



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

**Corso di laurea Magistrale in Neuroscienze e Riabilitazione
Neuropsicologica**

Tesi di laurea Magistrale

**Un training di HRV Biofeedback per ridurre
sintomatologia ansiosa e depressiva in una popolazione
carceraria**

*A HRV Biofeedback training to reduce anxious and depressive symptoms in
prison inmates*

Relatrice

Prof.ssa Chiara Spironelli

Seconda Relatrice

Prof.ssa Elisabetta Patron

Laureanda: Claudia Cappai

Matricola: 2013886

Anno Accademico 2021/2022

Indice

Introduzione.....	5
1. SINTOMATOLOGIA ANSIOSA E DEPRESSIVA NELLA POPOLAZIONE CARCERARIA.....	7
1.1. Spettro psicopatologico criminale e detenzione.....	7
1.2. Relazione sintomatologia ansiosa e depressiva.....	14
1.3. Risposte disadattive ad ansia e depressione e loro impatto sul Sistema Nervoso Autonomo.....	16
2. HRV- BIOFEEDBACK.....	19
2.1. Relazione tra sistema nervoso autonomo e variabilità della frequenza cardiaca.....	19
2.2. Il segnale biologico.....	21
2.3. La variabilità della frequenza cardiaca come misura oggettiva di stress, ansia e depressione.....	23
2.4. HRV-Biofeedback come metodo efficace per la gestione della sintomatologia ansiosa e depressiva.....	24
3. TRAINING DI HRV-BIOFEEDBACK SU UNA POPOLAZIONE CARCERARIA.....	27
3.1. Scopi della ricerca.....	27
3.2. Descrizione della popolazione.....	28
3.3. Descrizione del training.....	28
3.4. Riduzione dei dati.....	32
3.5. Analisi dei dati.....	33
3.6. Risultati.....	34
4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....	39
Bibliografia.....	43

Introduzione

L'ipotesi primaria del presente studio è che gli individui con disturbi d'ansia o depressione possano esibire alterazioni della variabilità della frequenza cardiaca (HRV) e della frequenza cardiaca (FC) come conseguenza di cambiamenti nel bilanciamento tra i sistemi Simpatico e Parasimpatico e che tali alterazioni compromettano il benessere psicofisico dell'individuo.

L'ipotesi secondaria è che, in pazienti che esibiscono una sintomatologia ansiosa e/o depressiva, un miglioramento clinico, potrebbe associarsi ad un miglior bilanciamento simpato-vagale e normalizzazione del valore della HRV ottenuti tramite un *training* di *HRV-Biofeedback*.

Infatti, lo scopo del presente studio è stato quello di testare l'ipotesi secondaria sottoponendo un campione di 7 uomini, detenuti presso la Casa di Reclusione di Padova "Due Palazzi", che esibiscono un quadro clinico caratterizzato da disturbi d'ansia e/o depressione, ad un breve *training* di *HRV Biofeedback*.

La scelta del campione, composto da detenuti, muove in primo luogo dalle considerazioni che vedono la popolazione carceraria come particolarmente fragile. Infatti, suddetta fetta di popolazione è, per la natura propria dell'ambiente carcerario, significativamente esposta a condizioni di stress, ansia e minaccia, potenzialmente in grado di concorrere allo sviluppo e/o esacerbazione di un quadro sintomatologico segnatamente caratterizzato da disturbi d'ansia e/o depressione.

In secondo luogo, la scelta dell'argomento, nasce da una mia personale sensibilità nei confronti di quella parte della popolazione che può essere definita marginale, nonché dal mio interesse per l'ambito criminologico.

Il presente elaborato è stato strutturato in 4 capitoli. In particolare, il primo capitolo introduce gli elementi di psicopatologia attraverso cui comprendere i profili psicologici e i correlati comportamentali più tipicamente associati alla condotta criminale e violenta. Verrà dunque osservato come ai diversi profili corrispondano diverse manifestazioni cliniche ed in particolare si evidenzierà una stretta relazione tra la condizione di detenzione e l'esibizione di un quadro sintomatologico caratterizzato da disturbi d'ansia e/o depressivi. Infine, il primo capitolo si concluderà prendendo in considerazione quelle che sono le risposte disadattive ad ansia e depressione e il loro impatto a livello del funzionamento del Sistema Nervoso Autonomo (SNA). Nel secondo

capitolo di questo elaborato, si è quindi cercato di mettere in luce la relazione tra il SNA e il parametro della variabilità della frequenza cardiaca nel tentativo di fornire sufficienti cenni ed elementi al fine di permettere una migliore comprensione del principio alla base della tecnica della *HRV Biofeedback*.

Questa metodologia è infatti oggetto di discussione del prosieguo del secondo capitolo. La tematica della ‘cura’ e del ‘trattamento riabilitativo’ per soggetti detenuti è quindi centrale. Infatti, attraverso il presente capitolo si considererà l’importanza e la potenziale efficacia dell’*HRV Biofeedback* come metodo per la gestione di ansia e depressione che, come già accennato, coincidono con le condizioni che tipicamente caratterizzano il quadro clinico della popolazione detenuta. Inoltre, una discreta diminuzione delle condizioni sintomatologiche sopra descritte, ergo una migliore condizione di benessere, potrebbe anche tradursi in una marcata diminuzione degli episodi di violenza e aggressività che caratterizzano la vita all’interno dei penitenzieri. Vale quindi anche la pena di sottolineare come tale intervento costituirebbe anche una potenziale occasione per osservare delle modificazioni comportamentali in individui caratterizzati da condotte antisociali e violente.

Infine, nei capitoli 3 e 4 verrà presentato il *training* vero e proprio, e ne verranno discussi i risultati.

Il presente studio, testando le ipotesi sopra descritte, sottolinea l’importanza della prospettiva di rieducazione e di riabilitazione, anche condivisa da diversi autori, tra cui il famoso psichiatra Simon-Baron-Cohen il quale ha affermato: “[...] *Trattate una persona come se fosse essenzialmente cattiva e la deumanizzerete. Se facciamo nostro il punto di vista che ogni essere umano ha in sé qualcosa di buono, anche se questo fosse solo lo 0,1%, e poi ci concentriamo su questa parte buona, lo umanizzeremo. Riconoscendo, curando e premiando la sua parte buona gli consentiremo di crescere, come un fiore nel deserto*”.¹

¹ Baron-Cohen, S. (2012). *La scienza del male. L'empatia e le origini della crudeltà*. Raffaello Cortina Editore, pp. 150-151.

CAPITOLO PRIMO

SINTOMATOLOGIA ANSIOSA E DEPRESSIVA NELLA POPOLAZIONE CARCERARIA

Le sintomatologie ansiose e depressive sono condizioni ampiamente diffuse tra la popolazione generale, e autori di diversi studi suggeriscono che la presenza di elevate quote di ansia e/o depressione tra i detenuti sia superiore rispetto a quella riportata dalla popolazione comune (Mencacci e Loi, 2002; Zappa, Massetti, 2006). Infatti la complessità, il rigore e l'instabilità che caratterizzano la vita all'interno del penitenziario rendono particolarmente fragili e vulnerabili gli utenti, e tale fatto costituisce un importante fattore di esacerbazione e/o sviluppo del quadro sintomatologico sopra descritto.

In aggiunta, va considerato come la popolazione carceraria sia costituita da uno spettro psicopatologico variegato e, alla luce della natura polimorfa del comportamento criminale, è necessario esaminare in che modo tale eterogeneità si relazioni con le condizioni ansiose e/o depressive.

1.1. Spettro psicopatologico criminale e detenzione

Il rapporto tra disturbo mentale e condotta criminale è ben lungi dall'essere stato definito con chiarezza e in maniera definitiva (Russo, 1980). Infatti, la comunità forense sottolinea come la psicopatologia, seppur significativamente presente, non possa considerarsi *tout court* un fattore causale della condotta criminale. Ciononostante, i professionisti che hanno contribuito maggiormente alla definizione di una classificazione, hanno suggerito un'importante differenziazione tra psicopatie, alterazioni gravi di personalità, alcolismo e tossicomanie (Citterio e Della Rovere, 1962; Della Rovere e Matarazzo, 1962). Altri studi condotti successivamente hanno portato a conclusioni analoghe, evidenziando come gli autori di reati violenti commessi da pazienti psicotici e portatori di ritardo mentale è decisamente bassa (0.006% nel caso di pazienti schizofrenici e 0.006% nella casistica dei pazienti affetti da psicosi e ritardi mentali). A costituire la percentuale nettamente più ampia si ritrovano invece individui affetti da sociopatia e disturbi della personalità (studi diversi suggeriscono percentuali che oscillano dal 56 all'81% (Russo, 1980), nonché persone affette da Disturbo da uso di sostanze (SUD) e in

particolar modo alcoolismo, per i quali vengono riportate percentuali tra il 40 e il 67% (Russo, 1980). È dunque particolarmente evidente come la più significativa incidenza dei disturbi mentali rispetto alla condotta criminale coincida con quelli a genesi prettamente esogena (Häfner e Böker, 1973) e i professionisti coinvolti, specialmente coloro che lavorano in ambito forense, hanno prestato una sempre più crescente attenzione ai profili di personalità borderline, narcisista e psicopatica per la loro forte associazione con criminalità e violenza (Cooke et al., 2004). Tra i succitati autori emerge Simon Baron-Cohen, docente presso il dipartimento di Psicologia sperimentale e psichiatria dell'Università di Cambridge, che nel suo libro “La scienza del male – l'empatia e le origini della crudeltà” (2012), propone un'interessante tesi secondo la quale l'empatia gioca un ruolo fondamentale nel guidare il comportamento e il giudizio morale. Sulla base di evidenze di *neuroimaging*, Cohen ha anche descritto le regioni cerebrali principalmente coinvolte nella cognizione sociale e, pertanto, anche nell'espressione empatica. Tra queste, un ruolo fondamentale è svolto da regioni prefrontali, dal cingolo anteriore, ma anche regioni temporali, parietali e sottocorticali.

Il punto fondamentale alla base della teoria di Cohen è che gli individui possano essere in grado di causare dolore ad altri a causa di una mancanza di empatia, superando in questo modo la dicotomia assoluta di bene e male. Propone infatti di sostituire il termine '*male*' con l'espressione '*erosione empatica*'. La cosiddetta '*erosione empatica*' corrisponde a bassi gradi all'interno della scala dell'empatia, e si sviluppa a causa di emozioni negative e corrosive. A questo consegue una focalizzazione univoca sui propri interessi che può talvolta portare ad adottare l'aggressività in modo strumentale, ledendo gli altri (Baron-Cohen, 2012).

Tutti si trovano in un qualche punto all'interno della scala dell'empatia, in base al proprio quoziente di empatia (QE), che può variare su una scala da 0 a 6 (Chapman et al., 2006). Ad ogni valore è associato un livello all'interno dello spettro dell'empatia: tuttavia, non tutti gli individui che ottengono un punteggio pari a 0 nel quoziente di empatia sono caratterizzati da istinti aggressivi. In alcuni casi, per esempio, coloro i quali si collocano ad un livello prossimo a zero possono essere semplicemente verbalmente insensibili (Baron-Cohen, 2012). Baron-Cohen spiega come siano comunemente osservabili delle fluttuazioni temporanee nella propria empatia. La causa è tipicamente da rintracciare nella quotidianità, e dunque il normale grado di empatia è potenzialmente recuperabile.

Qualora, invece, una mancanza di empatia sia duratura e si possa definire come tratto stabile, il risultato è la capacità di disumanizzare gli altri, predisponendo l'individuo verso condotte violente. A questo estremo si collocano i soggetti con un grado zero negativo dell'empatia, che coincidono con coloro potenzialmente in grado di commettere dei crimini violenti. Cohen, nel suo testo, descrive tre forme di zero-negatività di empatia: Tipo B (borderline), tipo P (psicopatico) e tipo N (narcisista) (Baron-Cohen, 2012).

Borderline

Il Disturbo Borderline di Personalità (DBP) è il disturbo di personalità più comune. Questi individui costituiscono infatti circa il 2% della popolazione globale, e considerando la popolazione clinica, essi rappresentano il 15% della stessa.

I tratti principali di personalità che caratterizzano i borderline sono l'impulsività autodistruttiva, la rabbia e gli sbalzi di umore (Baron-Cohen, 2012). Questa popolazione clinica è contraddistinta da modalità di pensiero e giudizio basate sul meccanismo della scissione. Con scissione si intende un fenomeno per il quale ogni giudizio viene espresso tramite una dicotomia, ad esempio 'assolutamente buono' o 'assolutamente cattivo'. Persone e oggetti sono dunque giudicati escludendo qualsiasi gradazione e sfumatura. Tutto si colloca agli estremi di un *continuum* che va da buono a cattivo. L'adozione di questo schema di ragionamento è legata alla natura del disturbo. Infatti, la scissione è un meccanismo di difesa che si sviluppa nell'infanzia, scatenato principalmente dagli effetti della deprivazione precoce (Baron-Cohen, 2012). Specificamente, all'interno di famiglie con bambini che, crescendo rifletteranno disturbi di tipo borderline, sono comuni l'incesto, l'abuso su minori, la violenza, l'alcolismo e, su un piano più generale, esperienze di trascuratezza e rifiuto da parte dei genitori (Baron-Cohen, 2012; Gunderson, Kerr & Englund, 1980; Frank & Paris, 1981). Infatti, se sottoposti a compiti di lettura narranti storie di abuso e abbandono, la popolazione borderline riporta una minore attività in regioni cerebrali implicate nel circuito dell'empatia, quali l'amigdala, la corteccia cingolata mediale MCC, il giro frontale inferiore (IFG) e il solco temporale superiore (STS) (Herpertz et al., 2001). Studi di *neuroimaging* hanno inoltre evidenziato delle anomalie relative al circuito dell'empatia in individui affetti da disturbo borderline di personalità. In primo luogo è stata rilevata una ridotta attività nella corteccia orbitofrontale (OFC), nella corteccia

prefrontale ventromediale (vMPFC) e nella corteccia temporale (Soloff et al., 2003; Siever et al., 1999; Soloff et al., 2000; Arango et al., 1995; Stockmeier et al., 1997; Juengling et al., 2003; Herpertz et al., 2001; Donegan et al., 2003). Questo dato è estremamente esemplificativo del tratto di personalità impulsiva. I pazienti borderline manifestano l'impulsività tramite comportamenti potenzialmente autodistruttivi, per esempio sessualità promiscua, disturbi alimentari e comportamenti di abusi di alcool o farmaci (Baron-Cohen, 2012). In secondo luogo, altre ricerche hanno evidenziato che il legame del neurotrasmettitore serotonina ai suoi recettori è più debole in pazienti borderline rispetto al gruppo di controllo. Infatti, negli individui borderline si osserva una risposta ridotta al farmaco fenfluramina, che, in condizioni normali, innesca invece il rilascio della serotonina (Soloff et al., 2007). L'evidenza fornita da questo studio legittima i frequenti sbalzi di umore caratteristici di questa popolazione clinica. Infatti, la serotonina svolge un ruolo fondamentale nella regolazione dell'umore. Infine, indagando i costrutti di fiducia e cooperazione, è stato rilevato come nei pazienti borderline, i marcatori neurali associati ad atteggiamenti di fiducia e collaborazione siano del tutto assenti (King-Casas et al., 2008). In neurologia, i marcatori neurali coincidono con dei potenziali indicatori di buon funzionamento di determinate funzioni cognitivo-comportamentali. Nello specifico, un marcatore neurale associato ad atteggiamenti di fiducia e collaborazione è stato definito dall'attivazione dell'insula anteriore (AI).

Narcisista

Il disturbo narcisistico di personalità è contraddistinto da un pattern acuto di grandiosità (Pincus & Lukowitsky, 2010). I soggetti caratterizzati da questo disturbo di personalità rappresentano circa l'1% della popolazione complessiva, sebbene, considerando esclusivamente gli utenti che frequentano cliniche per motivi di salute mentale, essi arrivano a rappresentare il 16% (Baron-Cohen, 2012). Il sintomo principalmente associato a questo disturbo è l'egocentrismo (Pincus & Lukowitsky, 2010), che si manifesta attraverso la convinzione di essere 'speciale' e la necessità di continua ammirazione. Il narcisista è, inoltre, caratterizzato da un'esclusiva preoccupazione per se stesso. Infatti, qualora i tratti siano valutati come estremi e il narcisismo si possa dunque definire patologico, il soggetto non è in grado di riconoscere l'importanza delle relazioni e percepirlle come bidirezionali (Stone, 1997; Cooper, 1997).

Le relazioni vengono vissute esclusivamente per il raggiungimento di fini personali, fornendo un importante indice di assenza di empatia (Baron-Cohen, 2012). Benchè questi tratti caratterizzino il narcisista su un piano generale, sono state identificate tre forme entro cui questo disturbo di personalità si differenzia (Cooper, 1986; Cooper, 1997; Stone, 1997). Alcuni narcisisti possono essere definiti estroversi, e denotano la convinzione di essere più qualificati degli altri anche in assenza di *feedback* reali e con costante presenza di fantasie di potere e successo. Talvolta, la personalità narcisistica è invece contraddistinta da atteggiamenti di riservatezza e rifiuto per il confronto sociale. Per quanto questi atteggiamenti sembrino in contraddizione con la definizione di narcisismo, il ritiro sociale può tuttavia rivelare la convinzione di avere il diritto ad occupare costantemente i pensieri degli altri, i quali dovrebbero perseverare nel dimostrare la loro presenza. Inoltre, questa tipologia di narcisisti nutre rabbia per l'aspettativa mai soddisfatta riguardo a quello che altri sarebbero disposti a fare per loro (Cooper, 1986). Infine, un'ultima categoria è rappresentata da quei soggetti potenzialmente in grado di procurare dolore ad altri. Questa forma entro cui la personalità narcisistica si palesa, è stata talvolta ritenuta alla base dei *serial killer* (Schlesinger, 1997). Nonostante sembra meno probabile che questa forma di zero negatività porti ad atti di crudeltà, è necessario svolgere ulteriori ricerche in merito, data la scarsità attuale di evidenze in letteratura (Baron-Cohen, 2012).

Psicopatico

Considerando la popolazione maschile complessiva, il Disturbo Psicopatico di Personalità (DPP) è una condizione che ne rappresenta l'1%, ma se si osservano i campioni di soli detenuti la percentuale arriva a coprire il 15% (Baron-Cohen, 2012). L'attuale concettualizzazione del DPP ha subito le influenze della pubblicazione del libro di Cleckley (*The Mask of Sanity*, 1941), professore di psichiatria della Georgia Medical School, nonché psichiatra statunitense pioniere nel settore della psicopatologia. Egli descrisse dei criteri al fine di identificare i soggetti affetti da DPP, riconoscendo la difficoltà insita a questo scopo, poiché questi individui sono tipicamente molto abili a confondersi tra la normalità, nascondendo qualsiasi indice di insania mentale. I criteri si riferiscono principalmente a due dimensioni che possono essere definite dai costrutti di scarsa abilità affettiva ed interpersonale, e comportamento antisociale.

Queste due dimensioni comprendono una serie di elementi che definiscono la personalità psicopatica, la quale è generalmente definita come: “[...] un modello di comportamento caratterizzato pervasivo improntato al disprezzo e alla violazione dei diritti degli altri”. Talvolta, la psicopatia è anche caratterizzata da comportamenti antisociali (Benning et al., 2005) e affinché un individuo possa essere definito antisociale, dall’osservazione della sua personalità deve essere riscontrata la sussistenza di almeno tre dei seguenti elementi. Un primo elemento coincide con il mancato conformarsi alle norme sociali di legalità, che si palesa con una storia di denunce o arresti. Un altro tratto tipicamente attribuibile alla personalità psicopatica è la manipolazione, che coincide con un’abituale tendenza del soggetto a mentire, o con la rilevazione di uno schema di interazione basato sullo sfruttamento delle relazioni a solo scopo personale. Una terza caratteristica peculiare è rappresentata dall’incapacità a controllare gli impulsi e da scarse abilità di pianificazione. Questi individui si presentano come facilmente irritabili e aggressivi, oltre che indifferenti verso la sicurezza propria e altrui, il che denota una costante irresponsabilità. Infine, una delle caratteristiche più rappresentative dei soggetti con DPP coincide con l’incapacità di provare sensazioni di rimorso. È comune, infatti, che questi individui sperimentino indifferenza per aver ferito, provocato sofferenza a qualcuno, e altresì tentino di giustificare la loro condotta razionalizzandola anche successivamente ad incarcerazione (*Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali*, 4^aed.). Ad ogni modo, per comprendere e analizzare meglio la personalità psicopatica è necessario considerare il contributo che molti autori hanno fornito in letteratura, chiarendo il significato del comportamento antisociale nella diagnosi del Disturbo Psicopatico di Personalità.

Disturbo Psicopatico di Personalità e Disturbo Antisociale di Personalità

Nella pratica clinica, il DPP viene talvolta erroneamente confuso con il Disturbo Antisociale di Personalità (DAP). È dunque doveroso chiarire come i due termini non siano interscambiabili. Infatti, mentre il DAP è fondamentalmente caratterizzato da un *pattern* durevole di comportamenti antisociali che originano nell’infanzia, il DPP, oltre a condividere questo *pattern*, implica specifici deficit emotivi e interpersonali (Benning et al., 2005).

La psicopatia è definita come un disturbo di personalità caratterizzato da comportamento antisociale e distacco affettivo ed interpersonale (Benning et al., 2005). Considerando l'analisi fattoriale del costrutto di psicopatia condotta da Robert D. Hare, tra i più stimati e noti ricercatori nell'ambito degli studi sulla psicopatia, sono stati determinati due fattori correlati (Hare, 1990). Uno corrisponde alle particolarità emotive e interpersonali tipiche del DPP, l'altro descrive invece le condotte impulsive e antisociali significativamente associate alla criminalità. Successivi studi, sempre condotti da Hare, hanno permesso di definire come solo il secondo fattore del costrutto, definito come “antisocialità”, correli positivamente con il DAP. Allo stesso modo, il primo fattore relativo alle caratteristiche emotive e interpersonali sembra correlare significativamente solo con il DPP (Hare, 2003). In seguito a questa analisi, numerose ricerche si sono interrogate sulla natura della relazione esistente tra psicopatia e comportamento antisociale (Cooke et al., 2004).

Una delle ipotesi avanzate da alcuni ricercatori è la cosiddetta “*consequence hypothesis*” secondo cui il comportamento antisociale possa essere considerato più una conseguenza del DPP, che un sintomo riferito allo stesso (Cooke et al., 2004). Un'interessante speculazione di McDermott (2000) si pone a base e sostegno della “*consequence hypothesis*”. In essa, l'autore asserisce che “[...] *le caratteristiche di personalità peculiari della psicopatia si pongono come suscettibili di provocare e guidare i comportamenti antisociali*” (tratto da McDermott et al., 2000, p. 185). Infatti, i sintomi interpersonali del DPP, come la grandiosità, predispongono gli psicopatici a comportamenti criminali sadici motivati dal desiderio di controllare, sminuire e umiliare l'altro. I deficit affettivi, come la mancanza di empatia e l'ansia, non permettono al soggetto di inibire i pensieri e gli stimoli antisociali (e in particolar modo violenti). Infine, l'impulsività aumenta la probabilità di commettere atti criminali senza considerare le conseguenze (Cooke et al., 2004). Sebbene i contributi della psicopatologia mettano in luce i profili psicologici e i correlati comportamentali più tipicamente associati alla condotta criminale e violenta, nonché rappresentativi della più grande fetta della popolazione carceraria, è necessario considerare l'importanza di numerosi e differenti fattori di natura neurobiologica ed ambientale nella predisposizione al crimine. Infatti, sottolineando la natura poliedrica della violenza, essa è il prodotto di interazioni che coinvolgono numerosi fattori, tra cui la genetica, la biologia e le varie influenze esercitate dall'ambiente.

1.2. Relazione sintomatologia ansiosa e depressiva

La natura del comportamento criminale è estremamente polimorfa e la prospettiva clinica definisce la popolazione carceraria come un gruppo clinicamente impegnativo, caratterizzato da comportamenti esternalizzanti e un variegato spettro di psicopatologia, con alti tassi di comorbidità (Van Nieuwenhuizen et al., 2011).

Infatti, individui caratterizzati da un così complesso quadro clinico, al momento dell'ingresso in penitenziario, contraddistinto da rigore e instabilità, costituiscono una popolazione altamente suscettibile allo sviluppo e/o esacerbazione di sintomatologie ansiose e depressive, tanto da raggiungere percentuali superiori rispetto a quelle che caratterizzano la popolazione comune (Mencacci e Loi, 2002; Zappa e Massetti, 2006).

È inoltre fondamentale fornire qualche cenno rispetto alla composizione della popolazione carceraria. Essa è caratterizzata dal fenomeno della componente straniera, la quale è tutt'altro che trascurabile. Emerge, infatti, dai dati ISTAT che gli stranieri autori di reato rappresentano il 36.7 % dei detenuti presenti nelle carceri italiane. La succitata questione si pone come fattore causale delle condizioni di stress o ansia nei termini in cui l'immigrato autore di reato è talvolta già caratterizzato dalla condizione meglio esemplificata dal concetto di stress migratorio.

Dalle precedenti considerazioni nasce la necessità di concettualizzare il rapporto tra le due condizioni psicopatologiche, ansiosa e depressiva.

Negli anni 70 Aubrey Lewis, psichiatra inglese, condusse uno studio che gli permise di giungere all'ideazione di un modello che, per la prima volta, considerava le condizioni di ansia e depressione come collocabili su uno stesso *continuum*, purtuttavia non potendo in alcun modo negare come siano comunque da considerarsi distinte quando intese come disturbi nelle loro forme estreme.

Nello specifico, Lewis considerava l'ansia come parte integrante della depressione, piuttosto che il contrario. Infatti, una ricerca condotta su scala mondiale, illustra come il 45.7% dei pazienti con una diagnosi di Depressione Maggiore riporti nella sua storia clinica la sussistenza di almeno un disturbo d'ansia. Inoltre è stato messo in luce come tali disturbi tendenzialmente coesistano nella stessa finestra temporale. Infatti, si parla di comorbidità relativamente ad una percentuale del 41.6%, che identifica la porzione di pazienti con una diagnosi di Depressione Maggiore che negli stessi 12 mesi hanno sviluppato uno o più disturbi di ansia (Kalin, 2020).

In considerazione dell'alto tasso di comorbidità che le due condizioni psicopatologiche condividono, alcuni ricercatori hanno indagato le basi genetiche delle stesse.

John Hettema, psichiatra e docente universitario presso il Texas A&M Health Sciences Center, in uno studio ha esaminato il contributo della genetica nella definizione dell'eziologia che le due condizioni condividerebbero. I dati ricavati hanno permesso di rivelare una significativa sovrapposizione. Infatti, è emerso come la depressione condivida fattori di rischio genetici con i disturbi d'ansia (Hettema, 2008).

Sebbene i contributi della genetica mettano in luce il grado di correlazione tra le due condizioni psicopatologiche, è necessario considerare anche fattori di altra natura che concorrono nel determinare il rischio associato di sviluppare ansia e depressione. Emerge dunque la necessità di valutare l'impatto dei geni non in modo isolato e deterministico, ma all'interno di una cornice esplicativa che consideri circuiti multifattoriali, nei quali i fattori genetici e quelli ambientali interagiscono reciprocamente (Gatti & Rocca, 2013).

Infatti, per loro natura, i geni interagiscono con fattori ambientali. Per questo motivo l'epigenetica, ovvero la branca della biologia che studia il cambiamento dell'espressione genica, offre un grande supporto esplicativo nel tentativo di indagare come condizioni ambientali sfavorevoli possano contribuire nel modificare un'espressione genica, predisponendo maggiormente un individuo verso l'esacerbazione delle condizioni oggetto di indagine.

La specie umana condivide, infatti, con il regno animale i presupposti dell'epigenetica, secondo i quali la massima influenza dell'ambiente rispetto al patrimonio genetico sia da prevedere durante il periodo prenatale ed i primi anni di vita (Mill & Petronis, 2008). Questo assunto è stato poi approfondito da ricerche che hanno dimostrato come l'effetto delle cure materne durante le prime fasi dello sviluppo postnatale non sia limitato ad influenzare la risposta allo stress: nei roditori, ad esempio, l'esposizione dei neonati di sesso femminile a bassi livelli di LG (*licking and grooming*, ovvero cure materne) ha evidenziato anche una ridotta espressione dei recettori per gli estrogeni (ER tipo alfa) nella zona mediale dell'ipotalamo. Come conseguenza, si è riscontrato come le figlie femmine che avevano ricevuto bassi livelli di LG, a causa della bassa espressione di ER tipo alfa, durante la propria gravidanza abbiano fornito a loro volta bassi livelli di cure materne alla propria prole (Champagne et al., 2003). Le modificazioni nell'espressione genica a partire da un ambiente familiare e sociale sfavorevole possono dunque

compromettere permanentemente la biologia degli individui, indirizzandoli verso lo sviluppo di condizioni ansiose e/o depressive (Champagne et al., 2003; Raine, 2013).

Altri studi hanno invece evidenziato un'associazione tra condizioni ansiose e depressive e condizioni cerebrali aberranti. Nello specifico, sono state rilevate anomalie da riferirsi ad una ridotta integrità funzionale della via che connette le regioni prefrontali con quelle limbiche – una rete deputata a gestire i processi di regolazione emotiva (Etkin & Schatzberg, 2011; Kovner, et al., 2019).

1.3. Risposte disadattive ad ansia e depressione e loro impatto sul Sistema Nervoso Autonomo

La condizione ansiosa non è da considerarsi aprioristicamente ed esclusivamente come un presupposto ad una circostanza disfunzionale o patologica. Infatti, è necessario considerare la prospettiva evoluzionistica che vede la condizione psichica elicitata dall'ansia come un fattore determinante alla sopravvivenza.

In una risposta adattiva ed efficace all'ansia, tipicamente provocata da stimoli minacciosi, la mobilitazione dei diversi elementi del sistema di stress deve essere di intensità correlata alla tipologia di minaccia presentata, sia essa relativa a stimoli interni o esterni, e di durata tale da consentire un tempestivo ritorno allo stato di omeostasi (LeDoux, 2016). Nel caso contrario, si osserverà una risposta disgregativa caratterizzata da iperattivazione o ipoattivazione cronica del sistema dello stress, cui consegue la comparsa di disturbi e patologie (LeDoux, 2016).

Nel quadro rappresentato dalla suddetta condizione, l'attività dell'asse ipotalamo-ipofisurrene (HPA), responsabile della coordinazione dei sistemi di risposta neuroendocrina allo stress, viene alterata, in termini di aumento o riduzione, con la conseguenza di provocare anomalie fisiopatologiche, che culminano con un'atrofia dell'ipotalamo. A tali alterazioni strutturali seguirebbero effetti psichici e comportamentali, quali appunto disturbi d'ansia e dell'umore (LeDoux, 2016).

Tale considerazione è inoltre integrata da numerose ricerche che si sono cimentate nello studio del legame tra la sensibilizzazione dell'asse dello stress ed i fattori epigenetici pre- e post-natali. È emerso, infatti, che le madri incinta in stato di stress, ansia o depressione riportano alti livelli di cortisolo, i quali vengono direttamente trasmessi per via

intrauterina, attraverso il liquido amniotico, al feto. Tale esposizione prenatale porterebbe alla sensibilizzazione dell'asse HPA ancora in via di sviluppo, e faciliterebbe nel nuovo nato la determinazione di una personalità particolarmente dominata dalla condizione ansiosa (Raine, 2013). Altre ricerche che hanno considerato le risposte disadattive provocate da un anomalo funzionamento dell'asse HPA, hanno tentato di indagare una possibile relazione tra questa atipicità e lo sviluppo di una condotta criminale o violenta. Come già detto, è ampiamente documentato come una delle principali conseguenze di un'iperattivazione dell'asse HPA provochi un'alterazione di altri assi ormonali, tra cui è fondamentale citare il cortisolo. Il cortisolo è stato altresì oggetto di studi volti all'identificazione di una relazione che associa disfunzioni ormonali alla condizione del Disturbo Psicopatico di Personalità (Raine, 2002).

Assieme al cortisolo, anche al testosterone è stato riconosciuto un ruolo nella definizione dell'eziologia del comportamento criminale. Una teoria in particolare, la '*fearlessness*' (Raine 1993; 1997), assume che gli individui con disturbo antisociale, oltre a risultare meno responsivi alle situazioni stressanti e meno reattivi alle punizioni sociali, mostrano anche disfunzioni ormonali a carico dei sistemi di rilascio dei due ormoni implicati nella condotta deviante e nella psicopatia. Cortisolo e testosterone, infatti, vengono rilasciati da due sistemi, rispettivamente identificati nell'asse ipotalamo-ipofisi-surrene (HPA) e nell'asse ipotalamo-ipofisi-gonadi (HPG). In corrispondenza delle aree implicate in entrambi i sistemi, la popolazione antisociale presenta deficit significativi portando ad assumere che alti livelli di testosterone e bassi livelli di cortisolo potrebbero influenzare in maniera considerevole l'attività in specifiche regioni cerebrali, come ad esempio l'amigdala e la corteccia prefrontale (corteccia orbitofrontale). Tutto ciò potrebbe spiegare le scarse capacità di *decision making*, l'assenza di paura, la ridotta reattività allo stress, lo scarso condizionamento e l'aggressività strumentale (Raine, 2002).

CAPITOLO SECONDO

HRV-BIOFEEDBACK

2.1. Relazione tra sistema nervoso autonomo e variabilità della frequenza cardiaca

Il sistema nervoso è un sistema del corpo umano che ha la funzione di garantire la coordinazione interna, attraverso dei meccanismi che permettono di conservare l'omeostasi.

Si tratta di un'unità biologica composta da tessuti altamente specializzati nel ricevere, trasmettere e controllare gli stimoli di varia natura che il nostro corpo riceve, oltre che coordinare in che modo essi debbano essere elaborati.

Il sistema nervoso è anatomicamente organizzato entro il Sistema Nervoso Centrale (SNC) e il Sistema Nervoso Periferico (SNP), che a sua volta si ramifica e racchiude il Sistema Nervoso Autonomo (SNA). Quest'ultimo è in buona parte indipendente dalla nostra volontà, ed è infatti deputato al controllo del funzionamento degli organi interni, amministrando quelli che possono essere descritti come i processi inconsci responsabili dell'omeostasi corporea. Il controllo nervoso moderato dal SNA garantisce dunque ai diversi sistemi, tra cui quello cardiovascolare, di godere delle proprietà omeostatiche ed eterostatiche necessarie per assicurare all'organismo umano un certo equilibrio interiore e la capacità di adattamento nel caso in cui si trovi ad affrontare fattori potenzialmente in grado di alterarlo.

Ricapitolando, il SNA regola importanti processi vitali tra cui la temperatura corporea, la pressione arteriosa (PA), la frequenza respiratoria (FR) e la frequenza cardiaca (FC). Quest'ultima coincide con uno dei più promettenti parametri indice del funzionamento del SNA maggiormente preso in considerazione dalla comunità psicofisiologica. La frequenza cardiaca può, infatti, essere intesa come uno dei correlati biologici più agilmente misurabili.

Negli ultimi decenni, all'interno della comunità scientifica, è cresciuto l'interesse nei confronti di un altro indice del funzionamento del SNA, la Variabilità della Frequenza Cardiaca (HRV).

La Variabilità della Frequenza Cardiaca, detta anche *Heart Rate Variability* (HRV), è descritta dal grado di fluttuazione dell'intervallo tra i battiti cardiaci misurati come intervallo R-R e rappresenta la naturale variabilità della frequenza cardiaca in risposta a fattori quali il ritmo del respiro, gli stati emozionali, ansia, stress, rabbia, rilassamento, pensieri, e così via (Stegagno, 2020). In condizioni di normalità, la frequenza cardiaca risponde prontamente ed efficacemente a questi fattori, modificandosi in base alle circostanze nel tentativo di rendere l'organismo in grado di fronteggiare le diverse esigenze che l'ambiente continuamente sottopone. Tipicamente, un individuo sano mostra un buon grado di variabilità della frequenza cardiaca, che si riflette in buona adattabilità psicofisica alle diverse situazioni. L'HRV è dunque correlata all'interazione fra il Sistema Nervoso Simpatico e Parasimpatico (Stegagno, 2020). In particolare, fornendo qualche cenno, il Sistema Nervoso Simpatico è responsabile della normale risposta dell'organismo a situazioni di allarme, minaccia, stress e reagisce producendo una serie di condizioni quali accelerazione del battito cardiaco, aumento della pressione arteriosa, vasocostrizione periferica, dilatazione pupillare, aumento della sudorazione, e così via. Al contrario, il Sistema Nervoso Parasimpatico rappresenta la normale risposta dell'organismo ad una situazione di calma, riposo, tranquillità e la sua prevalente attività descrive una situazione caratterizzata da assenza di pericoli e stress. Quando attivo, produce un rallentamento del ritmo cardiaco, un aumento del tono muscolare bronchiale, dilatazione dei vasi, diminuzione della pressione, rallentamento della respirazione, rilassamento muscolare (Gazzaniga et al., 2015). L'organismo, in ogni momento, si trova in una situazione determinata dall'equilibrio o dalla predominanza di uno di questi due sistemi interagenti. La capacità dell'organismo di modificare il proprio bilanciamento verso l'uno o l'altro sistema, è dunque molto importante ed è fondamentale ai fini di un equilibrio dinamico, sia dal punto di vista fisiologico che psicologico. La misura della variabilità della frequenza cardiaca (in Inglese *Heart Rate Variability*, HRV), permette quindi di valutare il bilanciamento dell'attività fra il sistema nervoso Simpatico e Parasimpatico, di dedurre informazioni sul livello di efficienza nell'autoregolazione emotiva dell'organismo, e di stimare il grado di adattamento agli stimoli ambientali. Emerge dunque che una ridotta HRV si rifletta in un alterato bilancio simpato-vagale, ossia un'incrementata attività simpatica e/o un ridotto tono vagale, e dunque caratterizzi una popolazione di pazienti potenzialmente portatori di sintomatologia ansiosa e/o

depressiva (Scwhartz et al., 1992; Malik et al, 1996; Malik et al., 1999). I risultati di diverse ricerche hanno infatti rivelato come una riduzione di HRV sia spesso compatibile con la situazione osservata in pazienti con una ridotta attività del sistema nervoso parasimpatico (Lett et al., 2004). Tale condizione è tipicamente osservabile nei pazienti affetti da depressione o disturbi d'ansia, in linea con l'idea che esista una stretta associazione tra la presenza di sintomi ansioso-depressivi ed il mancato bilanciamento simpato-vagale. Infatti, sebbene l'HRV sia nata nell'ambito della cardiologia, numerosi studi condotti negli ultimi anni hanno evidenziato la sua rilevanza come parametro altamente attendibile anche in altri ambiti applicativi, quali la psicofisiologia, la psicologia e la psichiatria. I risultati degli studi condotti (Fourniè et al., 2021) hanno confermato la sua eterogeneità applicativa, mostrando come i sintomi ansioso-depressivi possano essere efficacemente controllati migliorando il bilanciamento simpato-vagale. Questi promettenti esiti riabilitativi sono stati ottenuti tramite l'impiego della tecnica del Biofeedback, procedura di autoregolazione fisiologica che da tempo si è mostrata utile nel modulare l'attivazione fisiologica incrementando il tono parasimpatico e riducendo quello simpatico (Patron et al., 2013; Nolan et al., 2005).

Riepilogando, alla luce di quanto appena esposto, emerge come prolungati periodi di stress arrivino a produrre una condizione di squilibrio tra i due rami del SNA, caratterizzandolo dunque per un'iperattivazione del simpatico.

Se protratta nel tempo, gli effetti di questa iperattivazione si traducono in una compromissione dei sistemi fisiologici, e nello specifico del sistema cardiovascolare.

Emerge pertanto la necessità di prodigarsi nel tentativo di ridurre e gestire lo stress, e attualmente la comunità scientifica suggerisce come il parametro della HRV possa coincidere con un indice affidabile per la misurazione e quantificazione dello stress e altresì può essere considerato un ottimo biomarcatore della ripresa fisiologica dallo stress (Dalmeida & Masala, 2021) .

2.2. Il segnale biologico

Come si è illustrato precedentemente, la HRV è un indice affidabile del funzionamento del SNA e può essere calcolata identificando la serie di intervalli interbattito dell'elettrocardiogramma (ECG).

L'ECG è un segnale biomedico generato dalla propagazione dell'impulso elettrico nel cuore ad ogni battito cardiaco: il segnale elettrocardiografico riflette quindi l'attività elettrica del cuore, costituendo l'indagine clinica di maggior importanza per le diagnosi cardiologiche.

L'attività elettrica del cuore è rilevabile per via della produzione di potenziali locali nel tessuto cardiaco, che a loro volta generano un campo elettrico il quale si diffonde fino alla superficie toracica. Grazie all'apposizione di appositi elettrodi sul torace, è possibile rilevare una differenza di potenziale, risultante delle attività di depolarizzazione e ripolarizzazione alla base del funzionamento cardiaco. La misurazione di tale attività elettrica, in funzione del tempo, permette di ricavare l'ECG.

Il segnale ECG, in un essere umano in condizioni normotipiche e a riposo, riporta valori che possono essere compresi in un intervallo che varia tra i 60 e i 100 bpm (*beat per minute*, ovvero battiti al minuto).

Considerando uno stesso soggetto, la variabilità dell'ECG che si può osservare dipende tipicamente da cause fisiologiche, tra cui è possibile annoverare stress emotivi, sforzo fisico, e così via. Nel caso in cui si considerino, invece, le differenze del segnale ECG entro soggetti diversi, la causa della variabilità è da ricondursi a fattori quali età, sesso, composizione corporea, e così via.

La morfologia del segnale ECG è caratterizzata da tre eventi specifici, l'onda P, il complesso QRS e l'onda T, come illustrati in Figura 1.

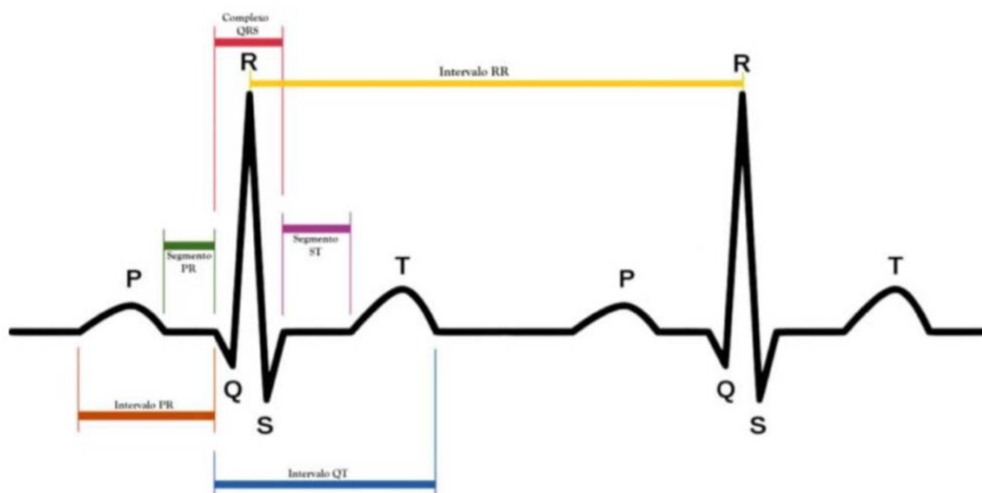


Figura 1: segnale ECG in cui è possibile osservare le tre forme caratteristiche, l'onda P, il complesso QRS e l'onda T. L'onda P si osserva in coincidenza della depolarizzazione degli atri. Il complesso QRS rappresenta, invece, la ripolarizzazione dei ventricoli, e l'onda T, infine, descrive la ripolarizzazione ventricolare.

Il segnale ECG è di agile misurazione e si ottiene tramite l'utilizzo dell'elettrocardiografo, un dispositivo inventato nel 1887 da Willem Einthoven. Si tratta di un'apparecchiatura progettata con lo scopo di registrare l'attività elettrica del cuore attraverso l'apposizione di sensori di superficie su torace, polsi o caviglie, seguendo un sistema standardizzato di derivazioni. Come descritto nel Capitolo 2, il segnale ECG è un ottimo indicatore del funzionamento del SNA e, a partire da tale segnale, è possibile ricavare un altro parametro, parimenti affidabile. Si tratta della HRV. Questa è descritta dal grado di fluttuazione dell'intervallo tra battiti cardiaci successivi, misurati come intervallo R-R, e rappresenta la naturale variabilità della frequenza cardiaca. L'HRV è considerata un attendibile indice della capacità del cuore di reagire alle modificazioni fisiologiche e psicologiche dell'organismo, e segnala altresì lo stato funzionale del sistema simpatico e parasimpatico. Infatti, dati empirici hanno portato alla luce come una ridotta HRV rifletta un alterato bilanciamento simpato-vagale, ossia un'incrementata attività simpatica e/o un ridotto tono vagale (Scwhartz et al., 1992; Malik et al, 1996; Malik et al., 1999). Alla luce delle condizioni sopra esposte, una riduzione di HRV è spesso presente in pazienti depressi come conseguenza di una ridotta attività del sistema nervoso parasimpatico (Lett et al., 2004). Infatti, come vedremo in seguito, lo squilibrio del sistema nervoso autonomo, ed il ridotto tono parasimpatico in particolare, costituirebbero un possibile meccanismo comune che lega stati emozionali negativi e malattia.

2.3. La variabilità della frequenza cardiaca come misura oggettiva di stress, ansia e depressione

Come si è già descritto, l'HRV riflette le attività del SNA, misurando le rispettive funzioni simpatica e parasimpatica. Nello specifico, una bassa HRV è da associare ad un'alterata funzionalità del SNA, ed è dunque predittiva di una ridotta capacità dell'organismo di adattarsi ai diversi stimoli esterni ed interni. Sulla base di queste considerazioni, diversi studi hanno concluso che l'HRV possa essere considerata un metodo efficace e assolutamente non invasivo per ottenere una misura del SNA in condizioni cliniche, quali lo stress, l'ansia e la depressione (Dalmeida & Masala, 2021; Pitting et al., 2013; Patron et al., 2013; Nolan et al., 2005). Infatti, mentre le emozioni positive sono associate a un *pattern* cardiaco coerente e, in altre parole, determinano una sincronizzazione tra sistema simpatico e parasimpatico caratterizzata da un predominio

parasimpatico, emozioni come ansia, stress, rabbia o frustrazione, portano invece ad osservare delle alterazioni del ritmo cardiaco che riflettono un minore sincronismo dell'azione reciproca delle due ripartizioni del SNA. Queste considerazioni trovano conferma anche da studi di *neuroimaging* che evidenziano come pazienti con una bassa HRV siano caratterizzati da un *pattern* cerebrale che si esprime in una ipoattivazione frontale, condizione tipicamente osservabile in pazienti che riportano quadri clinici caratterizzati da disturbi dell'umore, tra cui depressione e disturbi d'ansia (Baik et al., 2019). Ad ogni modo, diversi autori concordano nell'affermare che è attualmente inverosimile disporre degli elementi necessari a chiarire se le alterazioni nella HRV rappresentino una causa, piuttosto che un effetto, del disturbo psichiatrico (Frustaci et al., 2008).

2.4. HRV-Biofeedback come metodo efficace per la gestione della sintomatologia ansiosa e depressiva

Considerando quanto illustrato nei capitoli precedenti, si può riepilogare che condizioni di stress, ansia e depressione, a lungo termine producono uno squilibrio tra i due rami del SNA, caratterizzato da un'iperattivazione del simpatico. Se protratta nel tempo, questa condizione porta alla compromissione dei sistemi fisiologici e provoca delle alterazioni anche permanenti alla salute cardiovascolare (LeDoux, 2016). Per questo motivo, negli ultimi anni è cresciuto l'interesse per interventi riabilitativi volti a ridurre i fattori di rischio associati alla sintomatologia depressiva e ansiosa. Il *biofeedback* è una procedura di autoregolazione fisiologica che da tempo si è mostrata utile nel modulare l'attivazione fisiologica (Patron et al., 2013; Nolan et al., 2005).

Il *biofeedback* viene infatti considerato una tecnica terapeutica che presenta all'utente un *feedback* in tempo reale rispetto alla sua attività fisiologica. Sul piano metodologico, l'attività del soggetto viene misurata attraverso l'utilizzo di sensori, e la loro rappresentazione è restituita tipicamente attraverso l'utilizzo di tecnologie video-acustiche. L'obiettivo si traduce, infatti, nel fornire all'utente le informazioni rispetto alla situazione attuale del suo SNA. Un ambito di applicazione del *biofeedback* particolarmente promettente è quello relativo alla regolazione della HRV. Diversi studi, infatti, hanno attestato la sua efficacia nell'incrementare il tono parasimpatico, ridurre

quello simpatico e, allo stesso tempo, non solo i sintomi depressivi (Patron et al., 2013; Nolan et al., 2005), ma anche i sintomi ansiosi e i fattori legati allo stress (Chung et al., 2021). I risultati di questi studi concorrono nel determinare una sempre più crescente potenzialità terapeutica di questa tecnica di telemedicina. Uno studio, in particolare, ha contribuito a portare risultati positivi tramite l'utilizzo di dispositivi ECG indossabili al fine di regolare la propria HRV per ridurre la sintomatologia ansiosa (Chung et al., 2021). Il dispositivo elettrocardiografico che è stato indossato dai partecipanti per otto settimane, oltre a registrare in tempo reale i parametri cardiaci dei soggetti, è stato progettato per inviare periodicamente segnali acustici o vibrazioni che segnalavano un'attività da svolgere anche in funzione della regolazione dell'aritmia sinusale respiratoria (in Inglese, *Respiratory Sinus Arrhythmia* o RSA), che, assieme alla HRV, se aumentata, concorre nel determinare una condizione di benessere che coincide altresì con una decisiva attenuazione dei sintomi ansiosi e/o depressivi. Suddetti segnali, che comunicano la necessità di svolgere precisi esercizi di respirazione, vengono inviati ai soggetti nel momento in cui il dispositivo rileva una diminuzione della HRV. Questi esercizi intervallati di respirazione cadenzata hanno permesso all'utente di mantenere costantemente un aumento pressoché massimo della RSA, cui è seguito un aumento della HRV, ed un tenace ripristino del controllo nervoso autonomo. I risultati ottenuti dallo studio preso in considerazione, unitamente ad altri, partecipano considerevolmente nell'attuale determinazione del grande potere terapeutico che le tecniche di *Biofeedback* mostrano, permettendo così una definizione che le consideri come un efficace metodo per la gestione di condizioni di stress, ansia o depressione.

CAPITOLO TERZO

TRAINING DI HRV-BIOFEEDBACK SU UNA POPOLAZIONE CARCERARIA

3.1. Scopi della ricerca

Nei capitoli precedenti è stato descritto come i trattamenti di *HRV Biofeedback* siano indicati per tutte le persone che soffrono di una disregolazione autonoma e/o emozionale e in particolare di condizioni di ansia (Hallman et al., 2011; Henriques et al., 2011; Shenefelt, 2010) e depressione (Beckham et al., 2013; Karavidas et al., 2007; Patron et al., 2013; Siepmann et al., 2008).

È stato inoltre introdotto nel Capitolo 1 come le sintomatologie ansiose e depressive siano condizioni particolarmente diffuse tra la popolazione di utenti in stato di carcerazione (Mencacci e Loi, 2002; Zappa, Massetti, 2006).

Alla luce di queste due considerazioni, l'intenzione principale per cui viene proposto questo lavoro di tesi si traduce in un progetto riabilitativo volto ad aiutare i detenuti a controllare i sintomi ansioso-depressivi mentre scontano la loro pena attraverso un trattamento di *HRV-Biofeedback*.

Il *training*, che verrà descritto di seguito, vuole infatti fornire una modalità per contrastare le condizioni di ansia e depressione, portando ad una maggiore condizione di benessere. Per le condizioni e le circostanze sopra definite, questa ricerca di tesi ha previsto la realizzazione di un protocollo sperimentale di *HRV-Biofeedback* con l'obiettivo di osservare un miglioramento del tono parasimpatico, il quale, come già menzionato, si tradurrebbe in una modalità per permettere ai detenuti di imparare a controllare i sintomi ansioso-depressivi mentre scontano la loro pena in detenzione.

Tutti i partecipanti sono stati informati sulla procedura, sui test e sulle rilevazioni fisiologiche pianificate e a tutti è stato richiesto di leggere e firmare il consenso informato e il modulo per il trattamento dei dati personali. L'intera procedura sperimentale è stata approvata dal comitato etico interno della ricerca psicologica (Area 17) dell'Università di Padova (Protocollo n. 4694).

3.2. Descrizione della popolazione

In questo lavoro di tesi che prevede il trattamento di *HRV-Biofeedback* sono stati reclutati 40 detenuti presso la Casa di Reclusione di Padova ‘Due Palazzi’. Al momento della stesura del presente elaborato, 7 detenuti hanno effettivamente intrapreso e concluso il training. Vengono quindi riportati di seguito i risultati di questo piccolo sottogruppo di partecipanti, mentre la raccolta dati prosegue a completamento del campione. Il presente lavoro si può quindi considerare uno studio pilota.

I detenuti reclutati coincidono con un campione composto da giovani adulti di sesso maschile. Nella definizione del campione, si sono stabiliti dei criteri di selezione dei partecipanti alla ricerca: in primo luogo un’anamnesi per disturbi di ansia e/o depressione. Infatti, una fase preliminare ha previsto la valutazione da parte del clinico dell’azienda sanitaria ULSS6, interna alla Casa di Reclusione (C.R.), dell’aderenza a questo criterio, ovvero la presenza di moderate e/o elevate quote d’ansia e/o la presenza di disturbo depressivo.

Inoltre, pregiudiziale alla selezione dei detenuti è un’età compresa fra i 18 e i 65 anni, una scolarità minima di 5 anni (si veda Tabella 1) e l’assenza di condizioni cliniche (patologie respiratorie gravi, dolore epigastrico, patologie vagali, disturbi cardiovascolari e così via), unitamente all’accertata assenza di disturbi neurologici (pregressi traumi cranici, disturbi neurologici degenerativi, stroke ecc).

Tabella 1: Caratteristiche sociodemografiche del campione (n= 7 partecipanti).

	<i>Media</i>	<i>D.S.</i>
<i>Età (anni)</i>	40.3	11.3
<i>Scolarizzazione (anni)</i>	10.7	3.04
<i>Celibe n (%)</i>	4 (57)	
<i>Separato n (%)</i>	3 (43)	

3.3. Descrizione del training

Per testare l’efficacia di un *training* di *Biofeedback* è stato definito un protocollo sperimentale, il quale ha previsto delle valutazioni e delle sedute di training che sono state così articolate:

1. *Assessment pre-training*: valutazione psicologica e registrazione degli indici psicofisiologici (ECG e frequenza respiratoria) a riposo per 5 minuti.
2. *Training*: 5 sedute di training di *HRV-Biofeedback* svolte settimanalmente.
3. *Reassessment post-training*: valutazione psicologica e registrazione degli indici psicofisiologici (ECG e frequenza respiratoria) a riposo per 5 minuti.

La valutazione psicologica prevista al punto 1. dall'*assessment pre-training*, è stata svolta attraverso la somministrazione dei seguenti strumenti psicodiagnostici:

- *Beck Depression Inventory-II* (BDI-II; Beck et al., 1996), per misurare il tono dell'umore e la sintomatologia depressiva. Si tratta di uno strumento di autovalutazione composto da 21 *item* a scelta multipla studiate con il fine di valutare la gravità dei sintomi che caratterizzano il disturbo depressivo. Fornendo degli esempi, gli *item* esaminano aspetti distintivi del disturbo, come appetito, pessimismo, suicidio, sonno, ecc.
- *Beck Anxiety Inventory* (BAI; Beck & Steer, 1990), per ottenere una misura della sintomatologia ansiosa. Strumento *self-report* che si articola attraverso 21 *item* con lo scopo di indagare i sintomi peculiari dei disturbi d'ansia. Ciascun *item* viene valutato con un punteggio da 0 a 3 che indicano rispettivamente assenza e gravità del disturbo.
- *Structured Clinical Interview for DSM-IV Axis II Disorders* (SCID II; First & Gibbon, M., 2004), per effettuare la valutazione relativa alla presenza o assenza di disturbi di personalità (categoriale e dimensionale). Si tratta di un *test* autosomministrato, tendenzialmente preliminare a una successiva intervista clinica strutturata, che permette la valutazione ed identificazione dei 10 disturbi di personalità dell'asse II del DSM IV. Il test è composto da 119 *item* che presentano un formato di risposta di tipo dicotomico (sì/no) e il tempo medio di somministrazione è stimato attorno ai 20 minuti.
- *Body perception questionnaire short form* (BPQ-SF, Porges 1993; adattamento italiano di Poli et al., 2021), permette di valutare gli aspetti di enterocezione e in particolare la consapevolezza e le esperienze soggettive dell'attività autonoma. Si tratta di uno strumento *self-report* composto da 22 *item*. Ciascun *item* viene valutato con un punteggio da 1 a 3 (mai, occasionalmente, spesso) che indica il livello di consapevolezza che, per ciascun elemento (esempio "*avere gli occhi inumiditi o che stanno lacrimando*"; "*avere la pelle d'oca*", "*quale sia la temperatura del viso (in particolare delle orecchie)*") il

soggetto si attribuisce relativamente a delle caratteristiche che, come sopra accennato, si riferiscono a esperienze corporee e di reattività autonoma.

La valutazione psicofisiologica è stata effettuata con un elettrocardiogramma (ECG) e la registrazione della frequenza respiratoria. L'ECG ha previsto l'applicazione di tre elettrodi in Ag/AgCl (argento cloruro d'argento) in posizione prossimale e con montaggio bipolare in II derivazione standard come da Figura 2. L'ECG è stato rilevato con specifiche di filtraggio impostate a 0.5 – 100 Hz e con una frequenza di campionamento impostata a 256 Hz. La registrazione dell'ECG è stata pianificata e controllata utilizzando la strumentazione ProComp Infinity e il software BioGraph Infinity della Thought Technology LTD (Montreal West, QC, Canada).

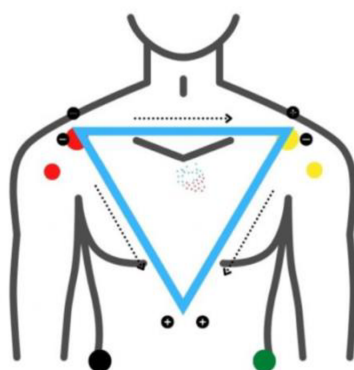


Figura 2: la seconda derivazione di Einthoven misura il potenziale tra il costato sinistro (considerato polo positivo) e il braccio destro (considerato polo negativo).

Dall'ECG sono stati dunque estratti la frequenza cardiaca e i parametri HRV in tempo e in frequenza, e gli indici non lineari; la frequenza respiratoria (FR) è stata registrata attraverso una banda (*strain gauge*) posta attorno all'addome.

Per tutti gli indici, le procedure di rilevazione sono state totalmente indolori e non invasive; i sensori utilizzati sono stati disinfettati ad ogni uso secondo precise linee-guida e utilizzando prodotti appositi indicati dalla casa produttrice. L'apposizione dei sensori non ha richiesto in alcun modo ai soggetti di svestirsi o denudarsi.

Tutti i partecipanti sono stati testati individualmente in una stanza all'interno della sezione infermieristica della Casa di Reclusione 'Due Palazzi' di Padova in condizioni di

illuminazione stabile e con temperatura costante. Il partecipante veniva dunque fatto accomodare su una sedia posta di fronte al computer e gli veniva brevemente descritta la successione delle fasi previste dalla procedura e veniva informato sulla durata temporale. Dunque venivano applicati i biosensori per la registrazione dei parametri psicofisiologici (ECG) e posta una banda (strain gauge) attorno all'addome per la registrazione della frequenza respiratoria (FR).

Veniva dunque controllata la qualità dei segnali rilevati sullo schermo dedicato e successivamente a una breve familiarizzazione del partecipante con la strumentazione, iniziava la fase di registrazione di base (5 min) durante la quale veniva chiesto di respirare normalmente assecondando il proprio ritmo respiratorio, di non incrociare gambe e braccia e di tentare di restare in una posizione quanto più immobile possibile per evitare artefatti di registrazione. Successivamente alla prima attività di registrazione degli indici a riposo, è seguita l'effettiva somministrazione del training di biofeedback della HRV articolato in 5 trial di HRV biofeedback della durata di 5 minuti ciascuno.

Dopo una baseline di 5 minuti, durante il training i partecipanti osservavano in diretta sullo schermo un grafico rappresentante la frequenza cardiaca sovrapposto ad un grafico che rappresenta la respirazione addominale come illustrato in Figura 3.

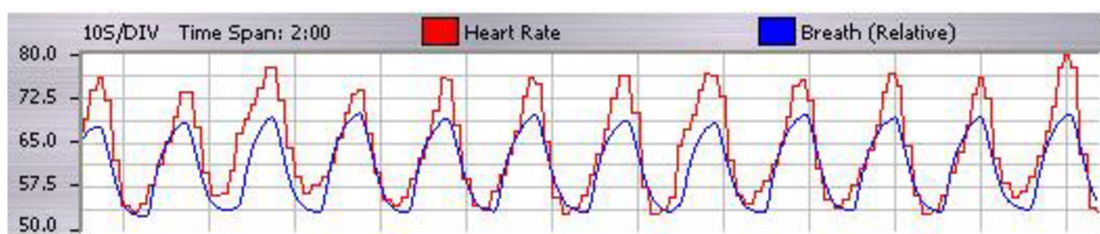


Figura 3: Il grafico in rosso descrive la frequenza cardiaca mentre il grafico blu la respirazione addominale.

È stato dunque richiesto di sincronizzare i due segnali in modo che le variazioni di frequenza cardiaca fossero in fase con il ciclo respiratorio, allo scopo di massimizzare la differenza tra la frequenza cardiaca massima e minima all'interno di ogni ciclo respiratorio [i.e., l'aritmia sinusale respiratoria (RSA), un indice di HRV specifico della modulazione vagale sul cuore] (Lehrer et al., 2003; Lehrer et al., 2000). Incrementando la RSA, e quindi la modulazione vagale sul cuore, il *training* di *biofeedback* della HRV,

come già descritto, si pone come obiettivo quello di ridurre la sintomatologia depressiva ed ansiosa, e migliorare la flessibilità cardiaca dei partecipanti.

L'intervento ha previsto un totale complessivo di 5 sedute di training della durata di 45 minuti (nello specifico, 5 minuti di baseline e 5 trial di *biofeedback HRV* della durata di 5 minuti ciascuno) secondo il protocollo pubblicato da Lehrer e colleghi (2013).

Risulta fondamentale chiarire che il protocollo sperimentale è stato realizzato con attenzione e cura per evitare disagio e come tipico nella psicofisiologia, alla fine di ciascuna sessione è stato previsto un *debriefing* per valutare lo stato emotivo del partecipante, l'eventuale affaticamento e per valutare quali particolari strategie sono state utilizzate durante i compiti.

3.4. Riduzione dei dati

I punteggi grezzi derivati dalla somma delle risposte ai singoli item dei questionari previsti nelle fasi di *Assessment pre-training* e *Assessment post-training* sono stati sommati al fine di ottenere i punteggi totali.

Il dato elettrocardiografico (ECG) è stato esportato con campionamento a 256 Hz, quindi i dati grezzi sono stati elaborati con il software Kubios – HRV 2.2 (Tarvainen e Niskanen, 2008) nel quale i tracciati sono stati ispezionati visivamente e gli eventuali artefatti rimossi, inoltre è stato applicato un algoritmo di interpolazione (*cubic spline interpolation*) per la rimozione di eventuali ulteriori artefatti. Il software Kubios permette di calcolare la serie di intervalli inter-battito attraverso una procedura automatizzata che identifica l'onda R ad ogni ciclo, quindi estrae gli intervalli inter-battito (IBI) corrispondenti all'intervallo temporale definito in millisecondi compreso tra un'onda R e la sua successiva (HRV) e dalla serie di IBI, permette di calcolare una serie di parametri della HRV. Ad esempio, le misure di HRV nel dominio frequenza che Kubios permette di calcolare applicando al segnale una FFT – *Fast Fourier Trasformation*, che decompone le sequenze degli IBI in singole funzioni sinusoidali di diverse frequenze. In particolare sono state calcolate le bande LF – HRV (*low frequency 0.04 – 0.15 Hz*), HF – HRV (*high frequency 0.15 – 0.4 Hz*) e il rapporto LF/HF (Task force 1996: Malik et al., 1996). la banda LF riflette contemporaneamente il contributo della branca simpatica e di quella parasimpatica del SNA ed è influenzata dall'attività barocettoriale (Task Force: Malik et

al., 1996). La banda ad alta frequenza o banda respiratoria della variabilità cardiaca HF-HRV è stata ampiamente utilizzata come indice attendibile della modulazione autonoma vagale sul cuore (Berntson et al., 1997; Paso, Langewitz, Mulder, vanRoon, & Duschek, 2013). È stato altresì considerato il parametro RMSSD, ovvero la radice quadrata degli scarti quadratici medi degli intervalli cardiaci adiacenti. Questo indice del tono vagale rappresenta un ottimo *marker* della capacità dell'organismo di adattarsi in risposta a situazioni stressanti. Infine, è stato preso in considerazione il parametro dell'aritmia sinusale respiratoria (*respiratory sinus arrhythmia*, RSA), ovvero la variabilità della frequenza cardiaca in sincronia con la respirazione, per cui l'intervallo interbattito si riduce durante l'inspirazione e si prolunga durante l'espiazione. L'RSA viene calcolata sottraendo la frequenza cardiaca minima dalla frequenza cardiaca massima all'interno di ciascun ciclo respiratorio (FCmax-Fcmin). Nella Tabella 2, un sommario dei parametri HRV utilizzati nello studio.

Tabella 2: Sommario dei principali parametri della HRV nel dominio – tempo (in alto) e nel dominio – frequenza (nel mezzo) con relativa descrizione (colonna centrale) e relativi fenomeni fisiologici a cui sono associati (colonna di destra).

		DESCRIZIONE	ORIGINE FISIOLOGICA
DOMINIO TEMPO	RMSSD	radice quadrata degli scarti quadratici medi di intervalli adiacenti	Tono vagale
	RSA	Respiratory Sinus Arrhythmia	Tono vagale
DOMINIO FREQUENZA	LF	Low Frequency	Attività di entrambe le branche del SNA e attività barocettoriale
	HF	High Frequency	Tono vagale

3.5. Analisi dei dati

Sono stati utilizzati dei confronti tra medie attraverso test-t di Student a campioni accoppiati per confrontare i valori rilevati durante l'*assessment pre-training* ai questionari (BDI-II, BAI, BPQ-SF) e i valori degli indici della frequenza cardiaca, e indici HRV (rMSSD e RSA) con i valori rilevati al momento dell'*assessment post-training*.

Tutte le analisi sono state eseguite utilizzando il programma “Jamovi 2.3.18.0”. Il p -value < 0.05 è stato considerato significativo.

3.6. Risultati

Analisi su questionari

Dai punteggi ai questionari *Beck Depression Inventory-II* (BDI-II; Beck et al., 1996), *Beck Anxiety Inventory* (BAI; Beck & Steer, 1990) e alle sottoscale BOA, SUP e BOA/SUP ottenute dal *Body perception questionnaire short form* (BPQ-SF, Porges, 1993; adattamento italiano di Poli et al., 2021) sono state calcolate le medie e le deviazioni standard sia per la condizione *pre-training* che *post-training* (Tabella 3) insieme ai valori ottenuti dai test t di Student per riportare la differenza rilevata tra le medie dei due gruppi.

Tabella 3: Confronto tra i punteggi pre- e post- ottenuti dalla somministrazione dei questionari BDI-II, BAI, BPQ-SF (sottoscale BOA, SUP, BOA/SUP).

	Assessment Pre-Training M (\pmDS)	Assessment Post-Training M (\pmDS)	<i>t</i>	<i>p</i>
BDI	22.71 (\pm 11.67)	15.71 (\pm 7.48)	3.12	0.021
BAI	19.71 (\pm 13.48)	9.29 (3.86)	2.31	0.060
BPQ				
BOA	18.00 (\pm 4.20)	19.29 (\pm 0.95)	-0.76	0.475
SUP	11.00 (\pm 2.71)	10.29 (\pm 2.63)	1.99	0.094
BOA/SUP	12.14 (\pm 2.48)	12.86 (\pm 0.90)	-0.85	0.426

Dai confronti tra medie ottenuti tramite test t di Student svolti sui questionari riportati in Tabella 3, è emersa una riduzione statisticamente significativa tra i punteggi ottenuti al *pre-training* e *post-training* al questionario BDI ($p = 0.021$; Figura 4).

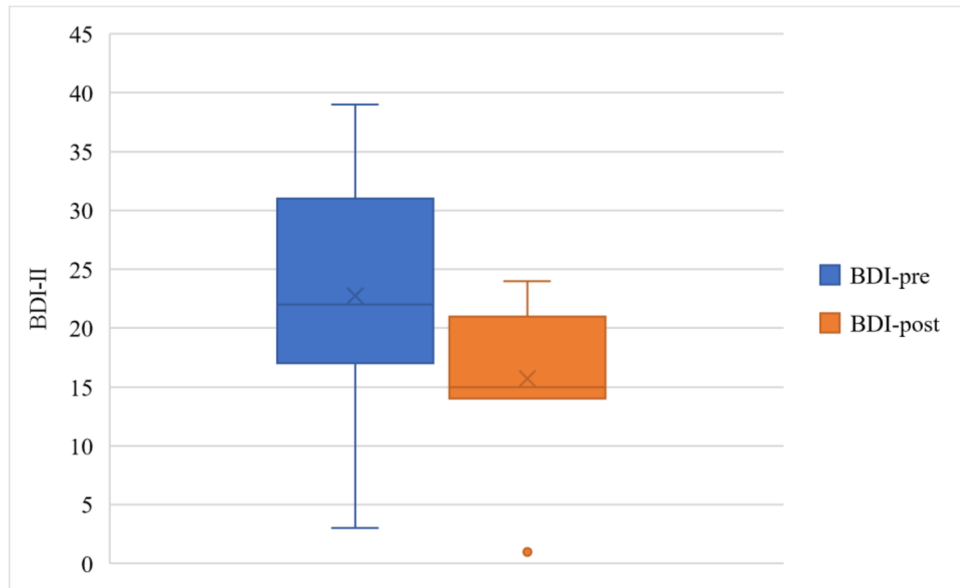


Figura 4: Valori rilevati durante l'*assessment* pre-training e valori rilevati all'*assessment* post-training al questionario BDI.

Questo dato diventa estremamente interessante se si considera che un punteggio *cutoff* clinicamente significativo per la valutazione al questionario BDI è pari a 15/16. I sintomi depressivi sono, infatti, probabilmente assenti se il punteggio è < 10; lievi se è compreso fra 10 e 19; medi se fra 20 e 29; e gravi se il punteggio è > 30. Dalle analisi condotte, come riportato in Tabella 3., è possibile osservare come la media dei punteggi alla valutazione *pre-training* indicasse la presenza di sintomi depressivi medi (22.71), mentre all'*assessment post-training* la media dei punteggi (15.71) indica una chiara diminuzione della sintomatologia depressiva, ora valutabile mediamente come lieve.

Emerge inoltre una differenza marginalmente significativa nel confronto tra i punteggi ottenuti *pre-training* e *post-training* al questionario BAI ($p = 0.060$; Figura 5), relativo alla presenza di tratti ansiosi.

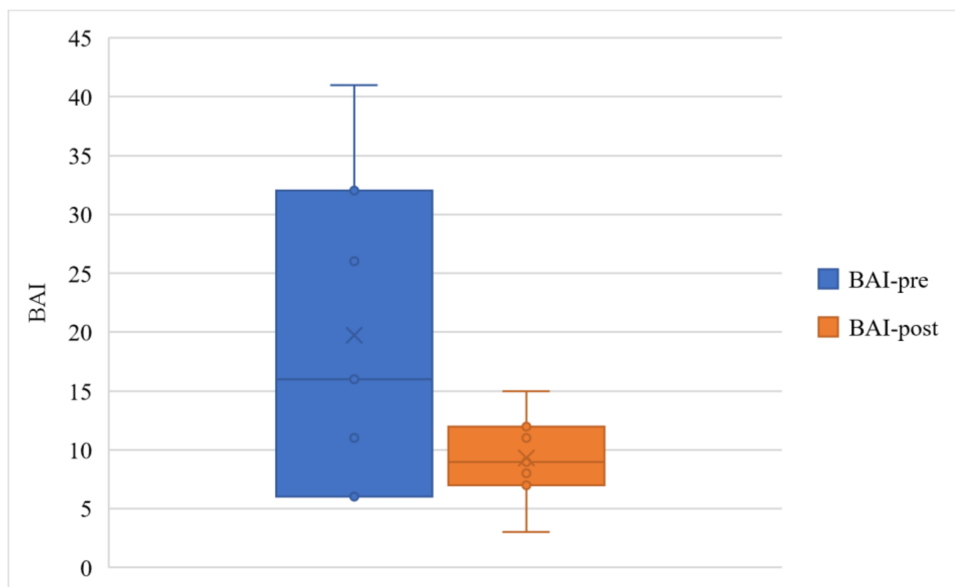


Figura 5: Valori rilevati durante l'*assessment* pre-training e valori rilevati all'*assessment* post-training al questionario BAI.

Anche in questo caso, questo dato diventa piuttosto rilevante se si considera che un punteggio *cutoff* clinicamente significativo per la valutazione al questionario BAI è pari a 14. I sintomi d'ansia sono, infatti, probabilmente assenti o minimi se il punteggio è < 7 ; lievi se è compreso fra 8 e 15; medi se fra 16 e 25, e gravi se il punteggio è compreso fra 26 e 63. Dalle analisi condotte, come possibile osservare in Tabella 3., emerge che la media dei punteggi alla valutazione *pre-training* indicasse la presenza di sintomi ansiosi di media gravità (19.71), mentre dall'osservazione dei punteggi all'*assessment post-training* emerge una chiara diminuzione della sintomatologia ansiosa (9.29).

Non si evidenziano associazioni statisticamente significative tra i valori ricavati alle sottoscale (BOA, SUP, BOA/SUP) del questionario BPD-SF nel confronto tra l'*assessment pre-training* e l'*assessment post-training*.

Analisi sugli indici fisiologici

Nella Tabella 4 vengono riportati i risultati (media e deviazione standard) dei valori relativi ai parametri della FC (descritti nella Tabella 2), unitamente ai valori ottenuti dai *test t* di *Student* per evidenziare la differenza rilevata tra le medie dei valori registrati in *baseline pre-training* e nella registrazione *baseline post-training*.

Tabella 4: Confronto tra i punteggi ottenuti tramite registrazione a riposo pre- e post-training degli indici della HRV.

	Assessment Pre-Training M (DS)	Assessment Post-Training M (DS)	t	p
RSA	6.07 (4.41)	13.24 (4.84)	-3.2	0.019
FC (bpm)	75.37 (16.59)	77.76 (11.91)	-0.3	0.775
rmsd (ms)	31.12 (26.67)	31.66 (16.59)	-0.5	0.964
edr	0.17 (0.02)	0.16 (0.04)	0.8	0.467
lnLF (ms2)	6.11 (1.48)	7.65 (0.92)	-2.2	0.066
lnHF (ms2)	5.10 (2.11)	5.47 (1.15)	-0.4	0.683

Dalle analisi condotte sui parametri della HRV è emerso che, in linea con le nostre aspettative, vi è stato un aumento della RSA statisticamente significativo ($p = 0.019$; Figura 6).

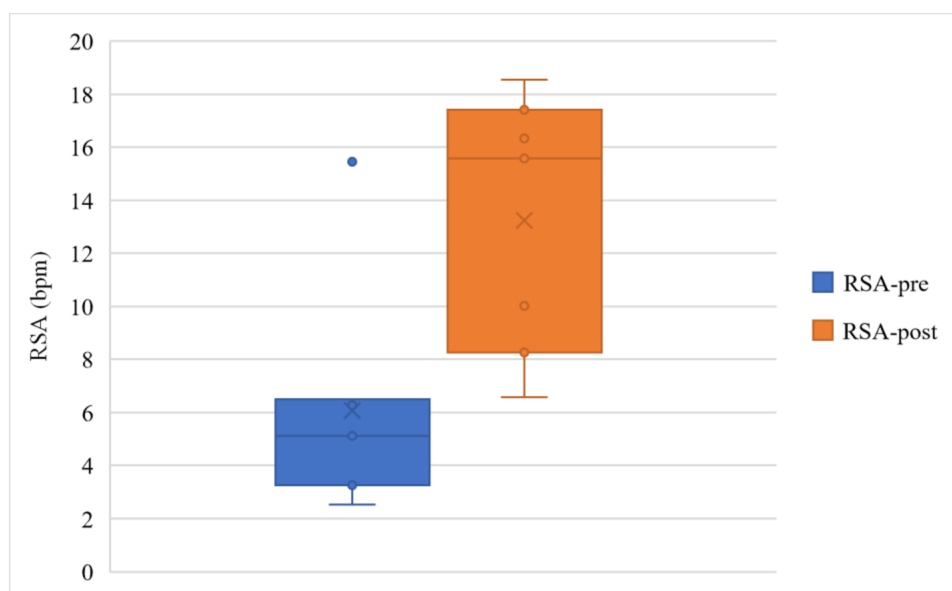


Figura 6: Valori RSA rilevati durante l'assessment pre-training e valori rilevati durante l'assessment post-training.

Dalle analisi condotte attraverso *test t* di *Student* a campioni accoppiati per confrontare i parametri della HRV registrati *pre-training* e *post-training*, non emergono differenze statisticamente significative relativamente all'indice della FC ($p = 0.775$), così come al parametro della FR indicato dall'indice *edr* ($p = 0.467$). Non si evidenziano inoltre differenze pre- e post-training al parametro rMSSD. Emerge una tendenza all'incremento nella banda LF ($p = 0.066$), in linea con l'incremento statisticamente significativo osservato per il parametro della RSA.

CAPITOLO QUARTO

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

In questo studio pilota, condotto sui primi 7 detenuti che hanno dato la disponibilità a partecipare alla ricerca, ci si è posti l'obiettivo di indagare l'ipotesi che prevede che, in pazienti con un quadro sintomatologico caratterizzato da disturbi d'ansia e/o depressivi, un miglioramento clinico sia da associarsi ad un miglior bilanciamento simpato-vagale e alla normalizzazione del valore della HRV, grazie ad un *training* di *HRV-Biofeedback*. In linea con l'ampia letteratura che evidenzia la stretta relazione tra la presenza di disturbi d'ansia o depressione e l'esibizione di alterazioni tra i parametri della variabilità della frequenza cardiaca (HRV) e della frequenza cardiaca (FC) (Dalmeida & Masala, 2021; Pitting et al., 2013; Patron et al., 2013; Nolan et al., 2005), queste anomalie sono da intendersi come conseguenza di cambiamenti nel bilanciamento tra le due branche del sistema nervoso autonomo, il simpatico e parasimpatico. In altre parole, tali alterazioni vanno interpretate come fattori che si frappongono al mantenimento di un adeguato benessere psicofisico dell'individuo.

L'ipotesi di ricerca è stata dunque testata sottoponendo un primo campione di 7 uomini, detenuti presso la Casa di Reclusione di Padova "Due Palazzi", caratterizzati da un quadro clinico contraddistinto da disturbi d'ansia e/o depressione, ad un breve *training* di *HRV Biofeedback*.

In base all'ipotesi di ricerca definita, e alla letteratura disponibile sull'argomento (Patron et al., 2013; Nolan et al., 2005), ci si attendeva che a un incremento dell'attività parasimpatica, e ad quindi un miglior bilanciamento simpato-vagale, determinato dalla partecipazione al *training* di *HRV-Biofeedback* scandito tra le 5 sessioni previste dal protocollo sperimentale, corrispondesse una riduzione dei sintomi ansioso-depressivi e, di conseguenza, anche una più generale condizione di benessere psicofisico.

In primo luogo, i risultati ottenuti dalla valutazione psicodiagnostica *pre-training* hanno evidenziato che i partecipanti soffrono effettivamente di sintomi depressivi medio-moderati, ed è emersa la concomitante presenza di tendenze all'ansia. Questi dati sostengono dunque la premessa fondamentale che vede idonei alla valutazione

dell'ipotesi sperimentale individui caratterizzati da sintomatologia ansiosa e/o depressiva, e quindi appartenenti ad una popolazione clinica specifica. Inoltre, l'anamnesi preliminare alla selezione dei partecipanti ha previsto la selezione solo di quei candidati che riportassero un quanto meno discreto livello di scolarizzazione (una scolarità minima di 5 anni), al fine di garantire un campione composto da persone nel pieno delle proprie facoltà mentali per poter comprendere efficacemente le istruzioni per la partecipazione al *training* e lo scopo della ricerca. Inoltre, l'anamnesi ha garantito una selezione del campione costituito da individui di cui fosse accertata l'assenza di condizioni cliniche conclamate (patologie respiratorie gravi, dolore epigastrico, patologie vagali, disturbi cardiovascolari, e così via), unitamente all'accertata assenza di disturbi neurologici (pregressi traumi cranici, disturbi neurologici degenerativi, *stroke*, eccetera). Questa scelta è stata fatta seguendo l'idea che i partecipanti a questo studio si trovassero nel pieno delle loro facoltà fisiche.

Per quanto riguardava i dati relativi alla somministrazione del *test Structured Clinical Interview for DSM-IV Axis II Disorders* (SCID II; First & Gibbon, M., 2004), i risultati hanno permesso la definizione di un campione che escludesse disturbi di personalità potenzialmente caratterizzati da componenti psicotiche.

Nello specifico, dalle analisi condotte per il confronto dei valori rilevati durante *l'assessment pre- e post-training*, lo studio ha mostrato maggiori livelli di HRV nella banda a bassa frequenza (LF) e un incremento statisticamente significativo nel parametro dell'aritmia sinusale respiratoria (RSA), che unitamente all'esibizione di una riduzione dei sintomi ansioso-depressivi indicata dai punteggi ottenuti ai *test* BDI e BAI nelle valutazioni *post-training*, suggeriscono che il *training* di *HRV-Biofeedback* potrebbe costituire un'efficace metodologia per ridurre la sintomatologia ansiosa e depressiva. Pertanto, in linea con la letteratura di riferimento (Lehrer et al., 2003; Lehrer et al., 2000), il *training* si è effettivamente dimostrato efficace nell'incrementare la RSA e, in aggiunta a questo dato che va ad ampliare quelle che sono le conferme relative all'efficacia del *training*, il presente studio pilota è il primo in letteratura ad applicare questa tecnica su una popolazione carceraria.

Inoltre, sempre in linea con la letteratura disponibile, i risultati ottenuti dal presente studio supportano l'associazione tra maggiori livelli di HRV e significativa riduzione dei

sintomi ansioso-depressivi (Dalmeida & Masala, 2021; Pitting et al., 2013; Patron et al., 2013; Nolan et al., 2005).

Risulta necessario chiarire come la ridotta numerosità campionaria e la mancanza di una condizione di controllo abbiano decisamente rappresentato dei limiti al presente studio pilota. Infatti, in considerazione dei limiti presentati, si prevede di integrare i dati qui presentati e discussi, conducendo uno studio che veda la partecipazione di più soggetti (fino al raggiungimento dei 40 detenuti che avevano dato la loro disponibilità a partecipare alla ricerca) e attraverso l'introduzione di una condizione di controllo. Sarebbe, infatti, cruciale ottenere dei risultati che permettano di escludere la possibilità che i miglioramenti osservati nella sintomatologia ansiosa e depressiva possano essere anche da attribuirsi ad altri fattori (la partecipazione ad un *training* stesso o l'idea stessa di fare un'attività finalizzata a diminuire questo tipo di sintomi). In particolare, sarebbe interessante condurre uno studio parallelo con l'inclusione della condizione di controllo rappresentata da una condizione placebo, in cui i partecipanti svolgono lo stesso numero di sessioni previste dal *training*, ma svolgendo delle attività "neutre" (come potrebbe essere, per esempio, lo svolgimento di semplici giochi (tipo solitario) al computer).

Il presente studio, in considerazione della peculiare scelta del campione, introduce la possibilità di intendere la tecnica dell'*HRV-Biofeedback* come un efficace strumento curativo all'interno dell'ambiente dei penitenziari. Infatti, mentre la maggior parte degli studi precedenti si è occupata di indagare la relazione osservata tra l'aumento della HRV e una conseguente diminuzione della sintomatologia ansiosa e depressiva, questo studio evidenzia l'importanza della tematica della cura e della riabilitazione per quei soggetti che si trovano in uno stato di detenzione, e per i quali non è sempre disponibile o accessibile un percorso terapeutico tradizionale.

Infatti, il presente trattamento può anche intendersi come una promettente risorsa per ovviare a quelli che sono i vincoli culturali e linguistici, oltre che atteggiamenti di riluttanza verso il tradizionale colloquio terapeutico, che vanno a costituire quei fattori che si frappongono alla pratica terapeutica. Tali vincoli sono, inoltre, particolarmente evidenti considerando il fenomeno della componente straniera, la quale è attualmente

tutt'altro che trascurabile. Emerge infatti dai dati ISTAT che gli stranieri autori di reato rappresentano il 36.7 % dei detenuti presenti nelle carceri italiane.

Inoltre, è ipotizzabile maggiori livelli di benessere, raggiunti attraverso la riduzione della sintomatologia ansiosa e depressiva, possano anche tradursi in una diminuzione degli episodi di violenza e aggressività che caratterizzano la vita all'interno dei penitenzieri. Vale dunque la pena di sottolineare come tale intervento costituirebbe anche una potenziale occasione per osservare delle modificazioni comportamentali in individui caratterizzati da condotte antisociali e violente.

Con questo studio pilota si tenta, dunque, in primo luogo di ampliare le conoscenze già note in letteratura sull'associazione tra la flessibilità autonoma e una riduzione della sintomatologia clinica, e secondariamente a questo contributo, si sottolinea la potenziale occasione di intendere la tecnica dell'*HRV-Biofeedback* come una promettente risorsa con fine riabilitativo per coloro che si trovano in una condizione di reclusione penitenziaria. Infatti, una discreta diminuzione delle condizioni sintomatologiche ansiose e depressive, associata ad una migliore condizione di benessere, potrebbe anche tradursi in una marcata diminuzione degli episodi di violenza e aggressività che caratterizzano la vita all'interno dei penitenzieri. Dunque, in considerazione della natura riabilitativa del carcere e del fenomeno della recidività degli ex detenuti, vale la pena di sottolineare come tale intervento costituisca una potenziale occasione per osservare delle modificazioni comportamentali in individui caratterizzati da condotte antisociali e violente.

Bibliografia

- Baik, S. Y., Kim, J. Y., Choi, J., Baek, J. Y., Park, Y., Kim, Y., ... & Lee, S. H. (2019). Prefrontal asymmetry during cognitive tasks and its relationship with suicide ideation in major depressive disorder: an fNIRS study. *Diagnostics*, 9(4), 193.
- Baron-Cohen, S. (2012). *La scienza del male. L'empatia e le origini della crudeltà*. Varese: Raffaello Cortina Editore.
- Beckham, A. J., Greene, T. B., & Meltzer-Brody, S. (2013). A pilot study of heart rate variability biofeedback therapy in the treatment of perinatal depression on a specialized perinatal psychiatry inpatient unit. *Archives of women's mental health*, 16(1), 59-65.
- Benning, S. D., Patrick, C. J., Blonigen, D. M., Hicks, B. M. & Iacono, W. G. (2005). Estimating Facets of Psychopathy From Normal Personality Traits : A Step Toward Community Epidemiological Investigations. *Sage Publications*, 12(1), 3- 18. DOI: 10.1177/1073191104271223
- Champagne, F.A. (2010). Epigenetic influence of social experiences across the lifespan. *Developmental Psychobiology*, 52, 299-311. DOI: <https://doi.org/10.1002/dev.20436>
- Chapman, E., Baron-Cohen, S., Auyeung, B., Knickmeyer, R., Taylor, K. & Hackett, G. (2006). Fetal testosterone and empathy: Evidence from the Empathy Quotient (EQ) and the “Reading the Mind in the Eyes” Test. *Social Neuroscience*, 1(2), 135-148. DOI : <https://doi.org/10.1080/17470910600992239>
- Chung, A. H., Gevirtz, R. N., Gharbo, R. S., Thiam, M. A., & Ginsberg, J. P. (2021). Pilot study on reducing symptoms of anxiety with a heart rate variability biofeedback wearable and remote stress management coach. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 46(4), 347-358.
- Citterio, C., Della Rovere, M., Studio dei rapporti fra schizofrenia e criminalità. Lavoro Neuropsichiatrico, XXXI, I, 1962.
- Cleckley, H. (1941). *The mask of sanity; an attempt to reinterpret the so-called psychopathic personality*. Mosby.
- Cooke J. David, Michie Christine, Hart D. Stephen, Clark A. Daniel (2004). Reconstructing psychopathy: clarifying the significance of antisocial and socially deviant behavior in the diagnosis of psychopathic personality disorder. *Journal of Personality Disorders*, 18(4), 337-357. DOI: <https://doi.org/10.1521/pedi.2004.18.4.337>
- Dalmeida, K. M., & Masala, G. L. (2021). HRV features as viable physiological markers for stress detection using wearable devices. *Sensors*, 21(8), 2873.
- Della Rovere, M., Matarazzo, F., Psicosi e criminalità. Lavoro Neuropsichiatrico, 3, 446, 1962.
- Etkin, A., & Schatzberg, A. F. (2011). Common abnormalities and disorder-specific compensation during implicit regulation of emotional processing in generalized anxiety and major depressive disorders. *American Journal of Psychiatry*, 168(9), 968-978.

- Frank H, Paris J. Recollections of Family Experience in Borderline Patients. *Arch Gen Psychiatry*. 1981;38(9),1031–1034. DOI:10.1001/archpsyc.1981.01780340083010
- Fournié, C., Chouchou, F., Dalleau, G., Caderby, T., Cabrera, Q., & Verkindt, C. (2021). Heart rate variability biofeedback in chronic disease management: A systematic review. *Complementary therapies in medicine*, 60, 102750
- Frustaci A, Lanza GA, Pozzi G, Ruggeri G. Heart rate variability e cambiamento in psicoterapia: una finestra sul funzionamento del sistema nervoso, XII congresso nazionale della società italiana di psicopatologia Roma, 19-23 Febbraio 2008. *Giorn Ital Psicopat* 2008; 14:58.
- Frustaci, A., Pozzi, G., Gianfagna, F., Manzoli, L., & Boccia, S. (2008). Meta-analysis of the brain-derived neurotrophic factor gene (BDNF) Val66Met polymorphism in anxiety disorders and anxiety-related personality traits. *Neuropsychobiology*, 58(3-4), 163-170.
- Gatti, U., Rocca, G. (2013). Il comportamento violento tra biologia ed ambiente: la criminologia verso un “nuovo” approccio biosociale?. *Rassegna Italiana di Criminologia*, 7(1), 23-33.
- Gazzaniga, S. M., Ivry, R. B., Mangun, G. R. (2015). *Neuroscienze cognitive*. Bologna: Zanichelli.
- Gunderson JG, Kerr J, Englund DW. The Families of Borderlines: A Comparative Study. *Arch Gen Psychiatry*. 1980;37(1):27–33. DOI:10.1001/archpsyc.1980.01780140029003
- Häfner, H., & Böker, W. (1973). Mentally disordered violent offenders. *Social Psychiatry*, 8(4), 220-229.
- Hallman, D. M., Olsson, E. M., Von Schéele, B., Melin, L., & Lyskov, E. (2011). Effects of heart rate variability biofeedback in subjects with stress-related chronic neck pain: a pilot study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 36(2), 71-80.
- Hare, R. D., Harpur, T. J., Hakstian, A. R., Forth, A. E., Hart, S. D., & Newman, J. P. (1990). The revised Psychopathy Checklist: Reliability and factor structure. *Psychological Assessment: A Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 2(3), 338–341. DOI: <https://doi.org/10.1037/1040-3590.2.3.338>
- Hare, R. D. (2003). *Manual for the Hare Psychopathy Checklist-Revised (2nd Ed.)* Toronto: Multi-Health Systems, Inc.
- Henriques, G., Keffer, S., Abrahamson, C., & Jeanne Horst, S. (2011). Exploring the effectiveness of a computer-based heart rate variability biofeedback program in reducing anxiety in college students. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 36(2), 101-112.
- Herpertz, S. C., Dietrich, T. M., Wenning, B., Krings, T., Erberich, S. G., Willmes, K., ... & Sass, H. (2001). Evidence of abnormal amygdala functioning in borderline personality disorder: a functional MRI study. *Biological psychiatry*, 50(4), 292-298.

- Hettema, J. M. (2008). What is the genetic relationship between anxiety and depression?. In *American journal of medical genetics part C: Seminars in medical genetics* (Vol. 148, No. 2, pp. 140-146). Hoboken: Wiley Subscription Services, Inc., A Wiley Company.
- Kalin, N. H. (2020). The critical relationship between anxiety and depression. *American Journal of Psychiatry*, 177(5), 365-367.
- Karavidas, M. K., Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Marin, H., Buyske, S., ... & Hassett, A. (2007). Preliminary results of an open label study of heart rate variability biofeedback for the treatment of major depression. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 32(1), 19-30.
- King-Casas, B., Sharp, C., Lomax-Bream, L., Lohrenz, T., Fonagy, P. & Montague, P. R. (2008). The Rupture and Repair of Cooperation in Borderline Personality Disorder. *Science*, 321(5890), 806-810. DOI: 10.1126/science.1156902
- Kovner, R., Oler, J. A., & Kalin, N. H. (2019). Cortico-limbic interactions mediate adaptive and maladaptive responses relevant to psychopathology. *American Journal of Psychiatry*, 176(12), 987-999.
- LeDoux, J. (2016). *Anxious: Using the brain to understand and treat fear and anxiety*. Penguin Books.
- Lehrer, P. M., Vaschillo, E., & Vaschillo, B. (2000). Resonant frequency biofeedback training to increase cardiac variability: Rationale and manual for training. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 25(3), 177-191.
- Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lu, S. E., Eckberg, D. L., Edelberg, R., ... & Hamer, R. M. (2003). Heart rate variability biofeedback increases baroreflex gain and peak expiratory flow. *Psychosomatic medicine*, 65(5), 796-805.
- Lehrer, P., Vaschillo, B., Zucker, T., Graves, J., Katsamanis, M., Aviles, M., & Wamboldt, F. (2013). Protocol for heart rate variability biofeedback training. *Biofeedback*, 41(3).
- Lett, H. S., Blumenthal, J. A., Babyak, M. A., Sherwood, A., Strauman, T., Robins, C., & Newman, M. F. (2004). Depression as a risk factor for coronary artery disease: evidence, mechanisms, and treatment. *Psychosomatic medicine*, 66(3), 305-315.
- Malik, M. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use: Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society for Pacing and Electrophysiology. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 1(2), 151-181.
- McDermott, P. A., Alterman, A. I., Cacciola, J. S., Rutherford, M. J., Newman, J. P., & Mulholland, E. M. (2000). Generality of Psychopathy Checklist—Revised factors over prisoners and substance-dependent patients. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68(1), 181–186. DOI : <https://doi.org/10.1037/0022-006X.68.1.181>
- Mill, J. & Petronis, A. (2008). Pre- and peri-natal environmental risks for attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD): the potential role of epigenetic processes in mediating susceptibility. *Journal of Child and Psychiatry*, 49(19), 1020-1030. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2008.01909.x>

- Nolan, R. P., Kamath, M. V., Floras, J. S., Stanley, J., Pang, C., Picton, P., & Young, Q. R. (2005). Heart rate variability biofeedback as a behavioral neurocardiac intervention to enhance vagal heart rate control. *American heart journal*, 149(6), 1137-e1.
- Patron, E., Benvenuti, S. M., Favretto, G., Gasparotto, R., & Palomba, D. (2014). Depression and reduced heart rate variability after cardiac surgery: the mediating role of emotion regulation. *Autonomic Neuroscience*, 180, 53-58.
- Pincus, A. L., Lukowitsky, M. R. (2010). Pathological Narcissism and Narcissistic Personality Disorder. *Annu. Rev. Clin. Psychol*, 6, 421-46. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.121208.131215>
- Raine, A., Venables, P. H. & Williams, M. (1990). Relationships Between central and Autonomic Measures of Arousal at Age 15 Years and Criminality at Age 24 Years. *Arch Gen Psychiatry*, 47(11), 1003-1007. DOI:10.1001/archpsyc.1990.01810230019003
- Raine, A., Buchsbaum, M. S., La Casse, L. (1997). Brain abnormalities in murders indicated by positron emission tomography. *Biological Psychiatry*, 42(6), 495- 508. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0006-3223\(96\)00362-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3223(96)00362-9)
- Raine, A., Gatzke-Kopp, L. M., Loeber, R., Stouthamer-Loeber, M. & Steinhauser, S. R. (2002). Serious Delinquent Behavior, Sensation Seeking, and Electrodermal Arousal *Journal of Abnormal Child Psychology*, 30, 477-486. DOI: DOI :<https://doi.org/10.1023/A:1019816930615>
- Raine, A., Ishikawa, S. S., Arce, E., Tencz, T., Knuth, K. H., Bihrlle, S., LaCasse, I. & Colletti, P. (2004). Hippocampal structural asymmetry in unsuccessful psychopaths. *Biological Psychiatry*, 55(2), 185-191. DOI :[https://doi.org/10.1016/S0006-3223\(03\)00727-3](https://doi.org/10.1016/S0006-3223(03)00727-3)
- Raine, A., Laufer, W. S., Yang, Y., Narr, K. L., Thompson, P. & Toga, A. W. (2011). Increased executive functioning, attention, and cortical thickness in white-collar criminals. *Human Brain Mapping*, 33(12), 2932-2940. DOI: <https://doi.org/10.1002/hbm.21415>
- Raine, A. (2013). *L'anatomia della violenza. Le radici biologiche del crimine*. Milano: Mondadori università.
- Raine, A. (2018). The neuromoral Theory of Antisocial, Violent, and Psychopathic Behavior. *Psychiatry Research*, 25(6), 626-640.
- Russo, G. (1980). Psicopatologia e criminalità: studio criminologico su 80 soggetti. *Rassegna penitenziaria e criminologica*, (3-4).
- Shenefelt, P. D. (2010). Psychological interventions in the management of common skin conditions. *Psychology research and behavior management*, 3, 51.
- Siepmann, M., Aykac, V., Unterdörfer, J., Petrowski, K., & Mueck-Weymann, M. (2008). A pilot study on the effects of heart rate variability biofeedback in patients with depression and in healthy subjects. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 33(4), 195-201.
- Soloff, P. H., Meltzer, C. C., Becker, C., Greer, P. J., Kelly, T. M. & Constantine, D. (2003). Impulsivity and prefrontal hypometabolism in borderline personality

disorder. *Psychiatry Reserach : Neuroimaging*, 123(3), 153-163.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0925-4927\(03\)00064-7](https://doi.org/10.1016/S0925-4927(03)00064-7)

Soloff, P. H., Price, J. C., Meltzer, C. C., Fabio, A., Frank, G. K., & Kaye, W. H. (2007). 5HT2A receptor binding is increased in borderline personality disorder. *Biological psychiatry*, 62(6), 580-587.