

UTILIZZO DEL RIFLESSO DI *STARTLE* PER LO STUDIO DELLE ATTIVITÀ COGNITIVE ED EMOZIONALI

MARCO COSTA E PIO ENRICO RICCI BITTI

Università di Bologna

Riassunto. Lo «startle», traducibile con riflesso di trasalimento od allarme, costituisce una reazione innata dell'organismo a stimoli di forte intensità ed improvvisi. Questa rassegna ha lo scopo di offrire una spiegazione del successo nell'impiego di questo strumento offrendo un quadro delle ricerche che lo hanno visto come protagonista nell'ambito della psicofisiologia utilizzando come indice di rilevazione la risposta di ammiccamento. Dopo un inquadramento storico si esaminano i metodi di induzione, la sua differenziazione rispetto ai riflessi di orientamento e difesa, la modulazione attenzionale, gli esperimenti mediante il condizionamento avversivo, la modulazione emozionale e gli impieghi nella ricerca in psicopatologia con riguardo alle fobie, ai disturbi d'ansia, alle sindromi post-traumatiche da stress, alla criminologia ed alle psicosi. Nella conclusione sono riportati i vantaggi per lo psicologo sperimentale dall'utilizzo di questo strumento per lo studio delle attività cognitive e dei processi emozionali normali e patologici.

INTRODUZIONE

Sfogliando le ultime annate di prestigiose riviste di psicofisiologia ci si può accorgere del crescente numero di pubblicazioni che riguardano il riflesso di *startle*. Nel solo 1995 su *Psychophysiology*, ad esempio, ne sono comparse sei (Bonnet, Bradley, Lang e Requin, 1995; Vrana, 1995; Grillon e Davis, 1995; Patrick e Berthot, 1995; Schell, Dawson, Hazlett e Filion, 1995; Ehrlichman, Brown, Zhu e Warrenburg, 1995) che trattano di argomenti disparati come la percezione olfattiva, l'ansia di anticipazione, la modulazione emozionale e le variazioni attenzionali in giovani studenti a rischio di psicosi.

Ma che cos'è lo *startle*? Si può definire come la risposta dell'organismo a stimolazioni sensoriali forti, improvvise e di breve durata.

Scomparso dai moderni manuali di psicologia sperimentale, lo *startle reflex*, traducibile con riflesso di trasalimento o riflesso di allarme, occupava un ruolo ben distinto in quelli degli anni '50 (Woodworth e Schlosberg, 1956) dove anzi veniva descritto come uno degli schemi comportamentali più chiaramente e facilmente inducibili e riproducibili in laboratorio. Il metodo consigliato era quello di sparare a salve con una pistola mentre il soggetto veniva ripreso con una cinepresa ad una velocità di circa 100 fotogrammi al secondo.

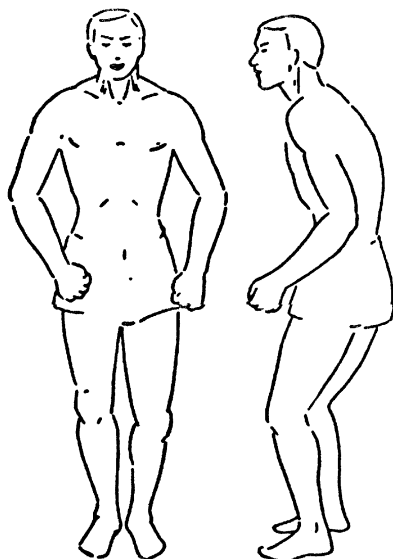


FIG. 1. Il pattern del riflesso di *startle* provocato dallo sparo di una pistola (da Landis e Hunt, 1939).

L'impulso per questi studi derivava essenzialmente dal libro di Landis e Hunt del 1939, il primo interamente dedicato a questo argomento e che su questo argomento ha fatto storia. In esso per la prima volta vennero descritti i cambiamenti fisiologici caratteristici di questo riflesso: cambiamenti classici come nella misurazione di un livello di attivazione – aumento della frequenza cardiaca, della frequenza respiratoria, della conduttanza cutanea – ma molto più limitati nel tempo, tanto che il ritorno ai valori di base avviene in circa mezzo minuto. A livello dei muscoli scheletrici si registra una generalizzata flessione molto rapida secondo lo schema riportato nella figura 1.

L'elemento più stabile, più resistente all'abituazione ed il primo a manifestarsi quando lo stimolo scatenante è di scarsa intensità oltre che il più veloce è l'ammiccamento delle palpebre che si registra ad appena 40 ms. Le altre componenti seguono nell'ordine con le seguenti latenze medie (Woodworth e Schlosberg, 1956): apertura della bocca (69 ms), movimento in avanti del capo (83 ms), attivazione dei muscoli del collo (88 ms). L'onda di risposta segue poi nelle spalle, nell'addome ed infine raggiunge le ginocchia con una latenza di circa 200 ms (figura 2). Tutta la muscolatura scheletrica ritorna alla condizione di *baseline* dopo appena 0.3 s. Nel ratto la latenza si riduce a 10 ms (Ison, McAdam e Hammond, 1973) e nel piccione a circa 20 ms (Stitt, Hoffman, Marsh e Schwartz, 1976).

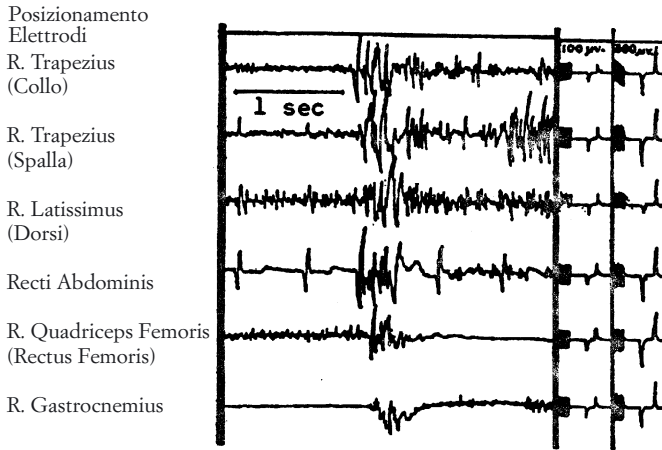


FIG. 2. Risposta di *startle* registrata con elettromiografia in sei siti muscolari. A destra dei tracciati sono mostrate delle onde di calibrazione da 100 e 300 mV. rispettivamente. Da notare sul segnale del Recti Abdominis la sovrapposizione del segnale elettromiografico sul segnale cardiaco che essendo di «forte» intensità elettrica viene facilmente rilevato in molti parti del corpo (da Jones e Kennedy, 1951).

La prima registrazione dei potenziali muscolari è stata effettuata da Jones e Kennedy (1951) i quali attaccarono gli elettrodi nel collo, nella fronte, nella schiena, nell'addome, negli arti e registrarono 60 casi di *startle*. Essi trovarono delle latenze ad andamento parallelo rispetto a quelle riportate da Landis e Hunt anche se tutte erano di poco inferiori perché i potenziali d'azione muscolari intervengono all'inizio della contrazione. Gli autori puntarono l'accento sulla velocità con la quale reagivano i muscoli del collo sottolineando quindi l'importanza di questa struttura chiave.

Il successivo lavoro di Davis (1948) distinse fra una componente veloce sopra descritta ed una tardiva avente la medesima latenza di quello che allora veniva chiamato «riflesso psicogalvanico», ovvero la risposta di conduttanza cutanea, suggerendo che la componente tardiva poteva avere un'origine ipotalamica indicante una generale attivazione ed una preparazione all'azione a cui seguiva una risposta finale mediata dalla corteccia e che consisteva nell'emettere la risposta adeguata all'intera situazione ambientale.

L'IMPORTANZA DEI RIFLESSI NELLO STUDIO DELLE ATTIVITÀ MENTALI

I riflessi si possono definire come «risposte stereotipate e prevedibili a stimoli scatenanti aventi la forza di una legge fisica» (Morin,

1971). Essi sono innati e inevitabili, tuttavia, rispetto alla causa scatenante, hanno dei gradi di libertà che li rendono importanti per lo studio di attività psicologiche. Probabilmente si deve proprio all'accento posto al fatto di essere inevitabili ed innati che ha fatto sì che lo studio della loro plasticità si sia fatto strada così lentamente nel corso della storia della psicologia (Ison e Hoffman, 1983). Queste proprietà suggeriscono infatti azioni fisse e stereotipate che possono essere controllate solo dalle proprietà intrinseche dello stimolo inducente. Tuttavia, malgrado venga sempre conservata l'«obbligatorietà», le caratteristiche della risposta possono variare nei parametri della latenza, dell'ampiezza e della durata a seconda dello stato di attività o di reattività delle strutture neurali che le generano (Lundberg, 1965). Poiché questi fattori possono essere manipolati sperimentalmente, i riflessi possono essere considerati come una «finestra per l'esplorazione del sistema nervoso centrale» (Brunia e Boelhouwer, 1988). Utilizzandoli come stimoli-test (*probe*) sono infatti utili per localizzare cambiamenti nelle strutture neurali associate con i processi cognitivi (per es. Hackley e Graham, 1991; Requin, Brener e Ring, 1991). Uno stimolo *probe*, d'ora in avanti tradotto come stimolo-test, è uno strumento con proprietà ben conosciute tale per cui, esaminando il suo andamento, si possono inferire certe caratteristiche di uno stato o di una condizione sconosciuta. Un esempio di stimolo-test può essere il mercurio contenuto in un termometro il quale si modifica in relazione alla temperatura. Nell'ambito della psicologia cognitiva il tipo più familiare di stimolo-test è il tempo di reazione. Per verificare ad esempio la quantità di risorse cognitive necessarie per lo svolgimento di un certo compito primario viene presentato un secondo compito (il tempo di reazione) in varie fasi durante lo svolgimento del primo. I rallentamenti nei tempi di reazione divengono indice, misura, delle variazioni quantitative delle risorse cognitive deputate allo svolgimento del compito primario. Tipicamente, utilizzando uno schema sperimentale stereotipato, ad uno stimolo S1 (pre-stimolo) ne segue a poca distanza di tempo uno S2 (stimolo-test) in grado di scatenare il riflesso. Le caratteristiche di S1 (ad esempio una diapositiva emotigena) e/o lo stato del soggetto (ad esempio ipoteso, normoteso, attento, distratto) modulano la risposta allo stimolo scatenante S2, influenzandone prevalentemente l'ampiezza misurata in una risposta motoria (ad esempio l'ammiccamento nel caso del riflesso di *startle*).

Tra tutti i riflessi possibili nei soggetti umani si possono utilizzare solo quelli in cui i parametri riguardanti gli stimoli e le risposte sono standardizzati e misurabili con precisione. Tra questi i più importanti sono:

- 1) il riflesso di ammiccamento conseguente ad una reazione di *startle*;

2) i riflessi che interessano l'apparato muscolare in cui a loro volta troviamo:

a) i «T reflex» ovvero i riflessi muscolo-tendinei di natura propriocettiva ed indotti dall'attivazione dei recettori neuromuscolari (Pailard, 1959; Desmedt, 1973; Ribot, Roll e Vedel, 1986);

b) i riflessi provocati da stimolazioni nocicettive cutanee (di solito scariche elettriche) la cui funzione biologica è chiaramente quella di allontanare l'arto dallo stimolo offensivo (Hagbarth, 1960; Kugelberg, 1962; Hugon, 1973; Young, 1973).

In questa rassegna ci occuperemo solo del riflesso di ammiccamento indotto da *startle* in quanto è l'elemento più affidabile, meno soggetto ad abitudine ed il primo a manifestarsi quando la stimolazione sensoriale non raggiunge livelli tali da suscitare l'intera risposta. Esso è provocato dalla contrazione del muscolo *orbicularis oculi* che attorna gli occhi e rilevato mediante elettromiografia (figg. 3 e 4) ed è usato in esperimenti che si propongono come scopo lo studio degli effetti della manipolazione di fattori cognitivi sull'elaborazione sensoriale.

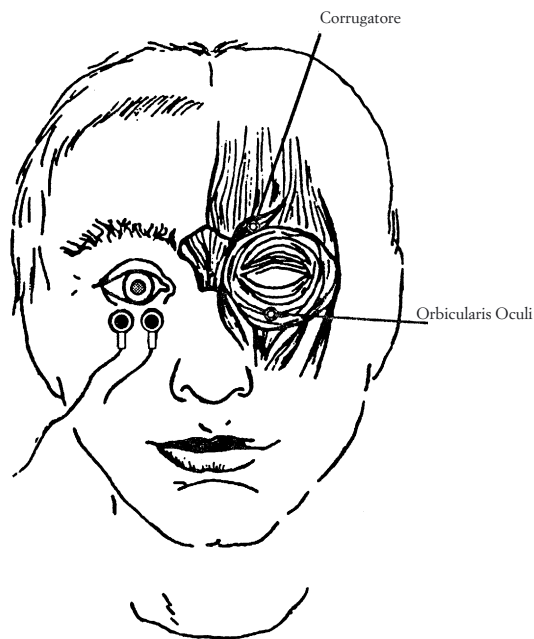


FIG. 3. Illustrazione dei muscoli orbicularis oculi e corrugatore nell'emifaccia destra e del posizionamento degli elettrodi per la rilevazione dell'ammiccamento nell'emifaccia sinistra (da Lang, Bradley e Cuthbert, 1993).

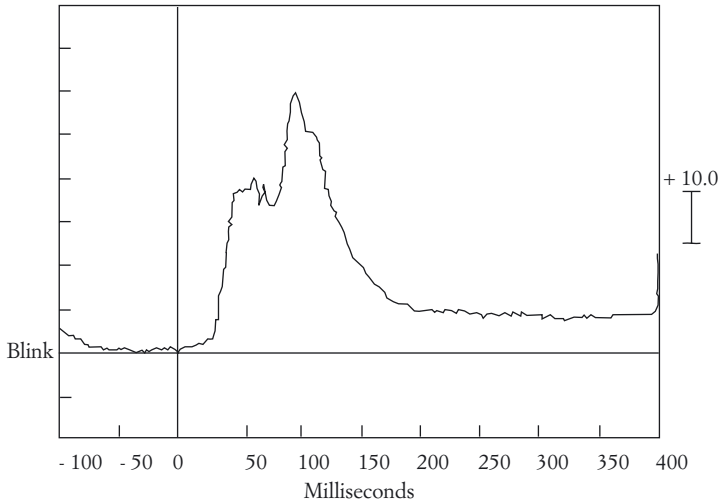


FIG. 4. Esempio di registrazione elettromiografica di un ammiccamento conseguente ad un riflesso di *startle* indotto acusticamente con rumore bianco di intensità 100 dB, durata 50 ms a 0,5 s dopo la comparsa di una diapositiva. La linea verticale all'istante 0 indica il momento di somministrazione del rumore bianco.

I riflessi muscolo-tendinei e quelli evocati da stimolazioni nocicettive sono multipli essendo replicabili a tutti i livelli di segmentazione del midollo spinale e costituiscono uno strumento privilegiato per l'identificazione dei processi cognitivi (per es. la preparazione all'azione), che intervengono nell'elaborazione degli schemi motori (per es. Brunia e Boelhouwer, 1988; Requin *et al.*, 1991; Bonnet, Requin e Semjen, 1981).

Per curiosità storica lo studio delle variazioni dei riflessi a seconda dello stato psicologico in cui vengono evocati è iniziato da riflessioni degli scienziati non sullo *startle* ma sulla stimolazione del riflesso patellare che costituisce una manovra diagnostica neurologica diffusissima e che consiste nel dare un breve colpo al tendine patellare posto poco sotto il ginocchio. Era stato infatti osservato che la sua ampiezza dipendeva dal modo in cui il medico si rapportava al paziente (Bowditch e Warren, 1890; Ison e Hoffman, 1983; Sechenov, 1863/1965).

Utilizzo della modalità acustica

È di gran lunga il canale sensoriale più utilizzato in laboratorio in quanto è semplice e non interferisce con compiti concomitanti. Il riflesso di ammiccamento è provocato da un rumore bianco di intensità dai 95 ai 130 dB (SPL) della durata da 50 a 100 ms. Con intense stimolazioni la latenza può essere di soli 20-25 ms (Takmann, Ettlin e Barth, 1982). L'esatto circuito neurale che media la risposta di ammiccamento non è conosciuto ma la sua latenza suggerisce un percorso complesso che in modo semplificato consiste in VIII nervo cranico, nucleo cocleare postero-ventrale, nuclei dorsali e ventrale del lemisco laterale, *nucleus reticularis pontis caudalis* (cellule che formano il tratto reticolo-spinale) e midollo spinale (Davis, Gendelmann, Tischler e Gendelmann, 1982). È probabile che il circuito del riflesso di ammiccamento includa anche il collicolo inferiore e forse quello superiore (Takmann *et al.*, 1982). È controverso se intervengano anche strutture corticali nella modulazione del riflesso. Ad esempio pazienti con lesioni corticali estese mostrano una esagerazione del riflesso di ammiccamento ed un aumento del tempo di abituação (Wilkins, Hallet e Wess, 1986). In contrasto lesioni bilaterali dei lobi temporali che includono la corteccia uditiva sopprimono il riflesso di ammiccamento (Wood, Knight e Neville, 1984). Altri studi neuropsicologici sono quello di Liégeois-Chauvel, Morin, Musolino, Bancaud e Chauvel (1989), i quali con pazienti con lesioni ben circoscritte hanno concluso che la risposta di *startle* interessa anche aree uditive associative e aree frontali pre-motorie e motorie, e quello di Andersen, Knight e Merzenich (1980), che hanno sottolineato il controllo del riflesso di ammiccamento esercitato direttamente dalla corteccia uditiva sul collicolo inferiore.

Il riflesso di ammiccamento provocato da stimoli acustici decresce progressivamente in ampiezza quando la stimolazione è ripetuta (abituação) ed è inibito da stimoli brevi (pre-stimoli, *prepulse* nella letteratura anglosassone) che intervengono poco prima dello stimolo inducente il riflesso (*prepulse inhibition*). La reattività della risposta dipende dal livello di attivazione del soggetto. È stata infatti trovata una correlazione fra l'ampiezza del riflesso e la frequenza dell'EEG registrato immediatamente prima della presentazione dello stimolo scatenante (Gogan, 1970). Tuttavia l'effetto inibitorio del pre-stimolo non dipende dal livello di attivazione e ciò suggerisce che l'inibizione da pre-stimolo non risulta da processi ad alto livello (Silverstein, Graham e Calloway, 1980).

Utilizzo della modalità visiva

Landis e Hunt (1939) nello studiare l'induzione del riflesso di *startle* nelle diverse modalità sensoriali trovarono che 10 soggetti su 15 esibivano la risposta di ammiccamento a scariche di due flash fotografici al magnesio. Un flash di luce di alta intensità è quindi in grado di scatenare la risposta con una latenza che mostra grande variabilità, dai 50 ai 150 ms. Il fatto che come pre-stimoli si utilizzino di solito immagini fa sì che per ovvi motivi di interferenza questa modalità venga raramente utilizzata. L'intensità luminosa minima dipende dall'area della retina stimolata, dal tempo di esposizione e dal colore. La soglia infatti è inferiore *coeteris paribus* per una luce gialla rispetto ad una bianca (Hopf, Bier, Brener e Scheerer, 1973). Non c'è accordo in letteratura sulle vie neurali implicate nel riflesso di *startle* indotto nella modalità visiva. L'evidenza neuropsicologica da bambini idrocefali (Hill, Cogan e Dodge, 1979) e da pazienti con morte cerebrale e lesioni occipitali (Keane, 1979) suggerisce, per le prime componenti, un interessamento delle proiezioni retino-tettali. Un lavoro più recente, tuttavia, chiama in causa anche aree corticali (Mukano, Aoki, Ishikawa, Tachibana, Harada, Hozumi e Saito, 1983).

Utilizzo della modalità somato-sensoriale

In questo caso si utilizzano o colpi meccanici o stimolazioni elettriche applicate all'area periorbitale. In particolare la forma standardizzata è quella della stimolazione elettrica della branca sopraorbitale del nervo trigemino (Kugelberg, 1962). Nell'*orbicularis oculi* si registra una prima risposta ipsilaterale al sito di stimolazione con latenza di circa 10 ms ed una seconda risposta bilaterale con una latenza e durata di 30 ms (Rushworth, 1962).

La seconda risposta va incontro ad una veloce abitudine e ciò che più è interessante è che questa abitudine si trasferisce anche alle altre modalità sensoriali utilizzate per evocare il riflesso di ammiccamento. Ad esempio, dopo l'abitudine conseguente a ripetuti stimoli visivi o acustici, l'abitudine per stimolazione del nervo trigemino risulta accelerata. Il fenomeno suggerisce la presenza di una rete di interneuroni fra il trigemino e le vie visive ed uditive (Rimpel, Geyer e Hopf, 1982). La prima risposta, viceversa, non è soggetta all'abitudine.

Entrambe le componenti sono influenzate dalla presenza di un pre-stimolo (Sanes e Ison, 1979), dal livello di allerta (Kimura e Harada, 1979), dalla prestazione al compito (Boelhouwer e Brunia, 1977) e da altri processi mentali (Anthony, 1985).

Il riflesso di ammiccamento può essere evocato da stimolazioni elettriche di qualsiasi altra parte del corpo ammesso che la stimolazione sia sufficientemente intensa ed improvvisa. In questo caso la latenza dipende strettamente dalla distanza fra il sito della stimolazione e l'*orbicularis oculi*.

DIFFERENZIAMENTO DELLA RISPOSTA DI *STARTLE* DA QUELLA DI ORIENTAMENTO E DIFESA

Il riflesso di *startle* condivide con quello di orientamento il fatto di essere evocato da stimoli nuovi e salienti e con quello di difesa il fatto che gli stimoli sono potenzialmente nocivi. In che cosa si differenzia da essi?

Storicamente si deve al lavoro di Pavlov prima e di Eugene Sokolov dopo l'identificazione dei riflessi utili come indici dei processi di elaborazione delle informazioni. Sokolov per primo propose i termini di riflesso di orientamento e di difesa i quali dipendevano dalle caratteristiche dello stimolo scatenante e potevano essere distinti in base alle conseguenze comportamentali e fisiologiche (Sokolov, 1963; Turpin, 1983).

La risposta di orientamento consiste in un gruppo di reazioni che avvengono in presenza di stimoli nuovi, è una risposta al «che cos'è?». La sua funzione adattiva è quella di ottimizzare la risposta recettoriale per la valutazione dei mutamenti transienti nell'ambiente. Il riflesso di difesa è indotto da stimolazioni molto intense ed ha la funzione adattiva di promuovere «o l'allontanamento o la limitazione dell'attività dello stimolo dannoso» (Sokolov, 1963, p. 14).

La risposta di orientamento e quella di difesa possono essere distinte dalla direzione di cambiamento della frequenza cardiaca. Nella prima si ha una decelerazione mentre nella seconda una accelerazione.

Per provocare lo *startle* nei ratti Fleshler (1965) trovò che era necessario un aumento in intensità che avvenisse in un arco molto breve di 10-12 ms. Se lo stimolo non raggiungeva 90 dB entro 12 ms non avveniva nessuna reazione di *startle* anche se il segnale raggiungeva l'intensità di 140 dB. Blumenthal e Goode (1991) ottennero gli stessi risultati nei soggetti umani utilizzando la risposta di ammiccamento.

La soglia, per un tono puro a 1000 Hz, variava da 87 dB, con un tempo di ascesa (*rise time*, tempo occorrente perché il rumore raggiunga il massimo livello di intensità) istantaneo (< 5 ms) a 96 dB con un tempo di ascesa di 30 ms. Una ricerca diretta ad investigare l'effetto del tempo di ascesa sulla frequenza cardiaca fu condotta da Hatton, Berg e Graham nel 1970. I risultati furono che con un rapido attacco c'era una immediata accelerazione mentre con un lento attacco

la frequenza cardiaca prima decelerava e successivamente, dopo all'incirca 2 s, cominciava ad accelerare.

Per quanto riguarda l'abituazione, la risposta di orientamento abituata rapidamente mentre la risposta di difesa molto lentamente. Nello *startle* la velocità di abituazione è intermedia. Non raggiunge mai lo zero. Piccoli cambiamenti persistono anche dopo molte stimolazioni.

Benché la reazione che coinvolge i maggiori muscoli scheletrici scompare dopo poche prove, porzioni frazionali della muscolatura, come l'ammiccamento, decrementano la loro attività in maniera più lenta (Graham, Putnam e Leavitt, 1975).

Startle e risposta di difesa sono entrambi associati ad una accelerazione della frequenza cardiaca, ma nel primo caso vi è abituazione mentre nel secondo la tendenza è quella di rimanere costante o addirittura di aumentare con la ripetizione degli stimoli. Lo *startle* inoltre differisce sia dalla risposta di orientamento che da quella di difesa dal *pattern* con cui si manifesta, ovvero una diffusa contrazione dei muscoli flessori.

Lo *startle* può inoltre essere dissociato dagli altri riflessi attraverso gli studi sulle lesioni cerebrali e sugli effetti dei farmaci. Per esempio Szabo e Hazafi (1965) hanno trovato che lesioni confinate nella parte bassa del midollo spinale lo aboliscono a stimoli acustici ma lasciano intatto l'orientamento a suoni.

I tre riflessi differiscono inoltre rispetto agli stimoli che li provocano. Benché ciascuno di essi può essere evocato da stimolazioni in ogni modalità sensoriale, le caratteristiche devono essere specifiche: l'orientamento è sensibile all'informazione portata dallo stimolo, quello di difesa all'intensità prolungata mentre lo *startle* alle caratteristiche transienti.

La distinzione fra caratteristiche transienti e durature della stimolazione è importante sia psicologicamente che da un punto di vista neurofisiologico. La teoria del processamento delle informazioni enfatizza infatti sempre di più la distinzione fra individuazione di uno stimolo, che richiede un tempo di elaborazione molto breve, e riconoscimento dello stesso, che richiede approssimativamente 250 ms (per es. Laberge, 1971; Massaro, 1972, 1975).

Vi è inoltre una sempre più crescente evidenza neurofisiologica che delle popolazioni di neuroni sono specializzate per il riconoscimento degli aspetti transienti della stimolazione mentre altri sono specializzati per analisi più fini delle caratteristiche stabili e di relativa lunga durata della stimolazione. Gersuni (1971) ha identificato neuroni a «breve costante di tempo» e a «lunga costante di tempo» in tutti i livelli del sistema nervoso uditivo e ha suggerito che i neuroni con breve costante di tempo, sensibili alle caratteristiche transienti, formano un sistema per la rapida trasmissione di informazioni ai centri nervosi più

TAB. 1. *Sommario delle differenziazioni fra riflessi di orientamento, startle e difesa in base alla natura delle risposte del sistema nervoso autonomo*

Riferimenti	Risposte del Sistema Nervoso Autonomo		
	Orientamento	Difesa	Startle
Sokolov (1963)	Vasodilatazione cefalica Vasocostrizione periferica Risposta elettrodermica Abituazione	Vasocostrizione cefalica Vasocostrizione periferica Risposta elettrodermica Mancanza di abituazione Sensibilizzazione	Non specificato
Graham e Clifton (1966), Graham e Slaby (1973), Graham (1973, 1980)	Decelerazione frequenza cardiaca Rapida abituazione	Accelerazione frequenza cardiaca con latenza > 2 s. Lenta abituazione Sensibilizzazione	Accelerazione frequenza cardiaca con latenza < 2 s. Rapida abituazione
Turpin e Siddle (1978, 1983) Turpin (1979, 1983) Ornitz e Guthrie (1989)	Decelerazione frequenza cardiaca Vasocostrizione periferica Vasocostrizione cefalica	Accelerazione frequenza cardiaca con lunga latenza picco sui 30 sec. Vasocostrizione periferica e cefalica con lunga latenza Picco sui 30 sec. Abituazione (?)	Accelerazione frequenza cardiaca con picco a 4 sec. Vasocostrizione periferica Vasodilatazione cefalica Abituazione con velocità dipendente dalla intensità dello stimolo

alti. La scoperta di cellule X (prolungato) e Y (transiente) a diversi livelli del sistema visivo suggerisce che una simile divisione esiste nell'elaborazione di stimolazioni visive e che le cellule sensibili ai veloci cambiamenti sono quelle che conducono più rapidamente l'impulso nervoso (per es. McLeod, 1978).

Le differenze basate sulle componenti del sistema nervoso autonomo fra i riflessi di orientamento, *startle* e difesa sono riassunte in tabella 1.

STARTLE E ATTENZIONE

Gli studi sulla differenziazione fra lo *startle* e gli altri riflessi riportati nel paragrafo precedente hanno interessato prevalentemente gli anni '70. Negli anni '80 viceversa sono state dominanti le ricerche circa la modulazione del riflesso dalle condizioni di attenzione e particolarmente grazie al lavoro di Frances Graham e dei suoi collaboratori basato essenzialmente sull'uso del riflesso come stimolo-test (Anthony e Graham, 1985). In questi esperimenti vengono manipolati gli stimoli, i compiti e le istruzioni al fine di guidare il *focus* attenzionale del soggetto. Mentre questo è impegnato nello svolgimento del compito sperimentale vengono introdotti dei brevi stimoli-test che provocano la reazione di *startle* (per es. un rumore bianco improvviso e di intensità di circa 100 dB) con l'ipotesi che l'ampiezza dell'ammiccamento aumenti o diminuisca a seconda delle risorse attenzionali assegnate allo svolgimento del compito primario. Ci si trova di fronte alla stessa tecnica adottata con i tempi di reazione secondari utilizzati come *probe*. Quando l'intervallo fra la presentazione del pre-stimolo che non induce *startle* e lo stimolo-test che viceversa induce il riflesso è relativamente breve, il risultato tipico è una riduzione-inibizione del riflesso di ammiccamento rispetto a quando l'ammiccamento è indotto in assenza di un pre-stimolo. Nei soggetti umani l'inibizione è massima per un intervallo fra S1 e S2 di 120 ms (Graham e Murray, 1977), non è appresa, richiede prevalentemente strutture di basso livello extra-corticali (Leitner e Cohen, 1985) ed è evidente anche durante il sonno (Silverstein, Graham e Calloway, 1980). Questi risultati hanno portato a considerare l'inibizione da pre-stimoli come un risultato dei processi protettivi dell'elaborazione preattentiva, quella cioè che permette una efficace gestione di informazioni presentate rapidamente (Braff e Geyer, 1990; Graham, 1980). Tuttavia, recenti studi suggeriscono che l'inibizione da pre-stimolo può riflettere una protezione dei processi preattentivi che è più che puramente automatica.

Attraverso questa metodologia infatti sono stati scoperti alcuni fenomeni molto interessanti. Per esempio, l'istruzione di prestare atten-

zione allo stimolo che induce lo *startle* determina un aumento del riflesso (Bohlin e Graham, 1977; Hackley e Graham, 1984). Di converso se lo stimolo-test viene introdotto poco prima di dover eseguire un compito di tempo di reazione il riflesso risulta attenuato. In questo ultimo caso l'attenzione non è rivolta allo stimolo che determina lo *startle* ma bensì è focalizzata all'anticipazione del segnale di via. L'attenuazione inoltre è massima nell'imminenza del segnale a cui il soggetto deve rispondere (in cui l'attenzione deve essere maggiore), come corroborato dalla decelerazione cardiaca caratteristica dell'«orientamento» al segnale di via (Graham e Clifton, 1966). Una discussione di questi studi si può trovare nel lavoro di Anthony (1985).

Di particolare interesse sono alcuni studi inter-modali. In questa procedura l'attenzione del soggetto è diretta a stimoli visivi od uditivi mentre lo *startle* viene scatenato o nello stesso o in un altro canale sensoriale. L'ipotesi che viene esaminata è che, poiché le risorse attentive sono limitate, vengono distribuite *a priori* a seconda della modalità. Così, se il soggetto è impegnato in un compito visivo (ad es. vedere delle diapositive), le risorse disponibili per il sistema uditivo sono ridotte e quindi lo *startle* indotto da stimolazioni acustiche dovrebbe essere attenuato. I risultati di Anthony e Graham nel loro lavoro del 1985 dimostrano infatti che sia in bambini che in adulti i riflessi di ammiccamento sono più piccoli e più lenti quando la modalità sensoriale dello stimolo-test è diversa dalla modalità dello stimolo sperimentale primario.

Un altro aspetto di questo filone di ricerche riguarda la capacità di suscitare interesse degli stimoli. Anthony e Graham (1985) partendo dalla considerazione che stimoli interessanti come facce umane o pezzi musicali catturano più attenzione rispetto a stimoli meno interessanti come diapositive nere o toni puri ipotizzarono che l'attenuazione del *probe* dovesse essere maggiore con i primi rispetto a quelli noiosi. Ancora una volta l'effetto fu confermato sia in bambini che in adulti.

Nel medesimo anno Simons e Zelson (1985) usarono come stimoli di base due classi di diapositive, una prima in cui vi erano nudi attraenti di uomini e donne ed una seconda in cui vi erano fotografie di cesti di vimini ed altri oggetti neutri. In modo non predicibile gli stimoli-test venivano presentati durante tutte e due le serie di diapositive. Come ci si aspettava, il riflesso di ammiccamento era significativamente inferiore per le diapositive interessanti.

Più recentemente Filion, Dawson e Schell (1993, 1994) hanno studiato le modificazioni dell'ammiccamento indotto da *startle* in un compito di attenzione selettiva nel campo uditivo. Ai soggetti venivano presentati toni di differente altezza e venivano istruiti a prestare attenzione e a monitorare la lunghezza di toni di una certa altezza e di ignorare gli altri. Filion *et al.* (1993) trovarono che l'inibizione era

maggiore nei segnali acustici a cui i soggetti dovevano prestare attenzione rispetto a quelli che dovevano essere ignorati. L'intervallo fra presentazione del tono e somministrazione del *probe* era di soli 120 ms e questo è molto importante per la modulazione attenzionale come vedremo più avanti.

Il fatto che pre-stimoli a cui il soggetto presta attenzione inducano una inibizione maggiore rispetto a pre-stimoli che vengono ignorati ci porta ad affermare, con le parole di Anthony stesso, che: «l'attenzione è capace di aumentare o diminuire il guadagno di strutture, durante il percorso di elaborazione percettiva, che sono dotate di un livello di base tale da far parte del circuito del riflesso. Ciò rappresenta una forte evidenza a favore delle teorie della selezione precoce in cui l'elaborazione percettiva può essere modificata prima del riconoscimento dello stimolo» (Anthony, 1985, p. 207).

Modificando l'intervallo fra S1 ed S2 le variazioni dello *startle* sono utili per lo studio dei precoci processi preattentivi quanto dei processi tardivi come la facilitazione sensoriale associata alla generazione della risposta d'orientamento (Filion, Dawson e Schell, 1994).

STARTLE E CONDIZIONAMENTO AVVERSIVO

Nel 1951 Brown, Kalish e Farber notarono che pazienti ansiosi mostravano una risposta di *startle* esagerata e con l'entusiasmo delle ricerche comportamentistiche allora in auge ipotizzarono che ratti sottoposti a condizionamento avversivo avrebbero dovuto mostrare risposte di *startle* maggiori, in fase di estinzione, quando lo stimolo scatenante il riflesso fosse stato presentato insieme allo stimolo condizionato. Nei loro esperimenti adottarono una variazione di luminosità come stimolo condizionato e uno shock elettrico come stimolo incondizionato. Lo *startle* veniva provocato da un colpo di pistola caricata a salve e la reazione veniva misurata attraverso uno stabilimetro, uno strumento di laboratorio per la registrazione dei movimenti. I loro risultati confermarono le ipotesi. Gli stimoli scatenanti lo *startle* presentati contestualmente allo stimolo condizionato provocavano nelle prime fasi di estinzione più ampi riflessi rispetto a quelli presentati con stimoli di controllo. Questi risultati furono successivamente replicati sia in animali che in soggetti umani (Ross, 1961; Spence e Runquist, 1958).

Più recentemente Michael Davis ed i suoi collaboratori hanno ulteriormente rinforzato questi risultati dimostrando che le risposte di *startle* erano correlate al livello di ansia acquisita: maggiore era lo shock somministrato nel processo di condizionamento e maggiore era la risposta agli stimoli-test presentati contestualmente allo stimolo

condizionato in fase di estinzione (Davis e Astrachan, 1978). Una significativa riduzione del riflesso è stata inoltre osservata dopo la somministrazione di farmaci ansiolitici (Berg e Davis, 1984).

È interessante considerare questi esperimenti nel contesto della teoria attenzionale di Graham esposta nel precedente paragrafo. La predizione offerta da questa infatti è opposta ai risultati del condizionamento avversivo. In quest'ultima lo stimolo condizionato (il cambio di luminosità) è sicuramente più pregnante e più coinvolgente rispetto allo stimolo di controllo. Così la logica conclusione sarebbe che agli stimoli-test il riflesso fosse minore. I risultati mostrano invece il contrario. L'ampiezza dei riflessi di *startle* durante la presentazione di stimoli condizionati visivi risulta aumentata.

Comunque se si assume che stimoli spiacevoli siano implicitamente evitati, l'ipotesi attenzionale rimane soddisfacente per la spiegazione della modulazione del riflesso di ammiccamento.

STARTLE ED EMOZIONI

Il conflitto teorico derivante da queste due linee di ricerca può essere spiegato dal fatto di non avere preso in considerazione la dimensione affettiva. Gli effetti attenzionali cioè non possono essere chiariti se viene ignorata la valenza emotiva dei pre-stimoli e degli stimoli-test. Le relazioni fra *startle* ed emozioni sono state studiate a partire dalla fine degli anni '80 a tuttora in prevalenza da Peter J. Lang e dai suoi collaboratori, nel tentativo di trovare un indice psicofisiologico utile a differenziare la valenza di stimoli emotigeni intesa come dimensione qualitativa del vissuto emotivo (risposte appetitive *versus* risposte avversive), così come per l'*arousal*, la dimensione quantitativa (intensità del vissuto emotivo), si era trovata una buona correlazione positiva con le risposte di conduttanza cutanea (Bradley, Greenwald, e Hamm, 1993; Manning e Melchiori, 1974; Winton, Putnam e Krauss, 1984).

I tentativi precedenti avevano preso in considerazione il sistema cardiovascolare e l'elettromiografia facciale ma in entrambi i casi erano sorti problemi irrisolvibili. Nel caso della frequenza cardiaca e della pressione arteriosa si registra un aumento con presentazione di stimoli spiacevoli. Ma il problema è che queste misure sono influenzate da altri fattori e cioè la mobilitazione fisiologica per sforzi fisici e cognitivi (Obrist, Webb, Sutterer e Howard, 1970; Vrana, Cuthbert e Lang, 1986) e il confronto con la teoria dell'*intake/rejection* degli stimoli esterni dei Lacey (Lacey e Lacey, 1970). Per esempio molti studi hanno mostrato che in compiti di immaginazione avversiva vi è una accelerazione cardiaca (per una rassegna Cuthbert, Vrana e Bradley,

1991) mentre altri altrettanto validi hanno mostrato il contrario, ovvero una decelerazione della frequenza cardiaca (Winton, Putnam e Krauss, 1984). Questi dati suggeriscono che la frequenza cardiaca può discriminare la valenza ma la sua direzione (accelerazione o decelerazione) dipende dal contesto.

Nel caso delle espressioni facciali il problema nasce dal fatto che possono essere manifestate volontariamente. L'espressione quindi può essere influenzata dalla conoscenza del soggetto circa le risposte appropriate nel contesto sperimentale. Tassinari e Cacioppo (1989) hanno cercato di determinare se mediante l'EEG sia possibile differenziare fra attività facciali spontanee e volontarie ma in questo modo si aumenta la complessità della misurazione in particolare per applicazioni cliniche.

Lang ed i suoi collaboratori propongono lo *startle* come stimolo-test per una misura adeguata di valenza emotiva (Lang, Bradley e Cuthbert, 1990; Vrana, Spence e Lang, 1988). Tipicamente il riflesso di ammiccamento aumenta sistematicamente in grandezza con la spiacevolezza di diapositive che fungono da stimoli primari. Di conseguenza, secondo questa teoria, a stimoli avversivi con valenza negativa si accompagna una reazione di *startle* più veloce e più ampia rispetto a stimoli piacevoli a valenza positiva. Questi dati sono stati ripetutamente confermati sia nei laboratori di Lang (Bradley, Cuthbert e Lang, 1990a; 1990b; Bradley, Lang e Cuthbert, 1990; Cuthbert, Bradley e Lang, 1990a; 1990b; Lang *et al.*, 1990; Vrana e Lang, 1990) sia in altri laboratori (Cook, Hawk e Stevenson, 1991; Hamm, Stark e Vaitl, 1990).

Lang attribuisce l'effetto all'azione sinergica fra valenza affettiva del pre-stimolo e valenza dello stimolo-test (lo stimolo inducente lo *startle* viene normalmente percepito come avversivo dal soggetto). La valenza predispone ad una serie di risposte comportamentali che possono essere appetitive (per es. avvicinamento, attaccamento) o alternativamente avversive (evitamento, difesa, fuga). Così, per esempio, quando lo stimolo primario è avversivo (ad es. una diapositiva a contenuto spiacevole), uno stimolo-test avversivo quale può essere il forte stimolo acustico somministrato per scatenare la reazione di *startle* fa sì che le disposizioni emotive siano le stesse e cioè entrambe spiacevoli interagendo per una reciproca crescita.

L'ipotesi attentiva e quella emotiva sono state messe a confronto in un esperimento di Bradley, Cuthbert e Lang del 1990 (1990a). Come induttori emozionali vennero utilizzate le solite diapositive mentre lo *startle* veniva indotto sia con stimoli acustici che con stimoli luminosi. Per quest'ultima modalità le due posizioni teoriche offrono risultati opposti. Secondo la teoria attenzionale per la quale stimoli avversivi vengono negletti, uno stimolo primario negativo dovrebbe diminuire

la sensibilità recettiva di quel canale di ingresso sensoriale. Diapositive a contenuto spiacevole dovrebbero quindi bloccare l'allocazione di risorse attentive alla modalità visiva così che il riflesso di *startle* indotto nella modalità visiva dovrebbe risultare ridotto. Diapositive piacevoli viceversa dovrebbero attrarre risorse alla modalità visiva e la risposta allo *startle* visivo essere aumentata. Viceversa se è la valenza emozionale che modula il riflesso, la stessa relazione fra la grandezza del riflesso e la valenza affettiva dovrebbe essere osservata sia con stimoli-test visivi che acustici.

I risultati della Bradley furono chiari. Le due tecniche di induzione davano il medesimo andamento: lo *startle* aumentava in funzione della spiacevolezza delle diapositive, come era stato trovato negli altri studi in cui gli stimoli-test erano soltanto acustici.

Altre prove a favore della teoria emozionale derivano da studi sulla lateralità emisferica, poiché *startle* indotti da stimoli acustici presentati o al solo orecchio destro o solo a quello sinistro mentre il soggetto osserva diapositive emozionali sono significativamente diversi. La modulazione affettiva è manifesta e più ampia per stimoli presentati all'orecchio sinistro suggerendo l'importanza dell'emisfero destro (2/3 delle fibre nervose nel sistema uditivo decussano) nell'elaborazione delle emozioni (Bradley, Cuthbert e Lang, 1991) in accordo coi dati precedenti (Ley e Bryden, 1982; Heilman, Watson e Bowers, 1983). Questo effetto si presentava in maniera identica indipendentemente dall'occhio destro o sinistro.

Più recentemente Bradley, Cuthbert e Lang (1993) hanno nuovamente affrontato questo problema sostenendo che il conflitto fra interpretazioni attenzionali ed emozionali sia in realtà solo apparente e che semplicemente i due effetti si presentano temporalmente differenziati. L'inibizione dovuta all'attenzione posta allo stimolo primario è stata trovata con tempi fra la comparsa del pre-stimolo (*prepulse*) e quello inducente lo *startle* (*probe*) di molto inferiori al secondo (Hackley e Graham, 1991). Viceversa la modulazione affettiva dello *startle* è stata osservata molto tardi, almeno due o tre secondi dopo la comparsa della diapositiva (per es. Bradley, Cuthbert e Lang, 1990a). Variando sistematicamente il tempo di presentazione dello stimolo-test gli autori hanno chiarito fin dove agisce la componente attenzionale e dove comincia quella emozionale. L'apparizione di uno stimolo visivo complesso, una fotografia, inibisce significativamente la risposta di riflesso di *startle* e ne aumenta la latenza. All'aumentare dell'intervallo fra presentazione della diapositiva e stimolo-test lo *startle* aumenta progressivamente e questo indipendentemente dal contenuto emotivo della diapositiva stessa. Considerando la valenza si nota che per intervalli entro 1 s il riflesso è significativamente maggiore per le diapositive neutre rispetto a quelle emotigene, siano esse piacevoli o

spiacevoli (forte influenza attenzionale), mentre per intervalli superiori al secondo lo *startle* viene modulato dal contenuto emotivo nella classica sequenza piacevoli < neutre < spiacevoli ed è complessivamente maggiore rispetto ad intervalli minori di 1 s.

Riassumendo, vi è una forte inibizione della risposta di *startle* durante le prime fasi dell'elaborazione di immagini sia piacevoli che spiacevoli in confronto ad immagini neutre e questo può essere spiegato con l'interpretazione attenzionale in considerazione del fatto che immagini che suscitano attivazione indipendentemente dalla valenza sono giudicate come più interessanti, più complesse e vengono viste per un tempo maggiore (Bradley *et al.*, 1990a). A cominciare da circa 800 ms e fino a circa 6 s dopo la presentazione della diapositiva gli effetti della valenza diventano sempre più pronunciati. Si ha quindi inibizione per quelle piacevoli e facilitazione per quelle spiacevoli in confronto a quelle neutre. Alla luce di questo, lo studio mediante la metodologia dello *startle* può essere proficuamente applicato sia all'analisi dei processi attentivi che di quelli emozionali, nonché nello studio degli effetti di danni neurologici, di agenti farmacologici ed infine nel campo dei disturbi psicologici, come vedremo nel prossimo paragrafo.

Gli studi sul rapporto fra *startle* ed emozioni non si sono limitati solo a diapositive e compiti immaginativi ma hanno coinvolto anche una modalità sensoriale molto legata al vissuto emotivo: l'olfatto (Ehrlichman e Bastone, 1992). Gli odori sono chiaramente degli stimoli affettivi in quanto vengono classificati primariamente in base alla loro piacevolezza o spiacevolezza (Engen, 1982), presentano tuttavia lo svantaggio di una veloce abituazione sensoriale. Il rapporto fra piacevolezza/spiacevolezza e modulazione dello *startle* è stato l'oggetto di due recenti ricerche (Ehrlichman, Brown, Zhu e Warrenburg, 1995; Miltner, Matjak, Braun, Diekmann e Brody, 1994). In entrambe è stato trovato un potenziamento del riflesso per odori spiacevoli (mozziconi di sigarette, formaggi fermentati, pillole schiacciate di complessi con vitamina A, acido butirrico, acido isovalerico, tiofene, idrogeno solforato) rispetto alla condizione di non odore, mentre non si è trovato in entrambi gli studi una diminuzione per odori piacevoli (olio essenziale di arancio, di cocco, polvere di vaniglia, essenza di mughetto).

Questo dato contraddittorio trova tuttavia riscontro in altre ricerche dove, senza stimoli olfattivi ma con compiti di immaginazione, non si è trovata una attenuazione dello *startle* durante l'esposizione a stimoli positivi (Bradley, Lang e Cuthbert, 1991; Cuthbert, Bradley, York e Lang, 1990; Greenwald, Bradley, Cuthbert e Lang, 1990; Patrick, Berthot e Erickson, 1992). Probabilmente la modulazione di questo riflesso non dipende solo dalla valenza ma anche dall'*arousal* (Lang, Bradley, Cuthbert e Patrick, 1993; Lang, Bradley e Cuthbert,

1992). L'effetto della valenza è più forte per le diapositive valutate alte in attivazione rispetto a quelle valutate medie o basse. Così è possibile che gli odori piacevoli non suscitino un livello di attivazione adeguato. La valenza di un odore infatti dipende dalla sue qualità intrinseche ma la capacità di produrre *arousal* è probabilmente legata al significato che il soggetto gli attribuisce, per gli odori piacevoli, mentre per quelli spiacevoli vi è una minore dipendenza dal contesto. Gli odori spiacevoli determinano anche un più alto livello basale nell'elettromiografia dell'*orbicularis oculi* e questo è interpretato secondo lo studio di Bradley *et al.* (1990a) come un indice di *arousal*. Un ulteriore supporto deriva dallo studio di Harver, Katkin, Bott, Ehrlichman e Warrenburg (1989) nel quale si trovò che il livello di conduttanza cutanea aumentava di più quando i soggetti odoravano sostanze spiacevoli (piridina) rispetto a quando odoravano profumi (odore di cocco).

STARTLE E PSICOLOGIA CLINICA

Fobie e disturbi d'ansia

La forte relazione esistente fra modulazione del riflesso di *startle* ed elaborazione delle emozioni fa sì che questo strumento sia stato utilmente impiegato nell'indagine di manifestazioni cliniche di disturbi a livello emotivo, primo fra tutti nei disturbi d'ansia. Poiché sia l'ansia che la fobia sono risposte aversive (la prima generalizzata, la seconda stimolo-specifica) ci si aspetta naturalmente che facilitino ed aumentino la risposta di ammiccamento indotta dal riflesso di *startle*. In effetti vi è abbondanza di risultati che confermano questo. Classicamente in tutti questi studi si esegue un condizionamento classico avversivo in cui si associa uno stimolo neutro quale può essere l'accensione di una luce ad uno shock elettrico. A condizionamento avvenuto ciò che si nota è che lo stimolo-test associato allo stimolo neutro induce una risposta di *startle* aumentata (vedi infra il paragrafo dedicato a «*Startle* e condizionamento avversivo»). L'effetto è così robusto che questa metodologia è adottata come metodo per testare l'efficacia dei farmaci ansiolitici (Davis, Hitchcock e Rosen, 1989).

Il potenziamento dello *startle* lo si ha anche quando le risposte emotive vengono suscitate con compiti immaginativi (Vrana e Lang, 1990; Cook, Hawk e Stevenson, 1991; Cuthbert, Bradley e Lang, 1990b). Come materiale spiacevole vengono usate descrizioni di situazioni tipo visita dentistica, intrusione in casa durante la notte, parlare in pubblico, assistere ad un incidente stradale. In tutti questi casi si ottiene un aumento della risposta di ammiccamento. Ciò che più è interessante è che vi è una corrispondenza lineare fra aumento dello

startle e grado di ansia suscitato nel soggetto come rilevato da scale di autovalutazione (Vrana e Constantine, 1990).

Disturbi post-traumatici da stress

Uno dei criteri diagnostici che vennero indicati quando questo disturbo entrò nel lessico psicopatologico fu proprio il fatto di avere una risposta di *startle* esagerata (American Psychiatric Association, 1980). Criterio che derivava da osservazioni cliniche senza che fosse stata fatta un'indagine psicofisiologica (per es. Fairbank, DeGood e Jenkins, 1981).

Studi sperimentali con rilevazioni fisiologiche sono stati svolti su reduci di guerra del Vietnam (Blanchard, Kolb, Pallmeyer e Gerardi, 1982; Blanchard, Kolb, Gerardi, Ryan e Pallmeyer, 1986) ed hanno mostrato una reattività nervosa autonoma eccessiva specifica a stimoli di combattimento. Lo stesso con compiti immaginativi (Pitman, Orr, Forgue, De Jong e Claiborn, 1987).

Il primo ed unico studio con l'utilizzo dello *startle* è stato effettuato da Ornitz e Pynoos (1989). I soggetti erano bambini fra gli 8 ed i 13 anni che erano scampati ad un incendio nella loro scuola. Anche in questo caso si presentava un aumento rispetto al gruppo di controllo della risposta di *startle*.

Criminologia

Soggetti che esibiscono livelli psicopatologici di violenza hanno tipicamente una risposta elettrodermica debole in anticipazione di stimoli avversivi (per una rassegna, Hare, 1978; 1980). Una spiegazione può essere che eventi stressanti non inducono reattività e mobilitazione nei soggetti criminali (Hare, 1978). Tuttavia la risposta elettrodermica deve essere considerata una misura di *arousal* e non ci indica specificatamente la direzione dell'attivazione emozionale. Patrick, Cuthbert e Lang (1994), hanno ipotizzato che un migliore indice potrebbe essere la mancanza di potenziamento della risposta di *startle* a stimoli avversivi. Hanno utilizzato 54 carcerati per abusi o violenze sessuali. Ciascuno di essi vedeva una serie di diapositive da piacevoli a spiacevoli e nei due terzi dei casi veniva dato uno stimolo-test acustico che scatenava lo *startle*. I risultati indicarono che per 18 soggetti del gruppo composto da criminali non si riscontrava il tipico andamento. Nelle diapositive piacevoli il riflesso risultava diminuito tanto nel gruppo sperimentale quanto nel gruppo di controllo composto da studenti universitari. Tuttavia, invece di dimostrare un aumento della

risposta negli stimoli avversivi, il riflesso di *startle* dei criminali mentre vedevano le diapositive piacevoli era inibito in confronto alle diapositive neutre. In buona sostanza si aveva una diminuzione del riflesso sia per il materiale piacevole che per quello spiacevole. Questi dati sembrano quindi confermare l'ipotesi di Hare per cui i criminali mostrano una distorsione nell'elaborazione emozionale essendo meno reattivi a eventi psicologicamente avversivi. Spingendosi ancora oltre gli autori assumono che per questi psicopatici il materiale avversivo assumeva connotazioni «positive», nel senso che predisponeva un comportamento appetitivo, di approccio anziché di evitamento. È inoltre significativo che gli autori non trovarono differenze nei giudizi sulla spiacevolezza e l'attivazione indotte dalle diapositive. Nei resoconti verbali non si registravano differenze rispetto agli studenti universitari. Si è quindi in presenza di una dissociazione fra giudizio soggettivo e quantificazione del riflesso di *startle*, probabilmente dovuta al fatto che i resoconti verbali sono pesantemente influenzati dal condizionamento culturale e sociale, mentre il riflesso di *startle* può essere un indice dello stato motivazionale centrale indotto da uno stimolo emozionale (Patrick, 1994; Stritzke, Patrick e Lang, 1995).

Psicosi

I pazienti schizofrenici presentano anormalità nell'inibizione dello *startle* dovuta alla presenza di un pre-stimolo (*prepulse inhibition*) sia in situazioni senza compito specifico (processo automatico) sia quando viene richiesto di eseguire una discriminazione attenzionale (processo controllato). Braff, Stone, Callaway, Geyer, Glick e Bali (1978), Braff, Grillon e Geyer (1992) e Grillon, Ameli, Charney, Krystal e Braff (1992) hanno trovato tutti una minore inibizione in pazienti ospedalizzati in paradigmi di attenzione passiva nei quali ai soggetti erano presentati stimoli, senza istruzioni di prestare attenzione o di ignorare. Dawson, Hazlett, Filion, Nuechterlein e Schell (1993) hanno trovato il medesimo andamento in soggetti dimessi ed in parziale remissione, suggerendo così che questo fenomeno riflette un tratto per la vulnerabilità alla schizofrenia anziché essere semplicemente associato con la disarticolata elaborazione di informazioni durante episodi di manifestazioni psicotiche.

Deficit nella modificazione dello *startle* in paradigmi controllati e/o automatici sono stati osservati anche in individui che presentano un alto rischio per la schizofrenia ma nei quali non vi è ancora una diagnosi di tale disturbo psicologico. Questi studi sono sempre più frequenti perché presentano il vantaggio di non essere contaminati dalle conseguenze di lunghe assunzioni di antipsicotici e di lungodegenze

TAB. 2. Riassunto delle condizioni di facilitazione (aumento) ed inibizione (diminuzione) del riflesso di «startle»

Riferimenti	Inibizione	Facilitazione
Bohlin e Graham (1977) Hackley e Graham (1984) Anthony (1985)	Ogniquale volta è preceduto a breve distanza di tempo (50-800 ms) da uno stimolo anche debole non in grado di indurre il riflesso (<i>prepulse inhibition</i>)	Istruzione di prestare attenzione allo stimolo che induce lo <i>startle</i>
Anthony e Graham (1985)	La modalità sensoriale del pre-stimolo è diversa da quella usata per indurre il riflesso	
Anthony e Graham (1985)	Facce umane e pezzi musicali significativi usati come pre-stimoli	Diapositive di colore omogeneo e toni puri usati come pre-stimoli
Simons e Zelson (1985)	Nudi attraenti come pre-stimoli	Diapositive di cesti di vimini ed altri oggetti neutri usati come pre-stimoli
Filion, Dawson e Schell (1993, 1994)	Toni a cui il soggetto doveva prestare attenzione	Toni che il soggetto doveva ignorare
Ross (1961) Spence e Runquist (1958) Berg e Davis (1984)		Stimolo condizionato avversivo Livello di ansia acquisita con condizionamento avversivo
Lang, Bradley e Cuthbert (1990) Vrana, Spence e Lang (1988)	Diapositive con contenuto a valenza positiva (l'effetto è evidente per intervalli fra S1 ed S2 > di 1 s)	Diapositive con contenuto a valenza negativa (l'effetto è evidente per intervalli fra S1 ed S2 > di 1 s)
Ehrlichman e Bastone (1992)		Odori spiacevoli
Davis, Hirschcock e Rosen (1989) Vrana e Lang (1990)		Disturbi d'ansia e fobie
Ornitz e Pynoos (1989)		Disturbi post-traumatici da stress
Patrick, Bradley e Lang (1994)	Mancanza di potenziamento della risposta di <i>startle</i> in soggetti criminali	
Simons e Giardina (1992) Cadenhead, Geyer e Braff (1993) Schell, Dawson, Hazlett e Filion (1995)		Deficienza di inibizione da pre-stimolo in compiti di attenzione passiva in soggetti con disordine di personalità psicotipico

in ospedali psichiatrici. Come caratteristiche predisponenti vengono prese l'anedonia, le distorsioni percettive ed il pensiero magico e come scala di valutazione viene usualmente adottata quella di Chapman (Chapman e Chapman, 1987; Chapman, Chapman, Kwapil, Eckblad, e Zinser, 1994). Simons e Giardina (1992) hanno trovato un'anomala inibizione da pre-stimolo in un compito di attenzione passiva fra soggetti con aberrazioni percettive ma non anedonici e con un intervallo fra pre-stimolo e stimolo-test di 120 ms. Ulteriori evidenze si trovano in Cadenhead, Geyer e Braff (1993), i quali hanno trovato la stessa deficienza di inibizione in soggetti con disordine di personalità schizotipico, sempre in condizione di attenzione passiva, e in Schell, Dawson, Hazlett e Fillion (1995), i quali hanno usato soggetti giovani (età media 19 anni) e nel quale è emerso che l'ideazione magica costituisce un forte tratto relato alla vulnerabilità a disordini dello spettro della schizofrenia.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONE

Nella tabella 2 viene riportato uno schematico riassunto delle condizioni che inducono una variazione del riflesso in senso facilitativo ed inibitorio. La vastità delle applicazioni e delle ricerche presentate in questa rassegna testimoniano a favore della sua importanza nello studio delle attività cognitive ed emotive nell'ambito della psicologia sperimentale e della psicologia clinica.

Per lo psicologo sperimentale il suo utilizzo è prevalentemente legato all'uso di un paradigma sperimentale del tipo pre-stimolo combinato con uno stimolo-test. Il riflesso di *startle* infatti presenta queste caratteristiche che lo rendono raccomandabile come stimolo-test. Primo, lo *startle* può mostrare inibizione e facilitazione sia per la latenza che per l'ampiezza in relazione a precisi aspetti dello stimolo. Secondo, lo *startle* può essere indotto da stimolazioni acustiche, visive e somato-sensoriali, indicando così che tutti i sistemi afferenti devono convergere prima del tratto finale di elaborazione comune (Rimpel, Geyer e Hopf, 1982). Terzo, la latenza molto ridotta e la presenza di componenti multiple nella risposta di ammiccamento forniscono un'opportunità unica per separare i processi di codifica dello stimolo da quelli di selezione della risposta.

Altri vantaggi in generale dell'uso di questo riflesso sono:

- 1) la sua presenza in un'ampia varietà di specie animali permettendo così uno studio delle basi neurofisiologiche degli effetti di facilitazione ed inibizione (per una rassegna: Hoffman e Ison, 1980);

- 2) il fatto che sia stato osservato con quasi lo stesso andamento ed ampiezza indipendentemente dall'età dei soggetti permettendo così

confronti fra gruppi di età diverse (Anthony e Putnam, 1985; Graham, Strock e Ziegler, 1981; Bogartz, 1976);

3) la natura inevitabile della risposta e la facilità di misurazione lo rendono uno strumento utile laddove, in particolare nella psicologia clinica, nella psicologia evolutiva e nella neuropsicologia viene spesso a mancare la cooperazione del soggetto e la sua volontà di emettere risposte (Braff, Stone, Callaway, Geyer, Glick e Bali, 1978; Geyer e Braff, 1982).

La metodologia dello *startle* utilizzato come stimolo-test ha accumulato una poderosa base di dati sia nel campo della psicologia comparata (Davies, Hitchcock e Rosen, 1989) riguardante le emozioni e sia nello studio dei processi cognitivi e percettivi (Graham, 1975). Questa base di dati e di relativi punti di vista teorici saranno importanti nelle future ricerche riguardanti la modulazione dello *startle* e le emozioni nell'uomo. La prima per l'ovvio vantaggio di integrare teorie delle emozioni sviluppate nel campo animale ed umano (Mineka, 1985) e la seconda perché l'inseparabilità dei processi cognitivi da quelli riguardanti le emozioni viene sempre più riconosciuta come necessaria (Lang, 1985; Williams, Watts, McLeod e Matthews, 1988).

Per quanto riguarda la psicologia clinica lo *startle* si rivela utile nelle fasi dell'*assessment*, della diagnosi ed infine per la valutazione dell'efficacia dei trattamenti terapeutici. Allo stato attuale, lo *startle* riflette adeguatamente lo stato di fobia e di ansia in soggetti umani ed animali e può essere usato come indice per misurare cambiamenti indotti da farmaci o da procedure di estinzione. Gli studi riportati a proposito delle sociopatie (vedi infra il paragrafo dedicato alla criminologia) suggeriscono che questo riflesso è uno strumento potente per la quantificazione del comportamento emozionale laddove sono ipotizzati deficit nell'affettività (anedonici, schizofrenici e soggetti sofferenti di depressione). Candidati allo studio mediante questa metodologia sono poi tutti quei disturbi in cui le tendenze patologiche di approccio ed evitamento sono stimolo-specifiche come nei disturbi di alimentazione e nell'abuso di sostanze stupefacenti od alcoliche.

BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (1980). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (3rd Edition). Washington D.C.: A.P.A. Press (trad. it. *DSM-III-R Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali*. Milano: Masson).
- ANDERSEN R.A., KNIGHT P.L., MERZENICH M.M. (1980). The thalamocortical and corticothalamic connections of AI, AII and the anterior auditory field (AAF) in the cat: Evidence for two largely segregated systems of connections. *Journal of Comparative Neurology*, 194, 663-701.
- ANTHONY B.J. (1985). In the blink of an eye: Implications of a reflex. In

- Advances in psychophysiology, Vol. I*, ed. M.G.H. Coles (Greenwich, CT: JAI Press Inc).
- ANTHONY B.J., GRAHAM F.K. (1985). Blink reflex modification by selective attention: Evidence for the modulation of «automatic» processing. *Biological Psychology*, 21, 43-59.
- ANTHONY B.J., PUTNAM I.E. (1985). Cardiac and blink reflex concomitants of attentional selectivity: A comparison of adults and young children. *Psychophysiology*, 22, 508-516.
- BERG W.K., DAVIS M. (1984). Diazepam blocks fear-enhances startle elicited electrically from the brainstem. *Physiology and Behavior*, 32, 333-336.
- BIRBAUMER N., ÖHMAN A. (Eds.) (1993). *The structure of emotion*. Seattle, WA: Hogrefe & Huber Publishers.
- BLANCHARD E.B., KOLB L.C., GERARDI R.J., RYAN P., PALLMEYER T.P. (1986). Cardiac response to relevant stimuli as an adjunctive tool for diagnosing post-traumatic stress disorder in Vietnam veterans. *Behavior Therapy*, 17, 592-606.
- BLANCHARD E.B., KOLB L.C., PALLMEYER T.P., GERARDI R.J. (1982). A psychophysiological study of post-traumatic stress disorder. *Psychiatric Quarterly*, 54(4), 220-229.
- BLUMENTHAL T.D., GOODE C.T. (1991). The startle eyeblink response to low intensity acoustic stimuli. *Psychophysiology*, 28, 296-306.
- BOELHOVER A.J.W. (1982). Blink reflexes and preparation. *Biological Psychology*, 14, 277-285.
- BOGARTZ R.S. (1976). On the meaning of statistical interactions. *Journal of Experimental Child Psychology*, 22, 178-183.
- BOHLIN G., GRAHAM F.K. (1977). Cardiac deceleration and reflex blink facilitation. *Psychophysiology*, 14, 423-430.
- BONNET M., BRADLEY M., LANG P.J., REQUIN J. (1995). Modulation of spinal reflexes: Arousal, pleasure, action. *Psychophysiology*, 32, 367-372.
- BONNET M., REQUIN J., SEMJEN A. (1981). Human reflexology and motor preparation. In *Exercise and sport sciences reviews*, 9, ed. D. Miller (Philadelphia: Franklin Institute Press), pp. 119-157.
- BOWDITCH H.P., WARREN J.W. (1890). The knee jerk and its physiological modifications. *Journal of Physiology*, 11, 25-64.
- BRADLEY M.M., CUTHBERT B.N., LANG P.J. (1993). Pictures as prepulse: Attention and emotion in startle modification. *Psychophysiology*, 30, 541-545.
- BRADLEY M.M., CUTHBERT B.N., LANG P.J. (1991). Startle and emotion: Lateral acoustic probes and the bilateral blink. *Psychophysiology*, 28, 285-295.
- BRADLEY M.M., CUTHBERT B.N., LANG P.J. (1990a). Startle reflex modification: Emotion or attention? *Psychophysiology*, 27, 517-523.
- BRADLEY M.M., CUTHBERT B.N., LANG P.J. (1990b). Probe intensity and startle modulation. *Psychophysiology*, 27, S18 (Abstract).
- BRADLEY M.M., GREENWALD M.K., HAMM A.O. (1993). Affective picture processing. In *The structure of emotion*, eds. N. Birbaumer, A. Öhman (Seattle, WA: Hogrefe Huber), pp. 48-68.
- BRADLEY M.M., LANG P.J., CUTHBERT B.N. (1990). Habituation and the affect-startle effect. *Psychophysiology*, 27, S18 (Abstract).
- BRADLEY M.M., LANG P.J., CUTHBERT B.N. (1991). The Gainesville murders: Imagining the worst. *Psychophysiology*, 28, S14 (Abstract).
- BRAFF D.L., GEYER M.A. (1990). Sensorimotor gating and schizophrenia: Human and animal studies. *Archives of General Psychiatry*, 47, 181-188.
- BRAFF D.L., GRILLON C., GEYER M.A. (1992). Gating and habituation of the

- startle reflex in schizophrenic patients. *Archives of General Psychiatry*, 49, 206-215.
- BRAFF D.L., STONE C., CALLAWAY E., GEYER M.A., GLICK I., BALI L. (1978). Prestimulus effects on human startle reflex in normals and schizophrenics. *Psychophysiology*, 15, 339-343.
- BROWN J.S., KALISH H.I., FARBBER I.E. (1951). Conditioned fear as revealed by magnitude of startle response to an auditory stimulus. *Journal of Experimental Psychology*, 41, 317-328.
- BRUNIA C.H.M., BOELHOEVER A.J.W. (1988). Reflexes as a tool: A window in the central nervous system. In *Advances in Psychophysiology*, III, eds. P.K. Akles, J.R. Jennings, M.G.H. Coles (London: Jessica Kingsley Publishers), pp. 1-67.
- CADENHEAD K.S., GEYER M.A., BRAFF D.L. (1993). Impaired startle prepulse inhibition and habituation in schizotypal patients. *American Journal of Psychiatry*, 150, 1862-1867.
- CHAPMAN L.J., CHAPMAN J.P. (1987). The search for symptoms predictive of schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 13, 497-503.
- CHAPMAN L.J., CHAPMAN J.P., KWAPIL T.R., ECKBLAD M., ZINSER M.C. (1994). Putative psychosis-prone subjects 10 years later. *Journal of Abnormal Psychology*, 103, 171-183.
- COOK E.W., HAWK L.W. JR., DAVIS T.L., STEVENSON V.E. (1991). Emotional dysfunction and affective modulation of startle. *Journal of Abnormal Psychology*, 100, 5-13.
- CUTHBERT B.N., BRADLEY M.M., LANG P.J. (1990a). Valence and arousal in startle modulation. *Psychophysiology*, 27, S24 (Abstract).
- CUTHBERT B.N., BRADLEY M.M., LANG P.J. (1990b). Affective imagery and startle modulation. *Psychophysiology*, 27, S24 (Abstract).
- CUTHBERT B., BRADLEY M.M., YORK D., LANG P.J. (1990). Affective imagery and startle modulation. *Psychophysiology*, 27, S24 (Abstract).
- CUTHBERT B.N., VRANA S.R., BRADLEY M.M. (1991). Imagery: Function and physiology. In *Advances in psychophysiology IV*, eds. P.K. Ackles, J.R. Jennings, M.G.H. Coles (London: Jessica Kingsley Publishers).
- DAVIS R.C. (1948). Motor effects of strong auditory stimuli. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 257-275.
- DAVIS M., ASTRACHAN D.I. (1978). Conditioned fear and startle magnitude: Effects of different footshock or backshock intensities used in training. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 4, 95-103.
- DAVIS M., GENDELMANN D.S., TISCHLER H., GENDELMANN P.M. (1982). A primary acoustic startle circuit: Lesion and stimulation studies. *Journal of Neuroscience*, 2, 791-805.
- DAVIS M., HITCHCOCK J.M., ROSEN J.B. (1989). Anxiety and the amygdala: Pharmacological and anatomical analysis of the fear-potentiated startle paradigm. In *The psychology of learning and motivation*, Vol. 21, ed. G.H. Bower (New York: Academic Press).
- DAWSON M.E., HAZLETT, FILION D.L., NUECHTERLEIN K.N., SCHELL A.M. (1993). Attention and schizophrenia: Impaired modification of the startle reflex. *Journal of Abnormal Psychology*, 102, 633-641.
- DESMEDT J.E. (1973). A discussion of the methodology of the triceps surae T and H reflexes. In *New developments in electromyography and clinical neurophysiology*, ed. J. E. Desmedt (Basel: Karger), pp. 773-780.
- EHRlichman H., BASTONE L. (1992). The use of odour in the study of emotion. In *Fragrance: The psychology and biology of perfume*, eds. S. Van Toller, G.H. Dodd (London: Elsevier), pp. 143-160.

- EHRlichman H., BROWN S., ZHU J., WARRENBURG S. (1995). Startle reflex modulation during exposure to pleasant and unpleasant odors. *Psychophysiology*, 32, 150-154.
- ENGEN T. (1982). *The perception of odors*. New York: Academic Press.
- FAIRBANK J.A., DEGOOD D.E., JENKINS C.W. (1981). Behavioral treatment of a persistent post-traumatic startle response. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 12, 321-324.
- FILION D.L., DAWSON M.E., SCHELL A.M. (1993). Modification of the acoustic startle-reflex eyeblink: A tool for investigating early and late attentional processes. *Biological Psychology*, 35, 185-200.
- FILION D.L., DAWSON M.E., SCHELL A.M. (1994). Probing the orienting response with startle modification and secondary reaction time. *Psychophysiology*, 31, 68-78.
- FLESHLER M. (1965). Adequate acoustic stimulus for startle reaction in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 61, 200-207.
- GERSunI G.V. (1971). Temporal organization of the auditory function. In *Sensory processes at the neuronal and behavioral levels*, ed. G.V. Gersuni (New York: Academic Press).
- GEYER M.A., BRAFF D.L. (1982). Habituation of the blink reflex in normal and schizophrenic patients. *Psychophysiology*, 19, 1-6.
- GOGAN P. (1970). The startle and orienting reactions in man. Study of their characteristic and habituation. *Brain Research*, 18, 117-135.
- GRAHAM F.K. (1973). Habituation and dishabituation of responses innervated by the autonomic nervous system. In *Habituation: Vol. 1. Behavioral studies*, eds. H.V.S. Peeke, M.J. Herz (New York: Academic Press), pp. 163-218.
- GRAHAM F.K. (1975). The more or less startling effects of weak prestimulation. *Psychophysiology*, 12, 238-248.
- GRAHAM F.K. (1979). Distinguishing among orienting, defensive and startle reflexes. In *The orienting reflex in humans*, eds. H.D. Kimmel, E.H. van Olst, J.F. Orlebeke (Hillsdale, N.J.: Erlbaum), pp. 137-167.
- GRAHAM F.K. (1980). Control of reflex blink excitability. In *Neural mechanisms of goal-directed behavior and learning*, eds. R.F. Thompson, L.H. Hicks, V.B. Shvrykov (New York: Academic Press), pp. 511-519.
- GRAHAM F.K., CLIFTON R.K. (1966). Heart-rate change as a component of the orienting response. *Psychological Bulletin*, 65, 305-320.
- GRAHAM F.K., MURRAY G.M. (1977). Discordant effects of weak prestimulation on magnitude and latency of the reflex blink. *Physiological Psychology*, 5, 108-114.
- GRAHAM F.K., PUTNAM L.E., LEAVITT L.A. (1975). Lead stimulation effects on human cardiac orienting and blink reflexes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1, 61-169.
- GRAHAM F.K., SLABY D.A. (1973). Differential heart-rate changes to equally intense white noise and tone. *Psychophysiology*, 10, 347-362.
- GRAHAM F.K., STROCK B.D., ZIEGLER B.L. (1981). Excitatory and inhibition influences on reflex responsiveness. In *Minnesota symposia on child psychology: Vol. 14. Aspects of the development of competence*, ed. W.A. Collins (Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates), pp. 1-38.
- GREENWALD M.K., BRADLEY M.M., CUTHBERT B.N., LANG P.J. (1990). The acoustic startle response indexes aversive learning. *Psychophysiology*, 27, S36 (Abstract).
- GRILLON C., AMELI R., CHARNEY D.S., KRYSAL J., BRAFF D.L. (1992). Startle

- gating deficits occur across prepulse intensities in schizophrenic patients. *Biological Psychiatry*, 32, 939-943.
- GRILLON C., DAVIS M. (1995). Acoustic startle and anticipatory anxiety in humans: Effects of monoaural right and left ear stimulation. *Psychophysiology*, 32, 155-161.
- HACKLEY S.A., GRAHAM F.K. (1991). Passive and active attention to input: Active attention and localized, selective analysis. In *Handbook of cognitive psychophysiology: Central and autonomic nervous system approaches*, eds. J.R. Jennings M.G.H. Coles (Chichester: Wiley).
- HACKLEY S.A., GRAHAM F.K. (1984). Early selective attention effects on cutaneous and acoustic blink reflexes. *Physiological Psychology*, 11, 235-242.
- HAGBARTH K.E. (1960). Spinal withdrawal reflex in the human lower limbs. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 23, 222-227.
- HAMM A.O., STARK G., VAITL D. (1990). Classical fear conditioning and the startle probe reflex. *Psychophysiology*, S27 (Abstract).
- HARE R.D. (1978). Electrodermal and cardiovascular correlates of psychopathy. In *Psychopathic behavior: Approaches to research*, eds. R.D. Hare, D. Schalling (Chichester: Wiley), pp. 107-143.
- HARE R.D. (1980). A research scale for the assessment of psychopathy in criminal populations. *Personality and Individual Differences*, 1, 111-119.
- HARVER A., KATKIN E.S., BOTT K., EHRLICHMAN H., WARRENBURG S. (1989). Autonomic and affective responses to odors. Paper presented at the annual meeting of the Society for Psychophysiological Research, Minneapolis, MN.
- HATTON H.M., BERG W.K., GRAHAM F.K. (1970). Effects of acoustic rise time on heart rate response. *Psychonomic Science*, 19, 101-103.
- HEILMAN K.M., WATSON R.T., BOWERS D. (1983). Affective disorders associated with hemispheric disease. In *Neuropsychology of human emotion*, eds. K.M. Heilman, P. Satz (New York: Plenum Press), pp. 45-64.
- HILL K., COGAN D.G., DODGE P.R. (1979). Ocular signs associated with hydraencephaly. *American Journal of Ophthalmology*, 51, 267-275.
- HOFFMAN H.S., ISON J.R. (1980). Reflex modification in the domain of startle. I. Some empirical findings and their implication for how the nervous system processes sensory input. *Psychological Review*, 87, 175-189.
- HOPF H.C., BIER J., BRENER B., SCHEERER W. (1973). The blink reflex induced by photic stimulation. In *New developments in electromyography and clinical neurophysiology*, 3, ed. J.E. Desmedt (Basel: S. Karger), pp. 666-672.
- HUGON M. (1973). Exteroceptive reflexes to stimulation of the sural nerve in normal man. In *New developments in electromyography and clinical neurophysiology*, 3, ed. J.E. Desmedt (Basel: S. Karger), pp. 713-729.
- ISON J.R., HOFFMAN H.S. (1983). Reflex modification in the domain of startle: II. The anomalous history of a robust and ubiquitous phenomenon. *Psychological Bulletin*, 94, 3-17.
- ISON J.R., MCADAM D.W., HAMMOND G.R. (1973). Latency and amplitude change the acoustic startle reaction produced by variation in auditory pre-stimulation. *Physiology and Behavior*, 10, 1035-1039.
- JONES F.P., KENNEDY J.L. (1951). An electromyographic technique for recording the startle pattern. *Journal of Psychology*, 32, 63-68.
- KEANE J.R. (1979). Blinking to sudden illumination. *Archives of Neurology*, 36, 52-53.
- KIMURA J. HARADA O. (1976). Recovery curves of the blink reflex during wakefulness and sleep. *Journal of Neurology*, 213, 189-198.

- KUGELBERG E. (1962). Polysynaptic reflexes of clinical importance. *EEG and Clinical Neurophysiology*, suppl. 22, 103-111.
- LABERGE D. (1971). On the processing of simple visual and auditory stimuli at distinct levels. *Perception and Psychophysics*, 9, 331-334.
- LACEY J.I., LACEY B.C. (1970). Some autonomic-central nervous system inter-relationships. In *Physiological correlates of emotion*, ed. P. Black (New York: Academic Press), pp. 205-227.
- LANDIS C., HUNT W.A. (1939). *The startle pattern*. New York: Farrar.
- LANG P.J. (1985). The cognitive psychophysiology of emotion: Fear and anxiety. In *Anxiety and anxiety disorders*, eds. A.H. Tuma, J.D. Maser (Hillsdale, N.J.: Laurence Erlbaum), pp. 131-170.
- LANG P.J., BRADLEY M.M., CUTHBERT B.N. (1990). Emotion, attention and the startle reflex. *Psychological Review*, 97, 377-398.
- LANG P.J., BRADLEY M.M., CUTHBERT B.N. (1992). A motivational analysis of emotion: Reflex-cortex connections. *Psychological Science*, 3, 44-49.
- LANG P.J., BRADLEY M.M., CUTHBERT B.N. (1993). Emotion, arousal, valence, and the startle reflex. In *The structure of emotion*, eds. N. Birbaumer, A. Öhman (Seattle, WA: Hogrefe & Huber Publishers), p. 244.
- LANG P.J., BRADLEY M.M., CUTHBERT B.N., PATRICK C.J. (1993). Emotion and psychopathology: A startle probe analysis. In *Progress in experimental personality and psychopathology research: Models and methods of psychopathology*, Vol. 16, eds. L. Chapman, D. Fowles (New York: Springer), pp. 163-199.
- LEITNER D.S., COHEN M.E. (1985). Role of the inferior colliculus in the inhibition of acoustic startle in the rat. *Physiology and Behavior*, 34, 65-70.
- LEY R., BRYDEN M. (1982). A dissociation of right and left hemispheric effects for recognizing emotional tone and verbal content. *Brain Cognition*, 1, 3-9.
- LIÉGEOIS-CHAUVEL C., MORIN C., MUSOLINO A., BANCAUD J., CHAUVEL P. (1989). Evidence for a contribution of the auditory cortex to audiospinal facilitation in man. *Brain*, 112, 375-391.
- LUNDBERG A. (1965). Integration in the reflex pathway. In *Muscular afferents and motor control. Proceedings of the 1st Nobel Symposium*, ed. R. Granit (New York: John Wiley), pp. 275-305.
- MANNING S.K., MELCHIORI M.P. (1974). Words that upset urban college students: Measured with GSRs and rating scales. *Journal of Social Psychology*, 94, 305-306.
- MASSARO D.W. (1972). Preperceptual images, processing time and perceptual units in auditory perception. *Psychological Review*, 79, 124-145.
- MASSARO D.W. (1975). *Experimental psychology and information processing*. Chicago: Rand McNally.
- MCLEOD D.I.A. (1978). Visual sensitivity. In *Annual Review of Psychology*, 29, eds. M.R. Rosenzweig, L.W. Porter (Palo Alto, CA: Annual Reviews Inc.), pp. 613-645.
- MILTNER W., MATJAK M., BRAUN C., DIEKMANN H., BRODY S. (1994). Emotional qualities of odors and their influence on the startle reflex in humans. *Psychophysiology*, 31, 107-110.
- MINEKA S. (1985). Animal models of anxiety-based disorders: Their usefulness and limitations. In *Anxiety and the anxiety disorders*, eds. A.H. Tuma, J.D. Maser (Hillsdale, N.J.: Laurence Erlbaum), pp. 199-244.
- MORIN G. (1971). *Physiologie du système nerveux central*. Paris: Masson, p. 350.
- MUKANO K., AOKI S., ISHIKAWA S., TACHIBANA S., HARADA H., HOZUMI G.,

- SAITO E. (1983). Three types of blink reflex evoked by supraorbital nerve, light flash and corneal stimulations. *Japanese Journal of Ophthalmology*, 27, 261-279.
- OBRIST P.A., WEBB R.A., SUTTERER J.R., HOWARD J.L. (1970). Cardiac deceleration and reaction time: an evaluation of two hypotheses. *Psychophysiology*, 6, 695-706.
- ORNITZ E.M., GUTHRIE D. (1989). Long-term habituation and sensitization of the acoustic startle response in the normal adult brain. *Psychophysiology*, 26(2), 166-173.
- ORNITZ E.M., PYNOOS R.S. (1989). Startle modulation in children with post-traumatic stress disorder. *American Journal of Psychiatry*, 146, 866-870.
- PAILLARD J. (1959). Functional organization of afferent innervation of muscle studied in man by monosynaptic testing. *American Journal of Physical Medicine*, 38, 239-247.
- PATRICK C.J. (1994). Emotion and psychopathy: Startling new insight. *Psychophysiology*, 31(4), 319-330.
- PATRICK C.J., BERTHOT B.D. (1995). Startle potentiation during anticipation of a noxious stimulus: Active versus passive response sets. *Psychophysiology*, 32, 72-80.
- PATRICK C.J., BERTHOT B.D., ERICKSON L.M. (1992). Emotional imagery and startle modulation: Fear, empathy, anger. Paper presented at the annual meeting of the Society for Psychophysiological Research, San Diego, CA.
- PATRICK C.J., CUTHBERT B.N., LANG P.J. (1994). Emotion in the criminal psychopath: Fear image processing. *Journal of Abnormal Psychology*, 103(3), 523-534.
- PITMAN R.K., ORR S.P., FORGUE D.F., DE JONG J.B., CLAIBORN J.M. (1987). Psychophysiological assessment of post-traumatic stress disorder imagery in Vietnam combat veterans. *Archives of General Psychiatry*, 44, 970-975.
- REQUIN J., BRENER J., RING C. (1991). Preparation for action. In *Handbook of cognitive psychophysiology: Central and autonomic nervous system approaches*, eds. J.R. Jennings, M.G.H. Coles (Chichester: Wiley), pp. 357-448.
- RIMPEL J., GEYER D., HOPF H.C. (1982). Changes in the blink responses to combined trigeminal, acoustic and visual repetitive stimulation, studied in the human subject. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 54, 552-560.
- RIBOT E., ROLL J.P., VEDEL J.P. (1986). Efferent discharges recorded from single skeletomotor and fusimotor fibres in man. *Journal of Physiology*, 375, 251-268.
- ROSS L.E. (1961). Conditioned fear as a function of CS-UCS and probe stimulus intervals. *Journal of Experimental Psychology*, 61, 265-273.
- RUSHWORTH G. (1962). Observations on blink reflexes. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 25, 93-108.
- SANES J.N., ISON J.R. (1979). Conditioning auditory stimuli and the cutaneous eyeblink reflex in humans: Differential effects according to oligosynaptic or polysynaptic central pathways. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 47, 546-555.
- SHELL A.M., DAWSON M.E., HAZLETT E.A., FILION D.L. (1995). Attentional modulation of startle in psychosis-prone college students. *Psychophysiology*, 32, 266-273.
- SECHENOV I.M. (1965). *Reflexes of the brain* (S. Belsky, trans.). Cambridge, MA: MIT Press. (Lavoro originale pubblicato nel 1863).
- SILVERSTEIN L.D., GRAHAM F.K., CALLOWAY J.M. (1980). Preconditioning and excitability of the human orbicularis oculi reflex as a function of state. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 48, 406-417.

- SIMONS R.F., GIARDINA B.D. (1992). Reflex-modification in psychosis-prone young adults. *Psychophysiology*, 29, 8-16.
- SIMONS R.F., ZELSON M.F. (1985). Engaging visual stimuli and reflex blink modification. *Psychophysiology*, 22, 44-49.
- SOKOLOV E.N. (1963). *Perception and the conditioned reflex*. Oxford: Pergamon.
- SPENCE K.W., RUNQUIST W.N. (1958). Temporal effects of conditioned fear on the eyelid reflex. *Journal of Experimental Psychology*, 55, 613-616.
- STITT C.L., HOFFMAN H.S., MARSH R.R., SCHWARTZ G.M. (1976). Modification of the pigeon's visual startle reaction by sensory environment. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 90, 601-619.
- STRITZKE W.G., PATRICK C.J., LANG A.R. (1995). Alcohol and human emotion: A multidimensional analysis incorporating startle-probe methodology. *Journal of Abnormal Psychology*, 104, 114-122.
- SZABO I., HAZAFI K. (1965). Elicitability of the acoustic startle reaction after brain stem lesions. *Acta Physiologica. Academy of Science, Hungary*, 27, 155-165.
- TAKMANN W., ETTLIN T., BARTH R. (1982). Blink reflexes elicited by electrical, acoustic and visual stimuli: Normal values and possible anatomical pathways. *European Neurology*, 21, 210-216.
- TASSINARI L.G., CACIOPPO J.T., GEEN T.R. (1989). Characterizing organismic-environmental transactions: The use of the readiness potential as a mark of voluntary facial behavior. *Psychophysiology*, 26, S60 (Abstract).
- TURPIN G. (1979). A psychobiological approach to the differentiation of orienting and defense responses. In *The orienting reflex in humans*, eds. H.D. Kimmel, E.H. van Olst, J.F. Orlebeke (Hillsdale, NJ: Erlbaum), pp. 259-267.
- TURPIN G. (1983). Unconditioned reflexes and the autonomic nervous system. In *Orienting and habituation: Perspectives in human research*, ed. D. Siddle (Chichester: Wiley), pp. 1-70.
- TURPIN G., SIDDLE D.A.T. (1978). Cardiac and forearm plethysmographic responses to high intensity auditory stimuli. *Biological Psychology*, 6, 267-282.
- TURPIN G., SIDDLE D.A.T. (1983). Effects of stimulus intensity on cardiovascular activity. *Psychophysiology*, 20, 611-624.
- VRANA S.R. (1995). Emotional modulation of skin conductance and eyeblink responses to a startle probe. *Psychophysiology*, 32, 351-357.
- VRANA S.R., CONSTANTINE J.A. (1990). The startle reflex response as an outcome measure in the treatment of simple phobia. *Psychophysiology*, 27, S74 (Abstract).
- VRANA S.R., LANG P.J. (1990). Fear imagery and the startle probe reflex. *Journal of Abnormal Psychology*, 97, 189-197.
- VRANA S.R., CUTHBERT B.N., LANG P.J. (1986). Fear imagery and text processing. *Psychophysiology*, 23, 247-253.
- VRANA S.R., SPENCE E.L., LANG P.J. (1988). The startle probe response: a new measure of emotion? *Journal of Abnormal Psychology*, 97, 487-491.
- WILKINS D.E., HALLET M., WESS M.M. (1986). Audiogenic startle reflex of man and its relationship to startle syndromes. *Brain*, 109, 561-573.
- WILLIAMS J.M.G., WATTS F.N., MCLEOD C., MATTHEWS A. (1988). *Cognitive psychology and emotional disorders*. New York: Wiley.
- WINTON W.M., PUTNAM L.E., KRAUSS R.M. (1984). Facial and autonomic manifestations of the dimensional structure of emotion. *Journal of Experimental Social Psychology*, 20, 195-216.
- WOOD D.L., KNIGHT R.T., NEVILLE H.J. (1984). Bitemporal lesions dissociate

auditory evoked potentials and perception. *EEG and Clinical Neurophysiology*, 57, 208-220.

WOODWORTH R.S., SCHLOSBERG H. (1956). *Experimental psychology*. New York: Holt, pp. 183-185.

YOUNG R.R. (1973). The clinical significance of exteroceptive reflexes. In *New developments in electromyography and clinical neurophysiology*, 3, ed. J.E. Desmedt (Basel: S. Karger), pp. 697-712.

[Ricevuto il 4 novembre 1996]

[Accettato il 17 febbraio 1997]

Summary. Startle reflex, an innate reaction of the body to sudden and strong stimuli, has assumed a primary role in cognitive and emotional investigations. The aim of this review is to offer an explanation of the success of this tool showing a picture of researches primarily concerned with startle, in the field of psychophysiology, that have used blink as index of the reflex. After an historical introduction are examined elicitation methods, its differentiation between orienting and defense reflexes, attentional modulation, experiments whit fear conditioning, emotional modulation and its use in psychopathology: fear and anxiety disorders, post-traumatic stress disorders, criminology and psychosis. Finally are reported advantages of its use in psychology researches of attention processes and emotions in their normal and pathological aspects.

Key words: Startle reflex, eyeblink, attention, emotion.

La corrispondenza va inviata a Pio E. Ricci Bitti, Dipartimento di Psicologia, Università di Bologna, Viale Berti Picbat 5, 40127 Bologna, e-mail: riccibiti@psibo.unibo.it