



**UNIVERSITÀ
DI PARMA**

DIPARTIMENTO DI MEDICINA E CHIRURGIA

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN PSICOBIOLOGIA E NEUROSCIENZE
COGNITIVE**

CORRELATI COMPORTAMENTALI E CORTICALI

DELL'INTERFERENZA EMOZIONALE

IN FUNZIONE DELLA NOVITÀ DELLO STIMOLO

Relatore:

Chiar.ma Prof.ssa VERA FERRARI

Controrelatore:

Chiar.ma Prof.ssa LUCIA RIGGIO

Laureanda:

FRANCESCA CANTURI

ANNO ACCADEMICO 2018 - 2019

INDICE

ABSTRACT	4
RIASSUNTO	5
1. EMOZIONI, ATTENZIONE E ABITUAZIONE	7
1.1. Attenzione: processi top-down e bottom-up.....	7
1.2. Caratteristiche dello stimolo: novità ed emozionalità.....	11
1.3. La componente Late Positive Potential (LPP)	14
1.4. Caratteristiche dell'abituazione.....	16
2. LA RICERCA	22
2.1. ESPERIMENTO 1	28
2.1.1. Ipotesi.....	28
2.1.2. Metodo.....	32
2.1.3. Registrazione e analisi dei dati.....	37
2.1.4. Risultati comportamentali (RTs).....	39
2.1.5. Late Positive Potential (LPP).....	43
2.1.6. Discussione.....	46
2.2. ESPERIMENTO 2	48
2.2.1. Ipotesi.....	49
2.2.2. Metodo.....	49
2.2.3. Registrazione e analisi dei dati.....	53
2.2.4. Risultati comportamentali (RTs).....	55
2.2.5. Analisi dei dati comportamentali nei sotto blocchi.....	60
2.2.6. Late Positive Potential (LPP).....	62

2.2.7. Analisi del LPP nei sotto blocchi.....	66
2.2.8. Discussione.....	69
3. CONCLUSIONI.....	76
BIBLIOGRAFIA.....	79

ABSTRACT

Behavioural and cortical correlates of emotional interference as a function of stimulus novelty

Novel distractors are prioritized for attentional selection. When distractor stimuli convey also an emotional content, they divert attention from the primary ongoing task to a greater extent than neutral stimuli. In the present study we investigated the extent to which novelty and emotionality are two independent factors or they interact in modulating the processing of visual distractors. While participants were engaged in a perceptual discrimination task, we investigated the effects of stimulus repetition of task-irrelevant emotional pictures, as reflected in both attentional capture and cortical activity. During the habituation phase distractors were repeated several times (20), while in the successive novel phase, distractors were all novel stimuli (never repeated). Results showed that slowing of reaction times that was observed when viewing emotional, compared to neutral, scenes disappeared across the habituation phase, suggesting diminished attention allocation to repeated emotional pictures. Also, the affective modulation of the late positive potential (LPP) was attenuated across repetition, especially for unpleasant stimuli. The introduction of novel stimuli (novel phase) prompted a clear response recovery in both behavioral and cortical measures, but only for emotional pictures. In fact, both RT and the LPP to neutral distractors did not vary as a function of stimulus novelty, perhaps due to the presence of emotional distractors. These findings suggest that novelty and emotion interact to prompt attentional capture for visual distractors.

RIASSUNTO

Correlati comportamentali e corticali dell'interferenza emozionale in funzione della novità dello stimolo

Stimoli distrattori nuovi, anche se irrilevanti per il compito, catturano l'attenzione in modo prioritario. Se gli stimoli distrattori, oltre che essere nuovi, sono anche caratterizzati da un contenuto emozionale, catturano l'attenzione e la distolgono dal compito principale, in misura maggiore rispetto a stimoli neutri. Nel presente lavoro, abbiamo indagato in che misura le caratteristiche di novità ed emozionalità dello stimolo siano due fattori indipendenti oppure interagiscano, modulando l'elaborazione del distrattore visivo. Mentre i partecipanti erano impegnati in un compito di discriminazione percettiva di un gabor posto al centro del campo visivo, abbiamo studiato gli effetti della ripetizione di immagini emozionali irrilevanti per il compito poste in periferia del campo visivo, misurando la cattura attentiva (RTs) e l'attività corticale (LPP). Durante la fase di abitudine, gli stimoli erano ripetuti diverse volte (20), mentre nella successiva fase novel, i distrattori erano tutti stimoli nuovi (mai ripetuti). I risultati hanno mostrato che il ritardo iniziale nei tempi di reazione osservato alla presentazione di immagini emozionali, rispetto alle neutre, sparisce nel corso della fase di abitudine, suggerendo una diminuita allocazione dell'attenzione verso le immagini emozionali ripetute. Inoltre, la modulazione emozionale del Late Positive Potential (LPP) era attenuata nel corso delle ripetizioni, soprattutto per gli stimoli spiacevoli. L'introduzione di stimoli nuovi (fase novel) induceva una chiara risposta di recupero sia nella misura comportamentale che in quella

corticale, ma solo per le immagini emozionali. Infatti, sia gli RT che il LPP agli stimoli neutri non cambiavano in funzione della novità dello stimolo, forse a causa della presenza dei distrattori emozionali. Queste evidenze suggeriscono che la novità e l'emozionalità dello stimolo interagiscono per determinare la cattura attentiva da parte di stimoli distrattori.

CAPITOLO 1

1. EMOZIONI, ATTENZIONE E ABITUAZIONE

1.1. Attenzione: processi top-down e bottom-up

Gli organismi hanno una capacità limitata di processare gli stimoli sensoriali che sono presenti contemporaneamente nell'ambiente. L'intervento dei meccanismi attentivi permette di concentrare le risorse sugli stimoli salienti che saranno elaborati con una certa priorità, escludendo gli altri. In questo modo l'organismo è in grado di mettere in atto il comportamento più vantaggioso e reagire agli stimoli a seconda del contesto in cui si trova (Luck, Hillyard, Mouloua, & Hawkins, 1996; Posner & Petersen, 1990; Theeuwes, 1989; Theeuwes & Van der Burg, 2007),

I processi attentivi possono essere categorizzati secondo due distinti meccanismi di controllo:

- *Bottom-up* o *stimulus-driven*, riferita ai processi attentivi guidati automaticamente dalle caratteristiche intrinseche degli stimoli sensoriali
- *Top-down* o *goal-directed*, riferita a un processo volontario basato su conoscenze precedenti, obiettivi, istruzioni di un compito

Tuttavia, la distinzione è teorica, perché nella vita di tutti i giorni i due processi si influenzano a vicenda, come mostrato dal modello della ricerca visiva (Posner and Petersen 1990; Petersen and Posner 2012) in cui l'attenzione viene diretta volontariamente verso localizzazioni spaziali in cui potrebbe comparire lo

stimolo, a partire da *cue* visivi informativi. Si tratta di un meccanismo di attenzione spaziale, per cui viene selezionata una posizione nello spazio in cui gli stimoli che compaiono hanno un accesso preferenziale all'elaborazione cognitiva, mentre vengono allocate una parte minore di risorse su ciò che è fuori da quella localizzazione.

L'attenzione spaziale è un caso particolare di attenzione selettiva, capacità di selezionare uno specifico stimolo e di distinguere tra stimoli rilevanti e non, in base all'obiettivo di un compito in esecuzione. L'attenzione spaziale si distingue sia dall'attenzione sostenuta, che è la capacità di concentrarsi su un compito per un periodo prolungato di tempo (Mackworth, 1950), che dall'attenzione divisa che permette di selezionare contemporaneamente più oggetti, caratteristiche dello stesso oggetto o canali sensoriali (Braun, 1998). Grazie al processo dell'attenzione selettiva, gli stimoli rilevanti avranno un accesso facilitato all'elaborazione cognitiva e avranno dei vantaggi in termini di accuratezza e tempi di reazione al compito.

Per indagare la relazione tra controllo *top-down* e *bottom-up*, Theeuwes e Van der Burg (2011) hanno condotto un esperimento in cui i soggetti vedevano un display caratterizzato dalla presenza di due stimoli *singleton* (stimolo diverso dagli altri per una caratteristica saliente, Duncan & Humphreys 1989) per il colore, il target e un distrattore. Il soggetto doveva rispondere all'orientamento del segmento all'interno del target.

Prima di ogni trial veniva presentato un *cue* di tipo parola ("rosso" o "verde") o simbolico (un cerchio rosso o verde) che indicava quale colore saliente

avrebbe caratterizzato il target nel trial successivo. Contemporaneamente era presentato un *singleton* distrattore (non rilevante per il compito) per il colore, cioè uno stimolo che differiva dagli altri (e dal target) per la caratteristica del colore.

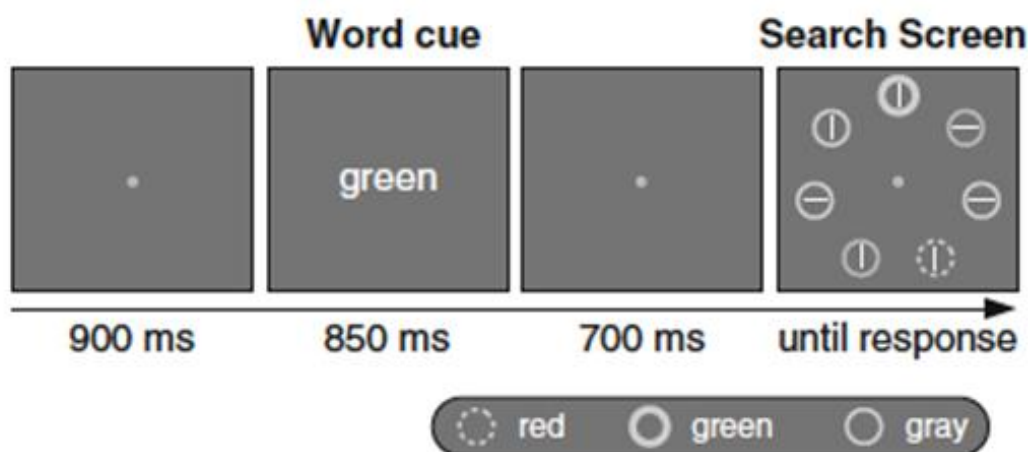


Fig. 1.1. Esempio di trial nell'esperimento di Theeuwes e Van der Burg (2011). Ai partecipanti era chiesto di cercare il *singleton* per il colore e rispondere all'orientamento del segmento all'interno del color-singleton indicato dal cue.

I tempi di risposta al compito mostrano che i partecipanti non riescono a dirigere selettivamente l'attenzione verso il colore del target, indicato dal cue, ma subiscono l'interferenza da parte del colore del singleton distrattore. L'interferenza data dal distrattore viene eliminata solo quando il colore del target è lo stesso dei trial precedenti, che viene interpretato come un *priming* passivo, cioè una traccia che involontariamente rimane in memoria.

Questo risultato mostra che esistono dei limiti nella selezione *top-down* dell'informazione, che deve tenere conto delle caratteristiche dello stimolo (*bottom-up*) e dell'esperienza che il soggetto ha sviluppato prima di svolgere un nuovo trial (Theeuwes, 2004; Theeuwes & Van der Burg, 2011).

L'idea che stimoli salienti possano catturare l'attenzione a seconda del *setting* attenzionale, inteso come obiettivo del compito in corso quindi come controllo *top-down*, è d'accordo con l'ipotesi dell'*Orientamento Attentivo Involontario Contingente* (Folk et al., 1992) secondo cui solo gli stimoli che presentano caratteristiche che combaciano con quelle previste dal controllo *top down* cattureranno attenzione. Come nell'esperimento appena visto, se lo stimolo distrattore condivide con il target almeno una caratteristica fondamentale che definisce il target (come il colore), ci sarà cattura attentiva da parte del distrattore, mentre non avverrà se la caratteristica condivisa non è fondamentale nel riconoscere il target. Tuttavia, Yantis (1993) è in disaccordo con questa ipotesi e suggerisce che lo stimolo inatteso, e per questo saliente, catturi involontariamente l'attenzione, a prescindere dall'obiettivo dell'osservatore.

L'influenza del *setting* attenzionale è determinata anche dal carico cognitivo richiesto dal compito in corso, infatti l'elaborazione di uno stimolo distrattore dipende sia dal tipo (perceptivo o cognitivo) che dal livello (alto o basso) del carico richiesto per svolgere un compito (Lavie, 1997). Nel caso di compiti perceptivi difficili, non vi sono risorse sufficienti per elaborare lo stimolo distrattore, che viene escluso dalla cattura attentiva in modo passivo. Nel caso di compiti cognitivi impegnativi, gli stimoli distrattori sono invece percepiti e devono essere inibiti in modo attivo perché non interferiscano sul compito principale (Lavie & de Fockert, 2005).

1.2. Caratteristiche dello stimolo: novità ed emozionalità

Il complesso sistema di selezione (o filtraggio dell'informazione), come spiegato, non sempre opera sotto il controllo volontario e presenta delle perdite. Tuttavia, sono proprio questi apparenti limiti del controllo *top-down* a conferire al sistema attentivo il vantaggio di una certa flessibilità e la capacità adattiva di cogliere cambiamenti nell'ambiente, che potrebbero determinare la sopravvivenza dell'organismo (Sokolov, 1963). L'inevitabile costo di tale organizzazione, consiste nell'effetto d'interferenza sul compito in esecuzione, dovuto allo spostamento dell'attenzione sugli stimoli che distraggono. L'allocazione dell'attenzione verso uno stimolo saliente, ma irrilevante per gli obiettivi del compito, è definita "cattura attentiva" (Theeuwes, 1992). La salienza dello stimolo distrattore è data dalla sua intrinseca capacità di risaltare rispetto agli altri stimoli circostanti per una qualche sua caratteristica. Le caratteristiche che fanno sì che lo stimolo richiami l'attenzione esogena sono diverse, come caratteristiche visive (forma, dimensione, colore, orientamento), la diversa collocazione rispetto ad altri stimoli presenti nell'ambiente, il movimento, il contenuto emozionale oppure la novità.

La novità di uno stimolo è una caratteristica che determina una forte cattura attentiva (Jonides & Yantis, 1988). Uno stimolo risulta nuovo se non è stato mai visto in precedenza, oppure se compare in un contesto in cui è inatteso, o ancora se differisce nella collocazione spaziale o nella frequenza temporale rispetto ad altri stimoli presentati in sequenza. Uno stimolo così caratterizzato ha

la capacità di provocare delle attivazioni nel nostro sistema nervoso centrale, in cui è coinvolto il riflesso di orientamento (OR, Sokolov, 1963). Infatti, la prolungata esposizione ad una scena visiva in cui non intervengono variazioni ha la capacità di generare nell'osservatore un'aspettativa circa lo stimolo atteso, quindi di fare un'estrapolazione o predizione degli eventi futuri sulla base della storia di stimolazione passata. La comparsa di uno stimolo nuovo costituisce una variazione nella scena che non rifletterà più le aspettative dell'osservatore, andando a disinibire i centri cerebrali che controllano il riflesso di orientamento e quindi innescando una risposta di orientamento verso lo stimolo nuovo. Il riflesso di orientamento, quindi, può essere considerato come un meccanismo che interviene nel controllo attentivo guidato dalle caratteristiche dello stimolo (bottom-up). Tuttavia, la risposta di orientamento comporta un certo consumo di energia, che alla lunga diventerebbe svantaggioso per l'organismo, perciò stimoli ripetuti che non costituiscono una minaccia per l'organismo possono essere incorporati nel modello neurale e inibire il riflesso di orientamento. (Pavlov, 1927; Sokolov, 1963, Elliot e Cowan, 2001).

Un'altra importante categoria di stimoli in grado di catturare l'attenzione esogena è costituita dagli stimoli emozionali. Gli stimoli emozionali determinano una serie di risposte dovute all'attivazione del sistema motivazionale cortico-limbico appetitivo e difensivo (Lang & Bradley 2010) e queste, a loro volta, favoriscono l'allocazione dell'attenzione verso lo stimolo, al fine di preparare l'organismo all'azione e preservare la sopravvivenza (Anderson et al., 2011; LeDoux, 2012).

Gli stimoli emozionali hanno un processamento attentivo preferenziale. In compiti di ricerca visiva gli stimoli aversivi sono rilevati più rapidamente rispetto a stimoli non aversivi, ed effetti simili si ottengono in compiti di orientamento spaziale (Ohman et al 2001, Armony et al 2002, Dolan 2002). Inoltre, gli stimoli emozionali hanno un processamento attentivo obbligatorio, che interferisce con la prestazione del soggetto ad un compito, misurabile come un rallentamento dei tempi di reazione (De Cesarei & Codispoti, 2007; Padmala & Pessoa, 2014).

La risposta emozionale e la risposta di orientamento (OR), quindi, sono strettamente legate, infatti gli indici fisiologici che mostrano la risposta emozionale sono anche componenti della risposta di orientamento (Bradley, Keil, Lang 2012). Secondo questo approccio, lo studio della risposta a stimoli significativi implica l'indagine sui processi che determinano l'attivazione dei sistemi motivazionali, manipolando due parametri alla base dell'esperienza emozionale soggettiva (Russel & Barret, 1999). La valenza rappresenta la disposizione dell'organismo all'avvicinamento (comportamento appetitivo) o all'allontanamento (comportamento difensivo), l'arousal si riferisce alla disposizione dell'organismo a reagire con diversi livelli di intensità allo stimolo. Queste due dimensioni consentono di definire gli stimoli emozionali.

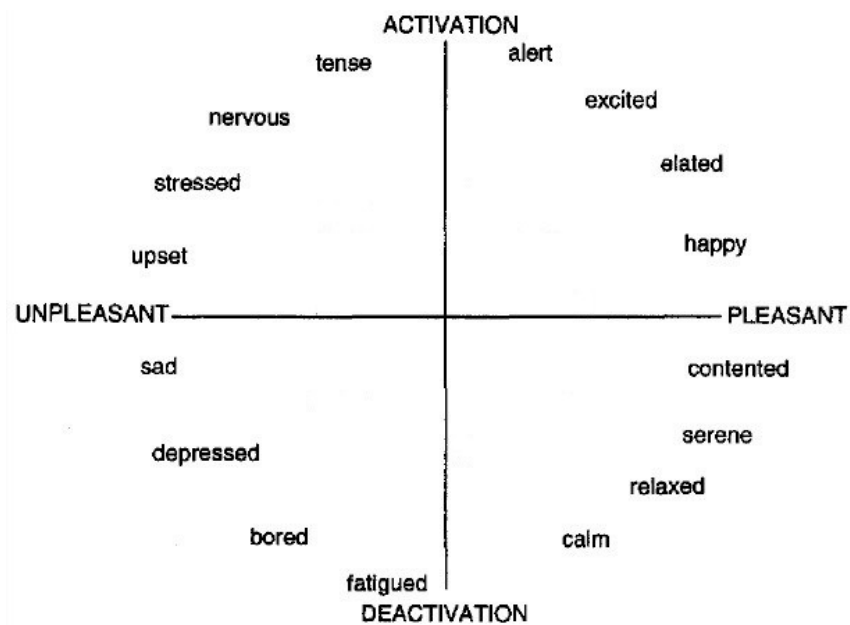


Fig 1.2. La figura (Russel & Barret, 1999) mostra il dominio emozionale dell'esperienza soggettiva descritto secondo due assi cartesiane costituite dalla Valenza (in ascissa) e l'Arousal (in ordinata). Secondo questo schema, l'esperienza emozionale può essere definita secondo la valenza positiva (a destra) o negativa (a sinistra) e contemporaneamente secondo un continuum di attivazione di minore o maggiore intensità (dal basso verso l'alto).

1.3. La componente Late Positive Potential (LPP)

Una misura particolarmente interessante che permette di studiare la risposta a stimoli emozionali, è la componente denominata Late Positive Potential (LPP). Infatti, immagini emozionali, sia piacevoli che spiacevoli, confrontate con immagini neutre elicitano un incremento della positività rilevabile a livello dei sensori centro-parietali, che inizia intorno a 300-400 ms dall'onset dello stimolo.

L'ampiezza del LPP è maggiore quando sono presentate immagini ad alto arousal rispetto a immagini a basso arousal (Cuthbert, et al., 2000; Schupp et al., 2000; 2006), tuttavia la modulazione emozionale del LPP non cambia in base alle dimensioni dell'immagine, che influirebbe sulla rilevanza motivazionale (De

Cesarei & Codispoti, 2006). Si ritiene che questo effetto modulatore corticale descritto dal LPP rifletta sia il reclutamento di risorse attentive a seguito della presentazione di stimoli emozionali, sia l'attivazione del sistema motivazionale (Ferrari et al., 2011).

Le immagini emozionali anche dopo una massiccia ripetizione, continuano ad elicitarne una componente LPP con un'ampiezza maggiore rispetto ad immagini neutre (Codispoti, Ferrari & Bradley, 2007; Ferrari et al 2011) suggerendo che il LPP è relativamente resistente all'abituazione.

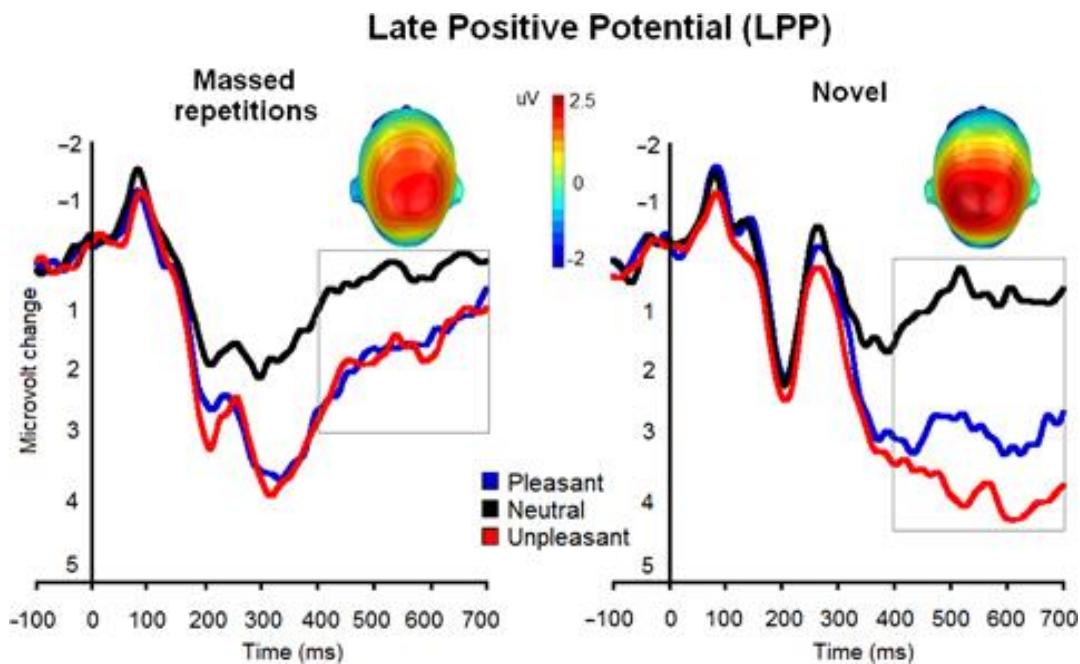


Fig 1.3. L'immagine mostra il *Grand average* degli ERP su un gruppo di sensori centro-parietali mentre i soggetti vedono immagini naturali piacevoli, neutre e spiacevoli. Le immagini sono ripetute (a sinistra) in una condizione e nuove (a destra) nell'altra. La ripetizione degli stimoli emozionali elicita una maggiore LPP rispetto alle neutre (Ferrari et al., 2011).

Infatti, una ripetizione consistente dello stimolo ne riduce la salienza e la cattura attentiva (Sokolov, 1963), diminuendo la risposta allo stimolo stesso per l'instaurarsi di un processo di abituazione, ma ciò non sembra valido per la componente LPP.

1.4. Caratteristiche dell'abituazione

L'abituazione è definita come un decremento della risposta a stimoli ripetuti, ed è caratterizzata dal recupero spontaneo della risposta per stimoli nuovi (Harris, 1943). Thompson e Spencer (1966) descrissero nove caratteristiche dell'abituazione, revisionate e integrate a dieci punti in base a studi successivi (Rankin et al, 2008). Tali caratteristiche ci sono utili per inquadrare il fenomeno:

1. Una volta che uno stimolo abbia elicitato una risposta, l'abituazione consiste nella riduzione della risposta al ripetere dello stimolo. Diversi parametri possono alterare la risposta (frequenza, grandezza, durata, ecc)
2. In seguito all'abituazione, se lo stimolo viene fermato si osserva un recupero spontaneo
3. Dopo una serie di ripetizioni dello stimolo e recuperi spontanei, l'abituazione diventa più rapida (potenziamento)
4. A parità di altre caratteristiche, una maggiore frequenza di stimolazione sarà seguita da una più rapida abituazione e da più rapido recupero della risposta spontanea
5. L'intensità (motivazionale) dello stimolo è inversa alla rapidità dell'abituazione e stimoli molto forti possono non mostrare abituazione

6. L'effetto della ripetizione può continuare ad accumularsi anche se la risposta continua a diminuire senza mai arrivare a un valore minimo. Questa caratteristica andrà a influire sul recupero della risposta spontanea
7. L'abituazione mostra una specificità per lo stimolo ripetuto. Se dopo l'abituazione viene mostrato uno stimolo nuovo, rispetto allo stimolo ripetuto determina una risposta maggiore che sarà dovuta alla generalizzazione
8. La presentazione di uno stimolo nuovo (non abituato) determina un aumento della risposta agli stimoli ripetuti, quest'ultima detta disabituazione
9. Dopo la presentazione di uno stimolo nuovo che genera disabituazione per gli stimoli ripetuti, l'entità della disabituazione diminuisce, fenomeno detto abituazione della disabituazione
10. Alcuni tipi di abituazione possono durare ore, giorni o settimane (a lungo termine, che si distingue dall'abituazione a breve termine)

Diversi studi hanno utilizzato paradigmi che prevedevano la ripetizione degli stimoli per studiare l'effetto dell'abituazione sull'elaborazione di stimoli emozionali. In particolare, Codispoti e colleghi (2016) hanno indagato l'effetto di immagini emozionali e neutre non rilevanti per il compito, registrando sia la misura comportamentale che la componente LPP. Le immagini a contenuto emozionale venivano presentate come distrattori durante un compito di parity-judgment, in modo da ottenere una competizione per le risorse attentive tra il compito e il distrattore emozionale. I distrattori emozionali sono irrilevanti ai fini

del compito, ma salienti per la loro caratteristica motivazionale. Lo scopo dell'esperimento era studiare come la ripetizione degli stimoli distrattori a contenuto emozionale (piacevole, neutro, spiacevole) influenzasse la cattura attentiva da parte degli stessi stimoli ripetuti.

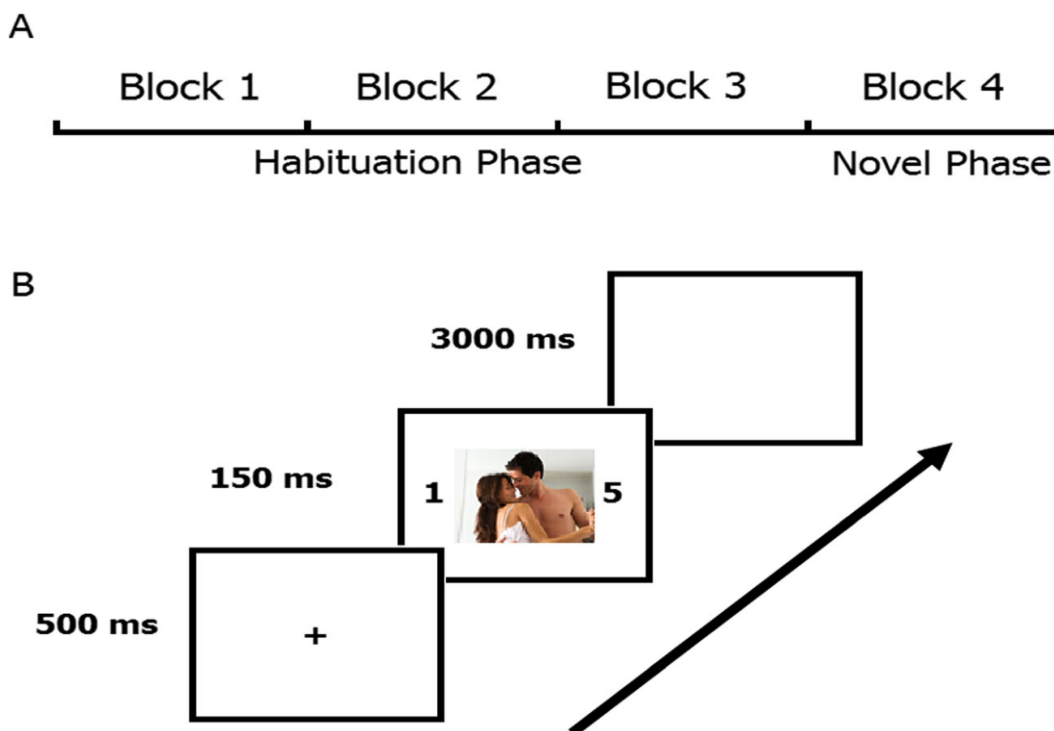


Fig. 1.4. (A) Schema della sequenza di eventi e (B) un esempio di trial del paradigma usato da Codispoti, De Cesarei, Biondi & Ferrari (2016). Una croce è presentata nel punto di fissazione per dirigere l'attenzione dell'osservatore, successivamente nello stesso punto viene presentata l'immagine tra i due numeri per 150 ms, a cui segue uno schermo vuoto presentato per 3 s durante i quali il soggetto rilascia la risposta al compito.

L'esperimento è strutturato in una fase di abituazione e una fase *novel*. La fase di abituazione è costituita da tre blocchi di abituazione (45 trial per blocco) in cui il *set* di immagini distrattori viene ripetuto complessivamente 9 volte. La fase di abituazione è seguita dalla fase *novel*, in cui vengono presentate immagini nuove, con le stesse valenze delle precedenti (piacevole, neutro, spiacevole). Le immagini nuove dopo la prima presentazione vengono anch'esse ripetute

all'interno del blocco. In ogni trial appare centralmente un'immagine emozionale che è lo stimolo distrattore, fiancheggiata da due numeri. Il compito del soggetto consiste nell'esprimere un giudizio di parità in base ai numeri presentati, premendo uno di due bottoni differenti a seconda che i due numeri siano entrambi pari/dispari o no.

I risultati mostrano un significativo rallentamento nei tempi di reazione nei trial con immagini emozionali rispetto alle neutre nel primo blocco, quindi un effetto di interferenza dato dalla cattura attentiva da parte del distrattore positivo o negativo rispetto al neutro.

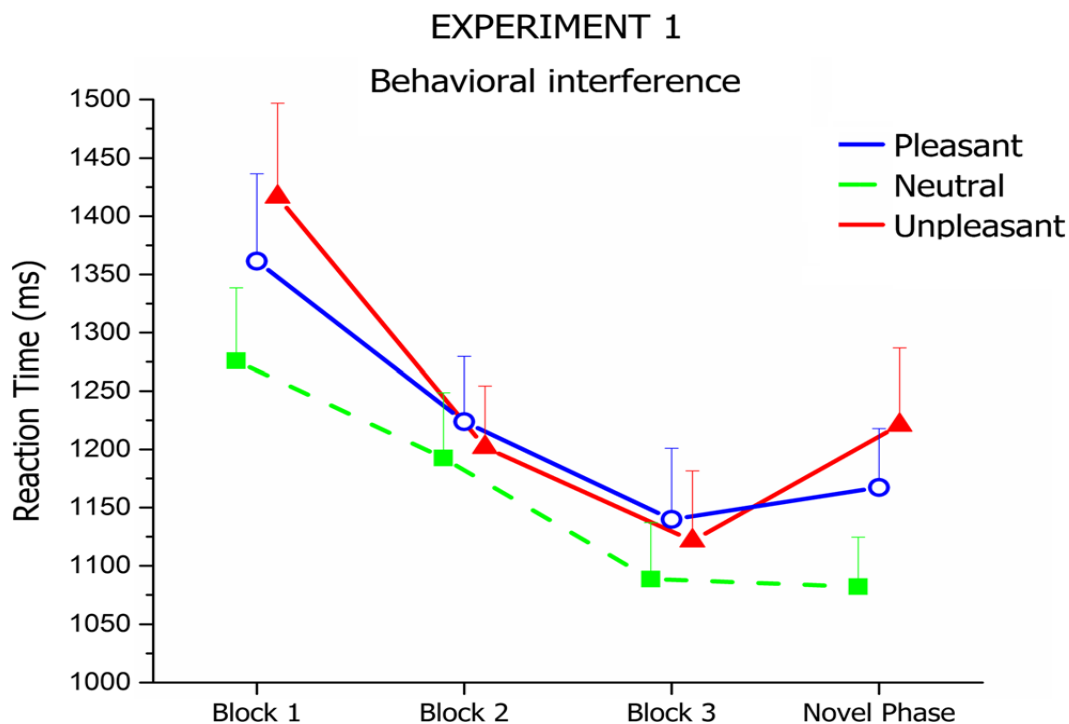


Fig. 1.5. Grafico dei tempi di risposta al compito lungo i tre blocchi di abitudine e la fase *novel*, divisi secondo la valenza del distrattore.

L'interferenza si riduce in modo significativo nel secondo e nel terzo mostrando l'intervento di un processo di abitudine. La differenza nella risposta

comportamentale tra emozionali e neutre torna ad essere significativa nella fase *novel*, indicando un effetto della novità degli stimoli sulla cattura attentiva.

Una volta osservata la riduzione nei tempi di reazione nella fase di abituazione, la cattura attentiva per gli stimoli emozionali nuovi è stata interpretata come risultato della capacità di filtrare gli stimoli ripetuti. Questo meccanismo sarebbe legato alle caratteristiche del singolo stimolo utilizzato, che con la ripetizione diventa familiare. Per quanto riguarda gli stimoli distrattori neutri, nella fase *novel* si osserva un mantenimento della rapidità di risposta che si è instaurata in fase di abituazione, e quindi l'assenza della cattura attiva.

Complessivamente, i distrattori emozionali catturano maggiormente le risorse attentive, misurate attraverso un rallentamento dei tempi di risposta, rispetto ai distrattori neutri. Questo effetto si indebolisce con la ripetizione e si ripresenta nella fase *novel* solo per i distrattori emozionali, e non per i neutri.

Per quanto riguarda la risposta corticale, si osserva una maggiore positività per gli stimoli emozionali, sia piacevoli che spiacevoli, rispetto ai neutri nei sensori centro parietali nell'intervallo 400-800 msec dall'onset dello stimolo, cioè la finestra del LPP. Tale differenza di risposta è indipendentemente dalla fase sperimentale, quindi dalla ripetizione degli stimoli, indicando che non c'è abituazione per questa misura.

Questo studio mostra come i tempi di reazione e il LPP vengano influenzati in maniera diversa dalla ripetizione degli stimoli emozionali distrattori. Questa dissociazione tra le due misure è stata interpretata come evidenza che i

tempi di reazione e il LPP riflettono dei processi differenti dell'elaborazione dello stimolo emozionale. In particolare, suggerisce che la modulazione del LPP abbia a che fare con l'attivazione dei circuiti dei sistemi appetitivi e difensivi (Ferrari, 2011) indipendentemente dai processi attentivi.

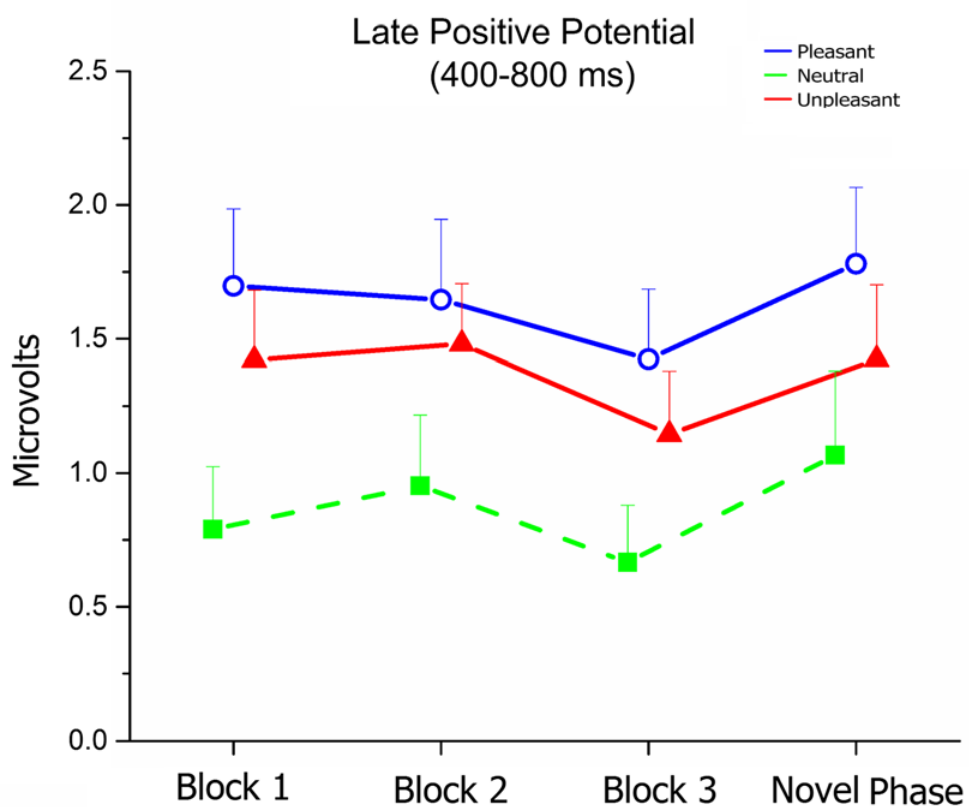


Fig. 1.6. Grafico della modulazione del LPP lungo i tre blocchi di abituação, e la fase *novel* divisi secondo la valenza del distrattore.

CAPITOLO 2

2. LA RICERCA

Nella vita di tutti i giorni, stimoli che compaiono all'improvviso nel nostro campo visivo catturano la nostra attenzione in modo esplicito. Posner ha dimostrato sperimentalmente che è possibile misurare lo spostamento implicito dell'attenzione nello spazio secondo le aspettative e gli scopi dell'osservatore (Posner, 1980), ma l'attenzione può essere anche catturata da eventi esterni. Secondo le spiegazioni *stimulus-driven*, viene selezionato lo stimolo più saliente nell'ambiente circostante (Theeuwes, 2010; Itti & Koch, 2000). Evidenze a supporto della spiegazione *stimulus-driven* derivano dal paradigma *additional-singleton* (Theeuwes, 1991, 1992, 1994) in cui i partecipanti ricercano un target *singleton* (si intende uno stimolo saliente che differisce dagli altri stimoli circostanti per una caratteristica, per la quale gli stimoli circostanti saranno omogenei tra di loro, Duncan & Humphreys 1989) di colore verde. Il target sarà determinato dalla forma a cerchio in mezzo a stimoli omogenei per la forma, oppure dal colore verde in mezzo a stimoli omogenei per il colore rosso. In metà dei trial è presente un distrattore. Nella condizione col distrattore, uno degli stimoli circostanti al target è un quadrato rosso in mezzo a quadrati verdi (condizione target forma) oppure un quadrato rosso in mezzo a cerchi rossi (condizione target colore).

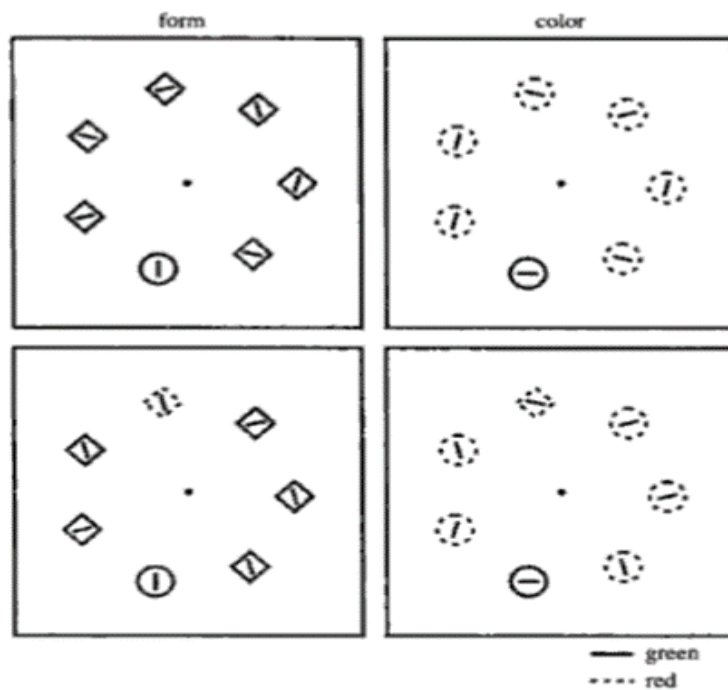


Fig. 2.1. Esempio di stimolo usato nel paradigma di Theeuwes (1992). Al partecipante era chiesto di individuare un cerchio verde, tra quadrati verdi (condizione forma) o tra cerchi rossi (condizione colore), sia senza distrattore (in alto) che con distrattore (in basso).

I risultati mostrano che i soggetti rispondono più lentamente quando il distrattore è presente rispetto a quando è assente, indicando che il distrattore interferisce con il compito principale a causa di una cattura attentiva guidata dalle caratteristiche salienti dello stimolo.

In questi esperimenti vengono utilizzati stimoli semplici, che sono salienti perché condividono alcune caratteristiche con il target. Che cosa succede quando i distrattori sono stimoli a contenuto emozionale? Quando vengono presentati distrattori emozionali contemporaneamente a un compito, questi interferiscono con il compito stesso, come per esempio risolvere problemi di matematica (Schimmack, 2005). Gli studi con paradigmi che utilizzano scene naturali, in particolare, mostrano che i tempi di reazione al compito principale nei trials con

distrattore emozionale sono maggiori rispetto ai trials con distrattore neutro (Bradley, Cuthbert, & Lang, 1999; Calvo, Gutiérrez-García, & Del Líbano, 2015; Ihssen, N., Heim, S., & Keil, A., 2007; Most, Smith, Cooter, Levy, & Zald, 2007; Padmala & Pessoa, 2014; Codispoti, M., De Cesarei, A., Biondi, S., & Ferrari, V., 2016). Tale interferenza al compito principale da parte di stimoli emozionali irrilevanti per il compito è stata spiegata, non solo come cattura attentiva dovuta alla significatività motivazionale dello stimolo (Bradley, Codispoti, & Lang, 2006; Bradley, 2000), ma come un vero e proprio processo obbligatorio (Vuilleumier, Armony, Driver, & Dolan, 2001).

Molti studi suggeriscono che gli stimoli emozionali attivano il sistema cortico- limbico appetitivo e difensivo, che a sua volta aumenta l'allocazione dell'attenzione verso lo stimolo emozionale e prepara l'organismo all'azione (Anderson, Laurent, & Yantis, 2011; Hickey, Chelazzi, & Theeuwes, 2010; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997; Lang & Bradley, 2010; LeDoux, 2012; Pourtois, Schettino, & Vuilleumier, 2013).

La cattura attentiva emozionale, misurata con tempi di reazione al compito, è interessata dal processo di abituazione che si instaura a seguito della presentazione ripetuta di stimoli (Codispoti, M., Ferrari, V., & Bradley, M. M. 2006, Codispoti, M., De Cesarei, A., Biondi, S., & Ferrari, V., 2016). L'abituazione è misurabile come una progressiva riduzione dei tempi di reazione nel compito principale, dovuta al fatto che diminuisce la quota di risorse attentive che vengono allocate per l'elaborazione degli stimoli distrattori, quindi la loro interferenza al compito.

Il processo di abituação si instaura a partire dalle caratteristiche dello stimolo. Stimoli molto eterogenei tra loro, da un punto di vista percettivo ma anche semantico, rallentano il processo di abituação. Tuttavia, l'abituação così ottenuta favorisce la generalizzazione del filtro attentivo a nuovi stimoli mai visti prima. Al contrario, quando l'abituação è ottenuta con la ripetizione di stimoli omogenei tra loro, il rapido decremento nei tempi di reazione, dovuto a un meccanismo di abituação agli specifici esemplari e alle specifiche caratteristiche dei distrattori, favorisce un rapido recupero della cattura attentiva non appena viene introdotto un nuovo stimolo (Yantis, S., & Egeth, H. E., 1999).

La ricerca sulla cattura attentiva da parte di stimoli emozionali utilizza anche la misura corticale dei potenziali evento-relati (ERPs). Infatti, immagini emozionali (piacevoli e spiacevoli) elicitano un maggiore Late positive potential (LPP) rispetto alle neutre (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, & Lang, 2000; Schupp, Flaisch, Stockburger, & Junghöfer, 2006), interpretato sia come cattura attentiva che come attivazione del sistema motivazionale (Ferrari, Bradley, Codispoti, & Lang, 2011; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997; Schupp et al., 2006; Weinberg & Hajcak, 2011).

Studi precedenti mostrano che il LPP, diversamente dalla misura comportamentale, è resistente all'abituação (Codispoti, M., Ferrari, V., & Bradley, M. M., 2007; Codispoti, M., Ferrari, V., & Bradley, M. M. 2006, Codispoti, M., De Cesarei, A., Biondi, S., & Ferrari, V., 2016), suggerendo che l'elaborazione degli stimoli emozionali è obbligatoria e che la loro ripetizione non esclude l'attivazione del sistema motivazionale. In particolare, questo è supportato da studi in cui i soggetti erano impegnati in compiti di *free-viewing* (Codispoti et

al., 2006; 2007) e dovevano passivamente osservare gli stimoli. In questa condizione, senza altri compiti da svolgere, le risorse attentive erano a completa disposizione del processamento delle immagini. In tal modo e la componente emozionale delle immagini risultava essere l'aspetto più importante. Un altro studio tra soggetti, in cui viene confrontata la modulazione del LPP durante un compito di *free-viewing* e un compito di categorizzazione, mostra che la modulazione del LPP non è influenzata dalla ripetizione degli stimoli in entrambi i compiti (Mastria, Ferrari, Codispoti 2017).

Anche nei contesti in cui ai partecipanti è chiesto di svolgere un compito che coinvolge la memoria di lavoro (Codispoti et al, 2016) la modulazione del LPP non è influenzata in modo significativo dalla ripetizione degli stimoli, a differenza della risposta comportamentale che mostra abituazione. Le evidenze mostrano che, in seguito alla ripetizione degli stimoli irrilevanti per il compito, i processi attentivi non sono più coinvolti nel processamento dello stimolo emozionale, mentre la modulazione emozionale del LPP è ancora obbligatoria.

Tuttavia, ci si potrebbe chiedere se alcune caratteristiche del paradigma possano aver contribuito a rallentare il processo di abituazione del LPP. Gli stimoli distrattori, per quanto non rilevanti per il compito, erano collocati in visione centrale (foveale) e affiancati dagli stimoli target per il compito, per cui ricoprivano una posizione di rilevanza che non poteva essere ignorata. Inoltre, sappiamo che l'abituazione è legata alle caratteristiche del singolo stimolo e che il numero di ripetizioni, quindi la frequenza di comparsa, della singola immagine è direttamente proporzionale alla velocità dell'abituazione. In altre parole, la stessa immagine ripetuta più volte a intervalli più brevi determina un'abituazione più

rapida (Thompson and Spencer, 1966; Rankin et al, 2008). In questo paradigma ciascuna immagine è ripetuta una volta ogni 15 stimoli per un totale di 9 volte, che non rappresenta una ripetizione intensa.

La tesi prevede la presentazione di due studi. Lo studio pilota, che introduce delle modifiche al paradigma di Codispoti et al. (2016), ha lo scopo di esplorare se ci sia abituazione, misurata attraverso i tempi di reazione al compito e la componente LPP, agli stimoli distrattori, quando sono ripetuti in periferia del campo visivo e rilevare una curva di abituazione graduale mediante la quale studiare l'evoluzione del processo di abituazione. Inoltre, vuole indagare come si modifica la risposta a stimoli nuovi che seguono la fase di abituazione. Il secondo studio completo ha lo scopo di studiare l'effetto della ripetizione e della novità sulla cattura attentiva di stimoli emozionali, in particolare sulla modulazione del LPP.

2.1. Esperimento 1

2.1.1. Ipotesi

Il presente studio ha lo scopo di indagare il processo di abituação e disabituação della cattura attentiva di stimoli distrattori, a valenza sia emozionale che neutra.

Per misurare la cattura attentiva sono stati rilevati i tempi di reazione al compito e i potenziali evento-relati (ERPs) registrati tramite elettroencefalografia ed elicitati tramite un paradigma di discriminazione percettiva di un gabor, in presenza di distrattori nella periferia del campo visivo.

Questo studio, rispetto ai precedenti, apporta alcune variazioni al paradigma, che da letteratura influenzerebbero il processo di abituação:

- I distrattori sono presentati in periferia invece che al centro del campo visivo, in modo da trovarsi nella posizione di veri e propri distrattori, distanti dallo stimolo target e dal punto di fissazione.
- I partecipanti non sono impegnati in un compito che coinvolge la *working-memory* (*parity-judgement*) ma in un compito percettivo di discriminazione dell'orientamento di un gabor. Il compito percettivo con una frequenza spaziale del gabor facilmente riconoscibile è un compito più semplice rispetto al compito cognitivo, e richiede un minore coinvolgimento delle risorse attentive, permettendo l'elaborazione in parallelo del distrattore e del target, quindi la competizione (Lavie& Cox, 1997)

- Le ripetizioni di ciascuna immagine influiscono sulla frequenza di stimolazione e quindi sulla velocità dell'abituazione. Le ripetizioni di ogni immagine aumentano complessivamente da 9 nello studio precedente a 40 in questo studio, con una frequenza di una ripetizione ogni 10 stimoli anziché una ripetizione ogni 15 stimoli, a favore dell'abituazione

- Il numero di esemplari per categoria di immagini utilizzate come stimoli distrattori, che sta ad indicare la singola immagine del set, si riduce da 15 (5 per ogni categoria) a 6 (2 per ogni categoria) per ottenere una maggiore ripetizione di ciascun esemplare e una minore varietà, che andranno ad aumentare la familiarità e velocizzare l'abituazione

- In generale, il distrattore non è presente in ogni trial ma ha una frequenza di comparsa del 60% che lo rende più raro e inatteso

- La fase *novel* non prevede la ripetizione degli stimoli nuovi

Le analisi si sono concentrate sui tempi di reazione (RTs) e sulla componente LPP che riflettono caratteristiche differenti del processo di elaborazione degli stimoli emozionali:

- da letteratura gli RTs sono una misura dell'interferenza al compito principale come quota di attenzione catturata dagli stimoli distrattori (Kelley & Yantis, 2009; Turatto & Pascucci, 2016)

- il LPP sembra riflettere un'elaborazione percettiva ancor prima che semantica dello stimolo emozionale (Bradley, Hamby, Löw, & Lang, 2007; Codispoti, Mazzetti, & Bradley, 2009; Codispoti, De Cesarei & Ferrari, 2012; De Cesarei & Codispoti, 2006; 2011), nonché

elaborazioni più precoci e obbligatorie dello stimolo emozionale rispetto agli RTs (Codispoti et al. 2016)

Gli obiettivi che hanno guidato il primo esperimento possono essere riassunti in alcuni punti:

- Indagare l'effetto della posizione dello stimolo distrattore.

Ci aspettiamo che gli stimoli in periferia, essendo in una posizione lontana dal punto di fissazione e di presentazione dello stimolo target, comportino una cattura attentiva inferiore rispetto a quando sono posizionati al centro, ma che si mostra allo stesso modo, ossia con un iniziale rallentamento dei tempi di reazione e una differenza negli RTs tra le immagini emozionali e le neutre (modulazione emozionale), che successivamente scompare lungo l'esperimento, all'aumentare delle ripetizioni. Diversamente, per le sue caratteristiche percettive lo stimolo in periferia potrebbe essere talmente facile da ignorare da non elicitare nessuna elaborazione fin dalle prime presentazioni, oppure permettere un filtro estremamente veloce. Inoltre, con una curva di abituazione graduale all'aumentare delle ripetizioni, potremmo studiare quale sia il numero di ripetizioni necessario a determinare l'abituazione, intesa come assenza di modulazione emozionale

- Alcuni studi (Codispoti, Ferrari, & Bradley, 2006, 2007; Ferrari et al., 2011, Codispoti et al 2016) hanno precedentemente mostrato una dissociazione tra la risposta comportamentale (RTs), in cui l'iniziale rallentamento e la modulazione emozionale spariscono con le ripetizioni

dello stimolo, e la risposta corticale (LPP) che non mostra una modulazione emozionale significativa. Il presente studio ha l'obiettivo di indagare l'effetto che può avere la ripetizione di distrattori emozionali in periferia del campo visivo sulla modulazione del LPP. Possiamo aspettarci che ci sia una maggiore ampiezza del LPP all'inizio del compito che poi diminuisce nel corso dell'esperimento, oppure che l'ampiezza dell'LPP resti invariata come avviene per gli stimoli al centro

- Un ulteriore quesito che si pone lo studio riguarda la generalizzazione dell'interferenza emozionale lungo l'esperimento, che in letteratura non è spiegata come una generale inibizione di stimoli irrilevanti per il compito, ma dipende dalle caratteristiche specifiche dello stimolo con cui si fa esperienza durante il compito (Sokolov, 1963; Thompson, 2009; Kelley & Yantis, 2009, Codispoti et al 2016). Nel presente paradigma, l'impatto della novità dello stimolo viene studiato inserendo una fase sperimentale successiva alla ripetizione delle immagini, composta da immagini mai viste prima e di valenza diversa (piacevole, neutro, spiacevole). Una volta osservata l'abituazione agli stimoli ripetuti, ci aspettiamo che la presentazione di stimoli nuovi comporti una maggiore cattura attentiva rispetto agli stimoli ripetuti (Sokolov, 1963). Se c'è interazione tra la novità e l'emozionalità dello stimolo, la modulazione per gli stimoli nuovi sarà diversa a seconda della valenza degli stimoli. Al contrario, se non c'è interazione tra la novità e l'emozionalità degli stimoli nuovi, la comparsa di stimoli mai visti prima determinerà un recupero che non tiene conto delle differenze di valenza ma solo della novità dello

stimolo. Nello studio di riferimento (Codispoti et al., 2016) non si osserva il recupero della cattura attentiva alla presentazione di immagini neutre nuove mentre c'è per le immagini emozionali, tuttavia all'interno del blocco le immagini sono ripetute e ciò potrebbe favorire una nuova abitudine che attenua complessivamente l'effetto della novità dello stimolo

2.1.2 Metodo

Partecipanti

Nello studio pilota hanno partecipato 15 studenti volontari (10 femmine), di età compresa tra 20 e 27 anni (età media 24.73 anni, SD= 2.15), con normale o corretta acuità visiva. Nessun soggetto ha dichiarato di essere affetto da problemi psichiatrici o neurologici. Tutti i partecipanti hanno firmato il consenso informato prima di procedere con l'esperimento.

Materiali

Sono state utilizzate un totale di 126 immagini, raffiguranti coppie erotiche (n=42), persone in ambienti neutri (n=42) e corpi mutilati (n=42), selezionate dal International Affective Picture System (IAPS; Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008) insieme ad immagini disponibili su Internet. Altre immagini raffiguranti persone in ambienti neutri sono state usate per la fase iniziale di *practice*.



Fig. 2.2. Esempio di immagini delle tre categorie (piacevole, neutro, spiacevole) utilizzate come stimoli distrattori nell'esperimento pilota.

Gli stimoli erano presentati su un monitor 16 pollici con una risoluzione 1,024 x 768 e frequenza di aggiornamento di 75 Hz, controllate da un computer Dell.

Le immagini, uniformi per luminosità e dimensione (13.3x 9.5 cm) con 14° di angolo visivo orizzontale e 10.5 verticale, erano presentate a 10.2 ° di angolo visivo (3.55 cm) dal punto di fissazione centrale, sia a destra che a sinistra. I gabor, presentati centralmente in corrispondenza del punto di fissazione, sottendevano 5.3 gradi di angolo visivo (4.7 cm) e presentavano frequenza di 9.4 e fase di 0.5 cicli per gradi di angolo visivo. La presentazione degli stimoli e la raccolta dei dati è stata effettuata usando il software E-Prime (Schneider, Eschman, & Zuccolotto, 2002).

Procedura

L'esperimento consisteva in due blocchi di abituazione (Abituazione 1, Abituazione 2) seguiti da un blocco Novel, ciascuno composto da 200 trials. Per consentire ai partecipanti di familiarizzare con il compito principale, in modo tale da poter escludere nelle fasi successive l'effetto interferente dovuto alla poca

dimestichezza con il compito, la sessione sperimentale iniziava con un blocco di *practice* di 100 trials in cui il gabor veniva accompagnato con una frequenza del 60% da immagini di persone in ambienti neutri. I dati provenienti dalla fase di *practice* non sono stati analizzati. Nei blocchi di abituazione ciascun esemplare del set di stimoli distrattori è stato ripetuto complessivamente 40 volte, mentre il blocco Novel era composto da immagini mai viste prima. Durante ogni trial, un gabor veniva presentato al centro dello schermo per 150 ms. Nel 60% dei trials il gabor veniva accompagnato da un distrattore sulla destra o sulla sinistra, mentre nel 40% dei casi era presente solo il gabor. Tra un blocco e il successivo era prevista una breve pausa, per permettere al soggetto di riposare gli occhi, la cui durata poteva essere gestita dal soggetto a partire da un tempo fisso di un minuto e non superare pochi minuti.

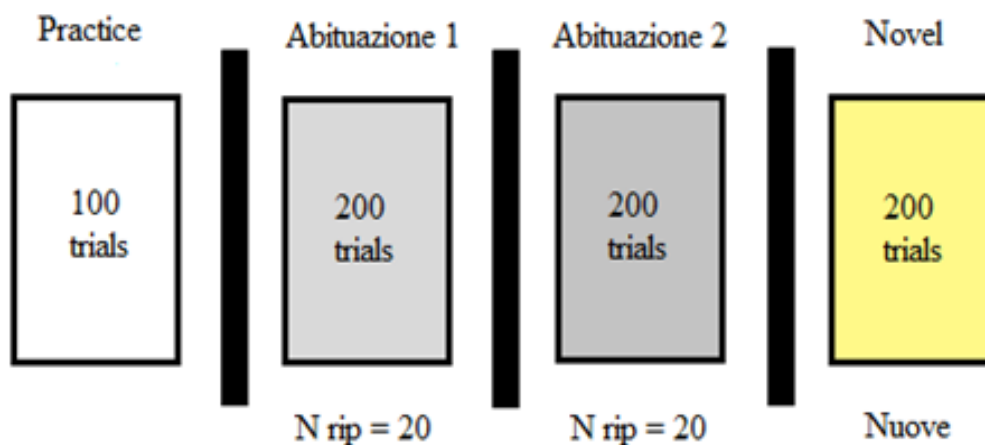


Fig.2.3. Rappresentazione schematica del disegno sperimentale utilizzato nella ricerca. Sono riportati il numero di trials e le ripetizioni di ciascun esemplare lungo l'esperimento. La frequenza di comparsa degli stimoli distrattori è del 60% che corrisponde ad una ripetizione della stessa immagine ogni 10 trials.

La distanza del soggetto dal punto di fissazione sullo schermo era tenuta costante attraverso l'utilizzo della mentoniera. Le dimensioni del monitor erano 36,4 x 27.4 cm. L'esperimento era composto in totale da 700 trials, tra un trial e il successivo poteva passare un intervallo di tempo variabile tra i 1400 e i 2000 millisecondi.

Durante il compito, veniva registrata la risposta comportamentale che il soggetto era istruito a dare il prima possibile. Al partecipante era chiesto di focalizzare l'attenzione sul gabor centrale, ignorando le immagini eventualmente presenti ai lati, e di indicare l'orientamento del gabor premendo il pulsante corrispondente sulla tastiera. La risposta veniva emessa dal dito indice o medio della mano dominante, e per evitare un effetto Simon i tasti scelti erano posti in verticale.

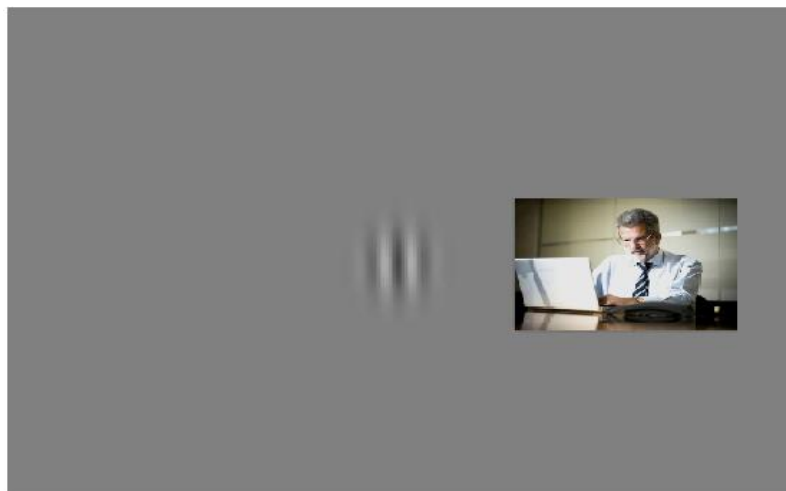


Fig.2.4. Esempio di trial, con distrattore neutro in posizione laterale destra rispetto al gabor centrale, che presenta orientamento verticale, ed è il target del compito principale. L'orientamento del gabor può essere verticale oppure orizzontale, ed è stato bilanciato con la lateralità del distrattore, a destra o sinistra.

Durante il primo blocco sperimentale, Abituazione 1, venivano presentati 200 gabor. Nel 60% dei casi appariva, insieme allo stimolo target che era appunto il gabor, un'immagine con la funzione di distrattore. Le immagini erano prese in parte dalla banca dati "*International Affective Picture System*" (IAPS; Lang; Bradley e Cuthbert, 2008) e in parte da Internet. Il blocco Abituazione 2 è in tutto e per tutto omologo strutturalmente al blocco Abituazione 1. Infine, il blocco Novel mantiene la stessa struttura e le stesse restrizioni dei blocchi precedenti, con la differenza di presentare 40 immagini nuove, mai viste prima dal soggetto e mai ripetute.

Cinque differenti set di 6 immagini ciascuno (due immagini per ogni valenza) sono stati creati per aumentare la generalizzabilità dei risultati oltre le caratteristiche specifiche di un solo set di stimoli. Ogni soggetto ha visto un solo set di immagini che veniva ripetuto complessivamente 40 volte durante i due blocchi di abitudine (una ripetizione di ciascuna immagine ogni 10 trials), quindi 20 volte in ogni blocco di 100 trials.

I set di immagini erano controbilanciati attraverso i partecipanti in modo che ogni set di immagini venisse visto un numero uguale di volte (ogni set è stato visto da tre partecipanti). L'ordine di presentazione dei distrattori è stato pseudo-randomizzato secondo le seguenti restrizioni:

- non far comparire due immagini della stessa valenza in modo consecutivo
- non più di tre immagini emozionali consecutive
- non più di tre distrattori consecutivi dallo stesso lato

- non più di tre gabor di seguito non accompagnati dai distrattori

Il partecipante veniva fatto accomodare nella stanza di registrazione, gli veniva chiesto di compilare il foglio di consenso informato e una scheda di raccolta dati anagrafici. Al soggetto veniva applicata la cuffia per la registrazione EEG, e quattro sensori periferici per il rilevamento dei movimenti oculari verticali e orizzontali, e dei blink.

A questo punto il soggetto veniva accompagnato nella stanza in cui avrebbe svolto l'esperimento. La stanza è stata tenuta con illuminazione soffusa e costante per tutti i soggetti. Dopo aver posizionato la mentoniera, venivano fornite le istruzioni: prestare attenzione al centro dello schermo, ignorare le immagini che sarebbero potute comparire ai lati e rispondere il più velocemente e accuratamente possibile all'orientamento del gabor. Controllato che il segnale EEG fosse buono, veniva avviato l'esperimento. Una volta terminata la registrazione, il soggetto liberato dalla cuffia EEG veniva invitato a compilare un questionario in cui veniva chiesta una complessiva valutazione della sessione sperimentale, e una valutazione in termini di arousal, piacevolezza e difficoltà nell'ignorare i distrattori. La sessione sperimentale si concludeva con una breve spiegazione degli obiettivi dell'esperimento.

2.1.3. Registrazione e analisi dei dati

Sono stati raccolti ed analizzati i tempi di reazione (RTs) al compito di discriminazione del gabor. L'analisi dei RTs è stata effettuata solo sulle risposte

corrette. Per ogni partecipante, la media dei tempi di reazione in base alla quale escludere eventuali *outliers* è stata calcolata per ogni soggetto, in base a sotto blocchi di 50 trials e alla tipologia di stimolo distrattore (Assente, Piacevole, Neutro, Spiacevole). Sono stati scartati i RTs superiori o inferiori a tre deviazioni standard dalla media. È stata effettuata l'analisi della varianza a misure ripetute (ANOVA) con fattori Blocco a tre livelli (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel) e Categoria del distrattore a quattro livelli (Assente, Piacevole, Spiacevole, Neutro) oppure Blocco a tre livelli x Valenza a tre livelli (Piacevole, Neutro, Spiacevole). Per ogni test ANOVA abbiamo calcolato e riportato l'eta quadrato parziale (η^2p), che riflette la proporzione di varianza spiegata dalla manipolazione sperimentale rispetto alla varianza totale.

Per quanto riguarda i potenziali evento relati, il segnale EEG è stato registrato attraverso cuffia Electro-Cap International con 60 canali, la frequenza di campionamento impostata era 2500 Hz, l'impedenza è stata settata a 10 k Ω , e il filtro passa banda è stato impostato tra 0.01 e 30 Hz. Ci siamo avvalsi di 4 elettrodi per la rilevazione dei movimenti oculari: due elettrodi per registrare i movimenti oculari orizzontali posti uno a destra dell'occhio destro e l'altro a sinistra dell'occhio sinistro, e altri due posti in corrispondenza dell'occhio destro per rilevare i movimenti in verticale verso l'alto o verso il basso. I dati sono stati corretti per i movimenti oculari e analizzati in Emegs (Junghofer & Peyek, 2004) calcolando l'avaraging per soggetto, fase sperimentale (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel) e per tipologia di stimolo distrattore (Assente, Piacevole, Neutro, Spiacevole). Le analisi sono state svolte solo sui trials accurati nella misura comportamentale. L'analisi della componente LPP è stata effettuata

prendendo in considerazione, in una finestra temporale compresa tra i 400 e 950 millisecondi dalla presentazione dello stimolo, la risposta corticale in un raggruppamento di 17 sensori nella zona parieto-occipitale: 34(CPZ), 35(CP2), 41(P3), 42(P1), 43(PZ), 44(P2), 45(P4), 47(P8), 49(PO5), 50(PO3), 51(POZ), 52(PO4),53(PO6), 54(PO8), 55(O1), 56(OZ), 57(O2).

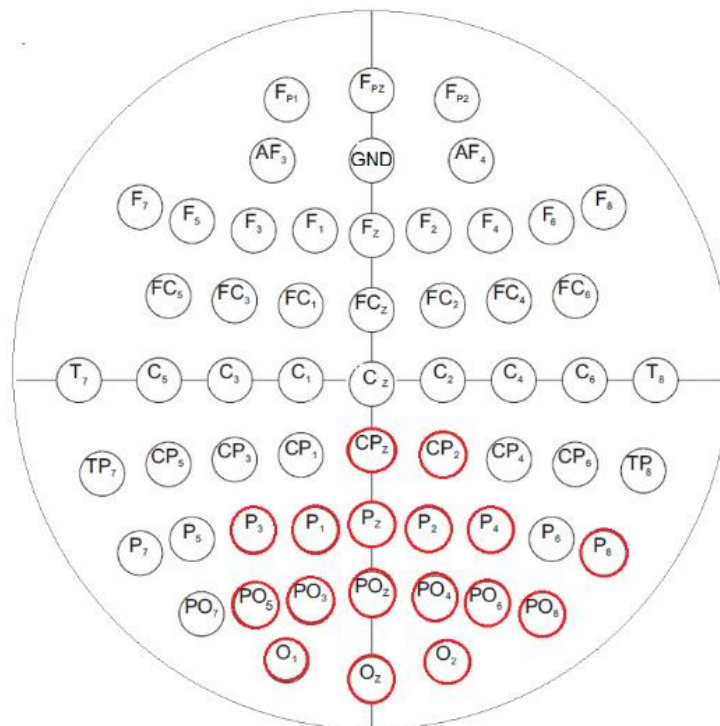


Fig.2.5. Rappresentazione dei sensori nella cuffia per la registrazione EEG. In rosso è rappresentato il raggruppamento dei 17 sensori parieto-occipitali usati per l'analisi del LPP nell'esperimento pilota.

2.1.4. Risultati comportamentali (RTs)

È stata condotta una prima analisi volta a indagare la differenza nei tempi di reazione al cambiare della tipologia del distrattore (assente, piacevole, neutro, spiacevole) in tutte le fasi sperimentali.

Per comodità, durante le analisi ci riferiremo alla condizione di stimolo distrattore assente come ad un livello della variabile Categoria del disegno sperimentale, pur sapendo che il distrattore assente è una condizione diversa rispetto al distrattore presente. È stato effettuato un test ANOVA 3x4 in cui i fattori considerati sono stati Blocco a 3 livelli (Abituazione 1, Abituazione 2 e Novel) e Categoria del distrattore a 4 livelli (distrattore Assente, Piacevole, Neutro, Spiacevole). I risultati mostrano l'effetto principale del Blocco [$F(2,28)=5.314$, $p=.011$, $\eta^2p=.275$], l'effetto principale della Categoria del distrattore [$F(3,42)=17.158$, $p=.000$, $\eta^2p=.551$] e l'effetto d'interazione [$F(6,84)=3.857$, $p=.002$, $\eta^2p=.216$].

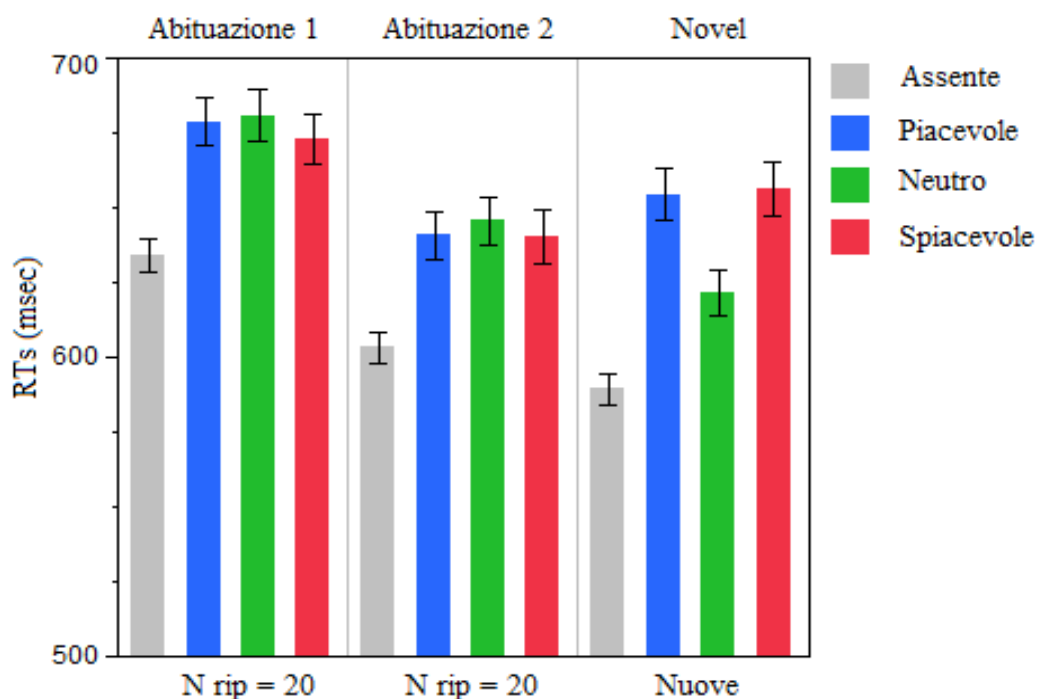


Fig.2.6. Grafico a barre relativo ai tempi di reazione (RTs) medi in presenza delle quattro diverse tipologie di distrattore (assente, piacevole, neutro, spiacevole), divisi per blocco di trials (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel).

Escludendo la condizione in cui il distrattore è assente, con un disegno 3x3 dove il blocco è ancora a tre livelli e la Valenza del distrattore è a 3 livelli (piacevole, neutro, spiacevole) otteniamo l'effetto principale del Blocco [$F(2,28)=4.494$, $p=.020$, $\eta^2p=.243$], e l'effetto d'interazione [$F(4,56)=$, $p=.005$, $\eta^2p=.232$]. L'effetto di interazione Blocco x Valenza è dovuto all'introduzione di stimoli nuovi che comporta il recupero dell'interferenza per le immagini emozionali ma non per le neutre. Per quest'ultime infatti non c'è recupero della cattura attentiva.

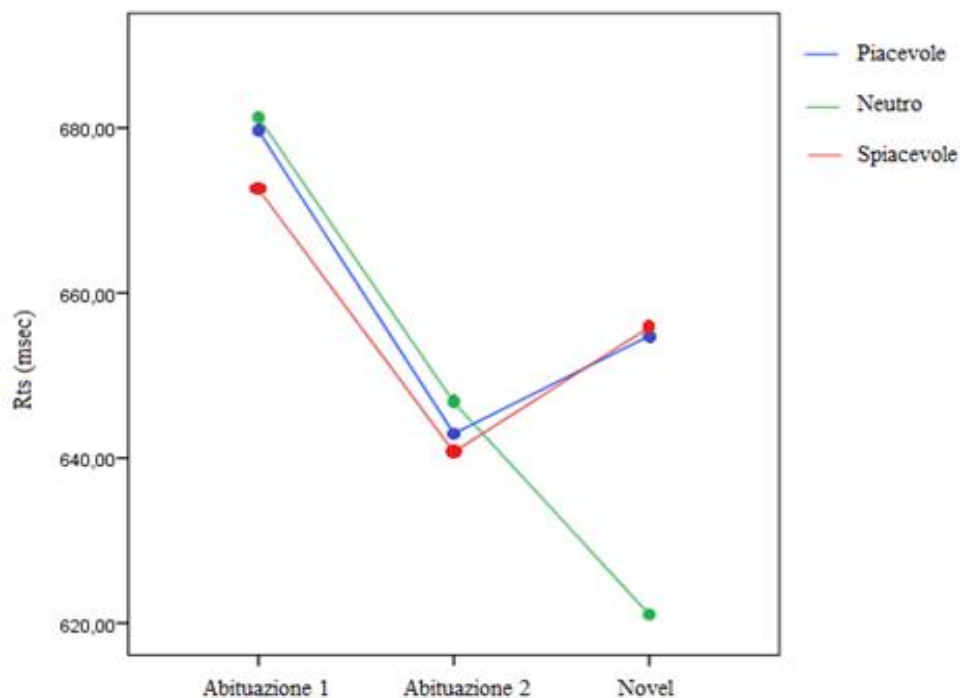


Fig.2.7. Grafico relativo ai tempi di reazione (RTs) medi in presenza delle tre valenze del distrattore (piacevole, neutro, spiacevole), divisi per blocco di trials (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel).

Andando più nello specifico ad analizzare i tempi di risposta nella fase di Abituazione 1, dove le immagini sono presentate come nuove, non troviamo effetto principale della Valenza [$p > .05$] quindi non è presente la modulazione emozionale. Ciò non ci permette di confrontare la fase in cui ci aspettiamo la risposta emozionale (Abituazione 1) con la fase in cui dovrebbe mostrarsi l'abituazione (Abituazione 2).

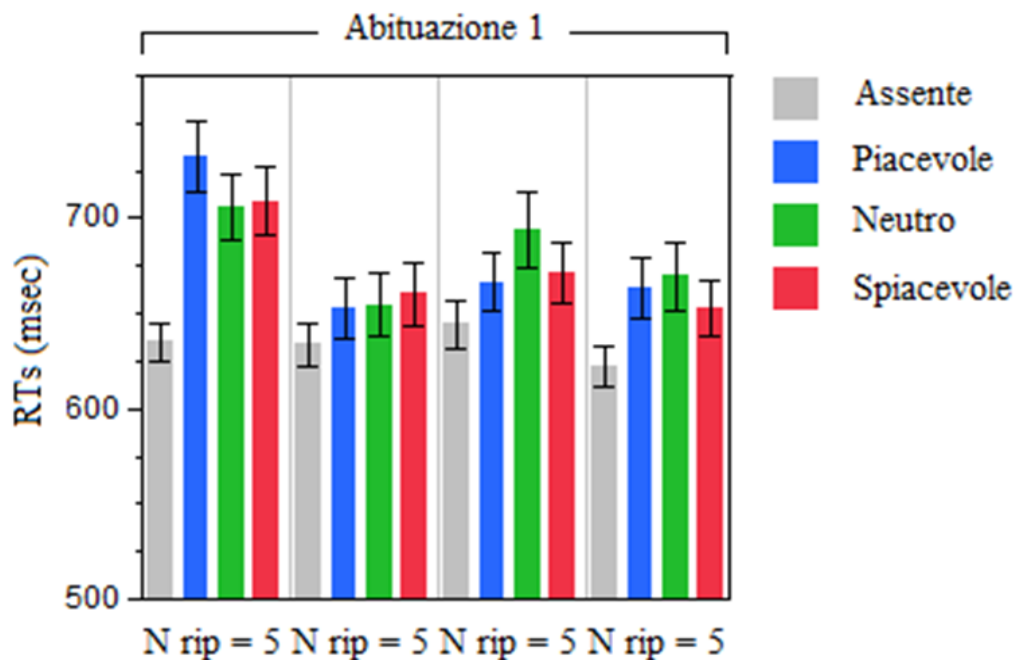


Fig.2.8 Grafico a barre relativo ai tempi di reazione (RTs) medi in presenza delle quattro diverse tipologie di distrattore (assente, piacevole, neutro, spiacevole), divisi per sotto blocco di trials da 50 trials ciascuno dei quali corrisponde a 5 ripetizioni di ogni esemplare distrattore. I quattro sotto blocchi appartengono all'Abituazione 1, ed è possibile vedere che la cattura attentiva per le immagini emozionali è presente nel primo sotto blocco ma scompare già nel secondo, dopo 10 ripetizioni.

Abbiamo effettuato la stessa analisi nella fase di Abituazione 2, per verificare che la modulazione emozionale e non c'è differenza nei tempi di reazione per le tre valenze del distrattore [$p > .05$]. Invece la modulazione

emozionale, quindi la differenza nei tempi di risposta tra le immagini emozionali e le neutre, ricompare in fase Novel [$F(2,28)=5.318$, $p=.011$, $\eta^2p=.275$].

2.1.5. Late Positive Potential (LPP)

Come già precedentemente spiegato, il LPP può essere considerata una misura di attenzione motivata, ossia dell'attenzione che automaticamente viene catturata da stimoli ad alto livello di arousal, ma più resistente all'abituazione per la ripetizione degli stimoli rispetto ai tempi di reazione. Nel paragrafo precedente, abbiamo osservato che l'interferenza comportamentale dei distrattori emozionali non è presente sin dal primo blocco di abituazione, e questo ci fa ipotizzare che i parametri contestuali in cui osserviamo tale fenomeno (stimolo in periferia, numero di ripetizioni, frequenza distrattore, numero di esemplari distrattori del set) abbiano provocato una rapida abituazione. Tuttavia, l'introduzione del blocco di distrattori nuovi ci ha permesso di osservare che, insieme a un effetto dato dalla ripetizione degli stimoli, c'è anche un effetto specifico per le immagini emozionali dato dalla novità dello stimolo che fa ritornare la modulazione emozionale dopo la fase di Abituazione 2. È interessante, quindi, chiedersi se e come cambia la modulazione del LPP a stimoli emozionali e neutri a seguito della ripetizione e della successiva novità dello stimolo.

Potremmo quindi aspettarci che la modulazione emozionale mostrata dal LPP non cambi nel corso dell'esperimento, oppure segua quanto osservato per i tempi di reazione, ossia che benché resti significativa la differenza tra LPP elicitata da stimoli distrattori emozionali e neutri, diminuisca l'effetto dato dalla

valenza dello stimolo passando dalla fase di Abituazione 1 a quella Abituazione 2, per poi aumentare nuovamente in fase Novel.

Per rispondere a questo quesito abbiamo condotto un test ANOVA 3x4 in cui abbiamo il Blocco a tre livelli (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel) per la Categoria del distrattore a 4 livelli (Assente, Piacevole, Neutro, Spiacevole) nella finestra temporale tra 450 e 900 millisecondi dall'onset dello stimolo (poiché è in questa finestra che abbiamo osservato LPP), considerando un raggruppamento di 17 sensori parieto-occipitali in precedenza indicati. I risultati mostrano l'effetto principale dato dal Blocco [$F(2, 28) = 3.953$, $p = .031$, $\eta^2_p = .220$], l'effetto principale dato dalla Categoria dello stimolo distrattore [$F(3, 42) = 8.209$, $p = .000$, $\eta^2_p = .370$], e l'effetto d'interazione del Blocco per la Valenza [$F(6,84) = 3.762$, $p = .002$, $\eta^2_p = .212$].

Il test ANOVA 3x3 con Blocco a tre livelli e Valenza dello stimolo a tre livelli (Piacevole, Neutro, Spiacevole) mostra l'effetto principale del Blocco [$F(2, 28) = 5.297$, $p = .011$, $\eta^2_p = .275$], l'effetto principale della Valenza dello stimolo distrattore [$F(2, 28) = 3.768$, $p = .000$, $\eta^2_p = .431$] e l'effetto d'interazione del Blocco per la Valenza [$F(4,56) = 2.729$, $p = .038$, $\eta^2_p = .163$]. L'effetto di interazione Blocco x Valenza, come per i tempi di reazione, è dovuto all'introduzione di stimoli nuovi, che comporta il recupero dell'interferenza per le immagini emozionali ma non per le neutre. Per queste ultime infatti non c'è recupero della cattura attentiva.

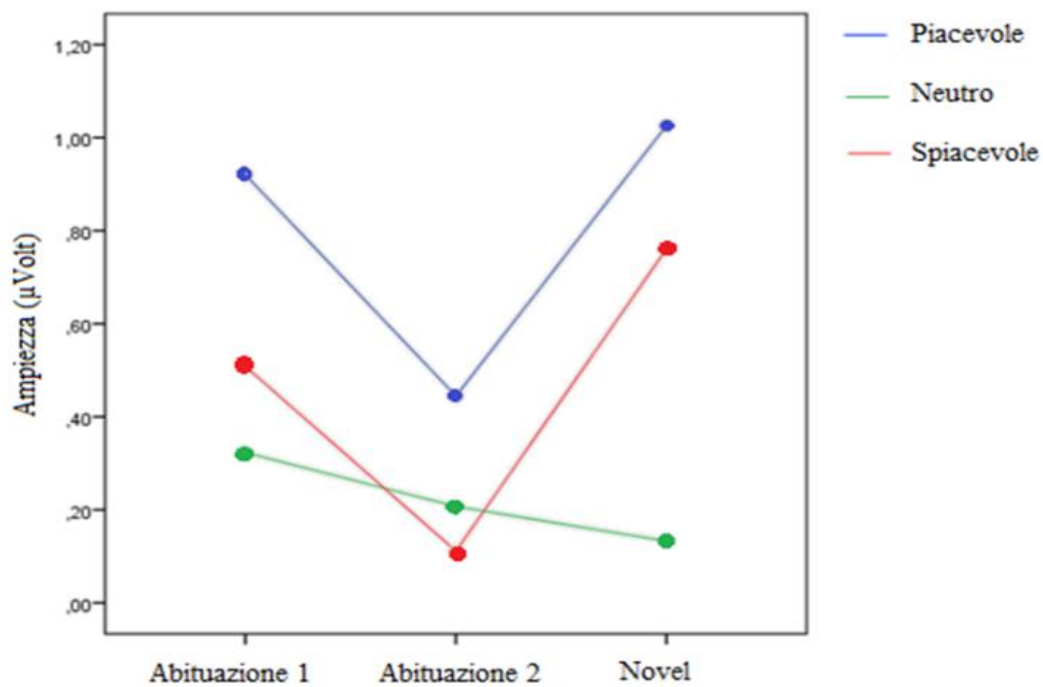


Fig.2.9 Grafico relativo all'ampiezza della risposta corticale (μ Volt) media in presenza delle tre valenze del distrattore (piacevole, neutro, spiacevole) nel raggruppamento dei 17 sensori per il LPP, divisa per blocco di trials (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel)

La modulazione emozionale è significativa nel blocco di Abituazione 1, quando le immagini sono presentate per la prima volta [$F(2,28)=5.940$, $p=.007$, $\eta^2p=.298$], non è più significativa nell'Abituazione 2 e torna ad esserlo nel blocco Novel [$F(2,28)=8.323$, $p=.001$, $\eta^2p=.373$].

2.1.6. Discussione

I risultati mostrati nelle sezioni precedenti attestano che i tempi di reazione si modificano in funzione della familiarità con gli stimoli distrattori in modo diverso a seconda della valenza del distrattore (effetto di interazione). Nella fase di Abituazione 1 non abbiamo osservato, diversamente da quanto riportato in letteratura, una cattura attentiva differenziale tale per cui i tempi di reazione nei trial con distrattore emozionale sarebbero più lenti rispetto a quelli nei trial con distrattore neutro, e quindi non ci permette di studiare l'effetto dell'abituazione dovuta alla ripetizione degli stimoli distrattori. Inoltre, questo dato è in contraddizione anche con la modulazione mostrata dal LPP nella fase di Abituazione 1, dove è presente una risposta corticale diversa tra immagini di valenza diversa, coerentemente con quanto descritto in letteratura (Schupp, Cuthbert, Bradley, Cacioppo, Ito, & Lang, 2000). Nella fase di Abituazione 2, la modulazione emozionale mostrata dal LPP non è significativa. Questo risultato è particolarmente interessante perché nuovo rispetto a quanto presente in letteratura, in quanto il LPP sembrava essere molto resistente all'abituazione (Codispoti, M., Ferrari, V., & Bradley, M. M., 2007; Codispoti, M., Ferrari, V., & Bradley, M. M. 2006, Codispoti, M., De Cesarei, A., Biondi, S., & Ferrari, V., 2016). Inoltre, il sistema reagirebbe in modo diverso agli stimoli neutri rispetto a quelli emozionali, come suggerito dalla mancanza di cambiamento nella risposta corticale con distrattore neutro tra la fase di Abituazione 2 e la fase Novel, diversamente da quanto avviene per i distrattori emozionali che recuperano la cattura attentiva.

Complessivamente, i dati suggeriscono che gli stimoli emozionali in periferia risentano dell'esperienza maturata dai soggetti nelle fasi di Abituazione, elicitando una minore cattura attentiva e quindi subendo molto rapidamente un filtro. I risultati

inerenti alla componente LPP potrebbero essere interpretati come una prova del fatto che gli stimoli emozionali, se posti in periferia del campo visivo e sottoposti ad una intensa ripetizione, perdono la loro obbligatorietà di elaborazione. In ogni caso, la risposta mostrata in fase Novel suggerisce che il filtro attentivo è sensibile alle caratteristiche emozionali dei singoli esemplari di immagini ripetuti,

La fase di Abituazione 1, quindi, si è mostrata inadeguata a studiare la curva di abituazione dei tempi di risposta a partire dalla modulazione emozionale degli stimoli nella risposta comportamentale, e non ha consentito né il confronto con le fasi successive (Abituazione 2 e Novel) né lo studio più dettagliato dell'effetto delle singole ripetizioni. Una spiegazione potrebbe risiedere nel fatto che il numero di esemplari per categoria di immagine utilizzati come stimoli distrattori è piccolo rispetto all'alta frequenza della loro comparsa, e che lo stimolo in periferia sia più facilmente ignorabile, quindi per la sua posizione interferisca meno con il compito principale permettendo l'instaurazione di un filtro molto precoce.

I risultati di questo primo esperimento indicano che la ripetizione degli stimoli in periferia, contemporaneamente al target al centro del campo visivo ha generato un meccanismo di filtraggio degli stimoli distrattori molto rapido, che viene mostrato anche a livello di risposta corticale. È stato quindi pensato un secondo esperimento, in cui vengono aumentati il numero di esemplari di immagini distrattore e diminuita la loro frequenza in modo da poter osservare un gradiente di abituazione.

2.2. Esperimento 2

Come di seguito descritto, il secondo studio varia rispetto allo studio pilota, per la frequenza del distrattore che è reso più raro e quindi inatteso, e allo stesso tempo per il numero di esemplari per categoria di immagini utilizzate come stimoli distrattori che aumentano da 2 a 4. Queste variazioni hanno un effetto diretto anche sulle ripetizioni dei singoli esemplari, che diventano più rare (da una ogni 10 trials ad una ogni 30 trials) con la conseguente maggiore variabilità degli eventi tra una ripetizione e l'altra. Questi elementi hanno lo scopo di rallentare il processo di abituação (Yantis & Egeth, 1999) in modo da poter visualizzare la cattura attentiva emozionale a inizio esperimento, cioè quando le immagini sono ancora relativamente poco familiari, e successivamente la progressiva riduzione dell'interferenza al compito principale con l'instaurarsi dell'abituação.

2.2.1. Ipotesi

Le ipotesi per il presente studio ricalcano quelle dello studio precedente, modificate dai risultati osservati. Ci aspettiamo che

- gli stimoli in periferia determinino cattura attentiva, che si mostra attraverso un iniziale rallentamento dei tempi di reazione e una differenza negli RTs tra le immagini emozionali e le neutre (modulazione emozionale) che successivamente scompare, all'aumentare delle ripetizioni. Diversamente, lo stimolo in periferia potrebbe essere così facilmente ignorato da non elicitarne un'elaborazione misurabile fin dalle prime presentazioni. Il paradigma si pone l'obiettivo di ottenere una curva

di abitudine graduale, che permetta di visualizzare l'inizio dell'abitudine in termini di numero di ripetizioni

- Questo studio vuole indagare se i distrattori posti in periferia possano indurre una modulazione del LPP per la ripetizione degli stimoli. Sulla base dell'esperimento precedente possiamo aspettarci che ci sia una maggiore ampiezza del LPP all'inizio del compito che poi diminuisce

- Dallo studio precedente, sappiamo che gli stimoli nuovi determineranno una diversa risposta, sia comportamentale che corticale, in base alla valenza dello stimolo. In particolare, ci interessa approfondire l'effetto dei distrattori nuovi neutri in un contesto emozionale che non sembrano essere interessati dall'effetto della novità dello stimolo.

2.2.2. Metodo

Partecipanti

Al secondo esperimento hanno partecipato 25 studenti volontari (12 femmine), di età compresa tra i 20 e 42 anni (età media 24.64 anni, SD= 4.75), con normale o corretta acuità visiva. Nessun soggetto ha dichiarato di essere affetto da problemi psichiatrici o neurologici. Tutti i partecipanti hanno firmato il consenso informato prima di procedere con l'esperimento.

Materiali

Sono state utilizzate un totale di 136 immagini, raffiguranti coppie erotiche (n=44), persone in ambienti neutri (n=44) e corpi mutilati (n=44), selezionate dal *International Affective Picture System* (IAPS; Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008) insieme ad immagini disponibili su Internet. Altre immagini raffiguranti persone in ambienti neutri sono state usate per la fase iniziale di *practice*.

Gli stimoli erano presentati su un monitor 16 pollici con una risoluzione 1,024 x 768 e frequenza di aggiornamento di 75 Hz, controllate da un computer Dell.

Le immagini, uniformi per luminosità e dimensione (13.3x 9.5 cm) sottendevano 14° di angolo visivo orizzontale e 10.5 verticale, erano presentate a 10.2 ° di angolo visivo (3.55 cm) dal punto di fissazione centrale, sia a destra che a sinistra. I gabor, presentati centralmente in corrispondenza del punto di fissazione, sottendevano 5.3 gradi di angolo visivo (4.7 cm) e presentavano frequenza di 9.4 e fase di 0.5 cicli per gradi di angolo visivo. La presentazione degli stimoli e la raccolta dei dati è stata effettuata usando il software E-Prime (Schneider, Eschman, & Zuccolotto, 2002).

Procedura

I soggetti svolgevano lo stesso compito di discriminazione percettiva di un gabor del primo esperimento, tuttavia la struttura del paradigma è stata modificata in seguito ai risultati del primo esperimento. Per consentire ai partecipanti di familiarizzare con il compito principale in modo tale da poter escludere nelle fasi

successive l'effetto interferente dovuto alla poca dimestichezza con il compito, la sessione sperimentale iniziava con un blocco di *practice* di 30 trials in cui veniva presentato il gabor per 150 ms, accompagnato con una frequenza del 40% da immagini di persone in ambienti neutri. I dati provenienti dalla fase di *practice* non sono stati analizzati. L'esperimento consisteva in due blocchi di abituazione seguiti da un blocco Novel, ciascuno composto da 300 trials. Durante ogni trial un gabor veniva presentato al centro dello schermo per 150 ms. Nel 40% dei trials il gabor veniva accompagnato da un distrattore sulla destra o sulla sinistra, mentre nel 60% dei casi era presente solo il gabor. Contemporaneamente veniva registrata la risposta comportamentale che il soggetto era istruito a dare il prima possibile. Al partecipante era chiesto di focalizzare l'attenzione sul gabor, ignorando le immagini eventualmente presenti ai lati, e di indicare l'orientamento del gabor premendo il pulsante corrispondente sulla tastiera. Il soggetto doveva rispondere alle diverse orientazioni premendo due tasti differenti a seconda che l'orientazione fosse verticale o orizzontale. La risposta veniva emessa dal dito indice o medio della mano dominante, e per evitare un effetto Simon i tasti scelti erano posti in verticale.

La distanza del soggetto dal punto di fissazione sullo schermo era tenuta costante attraverso l'utilizzo della mentoniera. Le dimensioni del monitor erano 36,4 x 27,4 cm. L'esperimento era composto in totale da 900 trials, tra un trial e il successivo poteva passare un intervallo di tempo variabile tra i 1400 e i 2000 millisecondi.

Durante il blocco Abituazione 1, venivano presentati 300 gabor. Nel 40% dei casi appariva, insieme allo stimolo target che era appunto il gabor,

un'immagine laterale con la funzione di distrattore. Il blocco Abituazione 2 è in tutto e per tutto omologo strutturalmente al blocco Abituazione 1, ed è composto da 270 trials, di cui gli ultimi 30 trials vengono fatti seguire alla pausa e accorpati al blocco Novel, per controllare eventuali effetti della pausa sulla cattura attentiva e per fare in modo che i primi distrattori nuovi compaiano all'improvviso subito dopo quelli ripetuti.

Infine, il blocco Novel mantiene la stessa struttura e le stesse restrizioni dei blocchi precedenti, con la differenza di presentare 40 immagini nuove, mai viste prima dal soggetto e non ripetute.

Tra ogni blocco e il successivo era prevista una breve pausa per permettere al soggetto di riposare gli occhi, la durata della pausa poteva essere gestita dal soggetto a partire da un minuto fisso di durata e non superare pochi minuti.

Cinque differenti set di 12 immagini ciascuno (quattro immagini per ogni valenza) sono stati creati per aumentare la generalizzabilità dei risultati oltre le caratteristiche specifiche di un solo set di stimoli. Ogni soggetto ha visto un solo set di immagini che veniva ripetuto complessivamente 20 volte durante i due blocchi di abitudine (una ripetizione di ciascuna immagine ogni 30 trials), quindi 10 volte in ogni blocco di 300 trials.

I set di immagini erano controbilanciati attraverso i partecipanti in modo che ogni set di immagini venisse visto un numero uguale di volte (cinque volte per ogni set). L'ordine di presentazione dei distrattori è stato pseudo-randomizzato secondo le seguenti restrizioni:

-non far comparire due immagini della stessa valenza in modo consecutivo

-non più di tre immagini emozionali consecutive

-non più di tre distrattori consecutivi dallo stesso lato

-non più di tre gabor di seguito non accompagnati dai distrattori.

Il partecipante veniva fatto accomodare nella stanza di registrazione, gli veniva chiesto di compilare il foglio di consenso informato e una scheda di raccolta dati anagrafici. Al soggetto veniva applicata la cuffia per la registrazione EEG, e quattro sensori periferici per il rilevamento dei movimenti oculari verticali e orizzontali, e dei blink.

A questo punto il soggetto veniva accompagnato nella stanza in cui avrebbe svolto l'esperimento. La stanza è stata tenuta con illuminazione soffusa e costante per tutti i soggetti. Dopo aver posizionato la mentoniera venivano fornite le istruzioni: prestare attenzione al centro dello schermo, ignorare le immagini che sarebbero potute comparire ai lati e rispondere il più velocemente e accuratamente possibile all'orientamento del gabor. Controllato che il segnale EEG fosse buono, veniva avviato l'esperimento. Una volta terminata la registrazione, il soggetto liberato dalla cuffia EEG veniva invitato a compilare un questionario in cui veniva chiesta una complessiva valutazione della sessione sperimentale, e una valutazione in termini di arousal, piacevolezza e difficoltà nell'ignorare i distrattori. Infine, veniva data una spiegazione degli obiettivi dell'esperimento.

2.2.3. Registrazione e analisi dei dati

Sono stati raccolti ed analizzati i tempi di reazione (RTs). L'analisi dei

RTs è stata effettuata solo sulle risposte corrette. Per ogni partecipante, la media dei tempi di reazione è stata calcolata per blocco sperimentale (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel) e per tipologia di stimolo distrattore (Assente, Piacevole, Neutro, Spiacevole). Sono stati scartati gli RTs superiori o inferiori a tre deviazioni standard dalla media. È stata effettuata l'analisi della varianza a misure ripetute (ANOVA) con fattori Blocco a tre livelli (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel) e Categoria del distrattore a quattro livelli (Assente, Piacevole, Neutro, Spiacevole), oppure Blocco a tre livelli x Valenza a tre livelli. Per ogni test ANOVA abbiamo calcolato e riportato l'eta quadrato parziale (η^2_p), che riflette la proporzione di varianza spiegata dalla manipolazione sperimentale rispetto alla varianza totale.

Per quanto riguarda i potenziali evento relati, il segnale EEG è stato registrato attraverso cuffia Electro-Cap International con 60 canali, frequenza di campionamento impostata era 2500 Hz, l'impedenza è stata settata a 10 k Ω , il filtro passa banda è stato impostato tra 0.01 e 30 Hz. Ci siamo avvalsi di 4 elettrodi per la rilevazione dei movimenti oculari: due elettrodi per registrare i movimenti oculari orizzontali posti a destra e a sinistra degli occhi, e altri due posti in corrispondenza dell'occhio destro per rilevare i movimenti in verticale verso l'alto o verso il basso. I dati sono stati corretti per i movimenti oculari e analizzati in Emegs (Junghofer & Peyek, 2004) calcolando l'avaraging per soggetto, fase sperimentale (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel) e per tipologia di stimolo distrattore (Assente, Piacevole, Neutro, Spiacevole). Le analisi sono state svolte solo sui trials accurati nella misura comportamentale. L'analisi della componente LPP è stata effettuata prendendo in considerazione, in una finestra

temporale compresa tra i 450 e 900 millisecondi dalla presentazione dello stimolo, un raggruppamento di 22 sensori nella zona parieto-occipitale dello scalpo, che sono: 32 (CP3), 33 (CP1), 34 (CPz), 35(CP2), 36(CP4), 40(P5), 41(P3), 42(P1), 43(PZ), 44(P2), 45(P4), 46(P6), 48(PO7), , 49(PO5), 50(PO3), 51(POZ),52(PO4), 53(PO6), 54(PO8), 55(O1), 56(OZ), 57(O2).

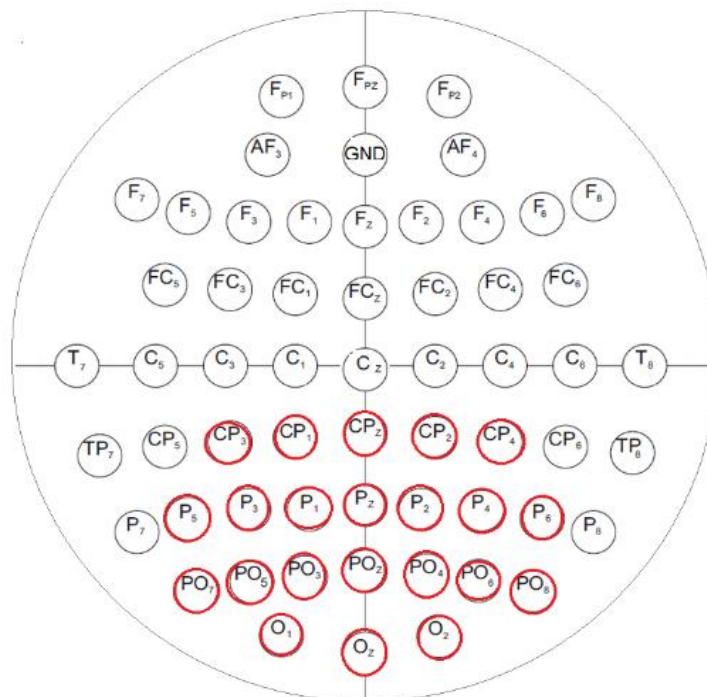


Fig.2.10. Rappresentazione dei sensori nella cuffia per la registrazione EEG. In rosso è rappresentato il raggruppamento dei 22 sensori parieto-occipitali usati per l'analisi del LPP nell'Esperimento 2.

2.2.4. Risultati comportamentali

È stata condotta una prima analisi volta a indagare la variazione dei tempi di reazione in funzione della categoria del distrattore nel corso dei blocchi di abitudine e fase Novel. È stato effettuato un test ANOVA 3x4 in cui i fattori

considerati sono stati Blocco a 3 livelli (Abituazione 1, Abituazione 2 e Novel) e Categoria del distrattore a 4 livelli (assente, piacevole, neutro, spiacevole).

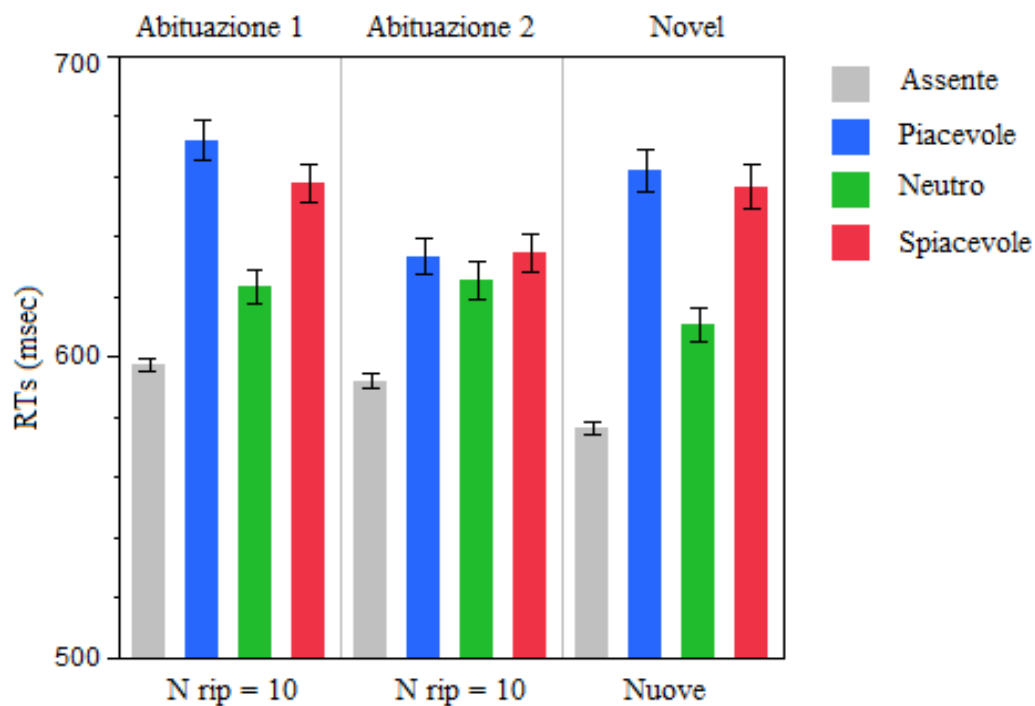


Fig. 2.11. Grafico a barre relativo ai tempi di reazione (RTs) medi in presenza delle quattro diverse tipologie di distrattore (assente, piacevole, neutro, spiacevole), divisi per blocco di trials (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel).

I risultati mostrano un effetto principale della Categoria del distrattore [$F(3,72)= 34.601, p=.000, \eta^2p =.590$] e l'effetto d'interazione Blocco x Categoria, [$F(6,144)= 6.896, p=.000, \eta^2p =.223$]. Presi in considerazione ancora i tre blocchi, abbiamo indagato la relazione tra la condizione di distrattore assente e la condizione con il distrattore neutro attraverso un test ANOVA 3 (Blocco) x 2 (assente, neutro) che non ha mostrato nessun effetto Blocco [$p>.05$], l'effetto principale del distrattore [$F(1,24)=30.890, p<.001, \eta^2p =.563$] e nessun effetto di

interazione [$p > .05$]. Quindi la comparsa di un distrattore, seppur neutro, comporta un rallentamento degli RT rispetto ai trial in cui il distrattore è assente, ma tale effetto interferenza rimane costante tra i blocchi, ossia non viene influenzato dalla novità del distrattore.

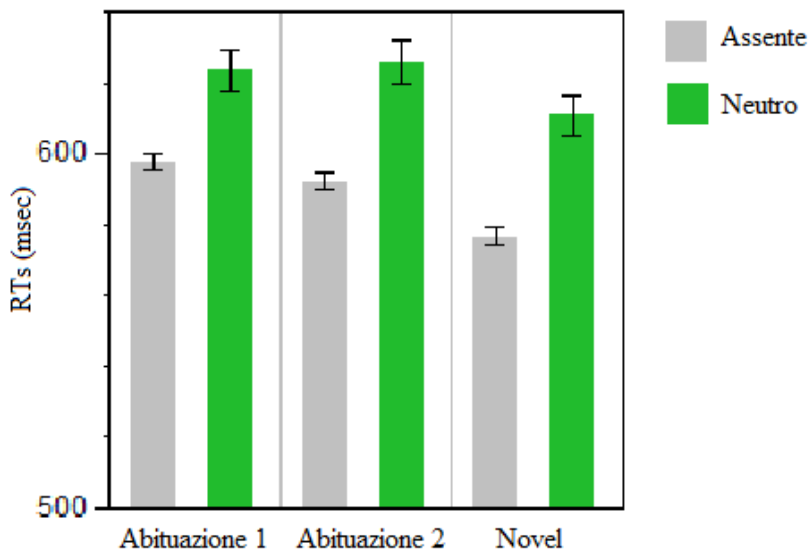


Fig.2.12 Grafico a barre che confronta i tempi di reazione (RTs) medi in assenza del distrattore e con distrattore neutro, per blocco di trials (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel).

Ritornando invece sull'effetto di maggior interesse, ossia l'interferenza emozionale del distrattore, abbiamo condotto un test ANOVA 3x3 escludendo la condizione in cui il distrattore era assente, e i risultati mostrano un effetto principale della Valenza del distrattore [$F(2,48) = 20.333$, $p = .000$, $\eta^2_p = .459$] e l'effetto di interazione [$F(4,96) = 7.213$, $p = .000$, $\eta^2_p = .231$] dimostrando che la modulazione emozionale dei tempi di reazione varia tra i blocchi in funzione della valenza del distrattore.

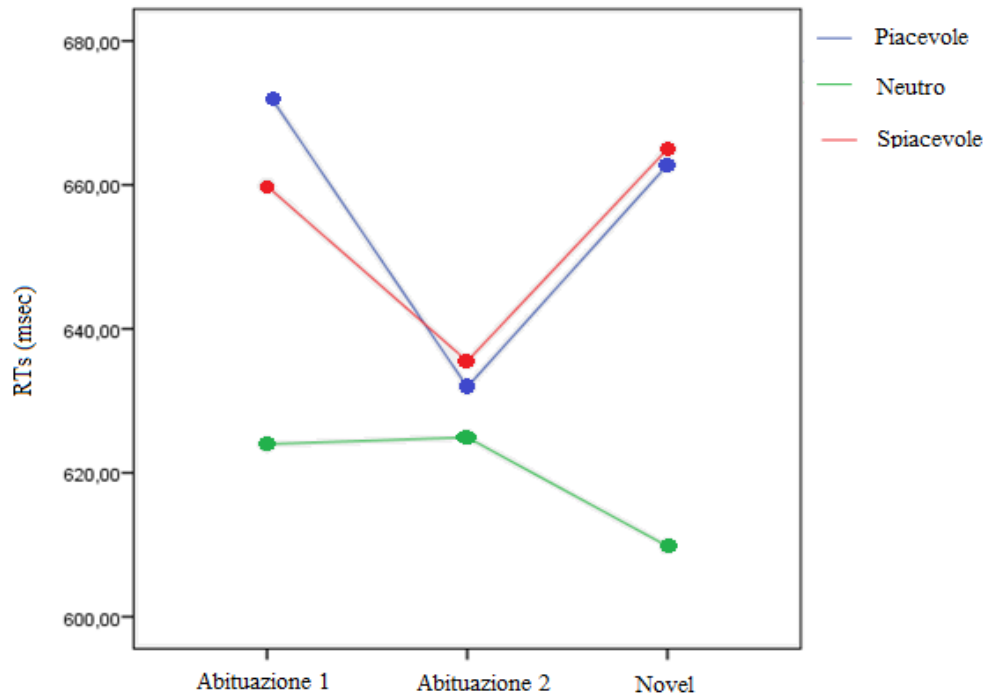


Fig.2.13. Grafico relativo ai tempi di reazione (RTs) medi in presenza delle tre valenze del distrattore (piacevole, neutro, spiacevole), divisi per blocco di trials (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel)

La modulazione emozionale è significativa nel primo blocco di abituazione [$F(2,48)=20.845$, $p=.000$, $\eta^2p=.465$] con una differenza significativa tra distrattore neutro e piacevole [$p=.000$] così come tra neutro e spiacevole [$p=.000$] ma non significativa tra piacevole e spiacevole [$p=.109$]. I tempi di reazione nel blocco Abituazione 2 non sono più significativamente diversi in funzione della categoria del distrattore [$p=.151$] mostrando il subentro del processo di abituazione agli stimoli ripetuti. I tempi di reazione tornano a essere significativamente diversi in base alla valenza nella fase Novel [$F(2, 48)= 3.514$, $p=.000$, $\eta^2p=.360$] come nel primo blocco, tra neutre e piacevoli [$p=.000$] così come tra neutre e spiacevoli [$p=.001$] ma non tra piacevoli e spiacevoli [$p=.809$], mostrando quindi un effetto di recupero della cattura attentiva.

I confronti orizzontali hanno mostrato che c'è una differenza significativa nei tempi di risposta per i distrattori piacevoli nei tre blocchi [$F(2,48)=7.214$, $p<.05$, $\eta^2p=.231$] in particolare tra Abituazione 1 e Abituazione 2 [$p=.001$] così come tra il blocco di Abituazione 2 e Novel [$p=.011$] ma non tra il blocco di Abituazione 1 e il blocco Novel [$p=.393$], suggerendo un recupero della cattura attentiva da parte degli stimoli distrattori nuovi piacevoli. Per quanto riguarda i distrattori spiacevoli, la differenza nei tempi di risposta è significativa per il lineare del quadratico (blocco) [$F(1,24)=7.53$, $p=.011$, $\eta^2p=.239$]. Invece per i distrattori neutri non c'è differenza nei tempi di risposta.

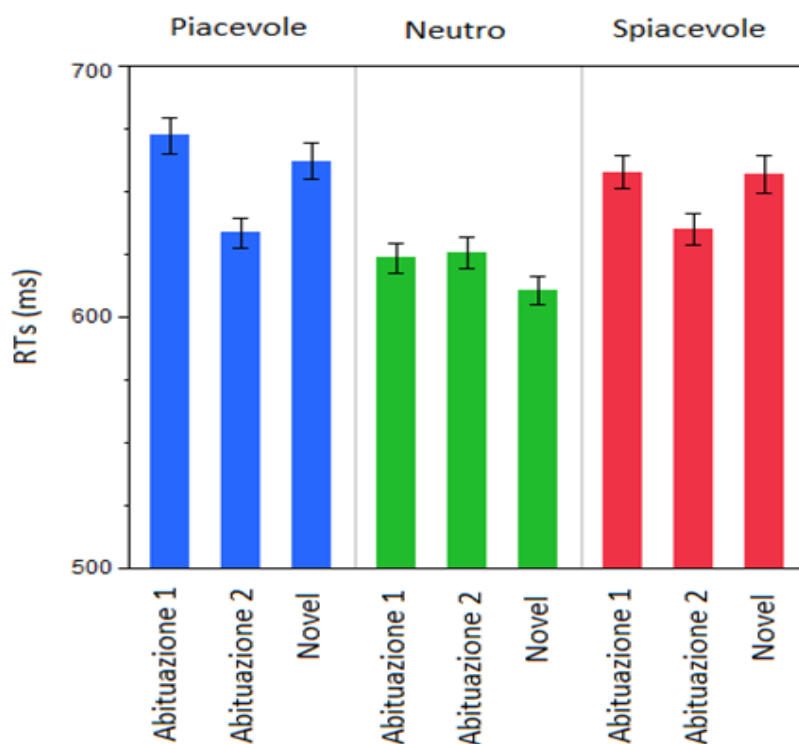


Fig.2.14 Grafico a barre relativo ai tempi di reazione (RTs) medi per ciascuna delle tre diverse valenze di distrattore (piacevole, neutro, spiacevole), confrontati tra blocchi di trials (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel).

2.2.5. Analisi dei dati comportamentali nei sotto blocchi

Abbiamo effettuato un'ulteriore analisi, andando più nel dettaglio, con i sotto blocchi da 150 trials che dividono in due ciascuna fase del nostro esperimento. Abbiamo quindi condotto un test ANOVA con disegno 6x3 in cui sono stati considerati i sotto-blocchi a 6 livelli (Abituazione 1-4, Novel 1-2) e la Valenza del distrattore a 3 livelli (piacevole, neutro, spiacevole). L'analisi mostra che non c'è un effetto principale del Blocco [$p > .05$], ma c'è l'effetto principale della Valenza [$F(2,48)=20.071$, $p < .001$, $\eta^2_p = .455$] e l'effetto di interazione tra Blocco e Valenza [$F(10,240)=4.953$, $p < .001$, $\eta^2_p = .171$].

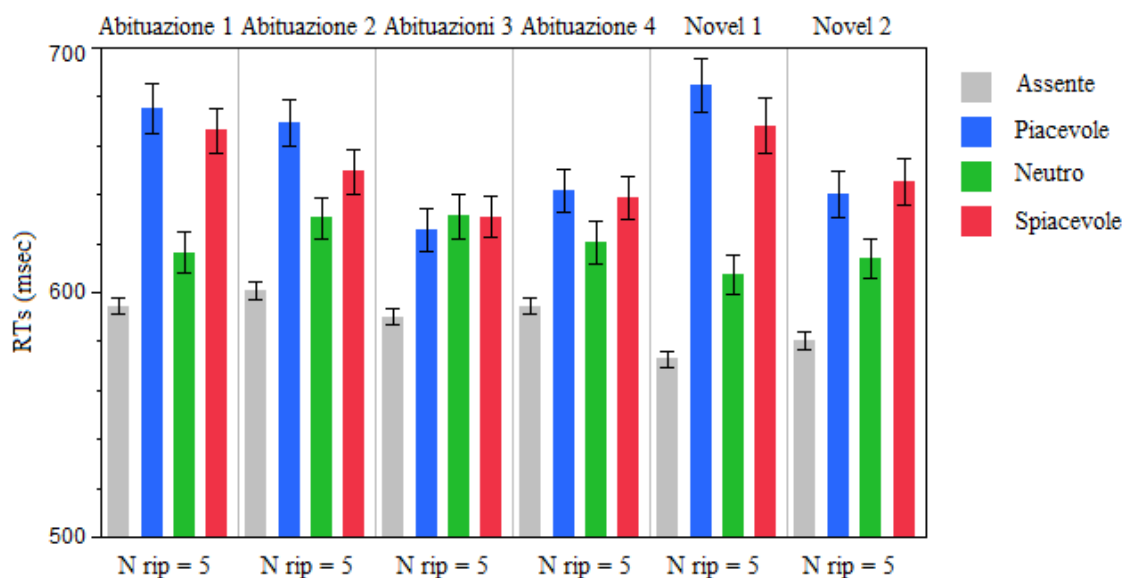


Fig.2.15 Grafico a barre relativo ai tempi di reazione (RTs) medi in presenza delle quattro diverse tipologie di distrattore (assente, piacevole, neutro, spiacevole), divisi per sotto blocco da 150 trials (Abituazione 1, Abituazione 2, Abituazione 3, Abituazione 4, Novel 1, Novel 2)

Nello specifico, i confronti verticali, mostrano che la differenza tra i tempi di reazione è significativa nel primo blocco di abituazione da 150 trials [$F(2, 48)=18.990$, $p<.001$, $\eta^2p=.442$] tra distrattori neutro e spiacevoli come tra neutro e piacevole [$p=.000$] ma non tra piacevole e spiacevole [$p=.420$]. Nel secondo blocco, le differenze sono ancora significative [$F(2, 48)=7.103$, $p<.05$, $\eta^2p=.228$] quindi [$p>.05$] ma la differenza è significativa solo tra piacevoli e neutre [$p=.001$]. Nel terzo blocco da 150 trials di abituazione e nel quarto blocco, le differenze non sono più significative. Nel primo blocco Novel le differenze sono significative [$F(2, 48)=14.610$, $p<.001$, $\eta^2p=.378$] e la differenza è significativamente diversa tra piacevoli e neutre [$p=.000$] come tra neutre e spiacevoli [$p=.001$]. Nel secondo blocco di Novel si mantiene la significatività [$F(2, 48)=4.705$, $p=.014$, $\eta^2p=.164$]. Questi confronti ci permettono di individuare l'instaurarsi dell'abituazione per le immagini piacevoli dopo i primi 300 trials quindi tra 10 e 15 ripetizioni di ogni esemplare, mentre per le spiacevoli già tra 5 e 10 ripetizioni.

Se andiamo a vedere i confronti orizzontali, i tempi di risposta per le immagini piacevoli sono significativamente diversi lungo i blocchi [$F(5,120)=5.972$, $p<.001$, $\eta^2p=.199$]. La prima differenza significativa in ordine temporale ce l'abbiamo tra l'Abituazione 2 e l'Abituazione 3, quindi tra 5 e 15 ripetizioni di ogni esemplare [$p=.000$]. Novel 1 risulta essere diverso dall'Abituazione 4 [$p=.003$] mostrando un recupero della cattura attentiva da parte degli stimoli positivi nuovi, ma anche Novel 2 è significativamente diversa dalla fase Novel 1 [$p=.009$] suggerendo una nuova abituazione dopo la fase di recupero Novel 1, nonostante le immagini continuino ad essere tutte nuove.

I tempi di risposta nei trial con distrattori spiacevoli presentano una maggiore variabilità tra i sotto blocchi con differenze significative tra la fase di Abituazione 3 e la fase Novel 1 [$p=.029$].

I tempi di risposta nei trial con distrattore neutro non risultano significativamente diversi lungo i blocchi [$p>.05$] suggerendo che i distrattori neutri non vengano filtrati dalla ripetizione, ma hanno poca cattura attentiva da principio, e di conseguenza non possono nemmeno essere sottoposti ad un effetto della novità.

2.2.6. Late Positive Potential (LPP)

I risultati del primo esperimento hanno mostrato un'interessante modulazione del LPP tra i Blocchi. In particolare, avevamo osservato che nella fase di Abituazione 2 gli stimoli distrattori non elicitarono una risposta corticale significativamente diversa in base alla valenza, come invece avveniva nell'Abituazione 1. Ci aspettiamo di replicare in questo secondo esperimento gli stessi risultati. Abbiamo condotto un test ANOVA 3x4 in cui i fattori sono il Bocco a tre livelli (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel) e la Categoria del distrattore a tre livelli (assente, piacevole, neutro, spiacevole). L'intervallo temporale considerato è 450-900 millisecondi dopo l'*onset* dello stimolo, perché qui è stata osservata la modulazione su un raggruppamento di 22 sensori.

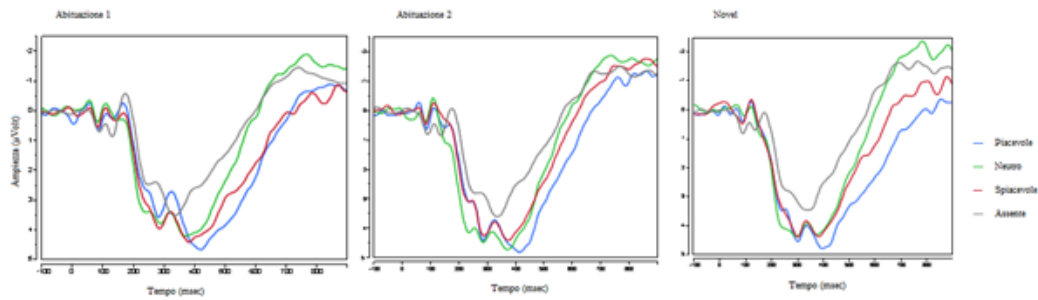


Figura. 2.16. *Grand-average* ERP eliciti durante il compito nelle diverse condizioni di stimoli distrattori assenti, piacevoli, neutri e spiacevoli in un raggruppamento di sensori parieto-occipitali, nei tre blocchi dell'esperimento. L'ampiezza della risposta corticale è espressa in microvolts in un range temporale fra -100 e 900 ms. La finestra temporale usata per l'analisi del LPP è compresa fra i 450 e 900 ms dall'onset dello stimolo. Si noti come l'ampiezza del LPP è modulata dal blocco.

I risultati mostrano l'effetto principale del Blocco [$F(2,48)=6.368$, $p=.004$, $\eta^2p=.21$], l'effetto principale della Categoria [$F(3,72)=32.094$, $p=.000$., $\eta^2p=.572$] e l'effetto di interazione [$F(6,144)=4.729$, $p=.001$, $\eta^2p=.151$].

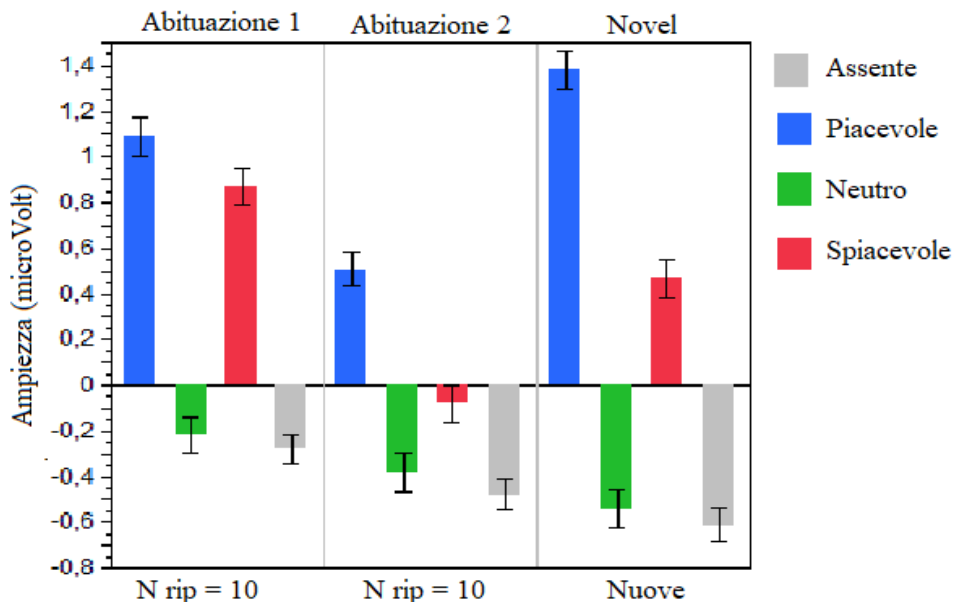


Figura. 2.17. Grafico a barre relativo all'ampiezza della risposta corticale media (μV) in presenza delle quattro diverse tipologie di distrattore (assente, piacevole, neutro, spiacevole), divisi per sotto blocco da 300 trials (Abituazione 1, Abituazione 2, Abituazione 3, Novel 1).

Abbiamo quindi concentrato le analisi sui distrattori emozionali, attraverso un disegno 3x3 che non tiene conto dei trial in cui il distrattore è assente ma considera i 3 livelli del Blocco e 3 livelli della Valenza del distrattore. Le analisi hanno mostrato l'effetto principale del Blocco [$F(2, 48)=8.407, p=.001, \eta^2p = .259$], l'effetto principale della Valenza [$F(2, 48)= 32.464, p=.000, \eta^2p = .575$] e l'effetto di interazione [$F(4,96)= 3.603, p<.009, \eta^2p =,131$].

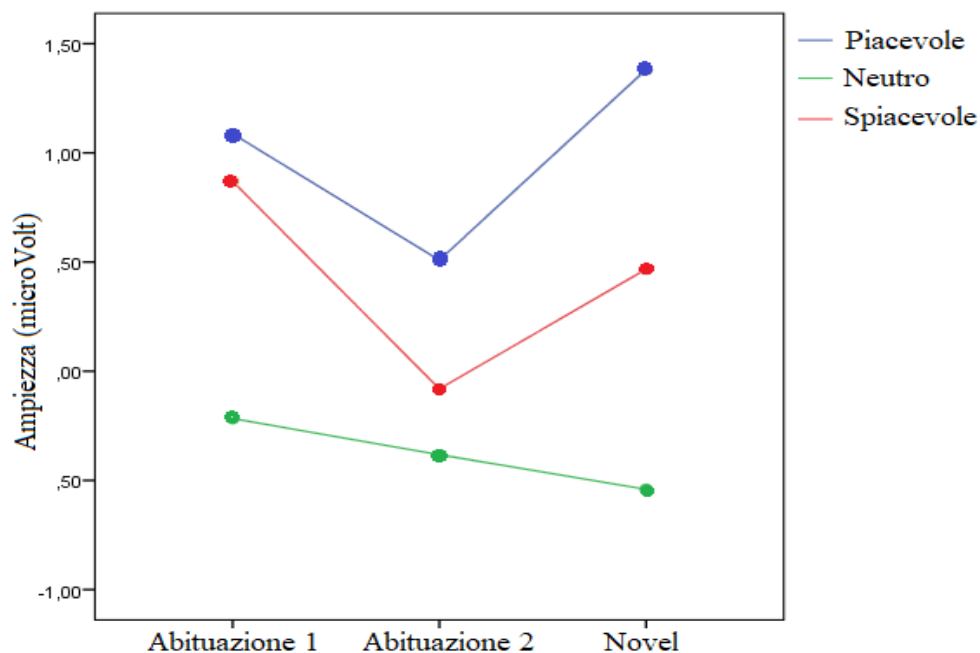


Figura.2.18. Grafico relativo all'ampiezza della risposta corticale media (μV) in presenza delle tre diverse valenze del distrattore (piacevole, neutro, spiacevole), divisi per blocco di trials (Abituazione 1, Abituazione 2, Novel)

Come atteso, i confronti verticali hanno mostrato una differenza significativa nella risposta corticale per le diverse valenze dello stimolo distrattore nell'Abituazione 1 [$F(2, 48)= 17.468, p=.000, \eta^2p=.421$] in particolare per immagini emozionali sia positive che negative rispetto alle neutre ($p=.0$) ma tra le

positive e le negative ($p > .05$). In fase di Abituazione 2 resta significativa la differenza nella risposta corticale per le diverse valenze del distrattore [$F(2, 48) = 6.984, p = .002, \eta^2_p = .225$] in particolare tra piacevole e neutro [$p = .000$] e tra piacevole e spiacevole [$p = .019$], ma non tra neutro e spiacevole, suggerendo che la risposta corticale per i distrattori spiacevoli si avvicina a quella per i distrattori neutri. Nel blocco Novel la differenza è di nuovo significativa [$F(2, 48) = 23.112, p < .001, \eta^2_p = .491$] per tutti i confronti.

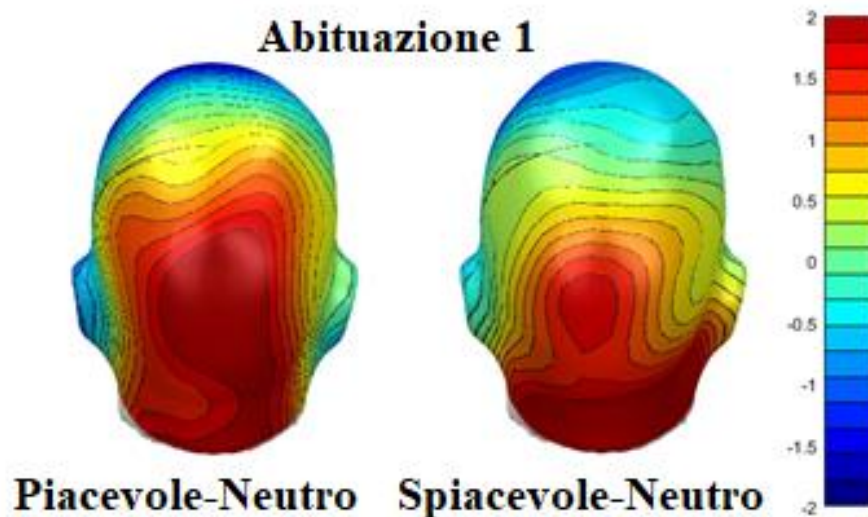


Fig. 2.19. L'immagine mostra la risposta corticale per le immagini piacevoli meno la risposta per le neutre (a sinistra) e la risposta per le immagini spiacevoli meno la risposta per le neutre (destra) nel Blocco di Abituazione 1. La finestra temporale è 450-900 ms dall'*onset* dello stimolo.

I confronti orizzontali hanno mostrato una variazione della risposta corticale per le immagini piacevoli tra i blocchi [$F(2, 48) = 6.809, p = .002, \eta^2_p = .221$], in particolare tra Abituazione 1 e Abituazione 2 [$p = .032$] e tra Abituazione 2 e Novel [$p = .000$] ma non tra Abituazione 1 e Novel [$p = .241$]. Anche per le

immagini spiacevoli la risposta corticale cambia [$F(2, 48)=7.298$, $p=.002$, $\eta^2p = .233$] in particolare tra Abituazione 1 e Abituazione 2 [$p=.000$] e tra Abituazione 2 e Novel [$p=.034$] ma non tra Abituazione 1 e Novel [$p=.149$]. È interessante osservare la modulazione della risposta corticale per i distrattori neutri, che non cambia tra i blocchi ($p>.05$), non mostrando Abituazione né quindi recupero per la novità, diversamente dalle immagini emozionali.

2.2.7. Analisi del LPP in sotto blocchi

Anche per il LPP abbiamo effettuato un'analisi più dettagliata, considerando i sotto-blocchi da 150 trials di ogni fase dell'esperimento. Il test ANOVA 6x4 che tiene in considerazione anche i trial con distrattore assente, ha mostrato l'effetto principale del Blocco [$F(5,120)= 3.461$, $p=.006$, $\eta^2p=.126$], l'effetto principale della Categoria [$F(3,72)= 32.094$, $p=.000$, $\eta^2p=.572$] e l'effetto di interazione [$F(15, 360)=2.394$, $p=.000$, $\eta^2p=.109$]. La successiva analisi 6x3 con la Valenza del distrattore a tre livelli (piacevole, neutro, spiacevole) ha mostrato l'effetto principale del Blocco [$F(5, 120)= 3.917$, $p<.05$, $\eta^2p=.140$], l'effetto principale della Valenza [$F(2,48)= 80.784$, $p<.001$, $\eta^2p=.558$] e l'effetto di interazione [$F(10,240)= 2.213$, $p<.05$, $\eta^2p =.084$].

I confronti verticali hanno mostrato differenza significativa nell'Abituazione 1 tra i tempi di risposta in presenza di distrattori delle diverse valenze [$F(2, 48)= 19.327$, $p=.001$, $\eta^2p=.446$] in particolare tra distrattori neutri e piacevoli [$p=.000$], e distrattori neutri e spiacevoli [$p=.000$], ma non tra distrattori

piacevoli e spiacevoli, come atteso. Le differenze restano simili anche nel secondo sotto-blocco di Abituazione 2 [$F(2, 48)= 7.367, p=.002, \eta^2p =.235$].

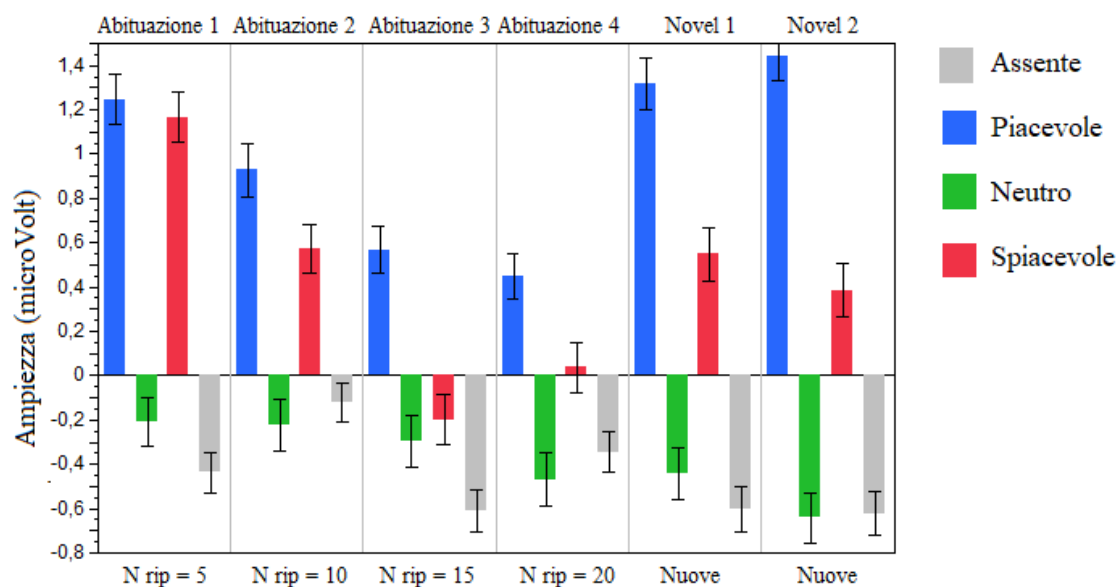


Fig. 2.20. Grafico a barre relativo all'ampiezza della risposta corticale media (μV) in presenza delle quattro diverse tipologie di distrattore (assente, piacevole, neutro, spiacevole), divisi per sotto blocco da 150 trials (Abituazione 1, Abituazione 2, Abituazione 3, Abituazione 4, Novel 1, Novel 2).

Nel blocco di Abituazione 3, le differenze complessive restano significative [$F(2, 48)= 4.96, p=.011, \eta^2p=.171$], tuttavia diventa significativa la differenza tra piacevoli e spiacevoli [$p=.008$] mentre non è più significativa la differenza tra neutre e spiacevoli ($p=.780$). Anche nel blocco di Abituazione 4 le differenze sono ancora significative [$F(2, 48)= 5.058, p=.010, \eta^2p =.174$] in particolare tra piacevoli e neutre [$p=.001$] ma non tra spiacevoli e neutre. Nel blocco Novel 1 sono significative [$F(2, 48)= 13.326, p=.000, \eta^2p =.356$] in particolare tra piacevole e neutro [$p=.000$] e spiacevole e neutro [$p=.000$]. Anche

in Novel 2 sono significative [$F(2, 48) = 19.324$, $p = .000$, $\eta^2_p = .446$] in tutti i confronti (piacevole vs neutro $p = .000$; neutro vs spiacevole $p = .004$; piacevole vs spiacevole $p = .008$).

I confronti orizzontali mostrano una variazione della risposta corticale ai distrattori positivi tra i blocchi [$F(5, 120) = 3.815$, $p = .000$, $\eta^2_p = .137$] che in particolare non è diversa tra Abituazione 1 e Abituazione 2, ma lo è tra Abituazione 1 e Abituazione 4 [$p = .002$] e tra Abituazione 4 e Novel 1 [$p = .006$]. Inoltre, la modulazione tra Novel 1 e Novel 2 non è significativamente diversa [$p > .05$], a suggerire che si mantiene la modulazione emozionale, a differenza di quanto avviene nella misura comportamentale. Anche per quanto riguarda i distrattori a Valenza spiacevole, la modulazione della risposta corticale è diversa tra i sotto-blocchi di abituazione [$F(5, 120) = 4.955$, $p = .000$, $\eta^2_p = .171$], in particolare è significativamente diversa tra Abituazione 2 e Abituazione 3 [$p = .001$], tuttavia la differenza non è significativa tra l'Abituazione 4 e il sotto-blocco Novel 1 ma lo è tra l'Abituazione 3 e il Novel 1 [$p = .005$], a indicare la possibilità che ci sia rumore in Abituazione 4. La differenza anche qui non è significativa tra Novel 1 e Novel 2. Per quanto riguarda i distrattori neutri, la differenza tra i blocchi non è mai significativa [$p < .05$]. Questo dato è particolarmente importante, e si mantiene costante in tutti i confronti ad indicare che la risposta corticale a distrattori neutri non è modulata dalla ripetizione.

2.2.8. Discussione

Gli studi appena descritti hanno l'obiettivo di indagare l'effetto della ripetizione di distrattori emozionali, presentati in periferia del campo visivo, sulla cattura attentiva. Gli stimoli sono distrattori rispetto a un compito di discriminazione percettiva dell'orientamento di un gabor, che viene svolto in contemporanea.

Come già illustrato, l'emozionalità degli stimoli è una caratteristica saliente che cattura attenzione (Bradley, Cuthbert, & Lang, 1999; Calvo, Gutiérrez-García, & Del Líbano, 2015; Ihssen, N., Heim, S., & Keil, A., 2007; Most, Smith, Cooter, Levy, & Zald, 2007; Padmala & Pessoa, 2014; Codispoti, M., De Cesarei, A., Biondi, S., & Ferrari, V., 2016). Tale cattura attentiva elicitata da stimoli ad alto livello di arousal (come quelli utilizzati in questi studi) è un meccanismo di adattamento degli organismi e ben conservato, che va a coinvolgere il sistema motivazionale per preparare all'azione (Bradley, Codispoti, & Lang, 2006; Bradley, 2000).

Una misura di cattura attentiva ampiamente studiata in letteratura è rappresentata dai tempi di reazione ad un compito principale, che subiscono significativi rallentamenti a seguito della comparsa di stimoli distrattori di varia natura. In particolare, studi precedenti mostrano che l'interferenza comportamentale sul compito principale degli stimoli emozionali (piacevoli e spiacevoli) non rilevanti per il compito diminuisce con la ripetizione degli stimoli (Codispoti, M., Ferrari, V., & Bradley, M. M. 2006, Codispoti, M., De Cesarei, A., Biondi, S., & Ferrari, V., 2016) indicando che si riduce la cattura attentiva da

parte di questi stimoli. Tuttavia, nel momento in cui venivano presentati nuovi distrattori emozionali, si osservava un immediato effetto di cattura attentiva, suggerendo che il processo di abituaione è specifico per lo stimolo con cui è avvenuta l'esperienza. Inoltre, la risposta comportamentale a stimoli neutri non mostra un effetto della novità degli stimoli, tuttavia ci si potrebbe chiedere se dipenda dalla successiva ripetizione degli stimoli all'interno del blocco, che comporterebbe una nuova abituaione.

Un'altra misura della cattura attentiva da parte di immagini emozionali (piacevoli e spiacevoli) è il Late Positive Potential (LPP) che consiste in una maggiore positività centro-parietale per le immagini emozionali rispetto alle neutre (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, & Lang, 2000; Schupp, Flaisch, Stockburger, & Junghöfer, 2006) ed è interpretato come attivazione del sistema motivazionale (Ferrari, Bradley, Codispoti, & Lang, 2011; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997; Schupp et al., 2006; Weinberg & Hajcak, 2011).

In letteratura, il LPP diversamente dalla misura comportamentale, si mostra resistente all'abituaione, in diversi paradigmi (Codispoti, M., Ferrari, V., & Bradley, M. M., 2007; Codispoti, M., Ferrari, V., & Bradley, M. M. 2006, Codispoti, M., De Cesarei, A., Biondi, S., & Ferrari, V., 2016).

Nel nostro studio ci siamo chiesti se stimoli emozionali non rilevanti per il compito, presentati in periferia del campo visivo, possano determinare una curva di abituaione, che sia possibile indagare in termini di numero di ripetizioni, e se il meccanismo di filtraggio degli stimoli distrattori tenga conto anche dell'emozionalità degli stimoli. In altre parole, quanto l'interferenza emozionale è

soggetta ad abituaione? Siamo in grado di imparare ad inibire l'interferenza da parte di distrattori emozionali altamente familiari? A che livello avviene questa inibizione? Gli studi precedenti mostrano una chiara dissociazione tra LPP e tempi di reazione al compito per stimoli emozionali ripetuti, suggerendo che il coinvolgimento del sistema motivazionale sia obbligatorio e possa attivarsi separatamente dall'elaborazione attentiva dello stimolo (Codispoti et al., 2016).

Nel primo esperimento il 60% dei trial presentavano uno stimolo distrattore, a contenuto piacevole, neutro o spiacevole. Nel secondo esperimento la frequenza dei distrattori è stata ridotta al 40%. Rispetto agli studi in letteratura, i distrattori erano presentati in posizione periferica mentre al centro si svolgeva il compito.

I distrattori venivano presentati contemporaneamente al compito centrale e per una durata di 150 millisecondi in modo tale da determinare una competizione di risorse attentive tra il distrattore e lo stimolo target. La competizione per le risorse attentive è emersa chiaramente nell'iniziale modulazione dei tempi di reazione nell'Esperimento 2. In particolare, nella fase Abituazione 1 del disegno 3x3 del secondo esperimento abbiamo osservato che i tempi di reazione nei trial con distrattore emozionale (positivo o negativo) sono significativamente maggiori dei tempi di reazione nei trial con distrattore neutro. Coerentemente con quanto riportato in letteratura, abbiamo descritto una modulazione dei tempi di reazione data dalla Valenza tale per cui in fase di Abituazione 1 i distrattori emozionali catturano maggiormente attenzione rispetto a quelli neutri. Questo dato ci conferma che il tipo di paradigma che abbiamo utilizzato è adeguato a studiare il fenomeno che ci interessa.

All'avanzare delle ripetizioni, i tempi di reazione subiscono una riduzione per i trial emozionali, sia piacevoli che spiacevoli, ma non per i neutri. Abbiamo spiegato questo risultato come un effetto dato dalla ripetizione degli stimoli, in quanto l'abituazione è legata al particolare stimolo con cui si fa esperienza.

Separatamente possiamo considerare i cambiamenti nei tempi di reazione tra la fase di abituazione e la fase novel. Anche questa analisi conferma differenze in base alle valenze dei distrattori. Infatti, i tempi di reazione ai distrattori piacevoli sono sensibili all'effetto delle immagini nuove e mostrano un'immediata cattura attentiva. Inoltre, la differenza significativa tra Novel 1 e Novel 2 indica che le immagini nuove piacevoli subiscono una veloce abituazione, nonostante siano tutte nuove, che possiamo attribuire alla prevedibilità del contesto e ad una forma di apprendimento.

Un risultato particolarmente interessante che merita di essere considerato a parte riguarda i tempi di risposta alle immagini neutre, che mostrano una completa stabilità lungo tutto l'esperimento. Questo risultato, replicato tra l'esperimento 1 e l'esperimento 2, suggerisce che i distrattori a contenuto neutro non sono salienti in un contesto emozionale, quindi non solo catturano una minore attenzione, misurabile come ritardo dei tempi di risposta, appena presentati rispetto ai distrattori emozionali, ma ciò che sembra interessante è che non subiscono un meccanismo di inibizione top-down (Geng, 2014; Elliot & Cowan, 2001; Pascucci & Turatto, 2015; Turatto & Pascucci, 2016) né di conseguenza un effetto secondario della salienza legata alla novità dello stimolo (Sokolow 1963, Groves & Thompson, 1970; Folk and Remington, 2015) . Questo risultato potrebbe essere spiegato come una mancanza di salienza dello stimolo neutro in un contesto che

richiede di allocare attenzione su altri stimoli salienti, come il target presentato contemporaneamente o gli stimoli emozionali, che hanno lo stesso status di distrattori (Jonides & Yantis, 1998) ed è riconducibile a informazioni contestuali (Chun & Jiang, 1998) che vanno oltre le caratteristiche proprie dello stimolo, tenendo conto del contesto in cui lo stimolo è presentato (Turatto, Bonetti, Pascucci, 2018). Questa ipotesi interpretativa andrebbe verificata con un paradigma in cui il contenuto dei distrattori viene cambiato tra i blocchi in modo che i distrattori nuovi siano di una sola valenza emozionale: solo piacevoli, solo neutri o solo spiacevoli. Questa manipolazione permetterebbe di distinguere l'abituazione specifica allo stimolo neutro, che generalizza e non recupera la cattura, dall'effetto del contesto in cui sono presentati i distrattori emozionali, che sono più salienti. In questo ultimo caso si tratterebbe di una forma di apprendimento legata a caratteristiche che vanno oltre la valenza dello stimolo. Infatti, alcuni esperimenti con stimoli semplici mostrano che il filtraggio dei distrattori dovuto all'abituazione è specifico per il contesto in cui è avvenuta l'esperienza con lo stimolo e sarebbe quindi una forma di apprendimento di tipo associativo (Wagner, 1979; Turatto et al., 2018).

Le differenze nelle risposte comportamentali agli stimoli emozionali nel corso delle ripetizioni suggeriscono che la soppressione degli stimoli distrattori è un fenomeno fasico (Walsh et al., 2011; Oliveira et al., 2014) che cambia di trial in trial e quindi mostra una grande sensibilità. A questo proposito è interessante sottolineare che il passaggio dalla fase di abituazione agli stimoli nuovi evidenzia la differenza tra il meccanismo di soppressione degli stimoli distrattori che è alla base dell'abituazione, e il diverso meccanismo di selezione di stimoli inattesi, i

quali sarebbero supportati da popolazioni neuronali diverse (Chelazzi et al., 2019; Marini et al., 2016). Tuttavia, sembrerebbe presente anche un filtro tonico, che si imposta sulle immagini emozionali e perciò non è influenzato da stimoli neutri nuovi.

A tal proposito è interessante notare che stimoli neutri, anche se meno salienti rispetto agli stimoli emozionali, interferiscono con il compito principale. Infatti, i tempi di reazione ai trial con distrattore neutro sono più lenti di quelli ai trial con distrattore assente. Questa interferenza non abitua, mostrando un meccanismo di basso livello.

Per quanto riguarda il LPP, sappiamo che questa misura della risposta corticale mostra una forte modulazione emozionale tale per cui osserveremo più positività per stimoli emozionali rispetto ai neutri (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, & Lang, 2000; Schupp, Flaisch, Stockburger, & Junghöfer, 2006). Inoltre, questa modulazione è molto resistente all'abituazione per stimoli ripetuti (Codispoti, M., Ferrari, V., & Bradley, M. M., 2007; Codispoti, M., Ferrari, V., & Bradley, M. M. 2006, Codispoti, M., De Cesarei, A., Biondi, S., & Ferrari, V., 2016). Diversamente dagli studi precedenti, i nostri risultati mostrano che la risposta corticale ai distrattori emozionali in periferia abitua. In particolare, nello studio pilota viene meno l'interferenza emozionale degli stimoli distrattori nell'abituazione 2, e nel secondo studio la modulazione si indebolisce per gli stimoli spiacevoli. Le immagini spiacevoli sono anche quelle più resistenti all'effetto della novità. Tuttavia, rispetto ai tempi di reazione, la risposta corticale è più resistente all'abituazione, infatti sia per le immagini piacevoli che per le spiacevoli, una volta osservato il ritorno della risposta emozionale, il LPP

continua a mostrare la modulazione, al contrario di ciò che avviene per la misura comportamentale. Quindi il LPP mostra una risposta diversa all'abituazione per stimoli piacevoli e spiacevoli, che andrebbe in parte a confermare una certa dissociazione dalla misura comportamentale (Codispoti et al., 2016).

Anche nel caso del LPP un particolare rilievo va dato alla risposta alle immagini neutre, che non mostra mai differenze significative lungo l'esperimento, confermando le evidenze suggerite dai dati comportamentali rispetto agli stimoli neutri nuovi.

3. CONCLUSIONI

Questa tesi ha indagato la relazione tra l'attenzione e l'emozione. In particolare, ci siamo interessati a studiare come la ripetizione e la novità degli stimoli giochino un ruolo nell'elaborazione degli stimoli emozionali.

In questi studi, l'elaborazione degli stimoli emozionali è stata studiata attraverso una misura comportamentale (RT) ed una misura corticale (LPP).

I risultati mostrano che la cattura attentiva è sensibile al contenuto emozionale degli stimoli distrattori nuovi quando questi sono presentati in periferia. Infatti, quando gli stimoli non sono ancora familiari, è presente un rallentamento dei tempi di reazione alle immagini emozionali rispetto alle neutre. Similmente, la componente LPP mostra una maggiore positività per immagini emozionali rispetto alle neutre, quando gli stimoli sono ancora relativamente nuovi.

È interessante osservare che la cattura attentiva da parte degli stimoli emozionali si mostra come un ulteriore ritardo nei tempi di reazione rispetto all'interferenza dei distrattori neutri, confrontati con i trial in cui il distrattore è assente.

La risposta comportamentale ha mostrato di essere modulata dalla ripetizione degli stimoli, che causa una significativa riduzione dei tempi di reazione per gli stimoli emozionali. L'interferenza emozionale sparisce nella fase di abituazione sia per distrattori spiacevoli che per distrattori piacevoli. Anche la modulazione del LPP è molto ridotta dalla ripetizione, specialmente per i distrattori spiacevoli.

Diversamente, la risposta sia comportamentale che corticale ai distrattori neutri non cambia con la ripetizione degli stimoli. Questa risposta può essere interpretata

come un'interferenza strutturale degli stimoli neutri rispetto al compito, quindi un meccanismo di basso livello.

Da letteratura la componente LPP ha mostrato di essere resistente alla ripetizione degli stimoli, indicando che l'elaborazione degli stimoli emozionali è obbligatoria. Tuttavia, negli stessi studi lo stimolo emozionale distrattore era in un paradigma di free-viewing quindi senza competizione delle risorse attentive con il compito, oppure se era presente il compito, lo stimolo veniva presentato centralmente quindi era difficile da ignorare.

La presenza di abituazione nei nostri studi, sia nella misura comportamentale che corticale, indicano l'instaurarsi di un controllo top-down che filtra gli stimoli distrattori. Questo filtro permette di ignorare gli stimoli emozionali ripetuti, quindi di controllare la cattura attentiva da parte di questi stimoli.

La fase di abituazione è seguita da una fase in cui vengono presentati solo stimoli nuovi. Gli stimoli nuovi elicitano un recupero della cattura attentiva, ma solo per i distrattori emozionali, in modo chiaro sia nella misura comportamentale che corticale.

I distrattori neutri nuovi non mostrano cattura attentiva in funzione della novità dello stimolo (Sokolov, 1963), in nessuna delle due misure. Questo risultato potrebbe essere spiegato in diversi modi. L'assenza della cattura attentiva per stimoli neutri nuovi potrebbe essere dovuta ad un effetto del contesto emozionale in cui avviene la ripetizione degli stimoli, che rende gli stimoli neutri meno salienti perché si instaura un filtro attentivo che si predispone sulla base degli stimoli emozionali, più salienti degli stimoli neutri. In questo caso non sarebbero le

specifiche caratteristiche dello stimolo a determinare la cattura attentiva, ma questa sarebbe influenzata dalla variabilità del contesto.

Questo è stato recentemente dimostrato per stimoli semplici (Turatto, Bonetti, Pascucci, 2018) e potrebbe essere indagato in studi futuri che manipolino la novità dello stimolo tenendo invariata la sua valenza emozionale, in modo da capire in quale misura la generalizzazione degli stimoli neutri sia dovuta alla variabilità del contesto in cui si fa esperienza con lo stimolo e alle caratteristiche proprie degli stimoli neutri.

Bibliografia

- Anderson, B. A., Laurent, P. A., & Yantis, S. (2011). Value-driven attentional capture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(25), 10367–10371
- Armony et al (2002). Modulation of spatial attention by fear-conditioned stimuli: an event-related fMRI study. *Brain*. Volume 40, Issue 7, 2002, Pages 817-826
- Bradley, M. M., Cuthbert, B. N., & Lang, P. J. (1999). Affect and the startle reflex. In Dawson, M. E., Schell, A.M., Bohmelt, A. H., Eds. *Startle modification: Implications for neuroscience, cognitive science, and clinical science*. Cambridge University Press.
- Bradley, M. M. (2000). Emotion and motivation. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, & G. Berntson (Eds.), *Handbook of psychophysiology* (pp. 602–642). New York: Cambridge University Press.
- Bradley, M. M., Codispoti, M., & Lang, P. J. (2006). A multi-process account of startle modulation during affective perception. *Psychophysiology*, 43, 486–497
- Bradley, M. M., Hamby, S., Loew, A., & Lang, P. J. (2007). Brain potentials in perception: Picture complexity and emotional arousal. *Psychophysiology*, 44, 364–373.
- Bradley M. M. (2009). Natural selective attention: Orienting and emotion. *Psychophysiology*, 46 (2009), 1–11.
- Bradley, Keil, Lang (2012). Orienting and emotional perception: facilitation, attenuation, and interference. *Front Psychol*. 2012 Nov 16;3:493.
- Calvo, M. G., Gutiérrez-García, A., & Del Líbano, M. (2015). Sensitivity to emotional scene content outside the focus of attention. *Acta Psychologica*, 161, 36–44.
- Chelazzi L., Marini F., Pascucci D., Turatto M. (2019). Getting rid of visual distractors: the why, when, how, and where. *Current Opinion in Psychology*. Volume 29, October 2019, Pages 135-147.
- Codispoti, M., Ferrari, V., & Bradley, M. M. (2006). Repetitive picture processing: autonomic and cortical correlates. *Brain research*, 1068(1), 213-220.

- Codispoti, M., Ferrari, V., & Bradley, M. M. (2007). Repetition and event-related potentials: distinguishing early and late processes in affective picture perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(4), 577-586.
- Codispoti, Mazzetti, & Bradley (2009). Unmasking emotion: exposure duration and emotional engagement. *Psychophysiology*. 2009 Jul;46(4):731-8.
- Codispoti, De Cesarei & Ferrari (2012). The influence of color on emotional perception of natural scenes. *Psychophysiology*. 2012 Jan; 49(1):11-6.
- Codispoti, M., De Cesarei, A., Biondi, S., & Ferrari, V. (2016). The fate of unattended stimuli and emotional habituation: Behavioral interference and cortical changes. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 16(6), 1063-1073.
- Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N., & Lang, P. J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: Covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52, 95–111.
- Chun, M. M., & Jiang, Y. (1998). Contextual cueing: Implicit learning and memory of visual context guides spatial attention. *Cognitive Psychology*, 36(1), 28–71.
- De Cesarei & Codispoti (2006). When does size not matter? Effects of stimulus size on affective modulation. *Psychophysiology*. 2006 Mar;43(2):207-15.
- De Cesarei, A., & Codispoti, M. (2011). Scene identification and emotional response: Which spatial frequencies are critical? *Journal of Neuroscience*, 31(47), 17052–17057.
- Dolan (2002). Emotion, cognition, and behavior. *Science*. 8;298(5596):1191-4.
- Elliott, E. M., & Cowan, N. (2001). Habituation to auditory distractors in a cross-modal, color-word interference task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27(3), 654–667.
- Ferrari, V., Bradley, M. M., Codispoti, M., & Lang, P. J. (2011). Repetitive exposures: Brain and reflex measures of emotion and attention. *Psychophysiology*, 48, 515–522.
- Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1992). Involuntary covert orienting is contingent on attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 18(4), 1030.

- Folk, C. L., & Remington, R. W. (2015). Unexpected abrupt onsets can override a top-down set for color. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 41(4), 1153–1165.
- Geng, J. J. (2014). Attentional mechanisms of distractor suppression. *Current Directions in Psychological Science*, 23(2), 147–153.
- Groves, P. M., & Thompson, R. F. (1970). Habituation: A dual-process theory. *Psychological Review*, 77(5), 419–450.
- Hickey, C., Chelazzi, L., & Theeuwes, J. (2010). Reward changes salience in human vision via the anterior cingulate. *Journal of Neuroscience*, 30(33), 11096–11103.
- Hutchinson, J. B., & Turk-Browne, N. B. (2012). Memory-guided attention: Control from multiple memory systems. *Trends in Cognitive Science*, 16(12), 576–579.
- Ihssen, N., Heim, S., & Keil, A. (2007). The costs of emotional attention: Affective processing inhibits subsequent lexico-semantic analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 1932–1949.
- Itti, L., & Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision Research*, 40, 1489–1506.
- Jonides, J., & Yantis, S. (1988). Uniqueness of abrupt visual onset in capturing attention. *Perception & Psychophysics*, 43, 346–354.
- Kelley, T., & Yantis, S. (2009). Learning to attend: Effects of practice on information selection. *Journal of Vision*, 9, 1–18.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1997). Motivated attention: Affect, activation, and action. In P. J. Lang, R. F. Simons & M. Balaban (Eds.), *Attention and orienting* (pp. 97–135). Mahwah: Erlbaum.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). International affective picture system (IAPS): *Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical Report A-8*. Gainesville: University of Florida.
- Lang & Bradley (2010). Emotion and the motivational brain. *Biol Psychol.* 84(3):437-50.
- Lavie N. & Cox S. (1997). On the Efficiency of Visual Selective Attention: Efficient Visual Search Leads to Inefficient Distractor Rejection. *Psychological Science*. NO 5, pp 395-398.
- Lavie, N., & de Fockert, J. (2005). The role of working memory in attentional capture. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 669–674.

- LeDoux, J. (2012). Rethinking the emotional brain. *Neuron*, 73(5),1052
- Luck, S. J., Hillyard, S. A., Mouloua, M., & Hawkins, H. L. (1996). Mechanisms of visuo-spatial attention: Resource allocation or uncertainty reduction. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 725–737.
- Jonides j. (1981), Voluntary versus Automatic Control over the Mind’s Eye’s Movement, in J. Long, A. Baddeley (eds.), *Attention and Performance ix*, Erlbaum, Hillsdale (nj), pp. 187-203.
- Marini E., Demeter E., Roberts K. C., Chelazzi L., Woldorff M. G. (2016). Orchestrating Proactive and Reactive Mechanisms for Filtering Distracting Information: Brain-Behavior Relationships Revealed by a Mixed-Design fMRI Study. *The Journal of Neuroscience*. 36(3), 988-1000.
- Mastria S., Ferrari V. Codispoti M: (2017). Emotional Picture Perception: Repetition Effects in Free-Viewing and during an Explicit Categorization Task. *Front. Psychol*.
- Most, S. B., Smith, S. D., Cooter, A. B., Levy, B. N., & Zald, D. H. (2007). The naked truth: Positive, arousing distractors impair rapid target perception. *Cognition and Emotion*, 21, 961–981.
- Öhman, A. (1979). The orienting response, attention, and learning: An Information-processing perspective. In H. D. Kimmel, E. H. van Olst, & J. F. Orlebeke (Eds.), *The orienting reflex in humans* (pp. 443–471). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Padmala, S., & Pessoa, L. (2014). Motivation versus aversive processing during perception. *Emotion*, 14, 450–454.
- Pascucci, D., & Turatto, M. (2015). The distracting impact of repeated visible and invisible onsets on focused attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 41(3), 879–892.
- Petersen and Posner (2012). The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. *Annu Rev Neurosci*. 35: 73–89.
- Posner M.I. Orienting of attention. *Quarterly journal of Experimental Psychology* (1980) 32, 3-25.
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25–42.

- Pourtois, G., Schettino, A., & Vuilleumier, P. (2013). Brain mechanisms for emotional influences on perception and attention: What is magic and what is not. *Biological Psychology*, 92, 492–512.
- Rankin, Abrams, Barry, Bhatnagar, Clayton, Colombo, Coppola, Geyer, Glanzman, Marsland, McSweene, Wilson, Chun-Fang Wu, Thompson (2009). Habituation revisited: An updated and revised description of the behavioural characteristics of habituation. *Neurobiology of Learning and Memory* 92 (2009) 135–138.
- SchapiroLauren, KustnerNicholas, Turk-Browne (2012). Shaping of Object Representations in the Human Medial Temporal Lobe Based on Temporal Regularities. *Current Biology* 22, 1622-1627.
- Schimmack U1, Derryberry D. (2005), Attentional Interference Effects of Emotional Pictures: Threat, Negativity, or Arousal? Douglas (Ed), *Emotion*, Vol 5(1), pp. 55-66.
- Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Cacioppo, J. T., & Lang, P. J., (2000), Affective picture processing: the late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*. 2000 Mar;37(2):257-61.
- Schupp, H. T., Flaisch, T., Stockburger, J., & Junghöfer, M. (2006). Emotion and attention: Event-related brain potential studies. *Progress Brain Research*, 156, 31–51.
- Sokolov, E. N. (1963). Perception and the conditioned reflex. New York: Macmillan.
- Sokolov, E. N. (1975). *The neuronal mechanisms of the orienting reflex*. In E. N. Sokolov & O. S. Vinogradova (Eds.), *Neuronal mechanisms of the orienting reflex* (pp. 217-235). Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Thompson, R. F. (2009). Habituation: A history. *Neurobiology of Learning and Memory*, 92(2), 127–134.
- Theeuwes, J. (1989). Effects of location and form cuing on the allocation of attention in the visual field. *Acta Psychologica*, 72(2), 177-192.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception & Psychophysics*, 51, 599-606.
- Theeuwes, J. (2004). Top-down search strategies cannot override attentional capture. *Psychonomic bulletin & review*, 11(1), 65-70.

- Theeuwes, J., & Van der Burg, E. (2007). The role of spatial and nonspatial information in visual selection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33(6), 1335–1351.
- Theeuwes, J. (2010). Goal-driven and stimulus-driven control of visual selection. *Acta Psychologica*, 135(2), 77-99.
- Theeuwes, J., & Van der Burg, E. (2011). On the limits of top-down control of visual selection. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73(7), 2092.
- Thompson, R. F., & Spencer, W. A. (1966). Habituation: A model phenomenon for the study of neuronal substrates of behavior. *Psychological Review*, 73, 16–43.
- Turatto, M. & Pascucci, D. (2016). Short-term and long-term plasticity in the visual-attention system: Evidence from habituation of attentional capture. *Neurobiology of Learning and Memory*, 130, 159–169.
- Turatto, Bonetti & Pascucci (2018), Filtering visual onsets via habituation: A context-specific. *Psychon Bull Rev* (2018) 25:1028–1034.
- Yantis S. (1992). Stimulus-driven attentional capture and attentional control settings. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 1993 Jun;19(3):676-81.
- Yantis, S., & Egeth, H. E. (1999). On the distinction between visual salience and stimulus-driven attentional capture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(3), 66.
- Vuilleumier, P, Armony, J. L.,Driver, J.,&Dolan, R. J. (2001). Effects of attention and emotion on face processing in the human brain: An event-related fMRI study. *Neuron*, 30, 829–841.
- Wagner, A. R. (1979). Habituation and memory. In A. Dickinson& R. A. Boakes (Eds.), *Mechanisms of learning and motivation: A memorial volume for Jerzy Konorski (1973)* (pp. 53–82). New York: Erlbaum
- Weinberg, A., & Hajcak, G. (2011). The late positive potential predicts subsequent interference with target processing. *Journal of Cognitive Neuroscience Volume 23*, 2994-3007.