle più comuni fobie animali, che si manifesta con un'incidenza di circa il 5% nella popolazione generale, con un rapporto maschi femmine di circa 1:2 (Frederikson et al. 1996).

L'alta incidenza di fobie semplici verso specifici animali, come ragni e serpenti, ha suggerito l'ipotesi di una predisposizione biologica a sviluppare fobie verso animali potenzialmente pericolosi (Seligman 1970). Alcuni studi hanno, infatti, descritto una facilitazione nel condizionamento aversivo delle immagini raffiguranti ragni o serpenti rispetto alle immagini d'oggetti innocui (Ohman et al. 1985). L'ipotesi della predisposizione biologica si accorda anche con il fatto che secondo il sistema

internazionale di valutazione affettiva delle immagini – IAPS (Lang., Ohman & Vicari 1988) la maggior parte delle persone valuta le immagini dei ragni con un moderato grado di spiacevolezza e di allertamento.

La presenza di una fobia specifica può essere identificata con opportuni test psicometrici che valutano il grado soggettivo d'evitamento e d'avversione verso lo specifico oggetto fobico (Klormann et al. 1974; Fyer 1988).

Obiettivo

Il presente studio è articolato in quattro diversi paradigmi sperimentali ciascuno dei quali volto ad indagare specifici aspetti fisiologici e comportamentali della paura nel modello dell'aracnofobia; nel loro insieme le indagini che presentiamo possono essere ricondotte ad un'unica problematica più generale, cioè lo studio di come un'emozione specifica – la paura – sia il risultato dell'integrazione di più processi sensori-viscero-cognitivi.

I primi due esperimenti sono mirati a studiare come la percezione e l'attenzione possono essere modificate dalla valenza affettiva dello stimolo fobico. A questo scopo è stato adottato un approccio sperimentale di tipo neuropsicologico basato sull'analisi delle risposte comportamentali dipendenti dalle capacità percettive ed attentive dei soggetti.

Negli altri due studi sono stati esaminati i processi implicati nell'attivazione o nella modulazione delle risposte affettive. Queste ricerche si sono basate sullo studio psicofisiologico delle risposte affettive, mediante l'analisi delle risposte cardiache ed elettrodermiche evento-correlate.

Qui di seguito sono riassunti gli argomenti ed i quesiti affrontati nei singoli esperimenti.

- **Esperimento I.** Studio sull'influenza della valenza affettiva di uno stimolo sulla velocità e l'accuratezza della sua discriminazione in un compito Go/No-go. *Può la valenza emozionale dello stimolo fobico*

facilitare il suo riconoscimento rispetto ad uno stimolo con caratteristiche simili di forma?

- **Esperimento II.** Indagine sulla percezione di uno stimolo in condizioni di refrattarietà temporanea dell'attenzione (Attentional Blink): *può lo stimolo fobico modificare le dinamiche temporali dell'attenzione ed essere percepito più facilmente?*
- **Esperimento III.** Studio sulle risposte autonome prodotte dalla presentazione sopraliminale e subliminale dello stimoli fobico e di uno stimolo simile per forma: *quale tipo di valutazione affettiva è implicata nell'attivazione autonoma subliminale?*
- **Esperimento IV.** Presentazione segnalata di stimoli affettivi: *la risposta autonoma ad uno stimolo può essere influenzata dall'aspettativa di ricevere una stimolazione avversiva?*

ESPERIMENTO I

INFLUENZA DEL CONTENUTO AVVERSIVO SULLA RAPIDITÀ DI DISCRIMINAZIONE DI UNO STIMOLO.

Secondo molte teorie "funzionaliste" le emozioni guidano il comportamento influenzando la priorità dei meccanismi esecutivi (Oatley, K. & Johnson-Laird 1985; Lazarus 1991, Cacioppo & Gardner 1999). Questa influenza può essere studiata analizzando la dinamica temporale delle risposte comportamentali a stimoli con contenuto affettivo. Ad esempio, Gallegos & Tranel (2005) hanno studiato la velocità di riconoscimento di alcuni volti famosi ritratti con espressione neutra o sorridente, ed hanno trovato che l'identificazione dei volti sorridenti è più rapida di quella dei volti privi di espressione affettiva. Altre ricerche hanno dimostrato un più rapido recupero mnestico degli eventi emozionali (Kern et al. 2005; Inaba, Nomura & Ohira 2005; Kottoor 1989).

Un'interpretazione di questi dati è basata sull'ipotesi che gli stimoli che rappresentano o evocano emozioni specialmente negative (Ohman, Flykt & Esteves 2001; Mathews & MacLeod, 1985) godano di accesso prioritario alle risorse percettive e cognitive per cui il loro processamento è più rapido rispetto a quello degli stimoli neutri. Tuttavia non ci sono chiare evidenze sperimentali a sostegno di una maggiore discriminabilità degli stimoli avversivi rispetto a quelli innocui.

Una misura diretta dell'effetto di facilitazione è impedita dal fatto che la valenza affettiva è parte integrante delle caratteristiche fisiche dello stimolo e dunque nello studio della codifica dell'informazione sensoriale è impossibile separare la componente affettiva da quella puramente percettiva. Il contributo della valenza emozionale al processamento sensoriale può essere però valutato indirettamente se si utilizzano stimoli che sono privi di significato emozionale per la stragrande maggioranza della popolazione ed evocano invece una forte emozione negativa in quegli individui che manifestano nei loro riguardi una avversione fobica. In questo caso, se la valenza affettiva di uno stimolo ne facilita il riconoscimento ci si può aspettare che i soggetti fobici rispetto ai controlli mostrino un vantaggio nel discriminare gli oggetti a cui essi attribuiscono un valore emotivo negativo.

Seguendo questa linea di ragionamento abbiamo confrontato un gruppo di soggetti aracnofobici e un gruppo di soggetti di controllo in un compito di discriminazione visiva i cui stimoli erano rappresentati dall'oggetto fobico, il Ragno, e da altri tre animali, Granchio, pipistrello e uccello. Gli stimoli sono stati scelti secondo un criterio per cui tutti gli stimoli appartengono alla stessa categoria semantica (animali) e ciascun tipo di animale somiglia ad uno degli altri nella configurazione globale del corpo. La somiglianza di forma può rendere il riconoscimento di un tipo animale più difficile rispetto alla condizione in cui il tipo animale da discriminare non condivide caratteristiche comuni con gli altri.

Il compito a cui abbiamo sottoposto i soggetti seguiva una procedura GO/no-GO in cui due tipi animali (es. Ragno e Pipistrello) dovevano essere discriminati dagli altri due (Granchio e Uccello). Questo test di doppio GO/NO-go richiede un più alto grado di controllo esecutivo rispetto alla discriminazione singola; e inoltre contiene due diversi livelli di impegno cognitivo; si può presumere infatti che sia più difficile eseguire correttamente il compito quando gli stimoli GO sono morfologicamente simili a quelli NO-go (es. Ragni e Pipistrelli vs Granchi e Uccelli NOgo), rispetto alla condizione in cui gli stimoli GO sono rappresentati da animali molto dissimili da quelli NO-go (Ragni e Granchi vs Uccelli e Pipistrelli).

Metodo

Soggetti

Hanno partecipato all'esperimento 16 individui distinti in un gruppo di 8 soggetti aracnofobici (6 femmine + 2 maschi) e 8 soggetti di controllo non-fobici (5 femmine + 3 maschi). Il rapporto maschi-femmine riflette la distribuzione della fobia nei due sessi (Fredrikson et al. 1996). I due gruppi sono stati selezionati in base ai criteri diagnostici del Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders (DSM IV 1994) per la presenza di una fobia semplice verso i ragni e l'assenza di altri concomitanti disturbi d'ansia. Nessun soggetto presentava disturbi organici o difetti del visus né era sottoposto a trattamenti psicofarmacologici. Tutti i partecipanti hanno firmato un consenso informato approvato da un Comitato Etico Locale (Comitato Etico della Fondazione Stella Maris, Calambrone, Pisa)

Stimoli e procedura

Gli stimoli erano le immagini a colori di 4 diversi tipi di animali: RAGNO, GRANCHIO, PIPISTRELLO e UCCELLO. Ogni tipo di animale era rappresentato da 4 diversi esemplari.

Il compito del soggetto consisteva nella discriminazione delle immagini secondo un paradigma di GO/NO-go doppio, che richiedeva di rispondere a due tipi di animali ("GO") e di trattenere la risposta agli altri due ("NO-go"). La prestazione veniva valutata in termini di velocità della risposta (Reaction Time) e di accuratezza (errori). La risposta motoria allo stimolo "GO" veniva eseguita mediante la pressione del pollice della mano dominante su un pulsante posto sulla linea mediale del soggetto. I soggetti erano incoraggiati a rispondere il più velocemente e accuratamente possibile.

Ciascuno stimolo era proiettato su uno schermo posto a 57 cm dagli occhi del soggetto per 110 ms nell'emicampo destro o in quello sinistro, a 5° dal punto di fissazione posto al centro del campo visivo. Le immagini sottendevano un angolo di

circa 4° in larghezza e 5° in altezza. Ciascun soggetto ha partecipato a 6 sessioni sperimentali, in ognuna delle quali veniva presentata una sequenza di 32 immagini. Ogni sequenza comprendeva le 4 immagini di ciascun tipo animale, presentate una volta in campo Dx e una volta in campo SX. L'ordine di presentazione seguiva sequenza pseudo-casuale.

In totale vi erano 6 diverse sessioni sperimentali, in ognuna delle quali due tipi di animali rappresentavano gli stimoli GO e gli altri due gli stimoli NO-go. L'Ordine delle sessioni è stato bilanciato tra i soggetti secondo uno schema a quadrato latino.

All'interno del compito si potevano distinguere

a) discriminazioni "eteromorfe", in cui tipi di animali GO erano morfologicamente molto diversi da quelli NO-go:

- *GO Ragno & Granchio e NO-go Pipistrello & Uccello;*
- *GO Pipistrello & Uccello NO-go Ragno & Granchio*

b) discriminazione "omomorfe, in cui i due tipi di animali GO presentavano una analogia morfologica con la coppia di animali NO-go:

- *GO Ragno & Pipistrello e NO-GO Granchio & Uccello*
- *GO Granchio & Uccello e NO-GO Ragno & Pipistrello;*
- *GO Ragno & Uccello e NO-go Granchio & Pipistrello;*
- *GO go Granchio & Pipistrello e NO-go Ragno & Uccello .*

Trattamento e analisi statistica dei dati

Per ciascun soggetto, è stato calcolato il valore mediano dei Tempi di Reazione (Reaction Time, RT) misurati in risposta ciascun tipo di animale in ciascuna combinazione "GO" in entrambi gli emicampi.

Queste misure rappresentano i valori di base su cui è stata eseguita una analisi della varianza (ANOVA per misure ripetute. L'accuratezza della prestazione di discriminazione è stata valuta calcolando gli errori di omissione (falsi negativi) e di

commissione (falsi positivi). Le percentuali sono state trasformate in arcoseno della radice quadrata.

Risultati

Tempi di Reazione.

Un'analisi preliminare è stata condotta per verificare eventuali differenze nella velocità di discriminazione degli esemplari di ogni tipo animale. I risultati hanno mostrato l'equivalenza degli stimoli e pertanto per ogni tipo animale è stato utilizzato il valore mediano della risposta.

Un'ANOVA, i cui fattori principali erano L'EMICAMPO (DX, SX), IL TIPO DI STIMOLO (RAGNO, GRANCHIO, PIPISTRELLO, UCCELLO) e DISCRIMINAZIONE (ETERO VS OMO) e FOBIA (SI VS NO) ha mostrato che il campo visivo non rappresenta una variabile significativa, al contrario degli altri fattori. L'analisi successiva, pertanto, è stata condotta sulle medie dei RT nei due emicampi, con TIPO DI STIMOLO e DISCRIMINAZIONE (ETERO VS OMO) come fattori ENTRO soggetti e FOBIA come fattore TRA soggetti.

L'ANOVA ha mostrato la significatività sia del fattore TIPO DI DISCRIMINAZIONE ($F(1/14)=106.1$ $p<0.001$) che del fattore TIPO DI STIMOLO ($F(3/42)=8.47$ $p=0.001$), La significatività del fattore DISCRIMINAZIONE riflette la maggiore rapidità di risposta agli stimoli quando gli animali GO sono morfologicamente diversi dagli animali NO-go rispetto alla condizione omomorfa

La significatività del fattore TIPO DI STIMOLO è dovuta ai più rapidi RT al Ragno rispetto agli altri animali; questa differenza è presente in entrambi i gruppi di soggetti ma, come mostrato dall'interazione TIPO DI STIMOLO X FOBIA ($F(3/42)=3.33$ $p=0.03$) è significativa solo per gli aracnofobici.

Questi risultati sono presentati in forma grafica in **Figura 1** e **Figura 2**.

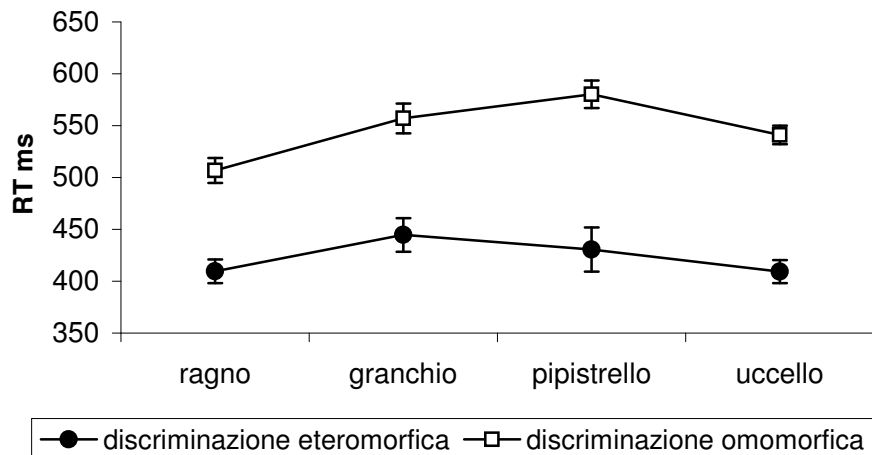


Figura 1. Nel grafico è mostrato l'effetto generale del fattore “**Discriminazione**”. Per ciascun tipo di animale, in ordinate è indicato il valore medio del Tempo di Reazione riportato in due condizioni di discriminazione: quella tra tipi di animali diversi – discriminazione eteromorfa – e quella tra tipi di animali simili – discriminazione omomorfa. I valori sono stati mediati tra i gruppi di soggetti. Le barre verticali del grafico rappresentano i valori di Errore Standard

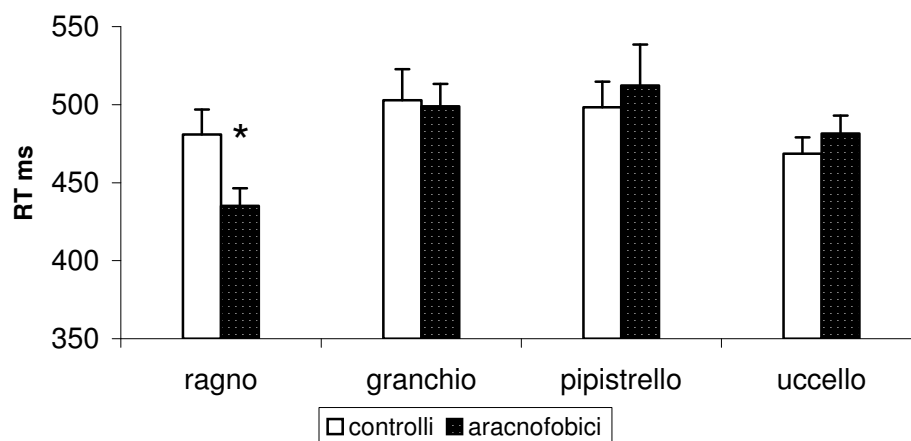


Figura 2. Il grafico mostra gli effetti dell'interazione “**Tipo di Stimolo x Fobia**”. Per ciascun tipo di animale, in ordinate sono riportati i valori medi dei tempi di reazione (colonne) dei due gruppi di soggetti: controlli e aracnofobici. Le barre rappresentano i valori di errore Standard. * $p < 0.05$

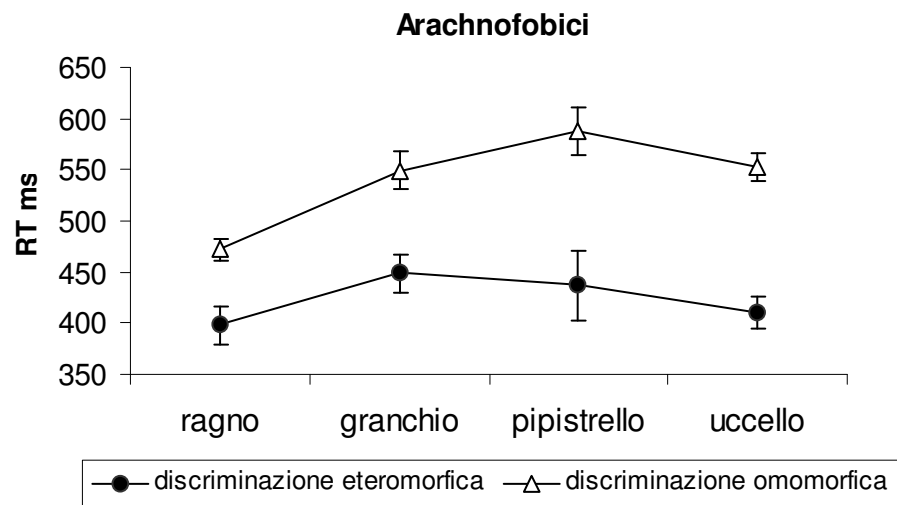


Figura 3. Il grafico mostra un riassunto della performance dei soggetti aracnofobici. Per ciascun tipo di animale in ordinate sono riportati i valori medi dei tempi di reazione nella condizione di discriminazione eteromorfa ed omomorfa. Le barre rappresentano gli Errori Standard

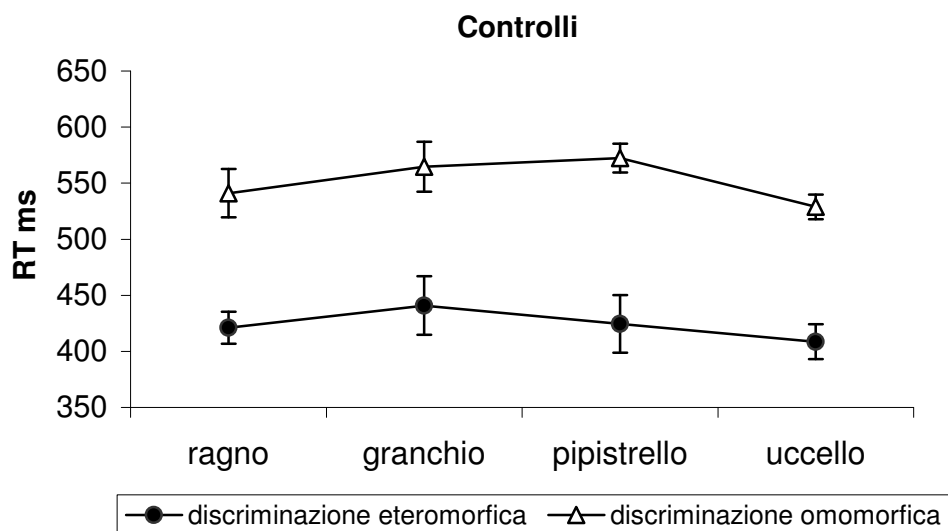


Figura 4. Il grafico mostra un riassunto della performance dei soggetti di controllo. Per ciascun tipo di animale in ordinate sono riportati i valori medi dei tempi di reazione nella condizione di discriminazione eteromorfa ed omomorfa. Le barre rappresentano gli Errori Standard

I confronti post-hoc, effettuati mediante ANOVA univariata, hanno indicato che i due gruppi differiscono esclusivamente nella rapidità di risposta al Ragno ($F(1/14)=5.58$ $p=0.03$), con gli aracnofobici significativamente più veloci dei controlli. La **Figura 3** e la **Figura 4** mostrano separatamente per due gruppi di soggetti i RT nella condizione di discriminazione omo ed eteromorfa. In entrambi i gruppi di soggetti si osserva un generale rallentamento dei RT nella condizione di discriminazione omomorfa rispetto a quella eteromorfa.

Nei soggetti aracnofobici, però, questo effetto è consistentemente ridotto per lo stimolo Ragno rispetto agli altri tipi di animali, come mostrato dalla significatività dell'interazione tipo di STIMOLO X DISCRIMINAZIONE ($F(3/21)=3.9$ $p=0.02$).

Errori.

Per entrambi i gruppi di soggetti l'accuratezza è alta quando il compito richiede una discriminazione eteromorfa (range di errore: 0 - 2.9%). La discriminazione omomorfa comporta un maggior numero di errori sia per gli aracnofobici (range: 1.2-10.3%) che per i controlli (range: 3.7 - 12.6%). E' interessante osservare che solo nella risposta al Ragno i due gruppi si differenziano in maniera consistente dal momento che la percentuale d'errore dei controlli (7.9%) è di circa 6 volte più alta di quella degli aracnofobici.

I due tipi di errori sono stati analizzati mediante ANOVA per misure ripetute con TIPO DI STIMOLO (RAGNO, GRANCHIO, PIPISTRELLO, UCCELLO) e TIPO DI ERRORE (OMISSIONE VS COMMISSIONE) come fattori ENTRO soggetti e FOBIA come fattore TRA soggetti.

Le analisi hanno mostrato solo la significatività del fattore TIPO DI ERRORE ($F(1/14)=36.6$ $p<0.001$), in assenza di consistenti differenze tra i gruppi e tra gli stimoli (vedi **Figura 5**).

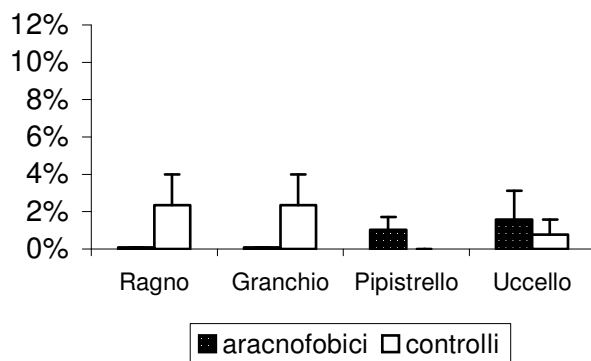
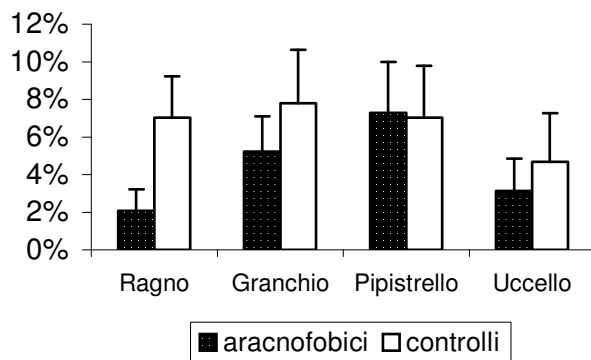
Falsi negativi

Figura 5. La figura mostra, per i due gruppi di soggetti, le percentuali medie di errore (colonne) nelle risposte di discriminazione di ciascun tipo di animale. Nel grafico superiore sono mostrate i valori relativi agli errori di omissione (falsi negativi) mentre nel grafico inferiore sono mostrati quelli relativi agli errori di commissione (falsi positivi).

Falsi positivi

Discussione

Lo scopo generale di questo studio era quello di verificare se la valenza affettiva di uno stimolo avversivo, ne potesse facilitare la discriminabilità.

Una delle principali difficoltà degli studi di discriminazione di stimoli affettivi, consiste nel fatto che le caratteristiche percettivamente rilevanti da cui dipende il rapido riconoscimento dello stimolo sono le stesse che convogliano la valenza emozionale. Questa considerazione ha messo in discussione i risultati ottenuti con alcuni classici stimoli emozionale come le facce espressive. (Hampton et al. 1989; Nothdurft 1993)

Nel nostro studio abbiamo controllato gli effetti percettivi, confrontando la discriminabilità degli stimoli in due gruppi di soggetti che si differenziano tra loro soltanto per la presenza o l'assenza di un'avversione per uno specifico stimolo – il Ragno.

I risultati hanno mostrato che i due gruppi di soggetti differiscono solo nella discriminazione del Ragno mentre sono equivalenti nelle risposte agli altri animali (Granchio, Uccello e Pipistrello). I soggetti aracnofobici mostrano una maggiore rapidità di risposta al Ragno che suggerisce un facilitato riconoscimento di questo animale rispetto agli altri. Questa facilitazione è presumibilmente legata al significato avversivo che il Ragno ha per gli aracnofobici.

Il dato più interessante che emerge dal nostro lavoro è che la maggior rapidità di risposta al Ragno si osserva anche quando la discriminazione è eseguita nella condizione più difficile cioè quando il Ragno deve essere distinto dal Granchio con cui può essere confuso per le generali caratteristiche conformazionali.

Questo risultato è in disaccordo con l'ipotesi (Ohman, Flykt & Esteves 2001), secondo cui la rapida identificazione di stimoli potenzialmente avversivi – “fear-related” – sarebbe dovuta ad un meccanismo pre-attentivo che rileva rapidamente le caratteristiche strutturali salienti degli stimoli da cui l'identificazione dipende. Se

così fosse, avremmo dovuto trovare anche per il Granchio una facilitazione della risposta relativamente agli altri due stimoli.

Le analisi dei Tempi di Reazione hanno anche messo in evidenza che tale effetto di facilitazione "fobia-specifico", emerge marcatamente nella condizione di discriminazione più difficile – discriminazione omomorfica. L'assenza di un'effettiva facilitazione della risposta nel compito discriminatorio più facile potrebbe essere dovuta ad un mero effetto "tetto", cioè ad un'inefficienza della facilitazione a causa della concomitanza d'altri processi che limitano la dinamica temporale.

Nel loro insieme i nostri risultati suggeriscono che nei soggetti aracnofobici la valenza aversiva del Ragno ha selettivamente potenziato la loro capacità di identificare e discriminare rapidamente lo stimolo fobico. In un recente studio elettrofisiologico, gli autori hanno trovato che i soggetti fobici sono più rapidi dei soggetti di controllo nell'identificare gli stimoli fobici e parallelamente i soggetti fobici mostravano un'amplificazione dei potenziali corticali stimolo-correlati in corrispondenza delle deflessioni positive parietali a 300 e a 400 ms post-stimolo (Kolassa et al. 2005). Questi dati suggeriscono che la rapidità della risposta comportamentale può essere dovuta a una precoce facilitazione delle vie d'elaborazione sensoriale.

Studi di neuroimaging hanno messo in evidenza che in soggetti aracnofobici l'esposizione all'immagine di un Ragno provoca, rispetto ad un'immagine neutra, l'attivazione selettiva dell'amigdala, della corteccia insulare e della corteccia orbitofrontale (Dilger et al 2003). Altri studi hanno anche mostrato un incremento di attività nelle aree visive durante la visione di immagini genericamente emozionali (Kosslyn et al. 1996; Lane et al. 1997).

Complessivamente, la facilitazione del processamento degli stimoli emozionali può essere spiegata secondo il funzionamento di due principali meccanismi neuro-funzionali (Compton 2003). Un meccanismo "ascendente" vedrebbe coinvolte alcune strutture sottocorticali, in particolare i nuclei dell'amigdala che ricevendo le afferenze sensoriali dello stimolo emotivo ne riconoscerebbero il significato emozionale e amplificherebbero selettivamente le rappresentazioni corticali dello

stesso stimolo mediante l'attivazione di sistemi a proiezione corticale diffusa –come il sistema noradrenergico del Locus Coeruleus e quello colinergico del Nucleo Basale di Meynert (LeDoux 1992; Lang et al. 2000; Ohman 2005; Liddell et al. 2005).

A questo meccanismo è stato affiancato anche un meccanismo modulatore "discendente" che vede il coinvolgimento di diverse strutture prefrontali, - tra cui la corteccia orbitofrontale, il cingolo anteriore e la corteccia pre-frontale dorsolaterale – coinvolte nel controllo dell'attenzione e nella modulazione dei sistemi attivanti sottocorticali. Il controllo esecutivo dell'attenzione fornirebbe un'amplificazione selettiva delle attività connesse all'elaborazione dello stimolo emozionale e una maggiore disponibilità di risorse a livello di memoria di lavoro (Pessoa et al. 2002; Kensinger & Corkin 2003).

ESPERIMENTO II

INFLUENZA DELL'EMOZIONE

SULLE DINAMICHE TEMPORALI DELL'ATTENZIONE.

L'attenzione selettiva è generalmente concepita come un processo che facilita la percezione di alcuni eventi e oggetti mentre ne trascura altri dati nello stesso ambiente (Allport, 1989). Gli stimoli ambientali con cui possiamo interagire non sono però tutti ugualmente importanti e interessanti. Alcuni di essi hanno una rilevanza biologica e motivazionale che li rende più "salienti" di altri. Possiamo allora supporre che i processi dell'attenzione selettiva siano intrinsecamente influenzati dai processi che elaborano il significato affettivo degli stimoli.

Questa ipotesi è sostenuta dai risultati di alcune ricerche. In particolare studi sull'effetto Stroop emozionale hanno messo in evidenza che se ad un soggetto si chiede di nominare il colore di alcune parole colorate, ignorando ogni altro aspetto dello stimolo, in realtà il compito risulterà tanto più rallentato e interferito quanto più emozionalmente carico è il significato delle parole (Watts et al. 1986; Mathews & MacLeod 1985; Kolassa et al. 2005).

Inoltre i risultati delle nostre ricerche sui tempi di reazione (Esperimento I) hanno indicato una facilitazione nella discriminazione di stimoli visivi a contenuto avversivo, suggerendo un ruolo delle emozioni nella modulazione dei processi di integrazione visuo-motoria.

Tuttavia , né gli effetti di facilitazione né quelli d'interferenza permettono di chiarire a quale stadio del processamento dell'informazione interviene l'influenza delle elaborazioni affettive: non è chiaro, ad esempio, se una più rapida risposta di discriminazione sia da imputare ad una facilitazione dei processi motori-esecutivi o di quelli percettivi-attentivi.

Allo scopo di chiarire meglio quanto e come l'attenzione sia modulata da stimoli a contenuto affettivo abbiamo studiato un paradigma sperimentale che consente di valutare le limitazioni temporali dell'attenzione visiva.

E' noto che le capacità attentive presentano limitazioni sia dominio spaziale anche in quello temporale. Le limitazioni temporali dell'attenzione possono essere rese evidenti attraverso la presentazione di stimoli di breve durata in rapida successione. In particolare la percezione consapevole di un'immagine peggiora quando essa compare all'interno di una serie rapida di stimoli presentati tachistosopicamente (Potter & Levy, 1969; Raymond, Shapiro, & Arnell, 1992). Tra i fenomeni di discontinuità percettiva prodotta dalla presentazione di stimoli visivi in successione rapida (Rapid Serial Visual Presentation RSVP) uno dei più studiati è l' "Attentional Blink" (AB). L'AB avviene quando un soggetto deve eseguire un compito in cui gli è richiesto di prestare attenzione a due target inseriti in una sequenza rapida di stimoli. In queste condizioni la detezione del secondo target (probe) risulta dipendente dalla sua latenza rispetto al primo target. In particolare la "visibilità" della probe si riduce massimamente quando la distanza tra target e probe è minore di 500 ms (Chun & Potter, 1995; Raymond, Shapiro, & Arnell, 1992). Questa decremento della visibilità della probe non è imputabile ad un effetto di interferenza o mascheramento sensoriale causato dalla rapida successione degli stimoli. Infatti l'AB non si verifica quando i soggetti eseguono un compito di

detezione semplice in cui è richiesto di prestare attenzione unicamente alla probe ignorando il primo target. L'effetto AB riflette dunque una sorta di transitoria "refrattarietà" attentiva, legata alla percezione del primo target. La differenza tra la visibilità della probe nel compito di detezione semplice (solo probe) e in quello di detezione condizionale (target + probe) esprime quindi l'ampiezza dell'effetto AB.

La maggior parte delle ricerche sull'AB ha utilizzato stimoli verbali (lettere, parole). Nel presente lavoro abbiamo invece messo a punto una versione iconica del paradigma, in cui gli stimoli sono rappresentati da sagome di animali. Abbiamo somministrato il test sia a soggetti aracnofobici che di controllo e abbiamo confrontato l'effetto AB nei due gruppi sia quando la probe da rilevare era la sagoma di un Ragno sia quando la probe era la sagoma di un animale innocuo (Farfalla).

Mediante questo disegno sperimentale ci proponiamo dunque di chiarire se la valenza fortemente avversiva di uno stimolo, come nel caso dello stimolo fobico, può influenzare le dinamiche temporali dell'attenzione e conseguentemente facilitare la percezione consapevole dello stimolo.

Metodo

Soggetti.

I soggetti sono stati selezionati da un campione di 190 studenti mediante la somministrazione dello Spider Phobia Questionnaire (SPQ), un questionario costituito da 30 items specifico per la caratterizzazione quantitativa della fobia per i ragni. I soggetti con un punteggio superiore a 20, corrispondente al 90° percentile della distribuzione del campione, sono stati assegnati al gruppo dei soggetti aracnofobici, mentre quelli con un punteggio inferiore a 10, corrispondente al 60° percentile della distribuzione, sono stati assegnati al gruppo dei controlli.

I soggetti aracnofobici sono stati ulteriormente selezionati in base a i criteri diagnostici del DSM-IV (1994) per la fobia semplice e in base ad un'accurata anamnesi clinica per escludere concomitanti patologie organiche, neurologiche o psichiatriche ed eventuali trattamenti farmacologici.

All'esperimento hanno partecipato in totale 18 aracnofobici (3 maschi, 15 femmine) e 18 soggetti non-fobici (3 maschi, 15 femmine) Tutti i partecipanti hanno firmato un consenso informato approvato da un Comitato Etico Locale (Comitato Etico della Fondazione Stella Maris, Calambrone, Pisa).

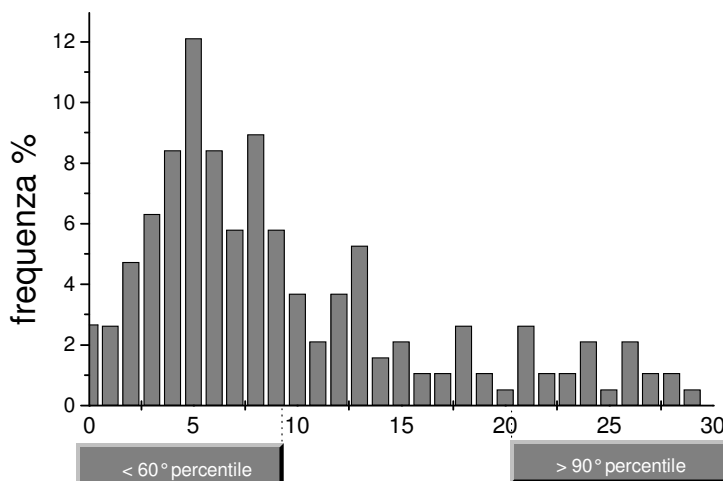


Figura 1.

Distribuzione dei punteggi dello Spider Phobia Questionnaire (SPQ) in un campione di 190 studenti. Il gruppo degli aracnofobici è costituito da soggetti con punteggi superiori a 20, corrispondente al 90° percentile della distribuzione. Il gruppo dei soggetti di controllo è stato scelto tra gli individui con punteggi inferiori a 10 (60° percentile).

Stimoli e procedura

Gli stimoli visivi e la struttura di una singola sequenza di stimoli sono mostrati in Figura 2. Gli stimoli erano proiettati su uno schermo posto ad una distanza di 57 cm dagli occhi del soggetto. A questa distanza ciascuna immagine sottendeva un'area di $4^{\circ} \times 4^{\circ}$ ed era presentata singolarmente per 70 ms al centro di un campo grigio uniforme. Tra uno stimolo e quello successivo vi erano 30 ms (intervallo interstimolo), per cui la frequenza di presentazione era di 10 immagini/secondo.

L'inizio della sequenza veniva segnalato mediante la concomitante presentazione di un punto di fissazione e di un segnale acustico di preavviso.

Ogni sequenza comprendeva tre tipi di stimoli: Distrattori, Target e Probe.

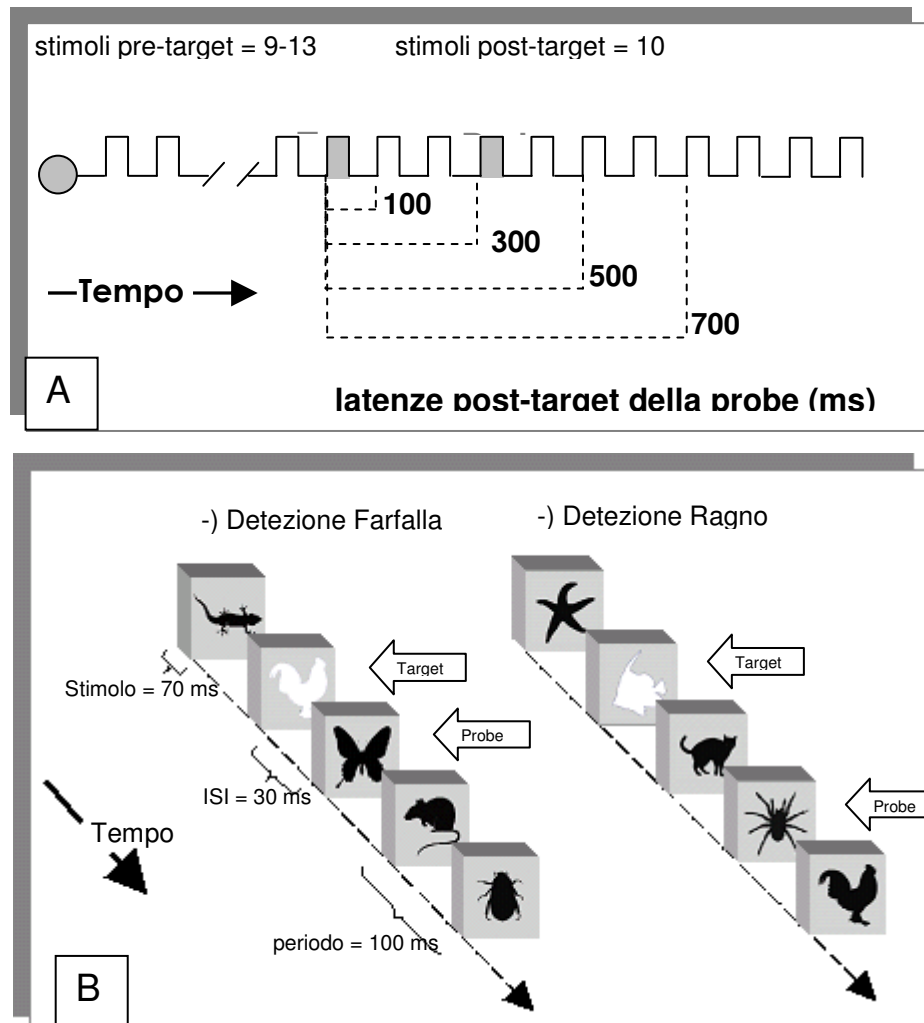


Figura 2. Il pannello A) mostra la struttura di una rapida serie di brevi presentazioni, con le reciproche posizioni di Target e Probe all'interno della sequenza di distrattori; le linee tratteggiate indicano le 4 latenze possibili di presentazione della Probe rispetto alla comparsa del Target. Il pannello B) mostra il diagramma temporale di due sequenze esemplari di stimoli, una relativa alla detezione della farfalla e l'altra alla detezione del Ragno. In ciascuna sequenza il compito del soggetto era di identificare la sagoma colorata di bianco e di rilevare la presenza della specifica Probe. Ciascuno stimolo era presentato per 70 ms, seguito un intervallo inter-stimolo (ISI) di 30. In totale il periodo del ciclo di presentazione era di 100 ms

I distrattori consistevano in 24 sagome di diversi animali innocui, colorati uniformemente di nero.

Lo stimolo Target era rappresentato da una sagoma colorata di bianco scelta casualmente ad ogni prova tra le 24 sagome dei distrattori.

Il Target compariva ad una distanza variabile di 9-13 distrattori dall'inizio della sequenza.

La Probe era una sagoma che non faceva parte degli stimoli distrattori ma era di uguale colore: in una sessione era rappresentata dalla sagoma di una Farfalla (un animale innocuo e diverso per forma dal Ragno), mentre in un'altra sessione dalla sagoma di un Ragno.

La Probe non compariva mai prima della comparsa del Target ma succedeva al Target con una latenza variabile di 100, 300, 500 o 700 ms. La probe veniva presentata ad ogni latenza post-target 10 volte in 10 sequenze diverse, per un totale di 40 sequenze con probe. In altre 20 sequenze la probe era assente (catch trials)

In totale, quindi, il blocco sperimentale, generato secondo un ordine casuale, era costituito da 60 sequenze diverse per target, latenza della probe e ordine degli stimoli distrattori.

Ciascun soggetto partecipava a due sessioni, una per la probe-Farfalla ed una per la probe-Ragno, effettuate in due giorni diversi. L'ordine delle sessioni era bilanciato tra i soggetti. Entrambe le sessioni si svolgevano in una stanza ad illuminazione costante.

I soggetti venivano fatti sedere di fronte allo schermo e istruiti sulla modalità di presentazione delle immagini. Per minimizzare i movimenti del capo e mantenere fissa la distanza dallo schermo i soggetti tenevano la testa poggiata su un apposito supporto.

Ciascuna sessione prevedeva un blocco di 10 sequenze di allenamento, e 2 blocchi sperimentali di 60 sequenze, il primo per il compito di detezione semplice ed il secondo per il compito di detezione condizionale. Nel compito di detezione semplice al soggetto era richiesto di rilevare la presenza della Probe

ignorando ogni altro stimolo, ivi compresa la sagoma Target colorata di bianco. Nel compito di detezione condizionale il soggetto doveva identificare correttamente la sagoma Target colorata e rilevare nella parte di sequenza a valle del Target la presenza della Probe. In entrambe le condizioni il soggetto era invitato a rispondere verbalmente subito dopo il termine della sequenza, riportando il più fedelmente possibile l'esperienza visiva evitando di fare supposizioni sulla presenza della Probe e sull'identità del Target.

Trattamento dei dati

Le percentuali di detezione della probe sono state calcolate diversamente per la condizione di detezione semplice e condizionale.

Nella detezione semplice, per ciascun partecipante e per ciascuna latenza della Probe, è stata calcolata la percentuale di prove in cui è avvenuta la corretta detezione della Probe.

Nella condizione di detezione condizionale, per ciascun partecipante e per ciascuna latenza, è stata calcolata la percentuale di detezione corretta della Probe condizionata alla corretta identificazione del Target. Sono state escluse dall'analisi tutte le prove in cui il Target non è stato identificato correttamente. Allo scopo di stabilizzare la varianza dei dati, sia le percentuali semplici che quelle condizionali sono state trasformate in arcoseno secondo la formula d'Anscombe (Anscombe 1948).

Analisi Statistica

I dati relativi alla detezione della Farfalla e alla detezione del Ragno sono stati analizzati separatamente mediante ANOVA per misure ripetute con LATENZA DELLA PROBE (100, 300, 500, 700 ms) e Tipo di Detezione (SEMPLICE VS CONDIZIONALE) come fattori ENTRO i soggetti, e FOBIA (Si vs No) come fattore TRA i soggetti.

Là dove indicato dal test di sfericità di Mauchy, i gradi di libertà dell'ANOVA sono stati calcolati secondo la correzione di Huynh-Feldt.

Risultati

Detezione Farfalla.

La **Figura 3** mostra le percentuali medie di detezione semplice e condizionale della Farfalla per i due gruppi di soggetti. In entrambi i gruppi, la detezione semplice della Farfalla è eseguita con un'accuratezza mediamente superiore all'80% e senza significative variazioni dipendenti dalla latenza della probe.

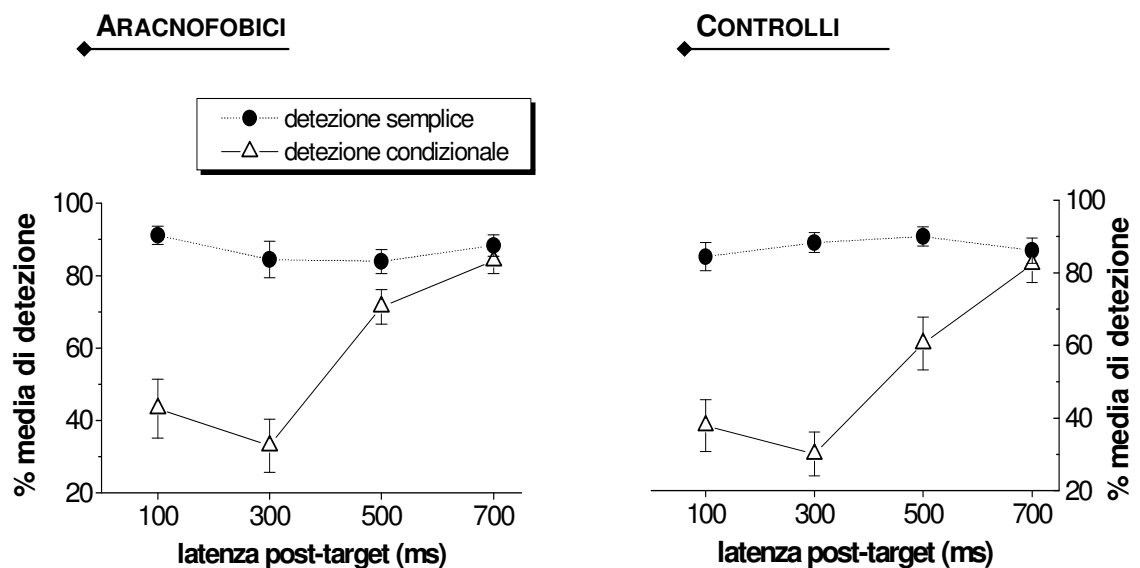


Figura 3.

La percentuale media di detezione della farfalla è mostrata in funzione della sua latenza post-target, sia per la condizione di detezione semplice che per la detezione condizionale. Il grafico in A) rappresenta la prestazione degli aracnofobici mentre quello in B) rappresenta la prestazione dei controlli.

Questo ci garantisce che il tipo di stimoli e la loro frequenza di presentazione non procurano effetti di mascheramento o di interferenza sensoriale. Al contrario della detezione semplice, la detezione condizionale della Farfalla è influenzata sensibilmente dalla latenza della Probe. Quando la Farfalla è

presentata entro una finestra di 500 ms dopo la comparsa del target, la detezione della probe si abbassa al di sotto del 75% fino ad un valore minimo del 30% quando la probe è presentata con una latenza di 300 ms. I risultati dell'ANOVA hanno confermato queste osservazioni, rilevando un effetto significativo dei fattori TIPO DI DETEZIONE ($F(1/34)=194.7$ $p<0.001$), LATENZA DELLA PROBE ($F(3/102)=36.5$ $p<0.001$) e dell'interazione LATENZA X DETEZIONE ($F(3/102)=33.9$ $p<0.001$). In particolare la presenza di questo tipo d'interazione segnala l'occorrenza dell'effetto Attentional Blink.

I confronti post-hoc hanno evidenziato che, in entrambi i gruppi, la differenza tra detezione semplice e condizionale della probe è significativa alle latenze di 100, 300 e 500 ms post-target. ($P<0.05$). L'ANOVA non ha indicato nessuna differenza significativa tra la prestazione degli aracnofobici e quella dei soggetti di controllo. Entrambi i gruppi, infatti, partono da un livello di detezione semplice simile e presentano un effetto AB d'uguale ampiezza e andamento

Detezione Ragno

Come è mostrato in **Figura 4** anche nella detezione del Ragno vi è un generale effetto AB: infatti, si può osservare chiaramente come la curva di detezione semplice e quella di detezione condizionale divergono per latenze di presentazione del Ragno <700 ms, con il massimo scarto alla latenza di 300 ms.

Come per la detezione della Farfalla, l'ANOVA ha confermato l'effetto significativo del fattore LATENZA DELLA PROBE ($F(1/34)=130$ $p<0.001$) e dell'interazione LATENZA DELLA PROBE X CONDIZIONE ($F(3/102)=24.7$ $p<0.001$). Diversamente però dalla detezione della Farfalla, nella detezione del Ragno appare evidente una marcata differenza tra i due gruppi di soggetti. Infatti nei soggetti aracnofobici l'ampiezza dell'effetto AB è mediamente inferiore a quella dei soggetti di controllo.

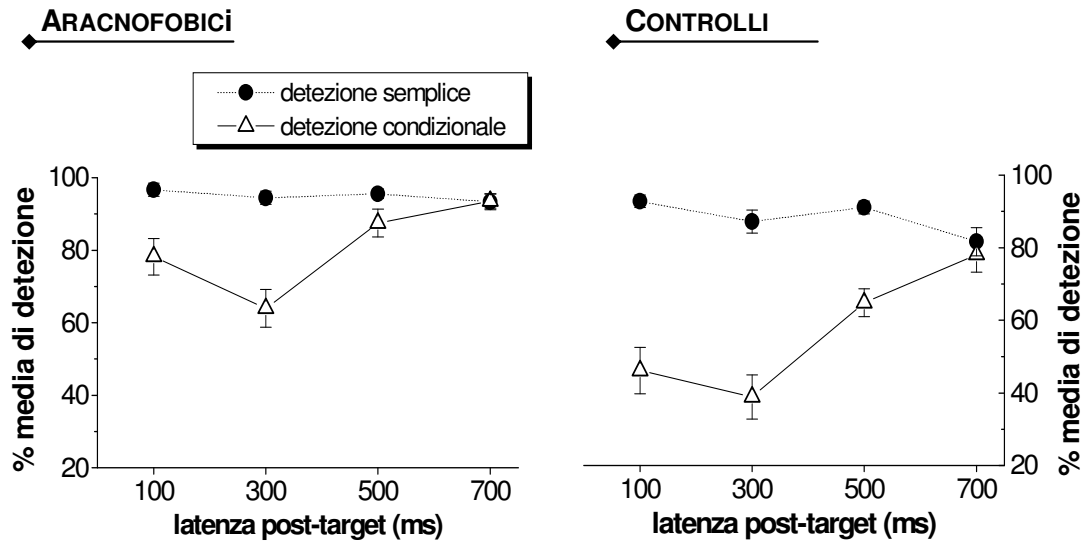


Figura 4. La percentuale media di detezione del **Ragno** è mostrata in funzione della sua latenza post-target, sia per la condizione di detezione semplice che per la condizione di detezione condizionale. Il grafico in A) rappresenta la prestazione degli aracnofobici mentre quello in B) rappresenta la prestazione dei controlli.

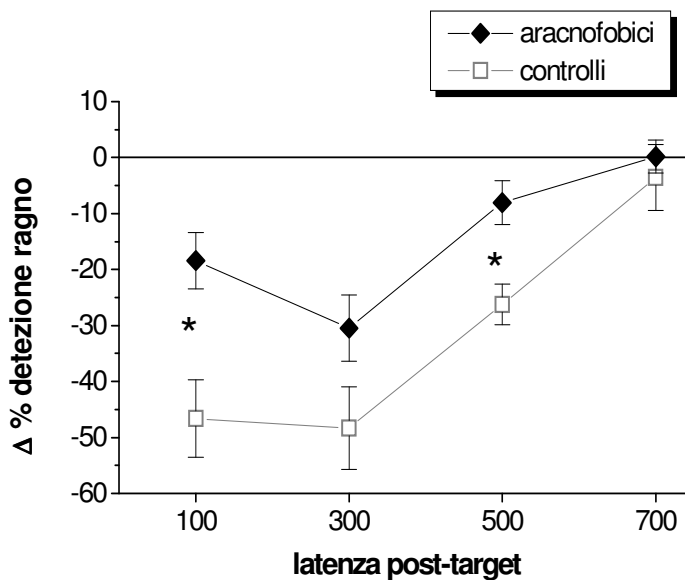


Figura 5. Il grafico mostra per ogni latenza di presentazione della probe-Ragno il delta tra la percentuale di detezione nella condizione semplice e in quella condizionale. Aracnofobici e controlli sono messi a confronto. Le barre indicano gli errori standard delle medie. * $p < 0.05$

Questa differenza nell'effetto AB è meglio evidenziata in **Figura 5**, dove per ogni latenza post-target è illustrata l'ampiezza dell'effetto AB, calcolata in ciascun gruppo come scarto rispetto alla detezione semplice. L'effetto AB nei due gruppi è simile per andamento temporale ma molto differente in ampiezza. L'ANOVA ha confermato queste differenze, rilevando un'interazione significativa DETEZIONE X FOBIA ($F(1/34)=13.2$ $p=0.001$). Più specificamente, l'analisi post-hoc ha mostrato che negli aracnofobici l'effetto AB è significativamente attenuato rispetto ai controlli alle latenze di 100 ($F(1/34)=10.3$ $p=0.03$) e 500 ms post-target ($F(1/34)=10.7$ $p=0.02$). Alla latenza di 300 ms, invece, l'ampiezza dell'AB è paragonabile nei due gruppi. L'ANOVA ha messo in evidenza anche un effetto FOBIA significativo $F(1/34)=56.7$ $p<0.001$). In particolare, analizzando separatamente le percentuali di detezione semplice e condizionale, risulta che gli aracnofobici eseguono la detezione del Ragno meglio dei controlli non solo nel compito doppio ($F(1/34)=45$ $p<0.001$) ma anche nel compito singolo ($F(1/34)=14.4$ $p=0.001$); vedi **Figura 6**.

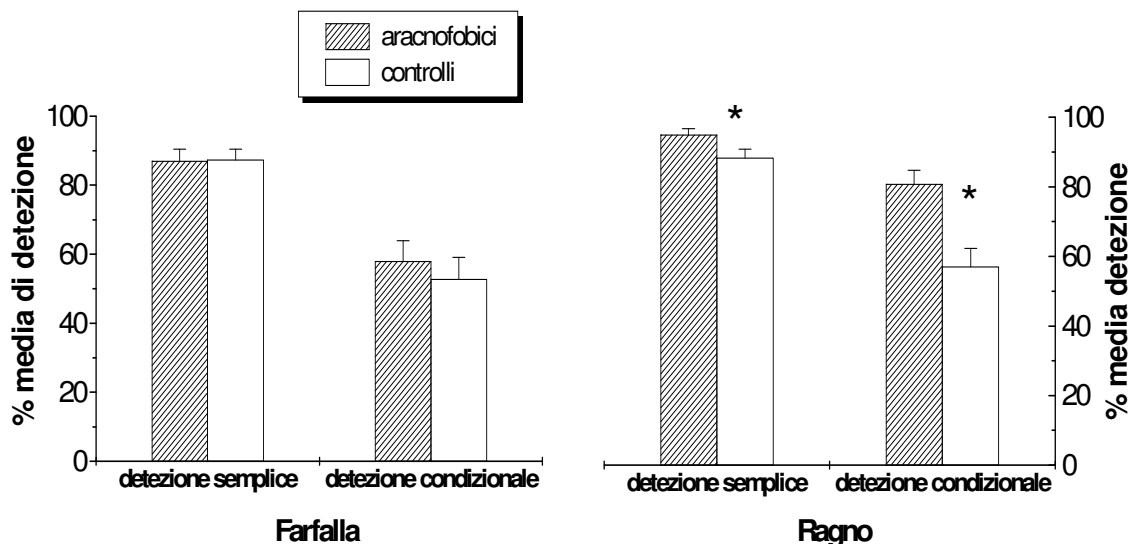


Figura 6. La figura mostra un riassunto generale dei risultati relativi alla detezione della probe-farfalla (grafico a sinistra) e della probe-Ragno (grafico a destra). I grafici indicano la percentuale di detezione della probe mediata su tutte le latenze post-target, nella detezione semplice e in quella condizionale, per i soggetti aracnofobici e per i soggetti di controllo. Le barre indicano l'errore standard. * $p<0.05$

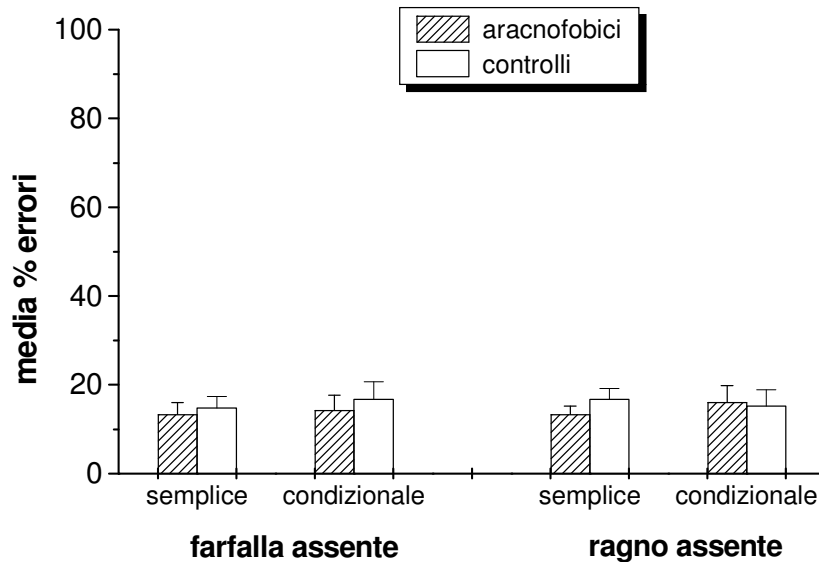
Errori nella deteazione della probe

Figura 7. La figura mostra, per ciascuna condizione di deteazione (semplice e condizionale) e per ciascun gruppo di soggetti, le percentuali medie di errori di commissione sulla deteazione della farfalla e del Ragno. Le barre indicano gli errori standard delle medie.

Gli errori di commissione sono stati calcolati come percentuale di falsi positivi nelle prove senza probe (catch trials). Le percentuali di false deteazione del Ragno e quelle di falsa deteazione della Farfalla sono state trasformate in arcoseno e analizzate separatamente mediante ANOVA per misure ripetute.

Nessun effetto di gruppo è stato rilevato dalle analisi. Come mostrato in **Figura 7**, la percentuale media di errori di commissione è inferiore al 20% in entrambi i gruppi di soggetti e per ciascun tipo di probe.

Discussione

In questo lavoro ci siamo proposti di esaminare la relazione tra la valenza emozionale dello stimolo fobico e la sua percettibilità, in condizioni di limitazione transitoria delle risorse attentive, studiando l'Attentional Blink (AB) in soggetti aracnofobici e di controllo e utilizzando come stimolo probe l'oggetto fobico - il Ragno - e uno stimolo innocuo - la Farfalla.

Nella maggior parte delle indagini sull'effetto AB sono stati utilizzati stimoli verbali (lettere, parole) e solo pochi studi hanno impiegato la presentazione di stimoli iconici (pattern, oggetti schematizzati). Il nostro esperimento ha dimostrato che l'effetto AB può essere ottenuto anche utilizzando la presentazione di stimoli costituiti da sagome di animali.

I risultati relativi alla detezione della Farfalla hanno mostrato che i due gruppi di soggetti non differiscono nelle loro capacità attentive quando devono prestare attenzione ad una probe rappresentata da un animale innocuo. Infatti entrambi i gruppi di soggetti partono da un livello di detezione semplice simile, mostrano nella detezione condizionata un tipico effetto AB di uguale ampiezza e forma e commettono un numero equivalente di false detezioni. L'insieme di questi risultati suggerisce che controlli ed aracnofobici condividono capacità attenzionali che sono simili anche in termini di limitazioni dinamiche.

Anche i risultati relativi alla detezione dello stimolo fobico hanno dimostrato la presenza di un tipico effetto AB. Il deficit attenzionale nella percezione del Ragno è risultato però significativamente diverso nei due gruppi di soggetti. Infatti l'effetto AB nel gruppo degli aracnofobici appare generalmente ridotto rispetto a quello ottenuto nel gruppo dei controlli e alla latenza di 100 e 500 ms dalla presentazione del target l'ampiezza dell'AB risulta all'incirca ridotta ad un terzo. Per quanto riguarda l'analisi degli errori di commissione i risultati hanno invece evidenziato che i due gruppi commettono un ugual numero di false

detezioni del Ragno. Complessivamente, dunque, questi dati indicano che nei soggetti aracnofobici lo stimolo fobico ha indotto uno specifico effetto d'attenuazione dell' AB che non può essere riconducibile né alle particolari caratteristiche percettive dello stimolo né ad una peculiare condotta di allertamento anticipatorio.

Un'analoga riduzione dell'AB è stata descritta in altri studi in cui sono stati utilizzati stimoli verbali in cui la probe era rappresentata dal nome proprio del soggetto (Shapiro et al. 1997) o da una parola a forte contenuto emozionale (Anderson 2005). I nostri risultati, in linea con questi studi, sembrano quindi sostenere l'ipotesi che la rilevanza emozionale dello stimolo sia in grado di indurre una amplificazione selettiva della percezione, atta a facilitare l'accesso dello stimolo alla coscienza. Studi neurofisiologici sui potenziali evento-correlati registrati durante la mancata percezione della probe, hanno mostrato che l'AB non altera le componenti precoci del processamento sensoriale (N1 e P1) né quella tardiva (N400) associata all'analisi semantica della probe, ma sopprime invece selettivamente la componente P300 (Vogel et al. 1998). Recentemente Nieuwenhuis e collaboratori (2005) hanno messo in relazione la P300 all'eccitazione corticale indotta dall'attivazione fasica del Locus Coeruleus in risposta ad un evento saliente. L'attivazione fasica del LC produrrebbe, mediante la neuromodulazione noradrenergica, un potenziamento della responsività corticale e di conseguenza una facilitazione del processamento dello stimolo. Sulla base di dati neurofisiologici ottenuti nella Scimmia, gli autori hanno formulato l'ipotesi che la dinamica dell'effetto AB, e quindi l'assenza di una P300 relativa alla presentazione della probe, sia dovuta ad una transitoria auto-inibizione del Locus Coeruleus indotta dalla precedente risposta attentiva al primo target (Nieuwenhuis et al. 2005). Questa ipotesi è particolarmente interessante perché permette di ricondurre le dinamiche attenzionali a dinamiche di risposte di arousal. Il sistema noradrenergico del Locus Coeruleus è uno dei principali sistemi ascendenti responsabili delle variazioni del livello di arousal corticale; il Locus Coeruleus riceve e invia importanti efferenze da e

verso l'Amigdala (Lidbell et al. 2005). Un importante studio sull'AB in pazienti con lesioni bilaterali dei nuclei dell'amigdala, ha mostrato l'assenza di potenziamento percettivo verso gli stimoli verbali a contenuto emozionale (Anderson & Phelps 2001). Ciò indica che la reazione attentiva ad uno stimolo emozionale dipende da un preliminare "valutazione" affettiva dello stimolo. L'attenuazione dell'effetto AB coinvolgerebbe dunque almeno due sistemi d'origine sottocorticale: un sistema - Amigdala - deputato alla detezione e alla discriminazione affettiva degli stimoli sensoriali, ed un sistema - Locus Coeruleus - deputato all'amplificazione del processamento corticale dello stimolo.

Integrando questi suggerimenti della letteratura possiamo supporre dunque che l'attenuazione dell'effetto AB provocata dallo stimolo fobico sia riconducibile all'azione di tre principali ordini di eventi neurofunzionali: 1) la comparsa del Ragno viene registrata e "valutata" dall'amigdala; 2) l'amigdala disinibisce il locus coeruleus dalla sua refrattarietà postuma; 3) la risposta fasica del locus coeruleus induce un potenziamento dell'attività corticale ed una facilitazione dell'integrazione percettiva.

La facilitazione attentiva innescata dagli stimoli emozionali è stata anche descritta recentemente da Lipp & Derakshan (2005) come un' effetto fasico di allertamento indotto dalla breve esposizione a stimoli fobici. Gli autori hanno confrontato il tempo di reazione semplice ad un punto luminoso - "dot probe" - presentato immediatamente dopo la comparsa di un'immagine avversiva o di un'immagine innocua, ed hanno trovato che la presentazione degli stimoli pericolosi aumentava la rapidità di reazione alla probe. Questo risultato suggerisce, dunque, in accordo con i nostri dati una stretta relazione tra la mobilitazione dell'attenzione e il riconoscimento di un evento affettivo.

Questa relazione trova un forte sostegno anche in studi sul comportamento attentivo dei pazienti con lesioni focali alla corteccia parietale destra. In questi pazienti si verifica una sindrome di disattenzione all'emispazio sinistro, nota come sindrome di emi-negligenza spaziale. Uno dei fenomeni associati spesso a

questa sindrome è l'estinzione visiva degli stimoli campo sinistro, ovvero quando ai pazienti vengono presentati due stimoli visivi, uno per ciascun campo, essi sovente riportano consapevolmente solo la presentazione dello stimolo in campo destro ignorando quella in campo sinistro. Villeumier & Schwartz (2001) hanno mostrato che in soggetti con sindrome di emi-negligenza spaziale cronica, la presentazione di stimoli a contenuto avversivo nel campo deficitario viene percepita più frequentemente della presentazione di stimoli neutri nel medesimo campo. L'estinzione visiva presentata dai soggetti patologici sembra essere il corrispettivo spaziale dell'AB nei soggetti sani, infatti l'AB può essere interpretato come una sorta di "estinzione" temporale degli stimoli (Taylor & Fragopanagos 2005). L'attenuazione d'entrambi i fenomeni di deficienza attentiva, ad opera degli stimoli a contenuto minaccioso, rinforza l'idea che il significato emozionale di uno stimolo sia direttamente responsabile della sua più facile percezione.

Nel presente lavoro abbiamo inoltre osservato che soggetti aracnofobici e di controllo presentano una significativa differenza nel compito di detezione semplice. In questo compito i soggetti non dovevano processare serialmente due stimoli, ma dovevano prestare attenzione solamente alla comparsa del Ragno ignorando l'identità dell'animale colorato di bianco. Anche in queste condizioni i soggetti aracnofobici hanno percepito correttamente un numero di ragni maggiore di quello dei controlli, senza commettere rispetto a questi un numero più elevato di errori di commissione. Questo risultato ci lascia supporre, in accordo con il modello neuropsicologico sopra delineato, che la presentazione dello stimolo fobico provochi già di base una differenziale risposta di arousal e, conseguentemente una facilitazione selettiva della percezione dello stimolo fobico.

ESPERIMENTO III

RISPOSTE AUTONOMICHE ALLA PRESENTAZIONE

SUBLIMINALE E SOPRALIMINALE DELL'OGGETTO FOBICO

Nell'ambito delle scienze cognitive i termini "pre-attentivo" e "automatico" sono spesso utilizzati in maniera equivalente per indicare l'elaborazione dell'informazione che avviene in assenza di consapevolezza e senza impegno dei processi attentivi (Compton 2003). Uno dei metodi tradizionalmente utilizzati per mettere in evidenza se l'elaborazione dell'informazione avviene in maniera automatica è un paradigma di ricerca visiva in cui lo stimolo target è disposto all'interno di una matrice di stimoli distrattori. Se lo stimolo viene elaborato in maniera pre-attentiva, allora "salterà fuori" dalla matrice (pop-out), con una rapidità che è indipendente dal numero totale di elementi che compongono la matrice stessa (Treisman & Gelade 1980). Utilizzando questo paradigma, Ohman e collaboratori (Ohman et al. 2001) hanno mostrato come la detezione di stimoli fobici – ragni, serpenti – posti all'interno di una matrice di distrattori, avviene con un meccanismo di tipo pop-out e ciò suggerisce che gli stimoli paurosi possano essere processati con un meccanismo pre-attentivo.

Esistono inoltre una serie di studi neuropsicologici che indicano che l'elaborazione delle informazioni affettive può avvenire in assenza di consapevolezza. In particolare De Gelder e collaboratori (1999) hanno descritto il caso del paziente

G.Y. , che in seguito ad una lesione nella corteccia striata sinistra presentava una emianopia destra; questo paziente, nonostante la sua "cecità" esplicita agli stimoli facciali presentati nell'emicampo controlaterale alla corteccia lesionata, riusciva tuttavia a discriminare con una certa accuratezza l'espressione delle facce.

Una condizione di "incoscienza" transitoria può essere riprodotta anche in soggetti sani mediante opportune manipolazioni degli stimoli. Un breve stimolo visivo, chiaramente visibile se presentato da solo, può essere reso invisibile mediante la susseguente presentazione di un secondo stimolo strutturato che viene definito "maschera" (Pattern Backward Masking). La più recente interpretazione di questo fenomeno chiama in causa un meccanismo di competizione attenzionale , secondo cui la maschera inibirebbe la percezione del primo stimolo catturando più fortemente l'attenzione a sé e "sostituendosi" ad esso (Enns & Di Lollo 2000).

Utilizzando la presentazione retro-mascherata è stato dimostrato che uno stimolo affettivo sebbene non percepito è comunque in grado di evocare una risposta elettrodermica (Ohman & Soares 1993; Ohman & Soares 1994) ed attivare alcune strutture cerebrali coinvolte nell'elaborazione delle emozioni, come per esempio l'amigdala (Whalen et al. 1998; Morris et al. 1998, 1999; Glascher & Adolphs 2003).

Tutte queste evidenze sperimentali suggeriscono che il significato emozionale di un evento/stimolo possa essere registrato senza l'identificazione conscia dello stimolo. Tuttavia non è ben chiaro quale tipo di analisi dello stimolo possa essere elaborata pre-attentivamente . Secondo alcuni autori essa consisterebbe in un'analisi pre-semantic basata su un rilevamento molto rapido e grossolano delle caratteristiche percettive dello stimolo -"features detection" (Ohman, LeDoux, ecc). Secondo altri autori, invece, l'elaborazione pre-attentiva consisterebbe in una implicita analisi del significato dello stimolo - "significance evaluation"- a cui seguirebbe la sua piena decodifica semantica (Van den Hout et al 2000). Entrambe queste ipotesi assumono che l'elaborazione automatica attiverrebbe un "sistema di arousal" che dispone l'organismo a reagire prontamente a eventi potenzialmente minacciosi.

Nel presente lavoro, ci siamo proposti, anzitutto, di approfondire le conoscenze sul tipo di reazioni autonome che possono essere provocate dall'esposizione "inconscia" ad uno stimolo avversivo. In particolare ci siamo proposti di verificare se le modificazioni autonome evocate in assenza di percezione consapevole dello stimolo avversivo rappresentano una risposta generica d'allertamento oppure una risposta precoce di paura. A tale scopo nei soggetti aracnofobici abbiamo confrontato la risposta cardiaca e la risposta elettrodermica evocate durante la presentazione mascherata (subliminale) dello stimolo fobico con quelle associate alla sua presentazione non-mascherata (sopraliminale).

Per valutare inoltre quali siano le capacità discriminative insite nell'elaborazione pre-attentiva di uno stimolo abbiamo esposto i soggetti a due tipi di stimolo di controllo: il Granchio - simile per forma al Ragno ma diverso da questo per significato emozionale - e lo Scoiattolo - diverso dal Ragno sia per forma che per contenuto emozionale.

Metodo

Soggetti

I volontari che hanno partecipato a questa sessione sperimentale sono gli stessi soggetti in cui è stato studiato l'Attentional Blink.

Stimoli e procedura sperimentale

Gli stimoli visivi e la struttura della sequenza di presentazione sono mostrati in **Figura 1**. Gli stimoli test erano sagome di ragni, granchi e scoiattoli, colorate di grigio, che venivano proiettate al centro di uno schermo posto ad una distanza di 57 cm dagli occhi del soggetto. A questa distanza ciascuna immagine sottendeva un'area di 4°x 4°. Per minimizzare i movimenti del capo e mantenere fissa la distanza dallo schermo i soggetti tenevano la testa poggiata su un apposito supporto.

La seduta sperimentale si svolgeva in una stanza ad illuminazione ed acustica attenuata. A temperatura ambiente della stanza non subiva escursioni significative tra le varie sessioni sperimentali.

I soggetti venivano fatti sedere di fronte allo schermo e dopo aver posizionato gli elettrodi per la registrazione delle variabili fisiologiche, venivano esplicitamente istruiti sulla modalità di presentazione degli stimoli.

La seduta era costituita da due sessioni successive. Nella prima (sessione subliminale) gli stimoli test venivano mascherati mediante la tecnica del "pattern backward masking" che consisteva nel presentare la sagoma dell'animale target per 20 ms seguito immediatamente da una immagine in bianco e nero a struttura astratta della durata di 2 sec (maschera).

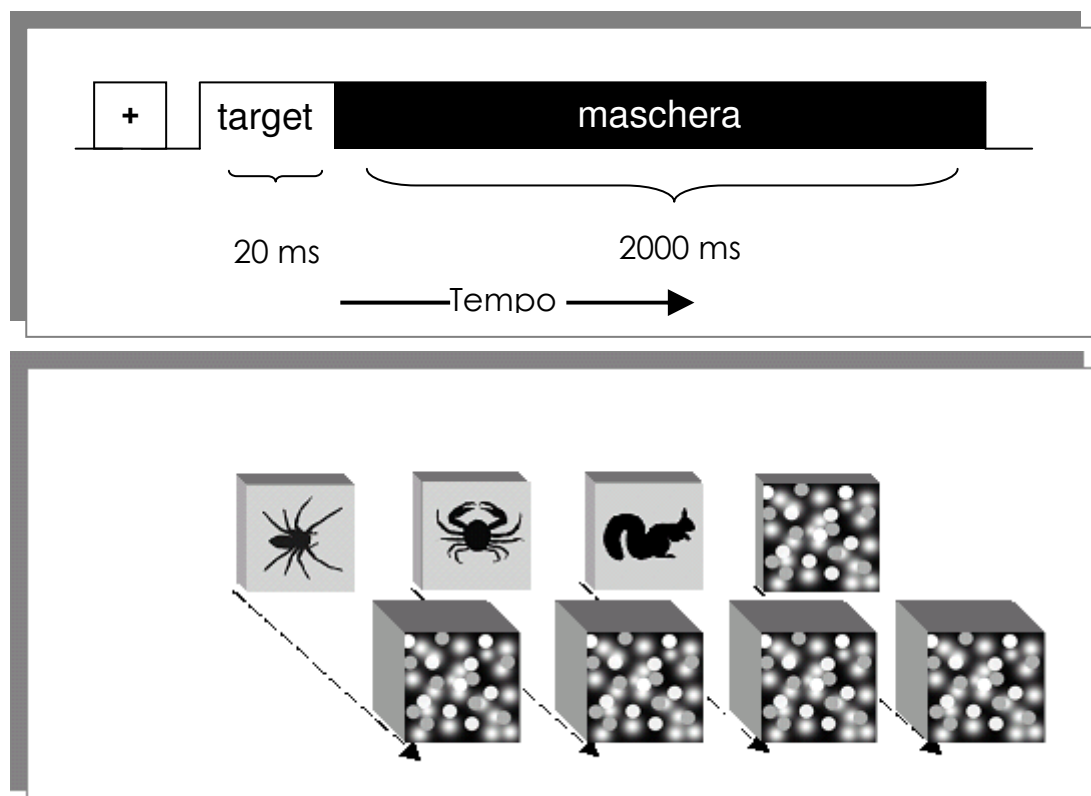


Figura 1. Nel pannello superiore è mostrato il diagramma temporale di una singola presentazione retromascherata. Nel pannello inferiore sono mostrati i quattro tipi di stimolazioni subliminali eseguite nell'esperimento: una maschera veniva proiettata dopo la comparsa o di un Ragno o di un granchio o di uno scoiattolo oppure di una maschera replicata

Oltre agli stimoli test mascherati (3 per ogni tipo di animale) nella stessa sequenza venivano presentati anche 6 "catch trials" in cui non era presentato alcuno stimolo target ma una maschera seguita dalla stessa maschera (stimolo maschera-maschera). L'ordine di presentazione degli stimoli test e dei catch trials veniva randomizzato tra i soggetti. La subliminalità della stimolazione mascherata è stata accertata mediante criterio soggettivo.

Al termine di ciascuna presentazione mascherata i soggetti venivano forzati a scegliere una tra tre possibili risposte relative alla loro esperienza visiva: "Ho visto solo la maschera" (risposta di tipo 0); "Ho visto qualcosa prima della maschera ma non sono in grado di identificarlo" (risposta di tipo 1); "Ho visto una specifica sagoma" (risposta di tipo 2).

Nella seconda sessione (sessione sopraliminale) gli stimoli test venivano presentati non mascherati per una durata di 6 secondi, con un intervallo interstimolo di circa 20 secondi e secondo un ordine casuale. In entrambe le sessioni, la presentazione delle sagome era preceduta da un segnale acustico di preavviso della durata di 500 ms.

Registrazioni fisiologiche e analisi dei dati

L'attività cardiaca è stata registrata con elettrodi adesivi monouso (Ag/AgCl) applicati sulla cassa toracica. L'elettrocardiogramma (ECG), acquisito a 100 Hz con un filtro passabanda 0.3-30 Hz, è stato analizzato mediante il programma PSYLAB 7 (Contact Precision Instrument) che rileva automaticamente i picchi delle onde R e ne misura la distanza temporale. Il tacogramma risultante è stato interpolato linearmente a 2 Hz così da ottenere per ogni intervallo di 500 ms la media pesata del periodo cardiaco (Graham, 1980).

La risposta cardiaca evento-correlata (Evoked Cardiac Response, ECR) è rappresentata dalla serie temporale delle variazioni del periodo cardiaco misurate in ogni mezzo secondo della presentazione dello stimolo, rispetto al valore medio dei 5 secondi precedenti l'evento (Graham, 1980). Nella sessione subliminale sono state considerate le variazioni del periodo cardiaco nei primi 6

mezzi secondi dalla presentazione dello stimolo mascherato, mentre nella sessione sopraliminale nei 12 mezzi secondi della presentazione dello stimolo.

La conduttanza cutanea è stata registrata collocando sulle falangi mediali dell'indice e del dito medio della mano destra due elettrodi standard (Bekmann 8 mm, Ag/AgCl) riempiti con gel elettrolitico (NaCl 0.05 M) e applicando ad essi un voltaggio costante di 0.5 V mediante un accoppiatore a 24 bit (Contact Precision Instrument) . La risposta elettrodermica evento-correlata (Skin Conductance Reponse, SCR) è rappresentata da un cambiamento fasico della conduttanza cutanea insorgente tra il 1° e il 4° secondo dalla presentazione di uno stimolo (Venables et al. 1980). L'ampiezza della risposta elettrodermica è stata misurata mediante il programma Psylab7 come differenza tra il valore della conduttanza al picco e quello all'inizio della risposta. Le risposte di ampiezza $<0.01 \mu\text{S}$ sono state escluse dall'analisi.

Analisi dei dati

Per quanto riguarda i dati relativi alla sessione subliminale, le risposte autonome associate al riconoscimento dello stimolo (report di tipo 2) sono state escluse dalle analisi.

Le risposte autonome registrate nella sessione subliminale e in quella sopraliminale sono state analizzate separatamente mediante ANOVA per misure ripetute, con TIPO DI STIMOLO (RAGNO, GRANCHIO, SCOIATTOLO, MASCHERA) come fattore Entro gruppi per la risposta elettrodermica, e TIPO DI STIMOLO e TEMPO come fattori Entro gruppi per la risposta cardiaca.

Là dove indicato dal test di sfericità di Mauchly, i gradi di libertà dell'ANOVA sono stati calcolati secondo la correzione di Huynh-Feldt.

Risultati

A causa dell'elevato numero di riconoscimenti dello stimolo mascherato, 5 soggetti fobici e 6 controlli sono stati esclusi da ogni analisi. Pertanto, i risultati qui mostrati si riferiscono ai dati del campione finale di soggetti, costituito da 12 controlli e 13 aracnofobici.

Presentazione sopraliminale

Risposte elettrodermiche. L'ampiezza media delle risposte elettrodermiche dei due gruppi sperimentali evocate dalla presentazione degli stimoli è mostrata in **Figura 2**. Come si può osservare, nei controlli tutti e tre gli stimoli evocano una risposta di simile ampiezza, mentre negli aracnofobici la presentazione del Ragno produce una risposta notevolmente più ampia di quella evocata dalla sagoma degli altri animali.

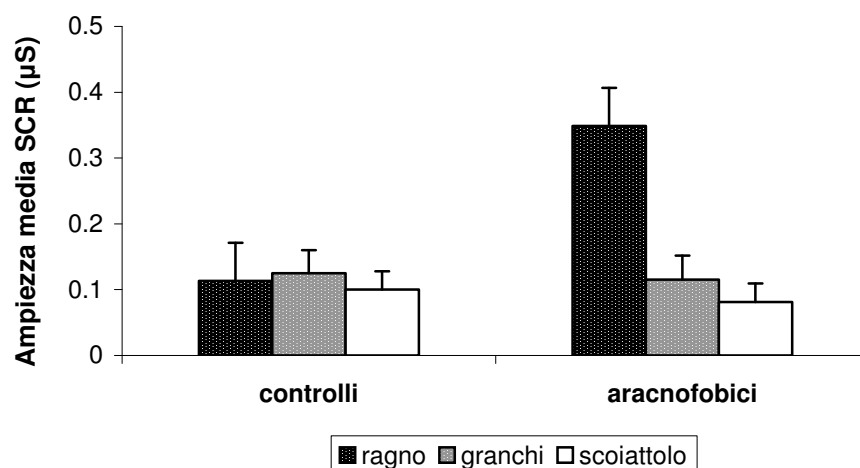


Figura 2. Il grafico mostra, per ciascun gruppo di soggetti, le ampiezze medie (colonne) delle risposte elettrodermiche (Skin Conductance Response) alla presentazione sopraliminale delle sagome di tre tipi animali: Ragno, granchio e scoiattolo. Le barre indicano i valori di errore standard.

L'analisi della varianza mostra infatti che nei controlli l'effetto stimolo non è significativo. Diversamente dai controlli, negli aracnofobici è presente un effetto STIMOLO significativo ($F(2/24) = 11.5$ $p=0.002$). In particolare, la sagoma del Ragno produce delle risposte maggiori di quelle evocate dalla sagoma del Granchio ($F(1/12)=9.8$ $p=0.008$) e dello Scoiattolo ($F(1/12)=15.2$ $p=0.002$). Inoltre il confronto tra gruppi per ciascun tipo di stimolo rivela una differenza significativa solo per la risposta elettrodermica al Ragno ($F(1/24)=8.8$ $p=0.006$).

Risposte cardiache. L'ampiezza media delle risposte cardiache dei due gruppi sperimentali evocate dalla presentazione degli stimoli è mostrata in **Figura 3**.

L'ANOVA ha rivelato che nelle risposte cardiache dei soggetti aracnofobici sono presenti un effetto STIMOLO ($F(2/24) = 4.6$ $p=0.02$) e un'interazione STIMOLO x TEMPO ($F(22/264)= 4.8$ $p=0.001$) significative, indicanti una differenza sia nella variazione media del periodo cardiaco che nell'andamento temporale delle risposte ai tre tipi di stimoli. La variazione media del periodo cardiaco durante la presentazione del Ragno è significativamente diversa rispetto a quella evocata dalla presentazione del Granchio ($F(1/12)=5.9$ $p=0.03$) e dello Scoiattolo ($F(1/12) = 6.9$ $p=0.02$), poiché sia lo Scoiattolo che il Granchio evocano una risposta bradicardica mentre il Ragno evoca una risposta tachicardica.

In particolare l'andamento temporale della risposta cardiaca ai ragni presenta inizialmente una breve fase ad attività costante, senza significativa variazione rispetto al livello basale, seguito da una più lunga fase di attività tachicardica che raggiunge il suo picco dopo 5 secondi dall'inizio della presentazione. Questo andamento si riflette nella significatività della tendenza lineare (contrasto TEMPO LINEARE : $F(1/12)=15.3$ $p=0.002$) e di quella quadratica (contrasto TEMPO QUADRATICO: $F(1/12)= 6.4$ $p=0.02$). Granchio e Scoiattolo evocano risposte cardiache tra loro molto simile sia per ampiezza che per forma dell'andamento temporale. Entrambe le curve cardiache presentano una significativa onda bradicardica che si sviluppa tra il 1° e il 4° secondo dopo l'inizio della

presentazione. Questo andamento è confermato da una significativa tendenza quadratica (contrasto TEMPO QUADRATICO: $F(1/12)=11.0$ $p=0.006$).

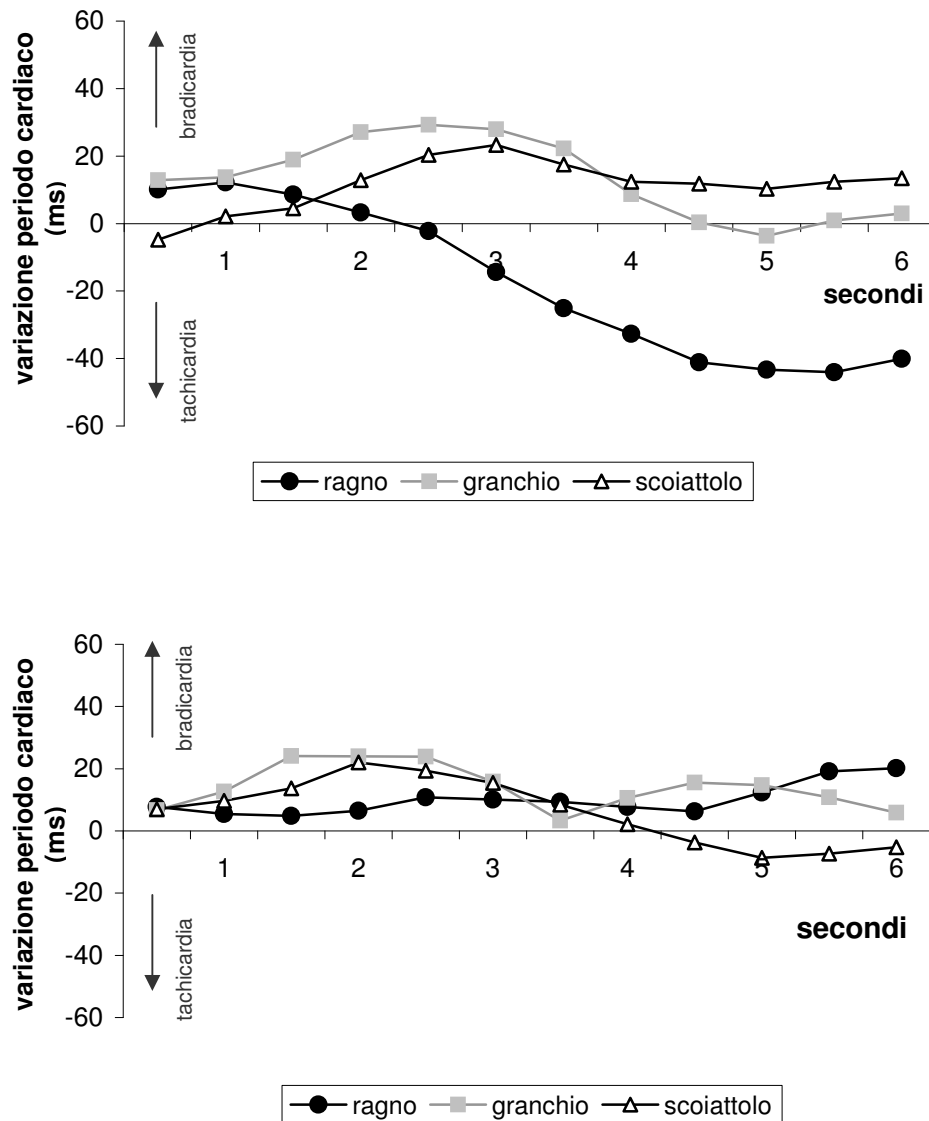


Figura 3. La figura mostra le risposte cardiache dei soggetti aracnofobici (grafico superiore) e dei soggetti di controllo (grafico inferiore) alla presentazione sopraliminale delle sagome dei tre tipi animali. Le risposte cardiache sono espresse come variazioni mezzo-secondo per mezzo-secondo del periodo cardiaco rispetto al valore medio basale nei 5 secondi pre-stimolo. Le variazioni positive indicano bradicardia mentre quelle negative indicano tachicardia.

Nei controlli l'analisi delle risposte cardiache non indica nessuna differenza tra gli stimoli, infatti come si può osservare in figura tutti e tre gli stimoli evocano una bradicardia che non presenta però un andamento precisato.

Presentazione subliminale

I risultati di questa sezione si riferiscono alle risposte autonome evocate in assenza di identificazione esplicita dello stimolo mascherato.

Sono state escluse dalle analisi tutte le risposte in cui i soggetti riferivano (correttamente o scorrettamente) di aver percepito un animale.

Risposta elettrodermica. L'ampiezza media delle risposte elettrodermiche dei due gruppi sperimentali evocate dalla presentazione mascherata degli stimoli è mostrata in **Figura 4**.

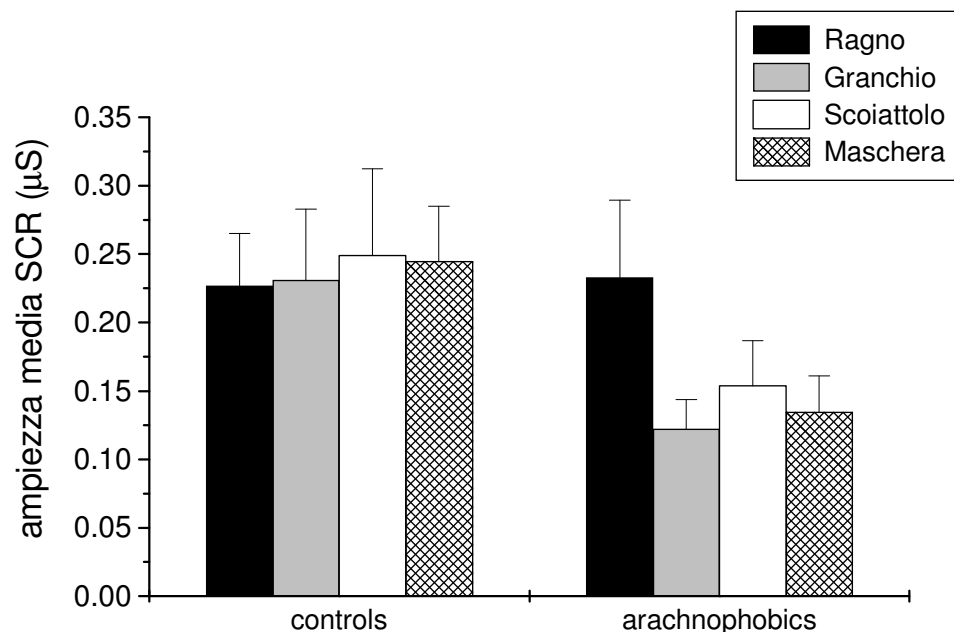


Figura 4. L'istogramma mostra le ampiezze medie (colonne) delle risposte elettrodermiche (Skin Conductance Response) generate dai soggetti aracnofobici e di controllo durante la presentazione subliminale delle sagome dei tre tipi di animali e delle catch trias. Le barre indicano gli errori standard.

Come si può osservare, anche se mediamente le risposte dei controlli tendono ad essere maggiori di quelle degli aracnofobici, nei controlli tutti e quattro gli stimoli evocano una risposta di simile ampiezza, mentre negli aracnofobici la presentazione subliminale del Ragno produce una risposta notevolmente più ampia di quella evocata sia dalla sagoma degli altri animali che dalla maschera. Questa osservazione è confermata dall'analisi della varianza che rivela un effetto significativo del fattore TIPO DI STIMOLO solo nel gruppo dei fobici ($F(3/36)=4.7$ $p=0.02$).

Analisi ulteriori (analisi dei contrasti) confermano inoltre che la risposta elettrodermica alla presentazione mascherata del Ragno è significativamente maggiore della risposta evocata dalla maschera da sola ($F(1/12)=6.7$ $p=0.02$) e dalla sagoma del Granchio ($F(1/12)=6.27$ $p=0.03$). La risposta ai ragni è maggiore anche di quella agli scoiattoli anche se la differenza non raggiunge la significatività statistica ($F(1/12)=4.3$ $p=0.059$).

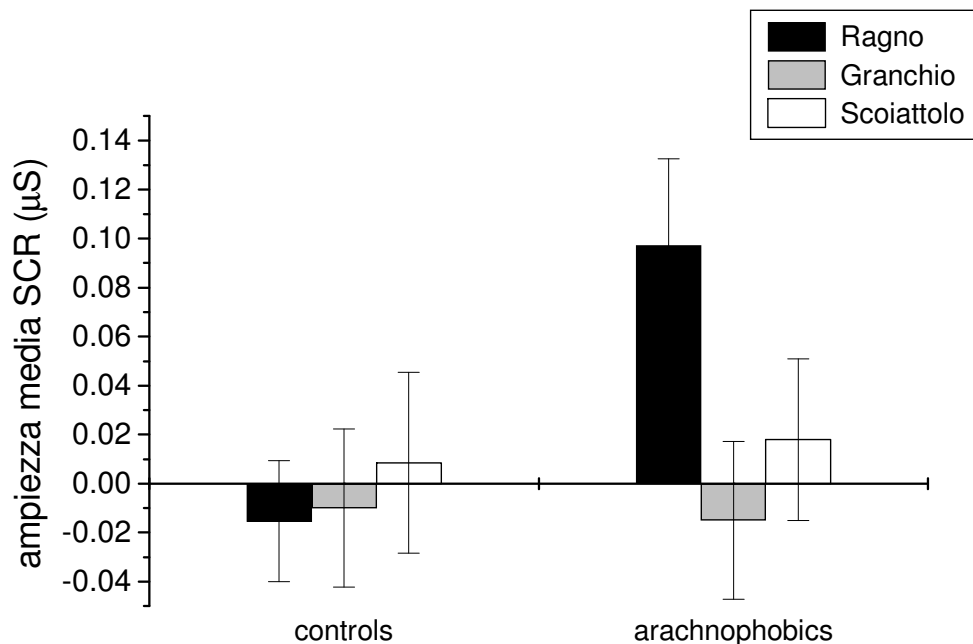


Figura 5. Il grafico mostra, per entrambi i gruppi di soggetti, le differenze in ampiezza tra le risposte elettrodermiche allo stimolo mascherato e le risposte alle presentazioni senza stimolo (catch trials). Le barre indicano i valori di errori standard.

Allo scopo di confrontare tra i due gruppi la risposta evocata dagli specifici stimoli, cioè indipendentemente dalla risposta di orientamento al segnale di preavviso e alla maschera in sé, l'ampiezza *media* delle risposte elettrodermiche registrate durante i catch trials è stata sottratta da quelle ottenute per ogni stimolo test. I valori ottenuti nei due gruppi per ogni tipo di stimolo (**Figura 5**) sono stati sottoposti ad analisi della varianza univariata con FOBIA (CONTROLLI, ARACNOFOBICI) come fattore Tra Gruppi. I risultati indicano una differenza significativa tra controlli ed aracnofobici solo per il Ragno ($F(1/23)=6.13$ $p=0.02$).

Risposta cardiaca. L'analisi delle risposte cardiache nella condizione di presentazione subliminale non ha rivelato alcuna significatività dell'effetto STIMOLO.

Discussione

Presentazioni sopraliminali.

I risultati delle presentazioni sopraliminali hanno mostrato che nei soggetti di controllo tutti gli stimoli hanno evocato una risposta autonoma simile, caratterizzata da bradicardia e moderata attivazione elettrodermica. Questo risultato conferma quindi il fatto che per i controlli i tre tipi di stimoli non differiscono per significato emozionale.

Nei soggetti aracnofobici invece la presentazione dell'oggetto fobico ha prodotto una risposta autonoma diversa da quella evocata dagli altri stimoli. Più specificamente, mentre la sagoma del Granchio e quella dello Scoiattolo hanno evocato risposte elettrodermiche uguali in ampiezza, la sagoma del Ragno ha indotto una risposta cutanea più ampia di quella prodotta dagli altri due animali. Inoltre alla visione della sagoma del Ragno i soggetti aracnofobici hanno reagito con una spiccata risposta tachicardia, mentre sia a quella del Granchio che dello Scoiattolo la risposta cardiaca è stata una moderata bradicardica di simile ampiezza.

Questi risultati confermano quindi che per i soggetti aracnofobici solo la sagoma del Ragno costituisce uno stimolo fobico e che il Granchio e lo Scoiattolo rappresentano stimoli innocui o comunque con uno scarso significato affettivo.

Complessivamente le modificazioni autonome provocate dai tre stimoli animali delineano due distinti schemi di attivazione: quello specifico per lo stimolo fobico, dominato prevalentemente dall'attivazione simpatica, con tachicardia e attivazione elettrodermica; e quello comune a Granchio e Scoiattolo, caratterizzato da una parallela attivazione simpato-vagale, con bradicardia e moderata attivazione cutanea. Questi due schemi di attivazione autonoma sono stati generalmente associati a due diversi tipi di reazioni comportamentali (Sokolov 1963; Hare 1973). La tachicardia unita all'attivazione cutanea rifletterebbe una più generale Reazione di Difesa, definita come una modificazione globale dell'organismo finalizzata alla

“rejection” degli input sensoriali mediante l’inibizione della percezione e la facilitazione dei processi motori (lotta o fuga). Invece, la bradicardia insieme alla moderata attivazione cutanea sono stati associati ad una più generale Reazione d’Orientamento, definita come un aggiustamento dell’organismo finalizzato all’“intake” degli input sensoriali mediante l’ingaggio dell’attenzione, e l’inibizione dell’azione (Lacey et al 1963; Graham & Clifton 1966). Questa dicotomia delle risposte autonome rifletterebbe una più generale organizzazione del comportamento animale secondo due fondamentali sistemi motivazionali, quello dell’approccio e quello dell’evitamento (Lang et al. 1997; Cacioppo & Gardner 1999). Diversi studi hanno mostrato che la variabile autonoma che meglio correla con l’elaborazione di una valenza motivazionale di uno stimolo – valenza positiva o negativa – è la frequenza cardiaca. (Lang et al. 1993; Sokolov & Cacioppo 1997). L’ampiezza della risposta elettrodermica è invece un indice assai aspecifico di “arousal” cioè del grado di eccitazione e/o allertamento dell’organismo. Il “segno” della risposta cardiaca può essere quindi considerato come un buon indice per la discriminazione tra reazione d’Orientamento e Reazione di Difesa (Graham & Clifton 1966).

In accordo con queste interpretazioni psicofisiologiche, i nostri risultati confermano quindi che la presentazione prolungata di una sagoma di Ragno genera nei soggetti aracnofobici una genuina reazione di difesa che dura all’incirca per tutto il tempo di presentazione dell’immagine. In queste condizioni di presentazioni l’analisi delle modificazioni autonome, e in particolare dell’attività cardiaca consente di distinguere chiaramente la percezione di uno stimolo aversivo da quella di uno stimolo innocuo.

Presentazioni subliminali.

I risultati delle presentazioni subliminali hanno mostrato che nei soggetti di controllo non c’è alcuna differenza nelle risposte autonome ai tre tipi di stimoli mascherati.

Nei soggetti aracnofobici l'attività elettrodermica è risultata significativamente modificata in relazione ai diversi tipi di stimoli subliminali. Mentre le risposte elettrodermiche evocate dallo Scoiattolo e dal Granchio sono equivalenti in ampiezza a quell'evocata dalla presentazione della sola maschera, la risposta elettrodermica al Ragno è risultata, invece, più ampia di quella alla maschera e agli altri stimoli animali.

Questo conferma quanto trovato da Ohman & Soares (1994) nel loro studio sulle risposte elettrodermiche evocate dagli stimoli fobici subliminali. Tuttavia nel presente lavoro emergono alcune differenze degne di nota. In particolare gli stimoli utilizzati in questo studio sono sagome animali colorate uniformemente di nero anziché immagini a colori di animali e fiori. Perciò questi stimoli risultano più "essenziali" ed omogenei tra loro rispetto quelli usati da Ohman & Soares. La scelta delle sagome è stata motivata dal sospetto che alcune differenze percettive tra gli stimoli avrebbero potuto fornire degli indizi per discriminare gli stimoli mascherati. Inoltre, nel lavoro di Ohman & Soares la subliminalità della stimolazione mascherata è stata accertata in base al risultato di un test a scelta forzata - "criterio oggettivo" - secondo cui una percentuale casuale d'identificazioni corrette dello stimolo mascherato indicherebbe un mascheramento efficace. Il criterio "oggettivo" presenta purtroppo alcune limitazioni, in particolare non garantisce che durante la sessione di presentazione mascherata i soggetti non abbiano avuto alcune percezioni cosce dello stimolo nascosto (Pessoa 2005). In merito a questa difficoltà metodologica, il criterio "soggettivo" da noi adottato fornisce delle maggiori garanzie, perché esso prevede che dopo ogni presentazione sperimentale il soggetto fornisca un resoconto sull'efficacia del mascheramento in termini di effettiva esperienza percettiva dello stimolo mascherato.

I nostri risultati darebbero quindi una conferma all'ipotesi che gli stimoli emozionali possano essere affettivamente riconosciuti anche per via "inconscia". Questa operazione di riconoscimento o "valutazione" affettiva degli stimoli è verosimilmente in relazione ai circuiti sottocorticali collegati ai nuclei dell'amigdala (Zald 2003; Glascher & Adolphs 2003); che secondo LeDoux (1992)

funzionerebbero come un sistema di memoria reattiva grossolano e rapido basato sulla detezione di informazioni sensoriali rilevanti ma di basso livello di analisi.

I nostri risultati hanno anche mostrato che nei soggetti aracnofobici la sagoma mascherata del Granchio non evoca una risposta "inconscia" simile a quella prodotta dall'oggetto fobico mascherato. Questo dato indica che l'analisi pre-attentiva degli stimoli mascherati ha rivelato differenze di significato emozionale tra gli stimoli piuttosto che la presenza di caratteristiche fisiche. Infatti, le due sagome animali condividono alcune caratteristiche percettive come la presenza di gambe e una stessa simmetria radiale del corpo, che renderebbero più difficile la discriminazione basata sull'analisi grossolana di "features". La mancata evidenza di una risposta subliminale di arousal allo stimolo "aracnomorfo", ci trova maggiormente in accordo con l'ipotesi secondo cui l'analisi pre-attentiva sia basata su un rilevamento del significato affettivo degli stimoli - "significance evaluation". Questa ipotesi è sostenuta da diversi studi che hanno mostrato come anche gli stimoli verbali a contenuto emozionale presentati subliminalmente possano evocare una risposta di arousal (Van den Hout et al. 2000). In questi casi, l'elaborazione affettiva pre-attentiva delle parole ha necessariamente implicato l'analisi del significato dello stimolo piuttosto che quella delle sue caratteristiche spaziali.

Diversamente dall'attività elettrodermica, l'attività cardiaca non ha mostrato variazioni significative durante l'esposizione subliminale agli stimoli. Ciò può essere dovuto o ad una mancata elaborazione motivazionale dello stimolo subliminale capace di innescare la risposta cardiaca di Difesa e/o di Orientamento; oppure può essere dovuto al fatto che la durata della stimolazione sia insufficiente a produrre una risposta cardiaca sostenuta nel tempo. E' noto infatti che l'andamento della risposta cardiaca si modifica in relazione alla durata dello stimolo presentato, e questo è in parte dovuto alla fine regolazione battito-battito del sistema autonomo. Recentemente Ruiz-Padial e collaboratori (2005) hanno studiato l'effetto della presentazione mascherata dello stimolo fobico sul potenziamento della risposta cardiaca di difesa evocata da uno stimolo incondizionato, ed hanno

trovato effettivamente un modesto ma significativo effetto di potenziamento della risposta. Questo risultato, tuttavia non indica necessariamente che a livello subliminale sia avvenuta un'elaborazione della valenza difensiva dello stimolo, poiché il potenziamento della tachicardia difensiva può essere anche spiegato dall'effetto di un maggior allertamento indotto dalla risposta subliminale di arousal allo stimolo fobico. In conclusione quindi, la mancata modulazione dell'attività cardiaca lascia aperta la questione circa il significato "difensivo" od "orientativo" della risposta autonoma al Ragno mascherato.

Infine, dal confronto delle risposte elettrodermiche dei controlli e di degli aracnofobici evocate durante le stimolazioni subliminali, è emersa un'inattesa differenza nell'ampiezza della risposta media di gruppo. I soggetti aracnofobici hanno reagito alla stimolazione mascherata con una risposta media di gruppo meno ampia di quella dei soggetti di controllo. Questa differenza nella reattività basale dei due gruppi di soggetti potrebbe essere in relazione con il livello di ansia associata alla presentazione del Ragno . Alcuni studi hanno mostrato, infatti, una diminuita reattività elettrodermica nei soggetti con più alto livello d'ansia, durante l'esecuzione di compito moderatamente allertanti (Naveteur, Buisine & Gruzelier 2005). E' stato proposto un meccanismo protettivo d'inibizione basale della reattività elettrodermica che verrebbe rimosso solo da stimolazioni più intense. Questa ipotesi spiegherebbe come mai solo nella presentazione subliminale, cioè in quella con minore stress affettivo, sia emersa una differenza nella reattività basale dei gruppi di soggetti.

ESPERIMENTO IV

ANTICIPAZIONE

CONGRUENTE E INCONGRUENTE DELLO STIMOLO FOBICO:

EFFETTI SULLE RISPOSTE AUTONOMICHE

Nell'ambito della ricerca psicofisiologica le risposte autonome sono state spesso considerate come espressione di concomitanti processi cognitivi (Graham & Clifton 1966; Lacey et al. 1963). In particolare gli studi di Sokolov hanno messo in evidenza come l'attivazione autonoma in risposta ad un stimolo dipenda da specifici processi d'anticipazione-aspettativa di quel evento. Secondo questa concezione, la ripetuta presentazione di uno stimolo porterebbe alla progressiva formazione di un "modello neuronale" dello stimolo, capace di predire la configurazione della successiva stimolazione. Se tuttavia lo stimolo non corrisponde al modello insorgerebbe allora una nuova risposta autonoma (Sokolov, 1963). La teoria di Sokolov assume, dunque, che alla base delle risposte autonome ci sarebbe un'attività neuronale che elabora schemi d'anticipazione mediante i quali

l'organismo sarebbe in grado di formulare le sue "aspettative" e rilevare gli stimoli ambientali.

Questa teoria è stata sostenuta da numerose evidenze sperimentali. In particolare è stato dimostrato che le risposte autonome ad uno stimolo nocicettivo, come uno shock elettrico, sono più ampie quando la somministrazione dello stimolo è imprevedibile, rispetto a quando è invece preceduta regolarmente da un segnale di preavviso (Lykken et al. 1972; Tursky B. & Watson, 1964). Questi studi hanno suggerito l'ipotesi che le risposte autonome concorrano a disporre l'individuo in uno stato di pre-recezione verso la stimolazione attesa (Lykken et al. 1972).

Il concetto di anticipazione è stato utilizzato anche per descrivere processi preparatori all'azione motoria o all'attività cognitiva del soggetto (Schwartz G. E. & Higgins 1971).

Sebbene tutte queste evidenze depongano a favore di una stretta relazione tra anticipazione e risposte autonome, tuttavia, non è stato ancora chiarito come questi fattori interagiscano tra loro quando gli stimoli hanno un contenuto affettivo. In particolare, la possibilità che l'anticipazione di un evento emozionale possa sistematicamente alterare la risposta ad uno stimolo neutro inatteso è stata oggetto di un numero molto limitato di studi. Diversi autori hanno concepito le dinamiche emotive in termini di risposte intermante automatiche che una volta innescate seguono un decorso di scarica (Lorenz 1970; LeDoux 1992; Lang 1997; Ohman 2005). Questa teoria nell'uomo è stata messa in relazione soprattutto a certe forme di emozioni persistenti e stereotipate come le reazioni fobiche (Mineka & Ohman 2002). La presenza di una dinamica emozionale del tipo "tutto o nulla", può essere verificata mediante un paradigma di anticipazione affettiva, in cui è possibile valutare quanto le risposte autonome, innescate dall'anticipazione di un evento emozionale, risultano sensibili al cambiamento imprevisto dello stimolo atteso. Alcuni studi hanno trovato che in certe condizioni la risposta autonoma di uno stimolo può essere "spostata" nella direzione dell'aspettativa che il soggetto si era formato (Grings et al.1980). Tuttavia questi studi non hanno utilizzato stimoli affettivi ma stimoli fisici che variavano solo nella dimensione dell'intensità fisica.

Nel presente studio vogliamo indagare quanto la risposta autonoma ad uno stimolo visivo può essere alterata dall'aspettativa di un'immagine a diverso contenuto emozionale. A questo scopo abbiamo utilizzato un paradigma in cui due diversi segnali anticipavano rispettivamente la presentazione di uno stimolo fobico e quella di uno stimolo innocuo. Per poter confrontare la risposta autonoma ad uno stesso stimolo in due diverse condizioni d'anticipazione affettiva, all'interno della seduta sperimentale i soggetti venivano sottoposti ad un paio di stimolazioni incongruenti in cui l'immagine presentata era affettivamente discrepante rispetto a quella attesa: in un caso il segnale dell'immagine neutra era associato alla presentazione dello stimolo fobico e nell'altro la segnalazione dell'oggetto fobico era seguita dallo stimolo innocuo. Dato che l'"incongruenza" introduce di per sé un effetto sorpresa che si manifesta inevitabilmente con un'attivazione autonoma, l'effetto specifico dell'anticipazione affettiva e quello aspecifico dell'incongruenza di per sé, sono stati esaminati e messi tra loro a confronto.

Metodo

Soggetti

I soggetti sono stati selezionati dallo stesso campione dell'Esperimento II.

All'esperimento hanno partecipato in totale 15 aracnofobici (2 maschi, 13 femmine) e 14 soggetti non-fobici (2 maschi, 12 femmine)

Tutti i partecipanti hanno firmato un consenso informato approvato da un Comitato Etico Locale (Comitato Etico della Fondazione Stella Maris, Calambrone, Pisa).

Stimoli

I soggetti partecipavano ad un'unica sessione sperimentale in cui veniva loro presentata una sequenza di immagini precedute da un segnale visivo di anticipazione. Gli stimoli erano proiettati su uno schermo posto ad una distanza di 57 cm dagli occhi del soggetto. A questa distanza ciascuna immagine sottendeva

un'area massima di 15°x 20°. Le immagini presentate erano fotografie a colori selezionate da una collezione internazionale di immagini affettive standardizzate (IAPS; Lang et al. 1988).

Le immagini consistevano di 5 fotografie di ragni e 5 di un animale innocuo, come il coniglio, il cavallo, ecc. I segnali di anticipazione erano rappresentati da un cerchio rosso e da un cerchio blu.

Procedura

Gli esperimenti si svolgevano in una stanza ad illuminazione e ad acustica attenuata. La temperatura del laboratorio non era soggetta ad escursione significative tra le sessioni sperimentali. I soggetti venivano fatti sedere di fronte ad uno schermo e per minimizzare i movimenti del capo e mantenere fissa la distanza dallo schermo i soggetti tenevano la testa poggiata su un apposito supporto.

Dopo aver posizionato gli elettrodi per la registrazione delle variabili fisiologiche, venivano esplicitamente istruiti sulla modalità di presentazione delle immagini e in particolare sul significato predittivo del segnale colorato, specificando loro che il cerchio rosso anticipava la presentazione di un'immagine di Ragno, mentre il cerchio blu anticipava la presentazione di un'immagine di un animale innocuo.

In Ogni presentazione d'immagine erano distinte tre fasi distinte: anticipazione, esposizione e valutazione dell'immagine.

Il segnale predittivo persisteva sullo schermo per 9 secondi, e veniva sostituito dell'immagine presentata per 6 secondi

Al termine dell'esposizione all'immagine i soggetti erano invitati a valutare, secondo tre diverse dimensioni psicologiche, l'esperienza affettiva provocata dalla visione di quell'immagine, utilizzando il sistema del Self-Assessment Manikin (Lang et al. 1988).

La durata di ogni ciclo, inclusivo delle tre fasi, era di circa 25, e ciascun ciclo era separato dal successivo da un intervallo di circa 20 secondi.

Ciascuna sessione sperimentale consisteva di due sequenze costituite da 6 immagini, tre di ragni e tre di animali innocui, che si alternavano in maniera semicasuale. Nella prima sequenza le immagini erano precedute da un segnale predittivo che correttamente indicava il tipo di stimolo che sarebbe stato presentato – condizione congruente. Nella seconda sequenza il segnale predittivo di due immagini su sei non corrispondeva al tipo di stimolo che sarebbe comparso (cerchio blue che avrebbe dovuto predire la presentazione di un animale innocuo precedeva invece la presentazione di un Ragno, e viceversa per il cerchio rosso) – condizione incongruente.

Le presentazioni incongruenti venivano giustificate dallo sperimentatore come un errore accidentale nel programma di gestione dell'esperimento.

Registrazioni fisiologiche

L'attività cardiaca è stata registrata con elettrodi adesivi monouso (Ag/AgCl) applicati sulla cassa toracica. L'elettrocardiogramma (ECG), acquisito a 1KHz Hz e filtrato tra 0.3-30 Hz, è stato analizzato mediante il programma PSYLAB 7 (Contact Precision Instrument) che rileva automaticamente i picchi delle onde R e ne misura la distanza temporale. Il tacogramma risultante è stato interpolato linearmente a 2 Hz così da ottenere per ogni intervallo di 500 ms la media pesata del periodo cardiaco (Graham, 1980). La risposta cardiaca evento-correlata (Evoked Cardiac Response, ECR) è stata misurata come la serie temporale delle variazioni del periodo cardiaco ad ogni mezzo secondo della durata dello stimolo, rispetto al valore medio dei 5 secondi precedenti allo stimolo. (Graham, 1980).

La conduttanza cutanea è stata registrata collocando sulle falangi mediali dell'indice e del dito medio della mano destra due elettrodi standard (Bekmann 8 mm, Ag/AgCl) riempiti con gel elettrolitico (NaCl 0.05 M) e applicando ad essi un voltaggio costante di 0.5 V mediante un accoppiatore a 24 bit (Contact Precision Instrument).

La risposta elettrodermica evento-correlata (Skin Conductance Response, SCR) è stata misurata come il cambiamento fasico della conduttanza cutanea insorgente

tra il 1° e il 4° secondo dalla presentazione di uno stimolo (Venables et al. 1980). L'ampiezza della risposta elettrodermica è stata calcolata, mediante il programma Psylab7, come differenza tra il valore della conduttanza al punto di picco e il valore nell'istante in cui inizia la curva della risposta.

Analisi statistiche

Le risposte autonome registrate nella fase *anticipazione* in cui è presente il segnale predittivo in quella di *esposizione* in cui è presente l'immagine sono state analizzate separatamente per ciascun gruppo di soggetti.

Fase di Anticipazione.

Le risposte cardiache *d'anticipazione*, misurate come deviazione rispetto al periodo cardiaco medio dell'intervallo basale precedente alla comparsa del segnale, sono state analizzate mediante ANOVA per misure ripetute, con TIPO DI SEGNALE (segnale-Ragno, segnale-innocuo) e TEMPO DI PRESENTAZIONE (18 intervalli di 500 ms) come fattori ENTRO soggetti.

Le risposte elettrodermiche d'anticipazione sono state distinte in base alla specifica latenza d'insorgenza, in due sottotipi: le risposte precoci con latenza di 1-4 secondi, e le risposte tardive, con latenza di 5-9 secondi dall'inizio del segnale predittivo. Questi valori rappresentano i dati di base sottoposti ad ANOVA per misure ripetute in cui i fattori ENTRO i soggetti sono il TIPO DI SEGNALE (segnale-Ragno, segnale-innocuo) e la LATENZA DI RISPOSTA (precoce, tardiva).

Fase di Esposizione

Le risposte cardiache alla presentazione delle immagini sono state misurate, come nella fase *d'anticipazione*, rispetto all'attività cardiaca dei 5 secondi basali precedenti la comparsa del segnale predittivo.

Le risposte inoltre sono state misurate rispetto all'attività cardiaca negli ultimi 5 secondi della fase di anticipazione. Questa ultima misura permette di valutare le risposte nella condizione congruente e in quella incongruente, indipendentemente dalle variazioni dell'attività cardiaca legate alla fase di anticipazione.

Entrambe le misurazioni sono state sottoposte ad ANOVA per misure ripetute con TIPO DI STIMOLO (Ragno vs animali innocui) e TEMPO dalla comparsa dello stimolo (12 intervalli di 500 ms) come fattori ENTRO i soggetti.

Le risposte elettrodermiche di esposizione sono state misurate come quelle di anticipazione e analizzate mediante ANOVA per misure ripetute con TIPO DI STIMOLO (Ragno, animale innocuo) come unico fattore ENTRO i soggetti.

Le risposte autonome sono state, inizialmente, analizzate separatamente per la condizione di presentazione congruente e per quella di presentazione incongruente; successivamente le due condizioni sono state messe a confronto mediante ANOVA per misure ripetute con TIPO DI STIMOLO, TEMPO (per le ECRs) e CONDIZIONE DI PREDIZIONE (congruente vs incongruente) come fattori ENTRO i soggetti.

In caso di mancata sfericità dei dati, i gradi di libertà dell'ANOVA sono stati calcolati in base alla correzione di Huynh-Feldt.

Risultati I

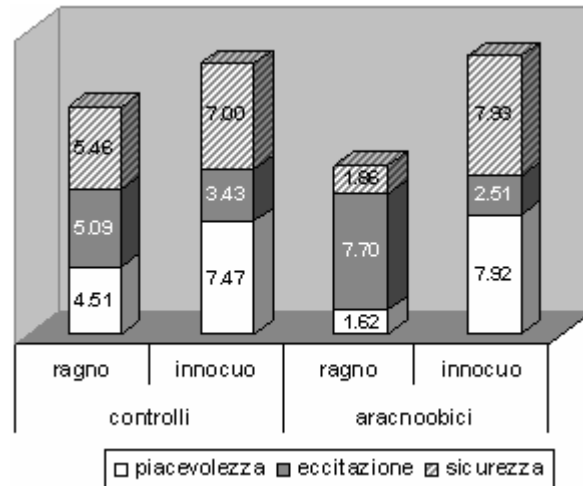
Condizione di congruenza tra segnale e stimolo

Valutazioni affettive

In **figura 1** sono mostrate i punteggi delle valutazioni affettive che i soggetti hanno attribuito alle immagini dei ragni e degli animali innocui, secondo le tre dimensioni della piacevolezza ("valenza"), dell'allertamento ("arousal") e della sicurezza ("dominance"). L'analisi della varianza dei punteggi, condotta per ciascuna dimensione di valutazione, ha indicato che i soggetti aracnofobici hanno valutato le immagini del Ragno come meno piacevoli ($F(1/14)=344.9$ $p<0.001$) più

allertanti ($F(1/14)=79.0$ $p<0.001$) e meno rassicuranti ($F(1/14)=250.9$ $p<0.001$) delle immagini degli animali innocui.

Figure 1. Valutazioni del grado di piacevolezza, eccitazione e sicurezza esperiti dai soggetti aracnofobici e di controllo durante la visione delle immagini dei ragni e delle immagini degli animali innocui. Ciascuna dimensione affettiva è stata valutata mediante una scala a 9 punti in cui il valore 1 e il valore 9 indicano, rispettivamente, il minimo e il massimo grado di valutazione.



Anche i soggetti di controllo hanno attribuito alle immagini dei ragni un minore grado di piacevolezza ($F(1/13)=37.7$ $p<0.001$), un maggiore grado d'allertamento ($F(1/13)=10.6$ $p=0.06$) e un minor grado di sicurezza ($F(1/13)=21$ $p=0.001$) che alle immagini degli animali innocui.

I confronti univariati tra controlli e aracnoobici hanno inoltre mostrato che mentre lo stimolo innocuo è stato valutato da entrambi i gruppi con un punteggio simile in ciascuna dimensione, lo stimolo fobico è stato valutato con minore piacevolezza ($F(1/27)=53.3$ $p<0.001$), maggiore allertamento ($F(1/27)=30.8$ $p<0.001$) e minore sicurezza ($F(1/27)=81.2$ $p<0.001$) dai soggetti aracnofobici rispetto a quelli di controllo.

Risposte autonome

Controlli

Risposte cardiache. Come mostrato in **Figura 2**, nella fase di anticipazione, i soggetti di controllo non presentano alcuna differenza significativa nelle le risposte

cardiache ai due tipi di segnale, che evocano entrambi una risposta bradicardica simile, il cui andamento temporale non mostra consistenti variazioni .

Anche durante la fase di esposizione alle immagini si instaura una modesta risposta bradicardica, simile, per entrambi i tipi di stimoli.

Risposte elettrodermiche. I risultati hanno mostrato che, nei soggetti di controllo, il segnale predittivo del Ragno evoca delle risposte un po' più ampie di quelle suscitate dal segnale associato all'animale neutro; tuttavia questa differenza non raggiunge la significatività statistica ($F(1/13)=3.7$ $p=0.076$). L'analisi delle risposte elettrodermiche evocate in fase di esposizione non ha rivelato alcun effetto significativo del Tipo di stimolo, poiché le risposte alle immagini del Ragno e quelle all'animale innocuo sono di ampiezza equivalente in questi soggetti non-fobici.

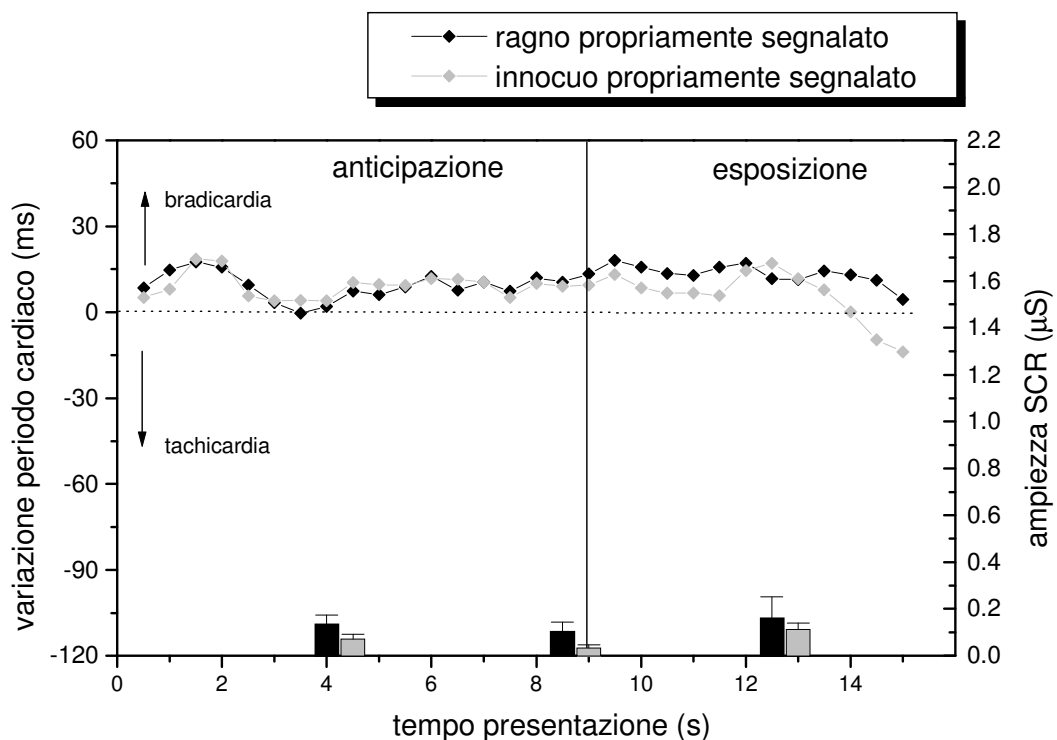


Figure 2. Risposta cardiaca media (**linee**) e risposta elettrocutanea media (**colonne**) dei soggetti non-fobici durante la presentazione **congruente** segnalata di ragni e di animali innocui. La risposta cardiaca è rappresentata dalla variazione mezzo-secondo per mezzo-secondo del periodo cardiaco rispetto al valore medio dei 5 secondi di basale pre-segnale. Le colonne della risposta elettrodermica sono poste in corrispondenza della latenza media del picco di risposta

Aracnofobici

Risposte cardiache. Le risposte cardiache degli aracnofobici durante la fase d'anticipazione del Ragno e dell'animale innocuo presentano ampiezze ed andamenti differenti (vedi **Figura 3**).

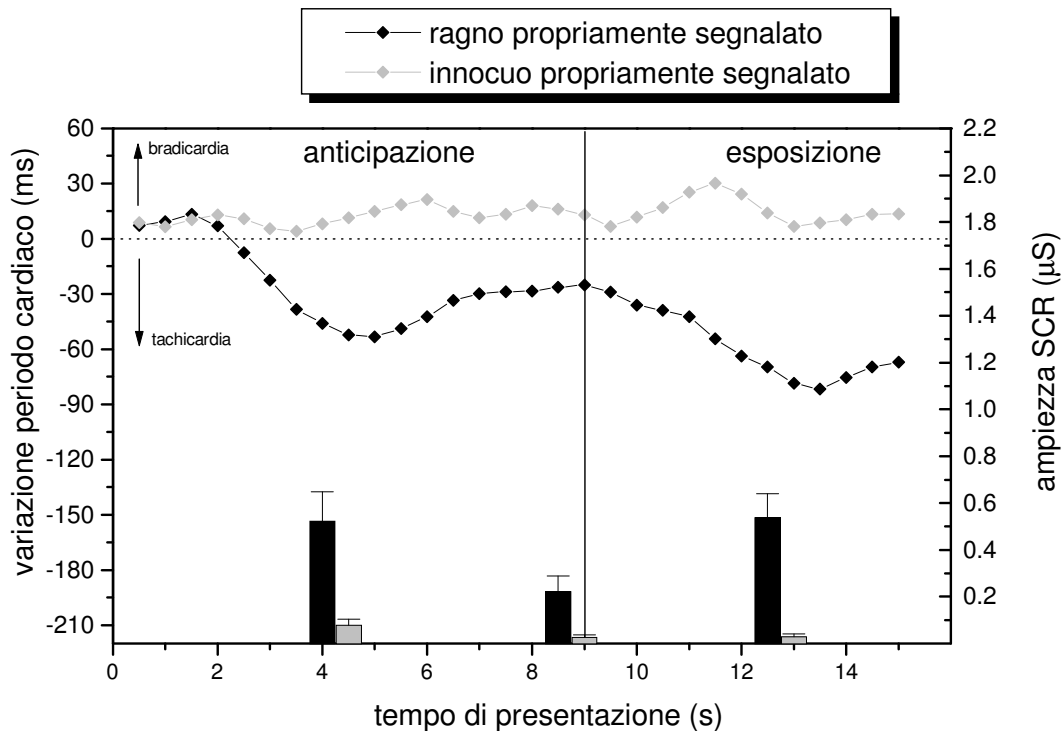


Figure 3. Risposta cardiaca media (linee) e risposta elettrocutanea media (colonne) dei soggetti aracnofobici durante la presentazione **congruente** segnalata di ragni e di animali innocui. La risposta cardiaca è rappresentata dalla variazione mezzo-secondo per mezzo-secondo del periodo cardiaco rispetto al valore medio dei 5 secondi di basale pre-segnale. Le colonne della risposta elettrodermica sono poste in corrispondenza della latenza media del picco di risposta

La risposta d'anticipazione al Ragno mostra un andamento grossolanamente trifasico: ad una breve decelerazione iniziale segue una marcata accelerazione che raggiunge il picco circa 5 secondi dopo la comparsa del segnale; l'attività cardiaca tende poi a decelerare finché non si stabilizza ad un livello di tachicardia più basso del precedente. Questo andamento si riflette nella significatività delle componenti lineare ($F(1/14)= 7.1$ $p=0.02$) quadratica ($F(1/14)=21.9$ $p<0.001$) e quartica ($F(1/14)=26.2$ $p<0.001$) .

La risposta cardiaca al segnale predittivo dell'animale innocuo è invece caratterizzata da una modesta bradicardia con un andamento temporale mal definito.

L'anticipazione del Ragno è associata ad una variazione media del periodo cardiaco di segno diverso rispetto all'anticipazione dell'animale innocuo e l'andamento della variazione si differenzia nelle due condizioni. L'ANOVA mostra, infatti, la significatività del fattore TIPO DI SEGNALE ($F(1/14)=26.5$ $p<0.001$) ed una interazione significativa TIPO DI SEGNALE X TEMPO ($F(17/238)=7.3$ $p<0.001$). In particolare le due risposte iniziano a divergere significativamente dal 5° mezzo secondo a partire dalla comparsa del segnale e si mantengono distinte fino alla fine del periodo di anticipazione (confronti post-hoc tutti significativi con $p<0.05$).

Durante la fase d'esposizione, le risposte cardiache (**vedi Figura 3**) al Ragno e agli animali innocui differiscono sia per il segno che per l'andamento temporale della variazione. L'ANOVA mostra, infatti, la significatività del fattore STIMOLO ($F(1/14)=24.13$ $p<0.001$) e dell'interazione STIMOLO X TEMPO ($F(11/154)=6.47$ $p=0.002$).

La presentazione dell'animale innocuo produce una bradicardia simile a quella osservata nei soggetti non fobici, mentre l'immagine del Ragno induce una risposta tachicardica che raggiunge il picco circa 5 secondi dopo la comparsa dello stimolo per poi ridursi verso la fine della presentazione. Questo andamento della risposta si riflette nella significatività delle componenti lineare ($F(1/14)=17.9$ $p=0.001$), quadratica ($F(1/14)=7.4$ $p=0.016$) e cubica ($F(1/14)=8.5$ $p=0.01$).

Risposta elettrodermica. Nei soggetti aracnofobici le risposte elettrodermiche nella fase anticipatoria risultano significativamente influenzate dal TIPO DI SEGNALE predittivo ($F(1/14)=22.1$ $p<0.001$), poiché il segnale predittivo del Ragno suscita risposte molto più ampie di quelle evocate dal segnale predittivo dell'animale innocuo. Questa differenza è presente sia nelle risposte precoci (t-test, $t(14)=7.2$ $p<0.001$) che in quelle tardive (t-test; $t(14)=3.7$ $p=0.002$). L'ANOVA ha rivelato inoltre un effetto significativo della LATENZA DI RISPOSTA ($F(1/14)=6.5$ $p=0.023$), dovuto alla minore ampiezza delle risposte tardive rispetto alle risposte precoci.

Nella fase d'esposizione le immagini del Ragno evocano negli aracnofobici risposte elettrodermiche significativamente più ampie di quelle suscitate dalle immagini degli animali innocui ($F(1/14)=23.3$ $p<0.001$). Tuttavia è notevole osservare che la risposta elettrodermica evocata dalla presentazione effettiva dell'oggetto fobico è praticamente equivalente, in ampiezza, a quella evocata dal suo segnale predittivo – 0.53 vs 0.52 μ S.

Risultati II

Condizione d'incongruenza tra segnale e stimolo

Nella *fase d'anticipazione* che precede le presentazioni incongruenti le risposte autonome non si differenziano da quelle ottenute nella corrispondente fase con segnalazione congruente, né nei soggetti di controllo né in quelli aracnofobici.

Le risposte nella *fase d'esposizione* ai due tipi di stimoli saranno descritte separatamente per i due gruppi di soggetti.

Controlli

Risposte cardiache. Sia le immagini dei ragni che quelle degli animali innocui provocano una variazione in senso bradicardico il cui andamento non varia significativamente nel tempo. Le curve delle risposte ai due tipi di stimolo non sono significativamente diverse (Figura 4).

Il confronto tra condizione segnale-stimolo congruente e incongruente è stato effettuato sulle variazioni del periodo cardiaco calcolate rispetto agli ultimi 5 secondi della fase d'anticipazione. In questo modo l'analisi può valutare le risposte alla presentazione dei due tipi di stimoli indipendentemente dalle differenze nel livello d'attività cardiaca legate alla fase anticipatoria.

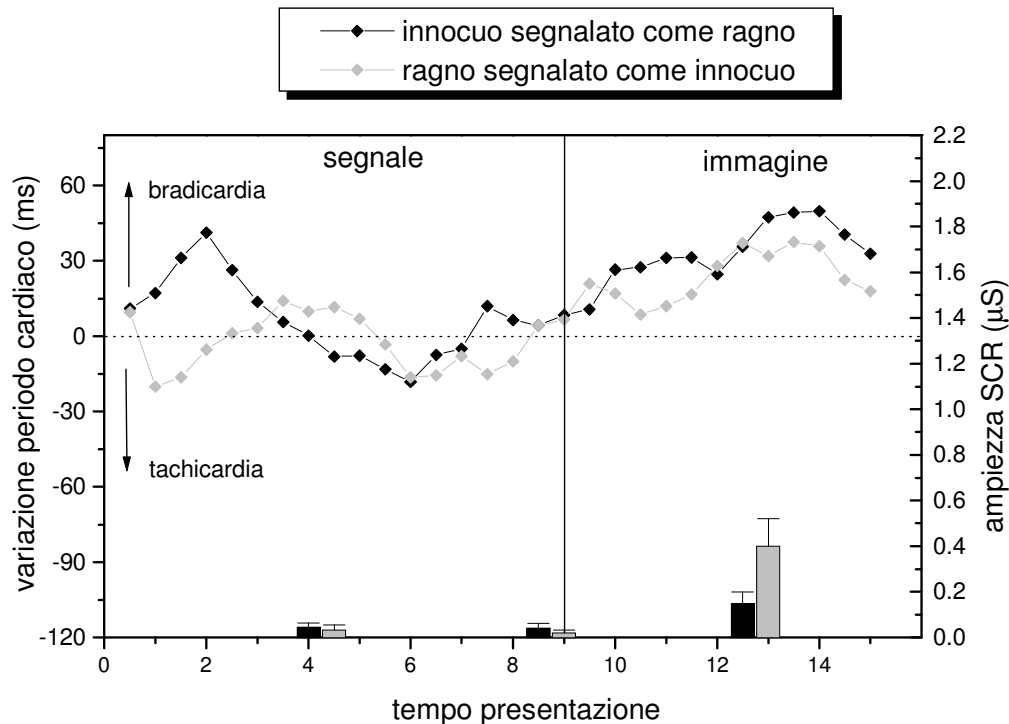


Figure 4. Risposta cardiaca media (**linee**) e risposta elettrocutanea media (**colonne**) dei soggetti non-fobici durante la presentazione **incongruente** segnalata di ragni e di animali innocui. La risposta cardiaca è rappresentata dalla variazione mezzo-secondo per mezzo-secondo del periodo cardiaco rispetto al valore medio dei 5 secondi di basale pre-segnale. Le colonne della risposta elettrodermica sono poste in corrispondenza della latenza media del picco di risposta

L'ANOVA rivela che le risposte cardiache dei soggetti non-fobici sono influenzate significativamente dal fattore CONDIZIONE DI PREDIZIONE ($F(1/13)=15.8$ $p=0.002$); infatti, la bradicardia associata alla presentazioni incongruente predetta è maggiore di quell'evocata dalla presentazione congruente predetta (**Figura 5 e 6**). Anche gli andamenti delle risposte in queste due condizioni sono significativamente diversi (CONDIZIONE DI PREDIZIONE X TEMPO $F(11/143)=3.48$ $p=0.007$); in particolare, mostrano una diversa tendenza lineare (CONDIZIONE DI PREDIZIONE X TEMPO LINEARE ($F(1/13)=7.6$ $p=0.016$))

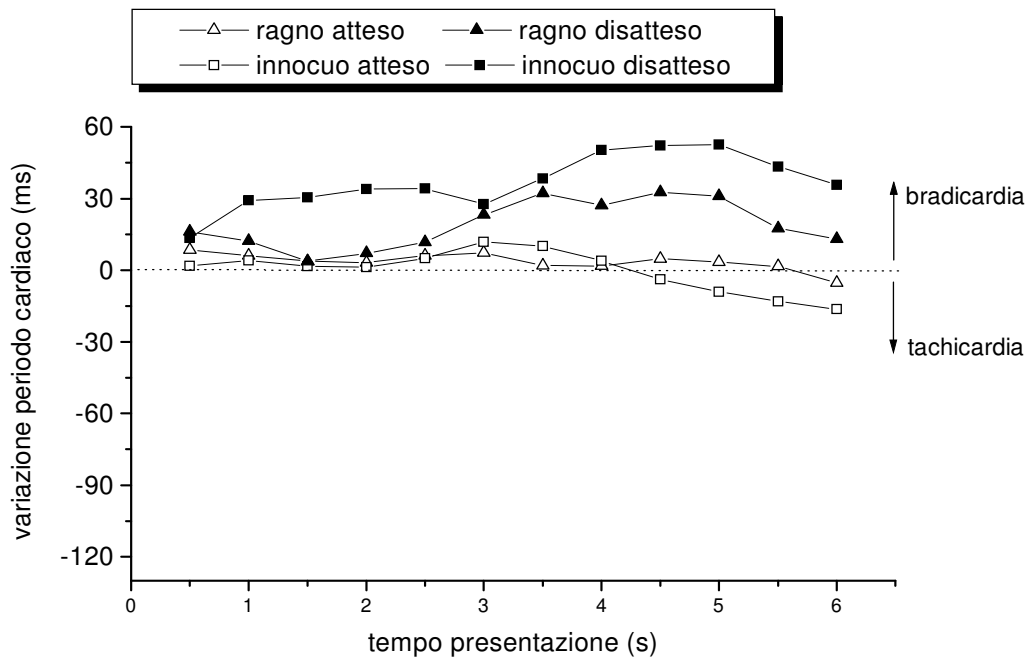


Figura 5. Variazione del periodo cardiaco rispetto al valore medio negli ultimi 5 secondi della presentazione del segnale. Risposte cardiache medie dei **soggetti di controllo** durante la presentazione di ragni e animali innocui, congruentemente (stimoli attesi) e incongruentemente segnalati (stimoli disattesi).

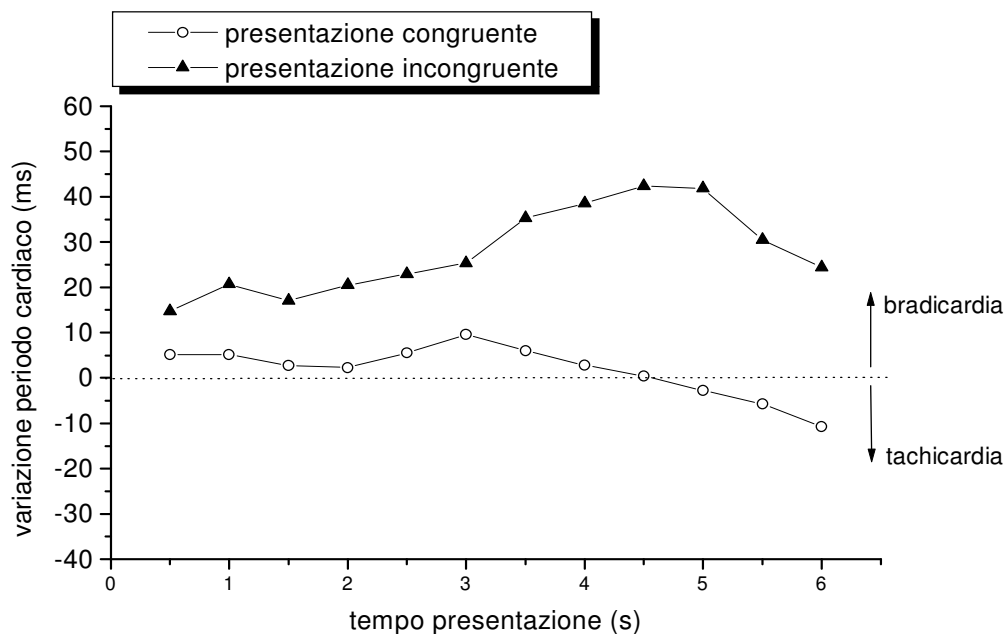


Figura 6. Effetto della presentazione “incongruente” sulla risposta cardiaca media dei **soggetti di controllo**. Variazione del periodo cardiaco rispetto al valore medio negli ultimi 5 secondi della presentazione del segnale.

Risposte elettrodermiche. Le risposte elettrodermiche alle immagini segnalate incongruamente mostrano un effetto significativo del Tipo di Stimolo ($F(1/13)=5.9$ $p=0.03$). Infatti la presentazione del Ragno produce una risposta più ampia di quella dell'animale innocuo.

Il confronto delle due condizioni di segnalazione ha rivelato una interazione CONDIZIONE DI PREDIZIONE X STIMOLO significativa ($F(1/13)=16.0$ $p=0.001$). Infatti la risposta elettrodermica al Ragno è significativamente più ampia in condizione di incongruenza rispetto alla condizione di congruenza ($F(1/13)=11.6$ $p=0.004$) mentre la risposta all'animale innocuo appare simile nelle due condizioni sperimentali (**Figura 7**).

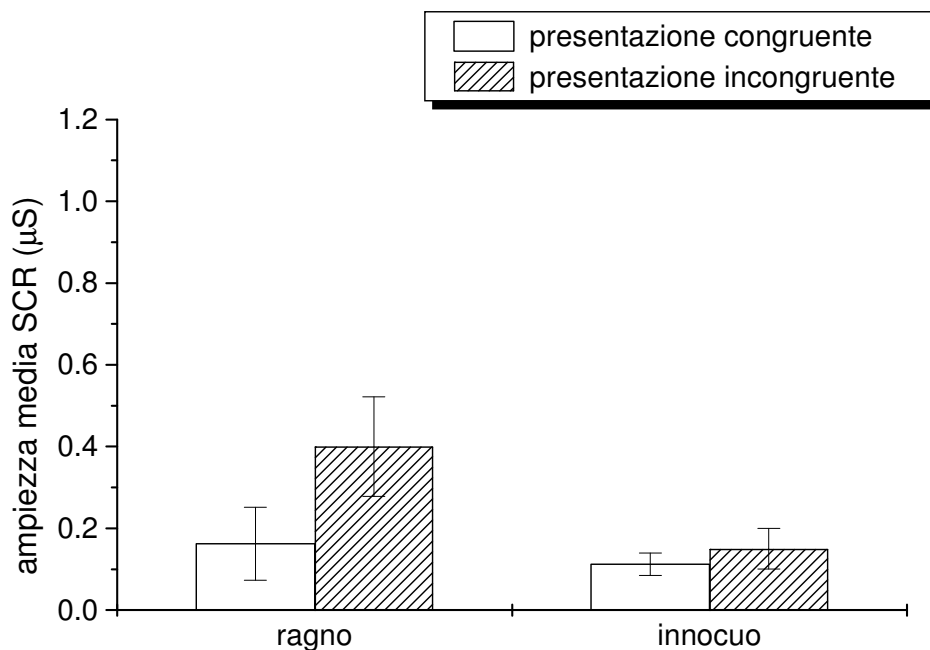


Figure 7. Ampiezza media della risposta elettrocutanea dei **soggetti di controllo** durante le presentazioni congruente e incongruente segnalate di immagini raffiguranti ragni e animali innocui. Le colonne rappresentano il valore dell'ampiezza media della risposte elettrodermica (SCR), mentre le barre rappresentano gli Errori Standard

Aracnofobici

Risposte cardiache. Nella fase d'esposizione, a differenza dei controlli, la presentazione incongruente segnalata del Ragno e dell'animale innocuo producono due tipi di risposte, differenti sia in termini di variazione media del periodo cardiaco (effetto STIMOLO; $F(1/14)=6.5$ $p=0.02$) che di andamento temporale (interazione STIMOLO x TEMPO $F(11/154)=15.4$ $p<0.001$) (**Figura 8**).

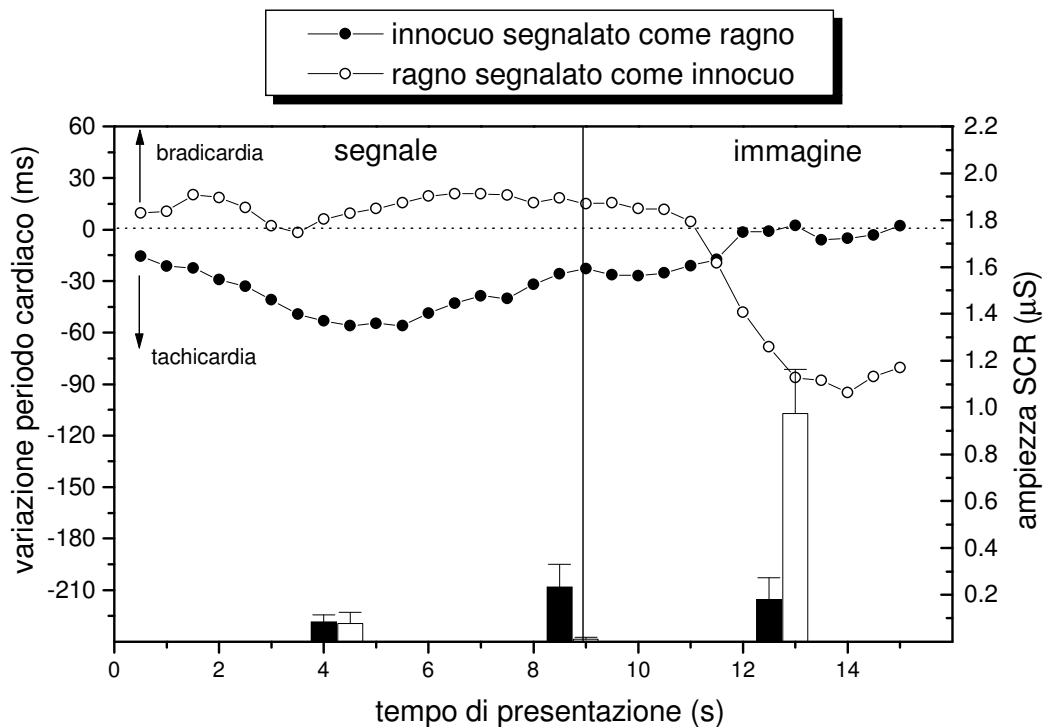


Figure 8. Risposta cardiaca media (**linee**) e risposta elettrocuteanea media (**colonne**) dei **soggetti aracnofobici** durante la presentazione incongruente segnalata di ragni e di animali innocui. La risposta cardiaca è rappresentata dalla variazione mezzo-secondo per mezzo-secondo del periodo cardiaco rispetto al valore medio dei 5 secondi di basale pre-segnale. Le colonne della risposta cutanea sono poste in corrispondenza della latenza media al picco delle rispettive risposte.

In particolare, alla vista del Ragno, segnalato come animale innocuo, i soggetti aracnofobici mostrano in partenza un'attività cardiaca più lenta di quella che avevano nel periodo basale. Come si può osservare in **Figura 8**, questa bradicardia iniziale dura all'incirca 2 secondi e rappresenta un prolungamento della precedente risposta di anticipazione essa segue una ripida fase di tachicardia la cui ampiezza culmina intorno al 5° secondo dalla comparsa dello stimolo e si mantiene stabile fino alla fine della presentazione. L'esposizione all'immagine innocua segnalata come Ragno produce invece una risposta opposta: ad una fase iniziale di tachicardia, prolungamento della precedente risposta di anticipazione, segue una bradicardia che porta l'attività cardiaca vicino al livello basale. Queste differenti morfologie di risposta sono sostenute dall'analisi di tendenza che mostra una significatività delle componenti lineare ($F(1/14)=25.3$ $p<0.001$) e cubica ($F(1/14)=16.1$ $p=0.001$).

Dal confronto delle risposte nelle condizioni congruente ed incongruente non emerge alcun effetto del fattore CONDIZIONE DI PREDIZIONE; tuttavia risultano altamente significative le interazioni CONDIZIONE DI PREDIZIONE x STIMOLO ($F(1/14)=9.5$ $p=0.008$) e CONDIZIONE DI PREDIZIONE x STIMOLO x TEMPO ($F(11/154)=7.6$ $p=0.001$). Queste interazioni indicano che l'attività cardiaca mostrata dagli aracnofobici è fortemente dipendente dal tipo di stimolo presentato ma modulabile sia in ampiezza che nell'andamento dalla condizione di segnalazione (Figura 8). Infatti, durante la presentazione dei ragni, l'ampiezza della risposta tachicardica ($F(1/14)=6.44$ $p=0.02$) è maggiore e presenta una tendenza lineare più negativa ($F(1/14)=8.2$ $p=0.02$) quando i ragni non sono attesi rispetto a quando sono segnalati in maniera corretta.

Inoltre, la risposta agli animali innocui produce una bradicardia maggiore ($F(1/14)=8.1$ $p=0.013$) con una tendenza lineare più positiva ($F(1/14)=11.7$ $p=0.004$) quando lo stimolo è segnalato in maniera incongruente. Conseguentemente la differenza tra le risposte ai due tipi di stimoli si amplifica nella condizione di presentazione incongruente (**Figura 9**). Allo scopo di evidenziare meglio le differenze in ampiezza tra la risposta alla presentazione

congruente e quella alla presentazione incongruente abbiamo calcolato l'ampiezza media della risposta cardiaca in corrispondenza degli intervalli di picco di ciascun tipo di risposta: nella risposta bradicardica abbiamo considerato l'intervallo tra il 4° e il 7° mezzo secondo post-stimolo, mentre per la risposta tachicardica quello tra l'8° e l'11° mezzo secondo post-stimolo.

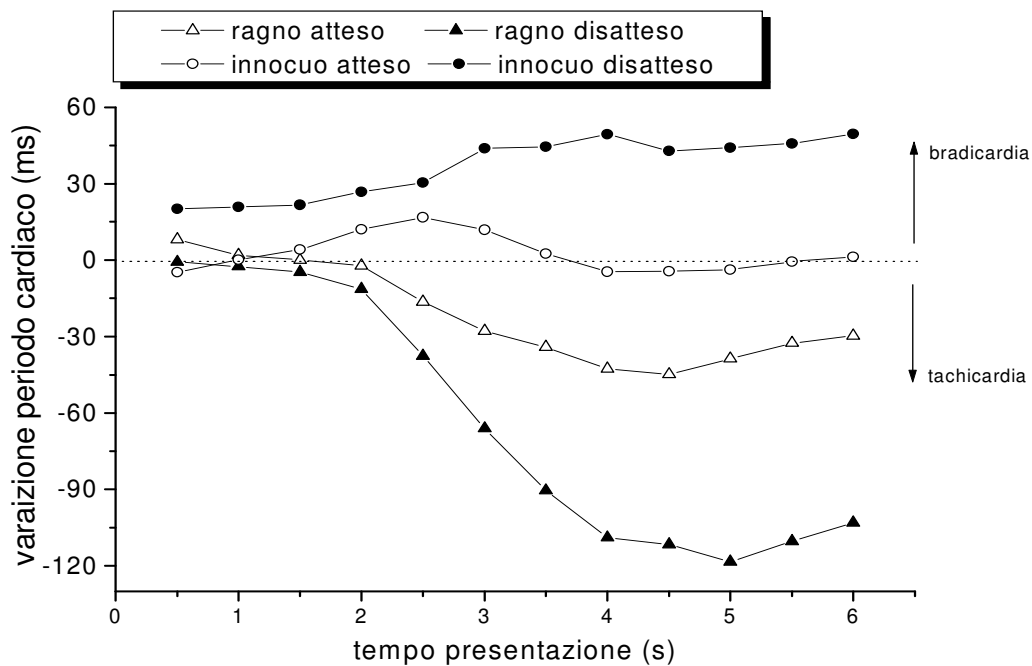


Figura 9. Variazione del periodo cardiaco rispetto al valore medio degli ultimi 5 secondi di anticipazione. Risposte cardiache medie degli aracnofobici durante la presentazione di ragni e animali innocui, congruente (stimoli attesi) e incongruente segnalati (stimoli disattesi).

Quando il Ragno è presentato in maniera incongruente, l'ampiezza al picco della risposta tachicardica aumenta di circa 100 ms rispetto alla condizione di segnalazione congruente. Invece la presentazione incongruente dell'animale innocuo provoca un aumento in ampiezza al picco della risposta bradicardica di circa 40 ms rispetto alla presentazione congruente. La differenza tra questi due incrementi di ampiezza è risultata statisticamente significativa ($F(1/14)=6.5$ $p=0.02$).

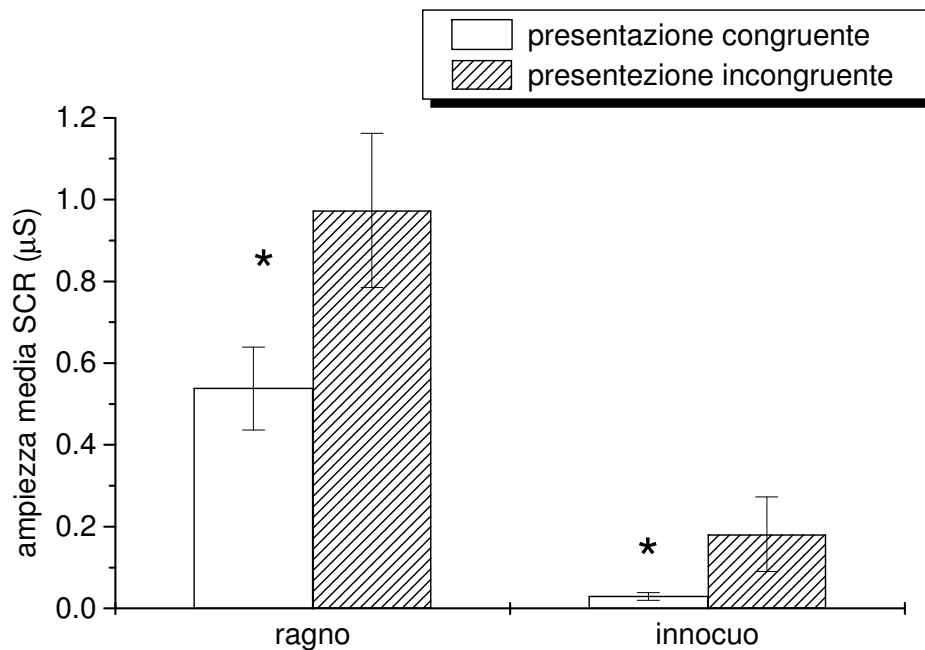


Figure 10. Ampiezza media della risposta elettrodermica **dei soggetti aracnofobici** durante le presentazioni congruente e incongruente segnalate di immagini raffiguranti ragni o animali innocui.. * $p < 0.05$

Risposte elettrodermiche. Nelle presentazioni incongruente segnalate, le risposte elettrodermiche ai due tipi di stimoli è risultata significativamente diversa ($F(1/14)=10.6$ $p=0.006$) poiché la risposta al Ragno segnalato come animale innocuo è più ampia di quella all'animale innocuo segnalato come Ragno. Nel confronto tra le presentazioni congruente segnalate e quelle incongruente segnalate, l'ANOVA ha messo in evidenza un effetto significativo dei fattori STIMOLO ($F(1/14)=20.7$ $p < 0.001$) e CONDIZIONE DI PREDIZIONE ($F(1/14)=11.6$ $p=0.004$) (**Figura 10**). Infatti il Ragno evoca risposte cutanee più ampie di quelle evocate dall'animale innocuo, indipendentemente dal tipo di predizione. Inoltre sia la presentazione del Ragno che quella degli animali innocui evocano risposte elettrodermiche più intense nella condizione di predizione incongruente rispetto alla condizione di predizione congruente.

Discussione

Valutazioni affettive.

I risultati delle valutazioni affettive hanno mostrato che negli aracnofobici le immagini dei ragni hanno un diverso impatto emotivo rispetto agli stimoli neutri. Lo stimolo fobico è stato infatti valutato come più spiacevole, più allertante e meno rassicurante di quello innocuo. Questa differenza di valutazione degli stimoli che è significativa nei soggetti aracnofobici è presente anche nei soggetti di controllo. Infatti anche per i controlli le immagini del Ragno sono un pò più allertanti e un pò meno rassicuranti e piacevoli di quelle innocue. Tuttavia queste differenze di valutazione sono molto meno marcate di quelle mostrate dagli aracnofobici.

Risposte autonome

Presentazioni congruenti. I risultati delle registrazioni autonome ottenuti nei soggetti aracnofobici nella fase congruente dell'esperimento (congruenza segnale-immagine) sono in accordo con la diversa valutazione soggettiva degli stimoli. Infatti gli aracnofobici rispondono allo stimolo fobico e a quello innocuo secondo due schemi distinti di attivazione autonoma: iperidrosi palmare con tachicardia in un caso, e moderata sudorazione con bradicardia nell'altro. Secondo classificazione Pavloviana delle reazioni fisiologiche, questi due schemi di attività autonoma fanno parte di due diversi tipi di risposte comportamentali di opposto significato funzionale. L'ampia risposta elettrodermica e la tachicardia costituirebbero il correlato autonomo della Risposta di Difesa (RD), ovvero di quell'insieme di modificazioni fisiologiche e comportamentali che predispongono l'individuo all'azione (fight or flight, Cannon 1929) inibendo la percezione dello stimolo minaccioso. L'attivazione elettrodermica contestuale alla bradicardia rappresenterebbe, invece, una Risposta d'Orientamento (RO), caratterizzata dalla transitoria inibizione dell'azione e la facilitazione della percezione dello stimolo (Sokolov 1963, Graham & Clifton 1966; Lacey et al. 1963).

In linea con questa interpretazione e con altri lavori precedenti (Hare & Blevings 1975; Fredrikson 1981) i risultati hanno mostrato che solamente i soggetti aracnofobici hanno prodotto una risposta tachicardica durante l'esposizione all'immagine del Ragno. I soggetti di controllo infatti reagiscono a entrambi i tipi di stimoli con una risposta assimilabile a quella d'Orientamento.

I soggetti aracnofobici mostrano una risposta tachicardica e iperidrosica anche in fase di segnalazione dell'immagine fobica, quando lo stimolo fobico non è ancora presente ma solamente atteso. Tale risposta autonoma non può essere considerata come l'espressione di un "effetto anticipazione" di per sé, ma piuttosto potrebbe essere interpretata come una RD condizionata, prodotta dall'associazione del segnale con lo stimolo a contenuto emozionale fortemente negativo (stimoli fobici). L'"effetto anticipazione" che è osservabile nei soggetti di controllo durante la fase di segnalazione degli stimoli, produce infatti una risposta bradicardica simile a quella che si ha nella fase di esposizione ad entrambi i tipi di stimoli. Questi risultati, in linea con i risultati di altre ricerche (Obrist et al. 1969; Klorman & Ryan 1980), mostrano dunque che le risposte autonome al segnale predittivo non indicano uno stato generico di attesa ma una reazione anticipatoria allo stimolo affettivo atteso. Come documentato dagli studi su pazienti neurologici, la capacità di produrre reazioni autonome anticipatorie non dipende dalle strutture implicate nella valutazione affettiva degli stimoli ma dall'integrità delle strutture orbitofrontali, cioè di strutture coinvolte nelle funzioni di controllo e mediazione cognitiva (Bechara et al: 1996; Bechara et al. 1999).

Riposte incongruenti. I risultati ottenuti nella seconda parte dell'esperimento e cioè nella condizione di incongruenza tra segnale ed immagine, ci consentono di analizzare più in dettaglio il ruolo funzionale dei processi anticipatori. In particolare, allo scopo di chiarire quanto l'anticipazione di una stimolazione possa influenzare la risposta autonoma allo stimolo, abbiamo messo a confronto le risposte autonome prodotte dallo stesso tipo d'immagine in due diverse condizioni d'anticipazione: attesa dello stimolo fobico e attesa dello stimolo

innocuo. I risultati hanno mostrato che quando i soggetti aracnofobici si aspettavano una stimolazione fobica, la risposta cardiaca alla presentazione di uno stimolo innocuo è risultata una bradicardia, quindi, simile in direzione alla risposta evocata dalla stimolazione innocua nella condizione congruente, ma di ampiezza maggiore. Ciò indica che indipendentemente dalla stimolazione affettiva attesa, la risposta cardiaca alla presentazione dello stimolo innocuo è sempre bradicardica. Inoltre, non solo la risposta cardiaca allo stimolo innocuo non si è "spostata" verso la direzione dello stimolo atteso (tachicardia) ma, anzi, è diventata più intensa rispetto alla risposta evocata dalla stimolazione innocua nella condizione di anticipazione congruente. La presenza di bradicardia invece che tachicardia e la maggiore ampiezza della risposta cardiaca sembrerebbe indicare rispettivamente che 1) l'aspettativa di ricevere uno stimolo fobico non ha alterato l'elaborazione affettiva dello stimolo innocuo presentato inaspettatamente; 2) la risposta difensiva evocata già in fase di anticipazione non ha inibito l'insorgere di una contingente risposta d'orientamento.

Anche i risultati delle presentazioni incongruenti dello stimolo fobico mostrano un effetto analogo. Infatti quando i soggetti aracnofobici si aspettavano una stimolazione innocua, la risposta cardiaca evocata dalla presentazione dell'immagine fobica non si è "spostata" nella direzione dello stimolo atteso ma piuttosto è risultata una tachicardia più intensa. Anche la risposta elettrodermica evocata dal Ragno atteso come animale innocuo è risultata più ampia di quella evocata in condizione di anticipazione congruente.

I risultati di entrambi i tipi di presentazione incongruente ci inducono a supporre, dunque, che la direzione della risposta autonoma ad uno stimolo non è pre-influenzata dalla valenza dello stimolo atteso, ma solo dall'effettiva percezione del contenuto emozionale dello stimolo.

Alcune ricerche hanno mostrato che in certe circostanze l'anticipazione creata da un segnale predittivo può provocare un'alterazione nella percezione dell'intensità sonora di uno stimolo, e contestualmente uno spostamento della risposta elettrodermica nella direzione dello stimolo atteso (Grings et al. 1980). Un effetto

simile è stato dimostrato anche in uno studio in cui venivano registrati potenziali evocati visivi in risposta a stimoli con diversa intensità luminosa. In particolare l'anticipazione di uno stimolo più luminoso provocava un aumento in ampiezza del potenziale evocato anche quando la luminosità effettiva non era aumentata (Begleiter et al. 1973). In questi studi in cui l'anticipazione si è dimostrata efficace nel modificare le risposte fisiologiche allo stimolo, le condizioni di stimolazione erano molto diverse da quelle utilizzate nel nostro studio e ciò potrebbe spiegare la discordanza con i nostri risultati. Infatti in quegli esperimenti sia la durata temporale che la variazione unidimensionale dello stimolo rendevano più facile una eventuale alterazione percettiva. Nel nostro lavoro invece abbiamo impiegato stimoli visivi complessi, diversi sia in contenuto percettivo che affettivo, presentati inoltre per una durata sufficientemente lunga per consentire una chiara percezione dello stimolo.

L'ipotesi che l'anticipazione possa in qualche modo canalizzare risposte affettive è sostenuta da alcuni studi che mostrano il potenziamento del riflesso di ammiccamento durante l'anticipazione di uno shock elettrico o durante la presentazione di immagini a contenuto avversivo (Grillon et al. 1991; Bradley et al. 1993). Questo effetto di potenziamento è stato spiegato ipotizzando un sistema motivazionale avversivo comune a tutte i riflessi protettivi dell'organismo, che, una volta innescato, faciliterebbe le risposte difensive e inibirebbe quelle d'avvicinamento verso lo stimolo (Lang, Davis. & Ohman 2000). Nel nostro studio al contrario non abbiamo trovato né un effetto d'inibizione della risposta difensiva quando i soggetti aracnofobici si aspettavano la presentazione di uno stimolo innocuo, né una riduzione della risposta d'orientamento quando i soggetti attendevano la comparsa di uno stimolo fobico.

Questo disaccordo potrebbe essere dovuto all'oggetto specifico delle nostre indagini, ovvero alle dinamiche delle risposte autonome. Uno dei determinanti più efficaci dell'attivazione autonoma è la novità (novelty), ovvero il cambiamento imprevisto di una proprietà dello stimolo. I risultati che abbiamo mostrato nel presente lavoro potrebbero essere quindi discussi alla luce del concetto di "risposta

di discrepanza percettiva" (*perceptual disparity reponse*). Con questo termine è stata definita la risposta autonoma che si verifica quando ad un segnale predittivo segue uno stimolo incondizionato differente da quello che era stato precedentemente associato al segnale, provocando una discrepanza tra la percezione attesa e la percezione effettiva dello stimolo (Grings 1960). L'ampiezza delle risposte di discrepanza è inoltre influenzato dalla direzione del cambiamento d'intensità dello stimolo (Kimmel 1960). I risultati che abbiamo ottenuto sembrano effettivamente suggerire l'effetto di una interazione tra la discrepanza e la valenza emotiva dello stimolo. Infatti, le risposte autonome alle immagini risultano amplificate quando gli stimoli sono incongruenti rispetto alle aspettative create dal segnale. Inoltre, la risposta autonoma prodotta dal soggetto quando lo stimolo era emotivamente più forte di quello atteso (il Ragno anziché un animale innocuo) era più ampia di quella evocata da uno stimolo con un minor contenuto affettivo rispetto a quello segnalato e questo effetto è risultato particolarmente evidente per i soggetti aracnofobici.

Dal nostro studio si possono trarre due importanti conclusioni circa l'effetto dell'anticipazione sull'emozione e il significato funzionale delle risposte autonome evocate dagli stimolo affettivi:

- 1) L'anticipazione di un evento emozionale come la presentazione dello stimolo fobico non dispone il sistema autonomo ad una facilitazione selettiva della reazione attesa, e perciò non instaura uno stato preparatorio "cieco" agli eventuali cambiamenti della stimolazione;
- 2) L'aspettativa sollecita il sistema autonomo ad anticipare parzialmente la reazione affettiva ad uno stimolo, cioè a portare il sistema in uno stato in parte già adeguato a fronteggiare lo stimolo atteso così da esaurire parzialmente la quota di attivazione fisiologica richiesta dallo stimolo emotivo atteso.

Pertanto i meccanismi di controllo cognitivo top-down che stanno alla base del comportamento di anticipazione, hanno un effetto di moderazione piuttosto che di potenziamento della risposta autonoma allo stimolo emotivo. Ciò sembra in

relazione al fatto che l'attivazione autonoma è regolata da una dinamica omeostatico-correttiva che adegua continuamente lo stato interno dell'organismo alle nuove esigenze percettive-motorie e pertanto essa risulta sensibile sia alla valenza affettiva di uno stimolo atteso che ai cambiamenti imprevisti nel corso della stimolazione. Queste conclusioni, dunque, sono in disaccordo con una concezione impulsiva dell'emozione, secondo la quale certe emozioni "urgenti" come la paura, sarebbero innescate da meccanismi a soglia simili a quelli dei comportamenti istintivi (Lang 1997; Lorenz 1970). Al contrario, da questo studio emerge, invece, una visione riequilibrativa e adeguativa dei processi affettivi, esemplificata proprio dalle capacità predittive e correttive delle funzioni autonome. (Pribram 1967; Porges 1997).

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Gli studi fenomenologici hanno il merito di aver fatto per primi notare che l'emozione non è un fenomeno contingente e secondario alla percezione ma bensì un processo inerente l'esperienza percettiva, grazie al quale gli oggetti e gli eventi percepiti si organizzano secondo una "prospettiva affettiva" (Merlou-Ponty 1945; Varela & Depraz 2000). È esperienza comune, infatti, che gli oggetti a contenuto emozionale ci appaiono come se fossero "in rilievo" o in evidenza rispetto agli altri oggetti di una scena.

I dati sperimentali delle nostre ricerche hanno effettivamente mostrato che gli stimoli emozionali catturano l'attenzione più facilmente degli stimoli neutri e che la loro "salianza" percettiva dipende da meccanismi precoci di allertamento e detezione dello stimolo. In particolare, nello studio sulle stimolazioni subliminali abbiamo verificato che la presentazione di uno stimolo aversivo è in grado di evocare una risposta elettrodermica in assenza della percezione consapevole dell'oggetto affettivo. Ciò lascia supporre che il riconoscimento della natura affettiva dello stimolo inizi ad uno stadio precoce dell'elaborazione sensoriale e dunque che la percezione sia influenzata sin dall'inizio dalla connotazione emozionale dello stimolo (Zajonc 1980).

La natura implicita dei processi di valutazione affettiva e la precocità di alcune risposte fisiologiche hanno suggerito l'idea che le risposte agli stimoli affettivi siano completamente indipendenti dalla percezione consapevole dell'oggetto emozionale

e dunque, che il processamento delle emozioni avvenga in maniera interamente "automatica". Gli studi con stimolazioni subliminali hanno mostrato però che il precoce processo di riconoscimento affettivo di uno stimolo è meglio assimilabile ad una reazione di pre-allarme piuttosto che ad una vera risposta emozionale. Infatti questa ultima è caratterizzata da un'evidente modificazione dell'attività cardiaca, che invece manca nelle condizioni di presentazione subliminale dello stimolo.

I dati psicofisiologici sembrano indicare che la fase pre-coscienza della valutazione affettiva sia prevalentemente preposta alla generazione di una risposta di arousal proporzionale al grado di allerta richiesto dall'evento. Le risposte cardiache invece, indicative di una disposizione di approccio o di *evitamento* dallo stimolo, rifletterebbero uno stadio più tardivo della valutazione affettiva, dipendente dall'esigenza di adeguare un'azione alla percezione cosciente dell'oggetto affettivo. Considerando il fenomeno dell'emozione da una prospettiva dinamica, possiamo dunque interpretare l'automaticità di certe risposte affettive non come una proprietà definitiva e invariante del processo emozionale ma come il correlato di un stadio dinamico iniziale preparatorio alla percezione cosciente dell'oggetto emozionale (Pessoa 2005).

I risultati dello studio sulla presentazione d'immagini segnalate hanno mostrato che le risposte autonome si adeguano alla percezione e non risultano pre-condizionate dall'aspettativa del soggetto. La risposta autonoma dei soggetti fobici all'immagine inaspettata di un animale innocuo, segnalata e attesa però come immagine di Ragno, non mostra segni di uno "spostamento" verso la risposta attesa. Imprevedibilità e novità della percezione rappresentano comunque fattori di amplificazione delle risposte viscerali dal momento che sia le reazioni cardiache che quelle elettrodermiche ad uno stimolo inaspettato risultano più ampie rispetto alle risposte evocate dallo stimolo atteso.

Questi dati sono in linea con l'ipotesi che le risposte vegetative riflettano il riconfiguramento dell'assetto comportamentale dell'organismo funzionale a

cambiamenti significativi e imprevisti dell'ambiente, come suggerito da Damasio (2003) e Pribram (1967). .

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Adolph R. Tranel D. Damasio A.R. (2003)** Dissociable neural systems for recognizing emotions. *Brain and Cognition* 52, 61-69
- Aggleton JP, Passingham RE (1981).** Syndrome produced by lesion of the amygdala in monkeys. In *J Comp Physiol Psychology*
- Allport D.A. (1989).** Visual attention. In M.I. Posner (Ed.) *Foundations of cognitive science* 631-682. Cambridge, MA: MIT Press.
- Anderson S.W., Bechara A., Damasio H., Tranel D. & Damasio A.R. (1999).** Impairment of social and moral behaviour related to early damage in the human prefrontal cortex. *Nature Neuroscience* 2, 1032-1037.
- Amaral DG, Price JL, Pitkanen A, Carmichael ST (1992).** Anatomical organization of primates amygdaloid complex. In *The Amygdala*, Aggleton JP ed. New York:1-66.
- Anderson A.K. (2005).** Affective Influences on the Attentional Dynamics Supporting Awareness. *Journal of Experimental Psychology: General* 134 (2), 258-281.
- Anderson K.A. & Phelps E.A. (2001).** Lesions of the human amygdala impairs enhanced perception of emotionally salient events. *Nature* 411, 305-309
- Anscombe F. J (1948).** The transformation of Poisson, binomial, and negative
- Arnold M. (1960).** *Emotion and Personality*. New York: Columbia University Press
- Bechara A., Damasio H., Tranel D. and Damasio A. (1996).** Failure to respond autonomically to anticipated future outcomes following damage to prefrontal cortex. *Cereb Cortex* 6, 215-225.
- Bechara A., Damasio H., Damasio A.R., & Lee G.P. (1999).** Different contributions of the human amygdala and ventromedial prefrontal cortex to decision making *The Journal of Neuroscience* 19 (13), 5743-5481

- Begleiter H., Projesz B., Yerre C. & Kissin B. (1973).** Evoked potential correlates of expected stimulus intensity. *Science* 179, 814-816.
- Bentson C.G. Cacioppo J. Binkley P.F. (1994)** Autonomic cardiac control. III. Psychological stress and cardiac response in autonomic space as revealed by pharmacological blockades. *Psychophysiology* 31, 599-608.
- Blaney BH (1986).** Affect and Memory: a review. *Psych Bull* 99: 229-246.
- Bower GH (1982).** Emotional influences in memory and thinking: data and theory. In *Affect and cognition*, Clark M.S. & Fiske S. eds.
- Bradley M. & Lang P.J. (1994).** Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavioural Therapy & Experimental Psychiatry* 25(1), 49-59.
- Bradley M.,M., Cuthbert B.,N. & Lang P.J.(1993).** Pictures as prepulse: attention and emotion in startle modification. *Psychophysiology* 30, 541-545
- Cacioppo, J. T., & Gardner, W. L. (1999).** Emotion. *Annual Review of Psychology*, 50, 191-214.
- Cannon WB (1929).** *Bodily changes in pain hunger fear and rage*, 2 ed. New York, Appplenton Century Crofts.
- Chun M.M. & Potter M.C. (1995).** A two-stage model for multiple target detection in RSVP. *Journal of experimental psychology: Human perception and performance* 21, 109-127.
- Claparede E. (1911).** Recognition et moitié. *Archives de Psychologie* 11, 79-90.
- Compton R.J. (2003).** The interface between Emotion and Attention: a review of evidence from psychology and Neuroscience. *Behavioral and Cognitive Neurosciences Reviews* 2, 115-129.
- Critchley H.D., Matyhias C.G. & Dolan R.G. (2002).** Fear conditioning in humans: the influence of awareness and autonomic arousal on functional neuroanatomy. *Neuron* 33, 653-663.

Curtis G.C., Magee W.J., Eaton W.W., Wittchen H.U., Kessler R.C. (1998)

Specific fears and Phobias. Epidemiology and classification. *British Journal of Psychiatry* 173, 212-217.

Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders - IV edition (1994)

American Psychiatric Association, Washington, DC.

Damasio A (2000). *Emozione e coscienza*, Adelphi, Milano,

Damasio A. (1995). *L'errore di Cartesio. Emozioni, ragione e cervello umano* Adelphi, Milano.

Damasio A., Tranel D. and Damasio H. (1990). Individuals with sociopathic behaviour caused by frontal damage fail to respond autonomically to social stimuli. *Behavioural Brain Research* 41, 81-94.

Darwin C. (1862). *L'espressioni delle emozioni nell'uomo e negli animali*, Bollati Boringhieri, Torino, 1967.

Das P., Kemp A.H., Liddell B.J., Brown K., Olivieri G., Peduto A., Gordon E. & Williams L.M. (2005). Pathways for fear perception: Modulation of

amygdala activity by thalamo-cortical systems. *NeuroImage* 26, 141 –148

Davidson R.J. & Sutton S.K. (1995). Affective neuroscience: the emergence of a discipline. *Current Opinion in Neurobiology* 5, 217-224.

De Gelder B., Vroomen J., Poutois G. & Weiskrantz L. (1999). Non-conscious recognition of affect in the absence of striate cortex. *Neuroreport* 10, 3759-3763.

De Rivera J. (1977). *A structural theory of emotions*. New York: International Universities Press.

De Sousa, R. (2003). Emotion. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Spring Edition.

Ekman P (1972). Universal and cultural differences in facial expression of emotions, in Cole JK ed. *Nebraska symposium on motivation*, Lincoln, University of Nebraska Press.

- Enns J.T. & Di Lollo V. (2000).** What's new in visual masking? *Trends in Cognitive Sciences* 4 (9), 345-352.
- Eysenk MW, Calvo MG (1992).** Anxiety and performance: the processing efficiency theory. *Cognition & Emotion* 6: 409-434
- Fredrikson M. (1981).** Orienting and defensive reaction to phobic and conditioned fear stimuli in phobics and normals. *Psychophysiology* 18, 456-464.
- Fredrikson M, Annas P, Fsher H, Wik G (1996).** Gender and age differences in the prevalence of specific fears and phobias. *Behavioural Research and Therapy* 34(1): 33-39
- Frijda N. (1986).** *The Emotions*. Cambridge: Cambridge University Press
- Fyer A. (1988).** Current approach to aetiology and pathophysiology of specific phobias. *Biological Psychiatry* 44, 1295-1304.
- Gallegos D.R., Tranel D. (2005).** Positive facial affect facilitates the identification of famous faces. *Brain and Language* 93 338–348
- Glascher J. & Adolphs R. (2003).** Processing of the arousal of subliminal and supraliminal emotional stimuli by the human amygdale. *Journal of Neuroscience* 23 (32), 1074-1082.
- Graham F. K. (1980).** Representing cardiac activity in relation to time.
- Graham F.K. & Clifton R.K. (1966)** Heart rate change as component of orienting response. *Psychophysiology* 65 305-320.
- Grillon C., Ameli R., Woods S.W. & Merikangas K. (1991).** Fear-potentiated startle in humans: effects of anticipatory anxiety on the acoustic blink reflex. *Psychophysiology* 28, 588-595.
- Grings W.W. (1960).** Preparatory set variables related to classical conditioning of autonomic responses. *Psychological Review* 67(4), 243-252.
- Grings W.W., Ingeborg V. & Peeke S. C. (1980).** The effects of expectancy upon electrodermal response to signaledd stimuli. *Psychophysiology* 17, 390-394.

- Hamann S. & Canli T. (2004)** Individual differences in emotion processing. *Current opinion in neurobiology* 14, 233-238.
- Hampton, C., Purcell, D. G., Bersine, L., Hansen, C. H., & Hansen, R. D. (1989).** Probing “pop-out”: Another look at the face-in-the-crowd effect. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 27, 563–566.
- Hare R. (1973).** Orienting and defensive responses to visual stimuli. *Psychophysiology* 10, 453-464.
- Hare R. & Blevings G. (1975).** Defensive Responses to Phobic Stimuli. *Biological Psychology* 3, 1-13.
- Hare R., Wood K., Sue B. & Shadman J. (1971).** Autonomic responses to affective visual stimulation. *Psychophysiology* 7, 408-416.
- Inaba M.T., Nomura M. & Ohira H. (2005).** Neural evidence of effects of emotional valence on word recognition. *International Journal of Psychophysiology* 57, 165–173.
- Izard CE (1977).** Human Emotions, New York, Plenum Press.
- James W (1884).** What is an emotion? *Mind*,9:188-205
- Kayser J, Tenke C, Nordby H., Hammerberg D, Hugdahl K, Erdman G (1997).** Event-related potential asymmetries to emotional stimuli in a visual half-field paradigm. *Psychophysiology* 34:414-426.
- Kern R.P., Libkuman T.M., Otani H. & Holmes K.(2005).** Emotional Stimuli, Divided Attention, and Memory. *Emotion* 5 (4) 408-417.
- Kensinger EA, Corkin S.(2003).**Effect of negative emotional content on working memory and long-term memory. *Emotion* 3(4), 378-93.
- Kimmel H. D. (1960).** The relationship between direction and amount of stimulus change and amount of perceptual disparity response. *Journal of Experimental Psychology* 59, 68-72.
- Klorman R. & Ryan R. M. (1980).** Heart Rate, Contingent Negative Variation and Evoked Potentials during the anticipation of affective stimulation. *Psychophysiology* 17 (6), 513-523.

Klorman, R., Weerts, T.C., Hastings, J.E., Melamed, B.J., & Lang, P.J. (1974).

Psychometric description of some specific-fear questionnaires.
Behavior Therapy 5, 401-409.

Kluver H, Bucy PC (1937). Psychic blindness and other Symptoms following bilateral temporal lobectomy in Rhesus monkeys. *Am J Physiol*, 199:352-353.

Kolassa I.T., Musial F., Mohr A., Trippe R.H., Miltner W.H. (2005).

Electrophysiological correlates of threat processing in spider phobics.
Psychophysiology 42 (5), 520-530.

Kosslyn, S. M., Shin, L. M., Thompson, W. L., McNally, R. J., Rauch, S. L.,

Pitman, R. K., and Alpert, N. M. (1996). Neural effects of visualizing and perceiving aversive stimuli: A PET investigation. *NeuroReport* 7:1569–1576.

Kotloor, T. M. (1989). Recognition of faces by adults. *Psychological Studies*, 34, 102–105.

Lacey J.I., Kagan J., Lacey B & Moss H.A. (1963). The visceral level:

situational determinants and behavioural correlates of autonomic response patterns. In P.H. Knapp (Ed.), *Expression of emotions in man*, 161-196. New York: international University Press.

Lane, R. D., Reiman, E. M., Bradley, M. M., Lang, P. J., Ahern, G. L., Davidson, R. J., and Schwartz, G. E. (1997). Neuroanatomical correlates of pleasant and unpleasant emotion. *Neuropsychologia* 35,1437–1444.

Lang P.(1980). Self Assessing Manikin. *Technology in mental health care delivery* 119-137.

Lang P.J., Davis M. & Ohman A. (2000). Fear and anxiety: animal models and human cognitive psychophysiology. *Journal of Affective Disorders* 61, 137-159.

Lang P., Greenwald M. and Bradley M. (1993). Looking at pictures:

affective, facial, visceral and behavioural reactions. *Psychophysiology* 30, 261-273.

- Lang P.J., Ohman A., & Vaitl D. (1988).** *The international Affective Picture System*. Gainesville: Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, M. M. (1997).** Motivated attention: Affect, activation and action. In P. J. Lang, R. F. Simons, & M. T. Balaban (Eds.), *Attention and Orienting: Sensory and Motivational Processes*, 97 – 135. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Lavy, E. H., van den Hout, M., & Arntz, A. (1993).** Attentional bias and spider phobia: Conceptual and clinical issues. *Behaviour Research and Therapy*, 31, 17–24.
- Lazarus R. (1991).** Cognition and Motivation in Emotion. *American Psychologist* 46, 362-67.
- LeDoux J, Farb E, Ruggiero CF (1990).** Topographic organization of neurons in the acoustic thalamus that project to the amygdala. *J Neuroscience* 10: 1043-1054.
- LeDoux J.E. (1992).** Brain mechanisms of emotion and emotional learning. *Current Opinion in Neurobiology*, 2(2): 191-197.
- LeDoux JE(1992).** Emotion and the amygdala, in *The amygdala: neurobiological aspects of emotion, mystery, and mental dysfunction*, JP Aggleton ed. New York: 339-351
- Liddell B. J., Brown K. J., Kemp A. H., Barton M. J., Das P., Peduto A., Gordon E. & Williams L. M. (2005).** A direct brainstem–amygdala–cortical ‘alarm’ system for subliminal signals of fear. *NeuroImage* 24 (1), 235-243
- Lipp O.V., Derakshan N. (2005).** Attentional bias to pictures of fear-relevant animals in a dot probe task. *Emotion* 5(3): 365-9.
- Lorenz K. (1970).** *Studies in Animal and Human behaviour*. Volume I. Cambridge, MA: Harvard University Press
- Lykken D.T., Macindoe I. & Tellegen A. (1972).** Preception: autonomic response to shock as a function of predictability in time and locus. *Psychophysiology* 9, 318-333.

- Lykken, D. T., & Venable, P. H. (1971).** Direct measurement of skin conductance: A proposal for standardization. *Psychophysiology*, 8, 656–672.
- MacLean PD (1949).** Psychosomatic disease and the visceral brain. *Psychosomatic Medicine* 11: 338-353.
- Marks DF, Mathews AM (1979).** Brief standard self rating for phobic patients. *Behavioural and Research Therapy*, 17:236-267.
- Mathews, A., & MacLeod, C. (1985).** Selective processing of threat cues in anxiety states. *Behaviour Research and Therapy*, 31, 563–569.
- Merleau-Ponty M.(1945).** *Fenomenologia della percezione*, Il Saggiatore, Milano
- Mineka, S., & Öhman, A. (2002).** Phobias and preparedness: The selective, automatic, and encapsulated nature of fear. *Biological Psychiatry*, 52, 927–937.
- Morris J.S., Ohman A. & Dolan R.J. (1998).** Conscious and uncounscious emotional learning in human amygdala. *Nature* 393, 467-470.
- Morris J.S., Ohman A. & Dolan R.J. (1999).** A subcortical pathway to the right amygdala mediating unseen fear. *Proceedings of the National Accademy of Science* 96, 11680-11685.
- Naveteur J., Buisine S. & Gruzelier J.H. (2005).** The influence of anxiety on electrodermal response to distractors. *International Journal of Psychophysiology* 56, 261-269.
- Nieuwenhuis S., Gilzerant S.M., Holmes D. B. & Cohen J.D. (2005).** The Role of the Locus Coeruleus in Mediating the Attentional Blink: A Neurocomputational Theory. *Journal of Experimental Psychology: General* 134 (3), 291-307.
- Nothdurft, H. C. (1993).** Faces and facial expressions do not pop out. *Perception*, 22, 1287–1298.

- Obrist P.A., Webb R.A. & Shutter J.R.(1969).** Heart rate and somatic changes during aversive conditioning and a simple reaction time task. *Psychophysiology* 5, 696-723.
- Oatley, K. & Johnson-Laird, P. N. (1985).** *Sketch for a cognitive theory of emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ohman A. (2005).** The role of amygdala in human fear: automatic detection of threat. *Psychoneuroendocrinology* 30, 953-958.
- Ohman A, & Soares J.J.F. (1993).** On the automatic nature of phobic fear: conditioned electrodermal response to masked fear-relevant stimuli. *Journal of abnormal Psychology* 102, 1221-1231.
- Ohman A, & Soares J.J.F. (1994).** Unconscious Anxiety: phobic responses to masked pictures. *Journal of abnormal Psychology* 103 (2), 231-240.
- Ohman A. Flykt A. & Esteves F. (2001).** Emotion drives attention: detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology: General* 130 (3), 466-478.
- Ohman A. & Mineka S. (2001).** Fear, phobias and preparedness: toward an evolved module of fear learning. *Psychological Review* 108, 483-522.
- Panksepp, J. (1982)** Toward a general psychobiological theory of emotions. *The Behavioral and Brain Sciences* 5:407–467.
- Papez JW (1937).** A proposed mechanism of emotion. *Archives of Neurology and Psychiatry* 38, 725-743.
- Pessoa L. (2005).** To what extent are emotional visual stimuli processed without attention and awareness? *Current Opinion in Neurobiology* 15, 188-196.
- Pessoa L., McKenna M., Gutierrez E., & Ungerleider L. G. (2002).** Neural processing of emotional faces requires attention. *Proceedings of National Accademy of Sciences* 99 (17), 1458-11463.
- Porges, S.W. (1997).** Emotion: An evolutionary by-product of the neural regulation of the autonomic nervous system. In C. S. Carter, Kirkpatrick B.,

& Lederhendler I.I. (eds.), *The Integrative Neurobiology of Affiliation*, Annals of the New York Academy of Sciences, 807, 62-77.

Pribram K. (1967). Emotion: Steps towards a neuropsychological theory. In *Neurophysiology and Emotion*. Glass D.C. ed. Rockefeller University Press.

Raymond J.E., Shapiro K.L., & Arnell K.M. (1992). Temporary suppression of visual processing in a RSVP task: An attentional Blink? *Journal of experimental psychology: Human perception and performance* 18, 849-860.

Richter-Levin G. & Akirav I. (2003). Emotional tagging of memory formation--in the search for neural mechanisms. *Brain Res Brain Res Rev.* Dec;43(3):247-56.

Rinck M, Reinecke A, Ellwart T, Heuer K, Becker (2005). Speeded detection and increased distraction in fear of spiders: evidence from eye movements. *Journal of Abnormal Psychology.* 114(2):235-48.

Rolls E.T. (1995). A theory of emotion and consciousness, and its application to understanding the neural basis of Emotion. In *Cognitive Neuroscience*, M Gazzaniga ed., MIT:1091-1106.

Schachter & Singer JE (1962). Cognitive, social and physiological determinants of emotional state. *Psychological Review* 69: 379-399.

Schupp, H. T., Junghöfer, M., Weike, A. I., & Hamm, A. O. (2003). Emotional facilitation of sensory processing in the visual cortex. *Psychophysiological Science*, 14, 7-13.

Schwartz G. E. & Higgins J. D. (1971). Cardiac activity preparatory to overt and covert behaviour. *Science* 173, 1144-1146

Seligman, M. E. P. (1971). Phobias and preparedness. *Behavior Therapy*, 2, 307-320.

Shapiro K., Caldwell J. & Sorensen E. (1997). Personal names and the attentional blink: A visual "cocktail party" effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 23 (2), 504-514.

- Shapiro, K. L., Arnell, K. M., & Raymond, J. E. (1997).** The attentional blink. *Trends in Cognitive Science*, 1, 291–296.
- Sokolov E. N. (1963).** *Perception and conditioned reflex*. Oxford: Pergamon.
- Sokolov E.N. & Cacippo J.T. (1997).** Orienting and Defense Reflex: vector coding the cardiac response. In P. J. Lang, R. F. Simons, & M. T. Balaban (Eds.), *Attention and Orienting: Sensory and Motivational Processes*, 1-22. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Stormark K.M., Nordby H. & Hugdahl K. (1995).** Attentional shifts to emotionally charged cues: behavioural and ERP data. *Cognition and Emotion* 9 (5), 507-523.
- Stormark KM, Hugdahl K (1997).** Conditioned emotional cueing of spatial attentional shifts in a go/no-go RT task. *International Journal of Psychophysiology* 27 (3): 2441-248.
- Taylor J.G. & Fragopanagos N.F. (2005).** The interaction of emotion and attention. *Neural Networks* 18 (4), 353-369.
- Tomkins S.S. (1980).** Affect as amplification: some modification in theory. In *Emotion: theories of emotions*. New York, Academic Press.
- Tranel D, Damasio H, Damasio AR (1993).** Double dissociation between overt and covert face recognition. *Journal of Cognitive Neuroscience* 7, 425-432.
- Tranel D. & Damsio H.(1994)** Neuroanatomical correlates of electrodermal skin conductance responses. *Psychophysiology* 31, 427-438.
- Tursky B. & Watson P.D. (1964).** Controlled physical and subjective intensities of electric shock. *Psychophysiology* 1, 151-162.
- Van den Hout M.A., De Jong P. & Kindt M. (2000).** Masked fear words produces increased SCRs: an anomaly for Ohman's theory of preattentive processing anxiety. *Psychophysiology* 37, 283-288.
- Varela, F. and Depraz, N. (2000)** "At the source of time: Valance and the constitutional dynamics of affect", in : *Ipseity and Alterity*, Arob@se: An electronic journal

- Venables P.H. & Christie M.J. (1980).** Electrodermal activity. In I. Martin & P. Venables (Eds), *Techniques in Psychophysiology*. New York.
- Villeumier P.B. & Schwartz S. (2001).** Beware and be ware: capture of spatial attention by fear-relevant stimuli in neglect. *Neuroreport* 12, 1119-1122.
- Vogel E.K., Luck S.J. & Shapiro K.L. (1998).** Electrophysiological evidence for a postperceptual locus of suppression during the attentional blink. *Journal of Experimental psychology: Human Perception and Performance* 24, 1656-1674.
- Watts, F. N., McKenna, F. P., Sharrock, R., & Trezise, L. (1986).** Colour naming of phobia-related words. *British Journal of Psychology*, 77, 97–108.
- Weiskrantz L (1956).** Behavioural changes associated with ablations of the amygdaloid complex in monkeys. *Journal of Comparative Physiological Psychology* 49: 381-391.
- Werner H (1957).** The comparative of psychology of mental development. International University Press, New York.
- Whalen P.J., Rauch S.L., Etkoff N.L., McInerney S.C., Lee M.B. & Jenike M.A. (1998).** Masked presentations to emotional facial expressions modulate amygdala activity without explicit knowledge. *Journal of Neuroscience* 18, 411-418.
- Zald D.H. (2003).** The human Amygdala and the emotional evaluation of sensory stimuli. *Brain Research Reviews* 41, 88-123.
- Zajonc R (1980).** Feeling and Thinking: preferences need no inferences. *American Psychologist* 35: 151-175.
- Zorawski M., Cook Craig A., Kuhn C.M. & LaBar K.S. (2005).** Sex, Stress, and Fear: Individual Differences in Conditioned Learning *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* 5 (2), 191-201