

IL BIOFEEDBACK ELETTRODERMICO (SPR) di Roberto Anchisi

Il biofeedback elettrodermico (SPR) rileva il potenziale di eccitazione delle ghiandole sudoripare per misurare e analizzare lo stato di attivazione di un soggetto (*arousal*). La valutazione di tale stato, detto anche di vigilanza o di allerta, viene utilizzata in psicofisiologia e in psicopatologia come indice delle risposte di orientamento e di difesa e degli stati emozionali conseguenti, tra cui l'ansia e le fobie. Inoltre tale valutazione è di supporto nello studio dello stress, della depressione, dei disordini antisociali e della schizofrenia.

L'importanza di questa misura trae origine dal fatto che una persona mostra un livello di attivazione diverso a seconda della percezione che ha della situazione in cui si trova.

Ad esempio, chi ha paura di parlare in pubblico entra in stato di allerta al solo pensiero di dover prendere la parola in una riunione ufficiale, mentre si sente più tranquillo se deve parlare in un gruppo di amici.

Lo stato di allerta è l'espressione dei processi di eccitazione/inibizione cortico-sottocorticali, in cui ha un ruolo importante la percezione di minaccia, ossia la valutazione della pericolosità di uno stimolo, definita sulla base di programmi, istintivi o modificati dalle esperienze, "registrati" all'interno di formazioni nervose di controllo, quali la formazione reticolare ascendente, l'amigdala e altre strutture ipotalamiche.

Lo stato di allerta determina, a sua volta, l'attivazione del sistema nervoso simpatico, da cui dipende l'attività delle ghiandole sudoripare. Per questo si ha sudorazione, non solo per favorire la termoregolazione, ma anche per effetto dell'emozione (e in tal caso risulta più accentuata in alcuni siti: palmo della mano e pianta del piede, regione ascellare e regione genitale-

Il biofeedback elettrodermico (genericamente indicato con la sigla ED) può rilevare l'attività delle ghiandole sudoripare utilizzando due parametri diversi: la conduttanza cutanea (SC = Skin Conductance) e il potenziale cutaneo (SP = Skin Potential).

Di essi si può valutare il livello (L) raggiunto in determinate condizioni o la risposta (R) emessa in presenza di stimoli istantanei. Nel primo caso le sigle di riferimento sono : EDL, SCL, SPL ; nel secondo caso : EDR, SCR, SPR.

Mentre la conduttanza è una proprietà passiva della cute e dipende dallo stato di idratazione di questa, il potenziale cutaneo è un fenomeno attivo, poiché dipende dall'attività secretiva delle ghiandole sudoripare, dai meccanismi di riassorbimento del sodio a livello della porzione dermica e forse anche epidermica del dotto, da una supposta barriera di membrana epidermica e dall'attività elettrica del mioepitelio che circonda la ghiandola. Sembra che il potenziale cutaneo abbia origine a livello di queste strutture per meccanismi di trasporto ionico interessanti le membrane delle cellule che le compongono (Boucsein, 1992).

L'attività elettrodermica viene facilmente misurata con elettrodi cutanei posti sul palmo della mano o sulla superficie volare delle dita.

Dal punto di vista morfologico, la registrazione della risposta del potenziale elettrico cutaneo (SPR), mostra un andamento generalmente sinusoidale (fasico), in cui possono prevalere onde positive o onde negative

Caratteristiche del potenziale elettrodermico (SPR)

Il potenziale elettrodermico è difficile da valutare e da registrare ed è stato perciò poco usato, soprattutto per quanto riguarda le sue caratteristiche fasiche, che sono state differentemente spiegate da vari autori (Lloyd, 1961; Darrow, 1964 ; Darrow e Gullickson, 1970; Lykken, 1968; Edelberg, 1968, 1971, 1972; Fowles e Johnson 1973 ; Fowles e Rosenberry 1973; Edelberg, 1973 ; Burbank e Webster, 1978).

Secondo Lloyd (1961) una singola stimolazione nervosa simpatica produce una risposta SPR negativa (potenziale presecretivo) ; la stimolazione ripetuta genera una SPR positiva lenta, della durata di molti minuti, accompagnata dal riempimento dei dotti (potenziale secretivo) e, infine, la stimolazione ulteriore, con i dotti già riempiti, produce potenziali presecretivi di ampiezza aumentata.

Darrow (1964) e Darrow & e Gullickson (1970) avanzano una spiegazione diversa : i cambiamenti del potenziale cutaneo, negativi e positivi, sono originati dalla ghiandola sudoripara. Quando i dotti sono vuoti, l'attività ghiandolare produce risposte SPR negative, mentre quando i dotti sono pieni si hanno SPR positive.

Correlazione con gli stati emotivi : riflesso di orientamento e riflesso di difesa

La differente morfologia della risposta elettrodermica, a prescindere dai meccanismi cutanei che ne stanno alla base, rispecchia una differente risposta dell'individuo agli stimoli ambientali.

Quando lo stimolo ha un significato particolare per il soggetto (Janes, 1982), vi è una relazione diretta tra stimolo e la risposta elettrica cutanea . Aumentando l'intensità dello stimolo oltre una certa soglia, aumenta il numero, l'ampiezza e la durata delle SPR bifasiche (Uno e Grings, 1965).

Compare la componente fasica positiva quando il soggetto attua una risposta di difesa, mentre la componente fasica negativa è indice del riflesso di orientamento (Raskin, Kotses e Bever, 1969).

Darrow (1933) e Edelberg (1972) differenziano l'attività elettrodermica del dorso e del palmo della mano: la reattività del dorso rifletterebbe la risposta di orientamento, mentre l'attività elettrodermica del palmo rispecchierebbe maggiormente la reazione difensiva o le reazioni ansiose. Tuttavia questa conclusione risulterebbe insostenibile secondo gli studi di Sorgatz (1978) e Sorgatz e Pufe (1978).

Ansia generalizzata

Lader e Wing (1964) rilevarono nei pazienti ansiosi, rispetto ai non ansiosi, un maggiore SCL e una maggiore frequenza SCR, attribuiti a un over-arousal generalizzato (risultati confermati da studi successivi, ad es., Raskin, 1975 ; Chattopadhyay e Biswas, 1983).

Nei pazienti ansiosi anche il riflesso di orientamento è ridotto o assente, come risulta dall'esame di tutti i parametri considerati : SCR (Lader e Wing, 1964, 1966; Lader, 1967,1975), risposta cardiaca (Malmo e Smith, 1951; McGuinness, 1973),- EMG (Davis, Malmo e Shagass, 1954) e con EEG (Ellingson, 1954; Bond, James e Lader, 1974).

Hart (1974) ritiene che questo fenomeno non sia -dovuto -a una capacità maggiore di assuefarsi a uno stimolo orientativo, ma a una più bassa soglia nello scatenarsi di una

reazione difensiva: il paziente ansioso risponde con una reazione difensiva anche a quegli stimoli di bassa intensità che nel non-ansioso si limitano a produrre una risposta di orientamento. Le figure 1a e 1b mostrano rispettivamente il prevalere di punte-onda positive nella linea di base dell'ansioso e, di contro, il prevalere di punte-onda negative nel soggetto con un orientamento positivo nei confronti delle difficoltà in generale.

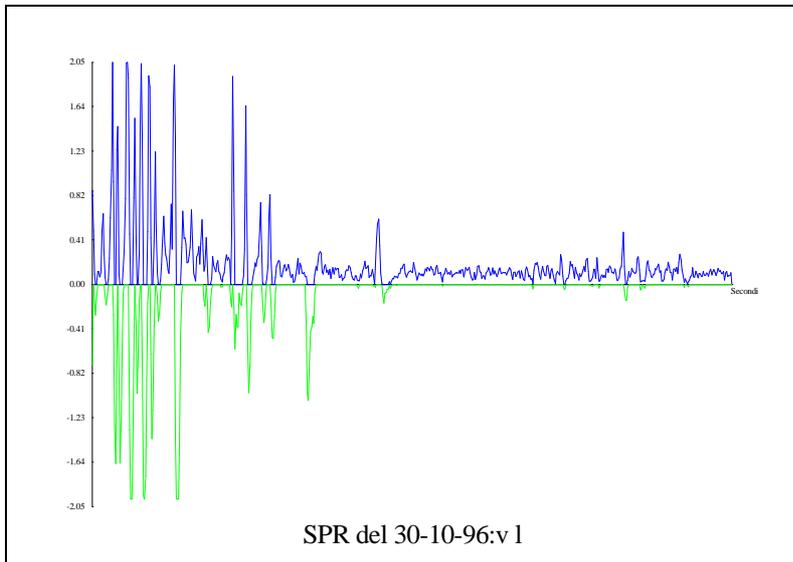


Fig. 1a. - Nel soggetto ansioso prevalgono le punte onda positive, al di sopra della linea centrale.

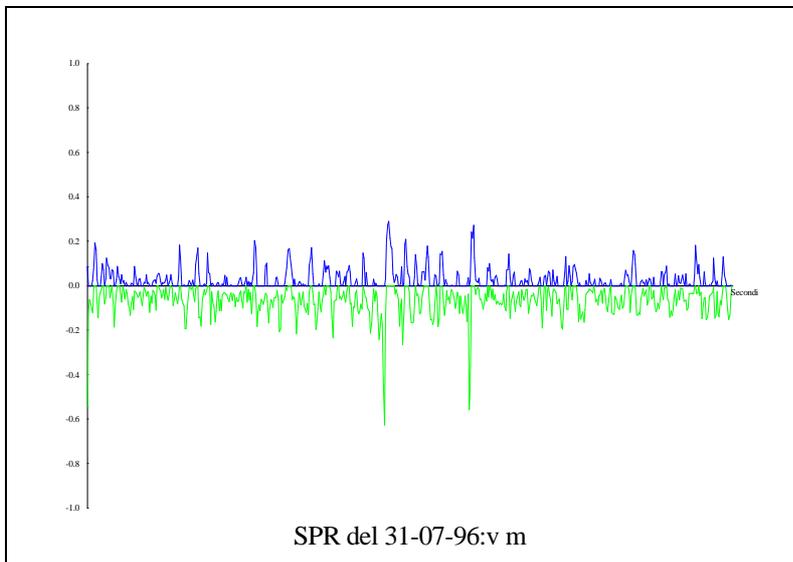


Fig. 1b. - Nel soggetto non ansioso e orientato positivamente prevalgono le punte onda negative, al di sotto della linea centrale

Fobie

Nei pazienti fobici è stata trovata una reazione eccessiva agli stimoli fobici specifici, o a classi di stimoli, di per sé neutri o di debole minaccia, ma senza innalzamento di base del livello SP, come invece accade nei soggetti ansiosi. Anche in questi pazienti prevale uno

schema di risposta tipico della reazione di difesa (Sartory, 1983).

La figura 2 mostra una linea di base relativamente stabile e con punte-onda che si discostano poco dalla linea dello zero centrale, eccetto che nei momenti di stimolazione fobica (nell'esempio, il soggetto immagina, su richiesta dello sperimentatore, le sofferenze e i disagi che prevede di dover sopportare a seguito di una complessa operazione chirurgica, cui dovrà sottoporsi dopo qualche mese). La diversa altezza delle punte positive è in relazione alla reazione emotiva indotta dalla particolare condizione di disagio immaginata.

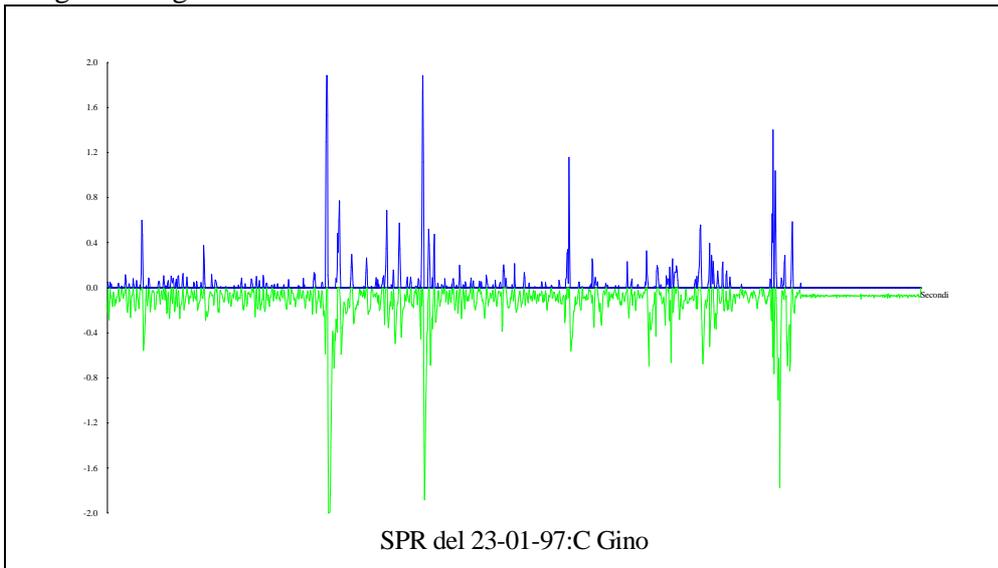


Fig. 2. - Al soggetto rilassato viene chiesto (a un terzo dall'inizio della sessione) di immaginare una situazione stressante : le tre punte più elevate corrispondono a ciascuna richiesta di visualizzazione (due nella prima metà del tracciato e la terza alla fine). A metà circa del grafico si evidenzia una punta più piccola, in cui prevale l'andamento verso l'alto : corrisponde al ripresentarsi spontaneo dell'immagine ansiogena. Successivamente si notano due "disturbi", dovuti al movimento di una mano.

Il grafico mostra punte in numero maggiore di quelle osservate in concomitanza con la richiesta di anticipare nell'immaginazione ogni ben definito stimolo avversativo. [Alcune](#) punte sono dovute a movimenti [degli arti o del](#), oppure a pensieri e a visualizzazioni spontanee. Per questo è di importanza decisiva, per una corretta lettura del tracciato, prestare attenzione sia al soggetto sia all'[andamento](#) della [risposta](#) durante la prova, annotandosi ogni evento estemporaneo che si è potuto rilevare in coincidenza del prodursi di una punta-onda inattesa.

Se il feedback SPR assume un'importanza diagnostica di primo piano per gli spunti continui che offre nell'approfondimento di un disturbo specifico e definito come la fobia, a maggior ragione diviene rilevante per la conoscenza delle condizioni che potrebbero concorrere a definire la natura dell'ansia generica. Queste possono essere cognitive e consapevoli o viscerali senza mediazione corticale, indicando, le prime, la persistenza di pensieri automatici del tipo delle idee irrazionali-emotive, e, le seconde, la presenza di riflessi condizionati che concorrono a mantenere schemi reattivi e di comportamento disfunzionali.

Un caso di ipertensione reattiva

La potenza euristica e l'ampiezza delle applicazioni dell'SPR può essere illustrata dal seguente caso [di ipertensione reattiva](#).

Si tratta di una persona di circa 50 anni, da un anno operata di by-pass coronarico, che presenta valori pressori esageratamente elevati a ogni controllo cardiologico. Essendo costantemente in terapia farmacologica e in assenza di altri segni di ipertensione, si fa l'ipotesi [che l'innalzamento abnorme della pressione sia dovuto all'ansia ingenerata dalla misurazione stessa \(stress da misura\).](#)

La verifica viene effettuata rilevando con sfigmomanometro a mercurio i valori sistolici e diastolici, che risultano pari a 200 e a 105, mentre il soggetto è a riposo. Il monitoraggio contemporaneo delle condizioni di rilassamento muscolare con EMG e dell'attivazione sottocorticale con SPR mostrano dati significativi e solo in parte attesi. Mentre lo stato di eccitazione risulta, come previsto, elevato, lo stato di tensione muscolare risulta, [al contrario, molto ridotto e vicino ai valori di un buon rilassamento](#). Questa disparità di condizioni giustifica da un lato l'ipotesi che i valori pressori fossero influenzati dallo stato di eccitazione rilevato dall'SPR (Figura 3), e dall'altro spiega l'incapacità del soggetto di controllare il fenomeno, [dal momento che, incanalando tutti i suoi tentativi verso una risposta di rilassamento muscolare, che consegue con successo \(Figura 4\), trae da ciò la convinzione di essere completamente rilassato anche a livello degli altri parametri](#).

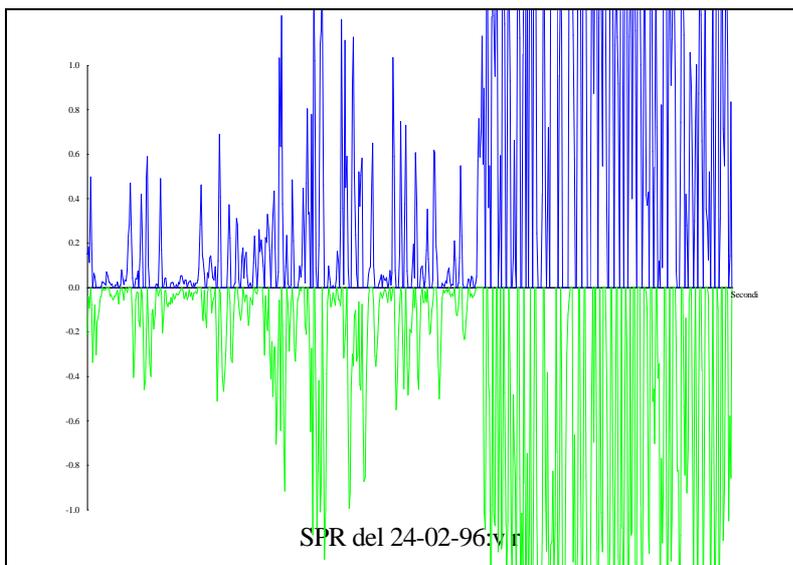


Fig. 3. - L'ultimo terzo del tracciato evidenzia l'ampiezza e la compattezza dell'eccitazione connessa alla misurazione della pressione arteriosa.

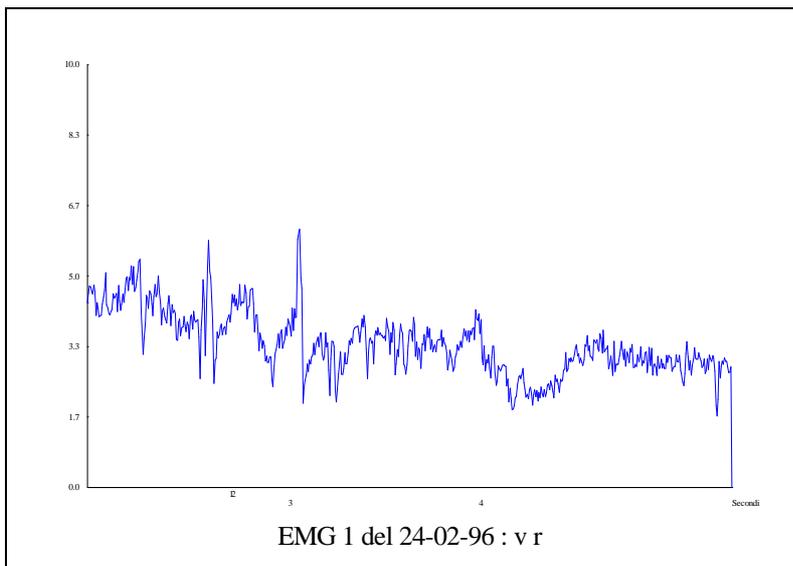
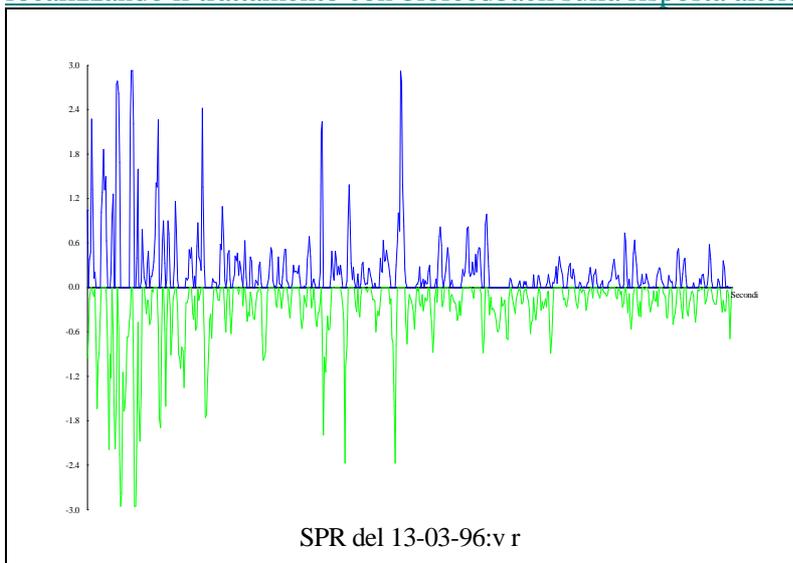


Fig. 4. - L'ultimo terzo del tracciato elettromiografico frontale mostra un'ulteriore diminuzione della tensione muscolare, come concomitante paradossale dell'aumento esagerato dell'arousal evidenziato dalla figura 3.

Viene perciò sottoposto a terapia con biofeedback, per porre sotto controllo anche la risposta ansiosa evidenziata dall' SPR. La figura 5 mostra i risultati ottenuti durante due sessioni di desensibilizzazione : l'ampiezza delle punte onda rilevate dall' SPR a ogni presentazione dello stimolo ansiogeno (insufflamento dell'aria nella fascia dello sfigmomanometro posizionato sul braccio del paziente) diminuiscono progressivamente fino a estinguersi nella seconda sessione. La normalizzazione dei valori pressori, ottenuta con la desensibilizzazione dell'ansia conferma la natura ansiosa dell'ipertensione osservata durante le misurazione precedenti e l'importanza di procedere in modo mirato, focalizzando il trattamento con biofeedback sulla risposta alterata.



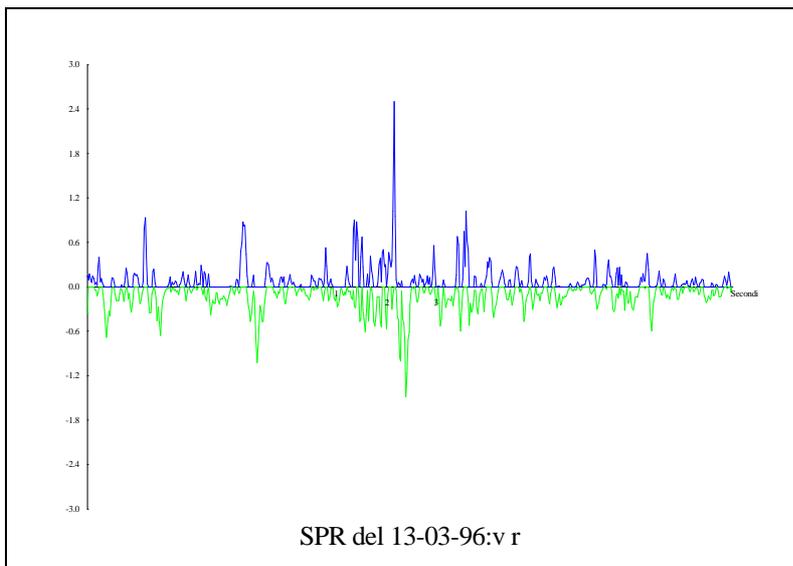


Fig. 5. - I due tracciati SPR mostrano, la progressiva riduzione della reattività alle prove di misurazione della pressione arteriosa durante la desensibilizzazione in vivo : le *spikes*, che si discostano dalla media delle punte-onda della linea di base, corrispondono al gonfiaggio momentaneo dello sfigmomanometro, subito seguito da sgonfiaggio e da rilassamento.

Bibliografia

- Bond, A. J., James, D. C. e Lader, M. H. (1974). Physiological and psychological measures in anxious patients. *Psychological Medicine*, 4, 364-373.
- Boucsein, W. (1992). *Electrodermal Activity*. New York : Plenum Press.
- Chattopadhyay, P. K. e Biswas, P. K. (1983). Characteristics of galvanic skin response in anxious patients and normal subjects. *Indian Journal of Clinical Psychology*, 10, 159-164.
- Darrow, C. W. (1964). The rationale for treating the change in galvanic skin response as a change in conductance. *Psychophysiology*, 1, 31-38.
- Darrow, C. W. e Gullickson, G. R. (1970). The peripheral mechanism of the galvanic skin response. *Psychophysiology*, 6, 597-600.
- Davis, J. F., Malmö, R. B. e Shagass, C. (1954). Electromyographic reaction to strong auditory stimulation in psychiatric patients. *Canadian Journal of Psychology*, 8, 177-186.
- Edelberg, R. (1968). Biopotentials from the skin surface: The hydration effect. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 148, 252-262.
- Edelberg, R. (1971). Electrical properties of skin. In H. R. Elden (Ed), *A treatise of the skin: Vol.1. Biophysical properties of the skin* (pp. 519-551). New York : Wiley & Sons.
- Edelberg, R. (1972). Electrical activity of the skin: Its measurement and uses in psychophysiology. In N. S. Greenfield and R. A. Sternbach (Eds), *Handbook of*

psychophysiology (pp. 367-418). New York : Holt, Rinehart & Winston.

Edelberg, R. (1973). The local electrical response of the skin to deformation. *Journal of Applied Physiology*, 34, 334-340.

Ellingson, R. J. (1954). The incidence of EEG abnormality among patients with mental disorders of apparently nonorganic origin: A critical review. *American Journal of Psychology*, 8, 263-275.

Frederikson, M. (1981). Orienting and defensive reactions to phobic and conditioned fear stimuli in phobics and normals. *Psychophysiology*, 18, 456-465.

Hart, J. D. (1974). Physiological responses of anxious and normal subjects to simple signal and non-signal auditory stimuli. *Psychophysiology*, 11, 443-451.

Janes, C. L. (1982). Electrodermal recovery and stimulus significance. *Psychophysiology*, 19, 129-135.

Lader, M. H. (1967). Palmar skin conductance measures in anxiety and phobic states. *Journal of Psychosomatic Research*, 11, 271-281.

Lader, M. H. (1975). *The psychophysiology of mental illness*. London : Routledge.

Lader, M. H. e Wing, L. (1964). Habituation of the psycho-galvanic reflex in patients with anxiety states and in normal subjects. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 27, 210-218.

Lloyd, D. C. (1961). Action potential and secretory potential of sweat glands. *Proceedings of the National Academy of Sciences (U.S.A.)*, 47, 351-358.

Lykken, D. T. (1968). Neuropsychology and psychophysiology in personality research. In E. F. Borgatta e W. W. Lambert (Eds), *Handbook of personality theory and research: Part 2. Psychophysiological techniques and personality research* (pp. 413-509). Chicago : Rand McNally.

Malmö R. B. e Smith, A. A. (1951). Responsiveness in chronic schizophrenia. *Journal of Personality*, 18, 359-375.

McGuinness, D. (1973). Cardiovascular responses during habituation and mental activity in anxious men and women. *Biological Psychology*, 1, 115-124.

Raskin, D. C., Kotses, H. e Bever, J. (1969). Autonomic indicators of orienting and defensive reflexes. *Journal of Experimental Psychology*, 3, 423-433.

Raskin, M. (1975). Decreased skin conductance response habituation in chronically anxious patients. *Biological Psychology*, 2, 309-319.

Sartory, G. (1983). The orienting response and psychopathology: Anxiety and phobias. In D. Siddle (Ed), *Orienting and habituation: Perspectives in human research*, (pp. 449-

474). Chichester : Wiley & Sons.

Sorgatz, H. (1978). Components of skin impedance level. *Biological Psychology*, 6, 121-125.

Sorgatz, H. e Pufe, P. (1978). Die Differentielle Reagibilität der Elektrodermalen Aktivität für Aversive Reize. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 3, 465-473.

Uno, T. e Grings, W. W. (1965). Autonomic components of orienting behavior. *Psychophysiology*, 1, 311-321.