



UNIVERSITÀ DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di laurea in Scienze e Tecniche Psicologiche

Tesi di laurea

Autismo e via ventrale del nervo vago

Autism and the ventral vagal pathway

Relatrice

Prof.ssa Luisa Sartori

Laureanda: Chiara Terraneo

Matricola: 2116058

Anno Accademico 2025/2026

Indice

Abstract.....	3
1 Prefazione	4
2 Introduzione	7
3 Il Disturbo dello spettro Autistico	9
3.1 La diagnosi	9
3.2 Le cause	10
3.2.1 Fattori genetici ed epigenetici.....	10
3.2.2 Influenze ambientali	11
3.3 Biomarcatori neurologici	12
3.3.1 La risonanza magnetica	12
3.3.2 La risonanza magnetica funzionale.....	13
3.3.3 L'elettroencefalografia.....	15
3.3.4 Magnetoencefalografia.....	15
3.3.5 Pupillometria	16
3.4 Marcatori non neurologici	16
4 La teoria Polivagale di Stephen Porges	17
4.1 Il sistema nervoso autonomo	17
4.2 La Teoria Polivagale	17
4.2.1 La gerarchia autonoma.....	18
4.2.2 Il sistema ventro-vagale	20
4.2.3 La neurocezione.....	21
4.2.4 La co-regolazione.....	24
4.2.5 Il sistema di ingaggio sociale.....	25
5 Critiche rivolte alla Teoria Polivagale e risposte di Stephen Porges.....	28
5.1 Le critiche di Grossman e colleghi	28
5.2 Le risposte di Stephen Porges alle critiche	29
5.3 Considerazioni personali	31

6	L'autismo e la Teoria Polivagale	33
6.1.1	Sensibilità visiva	36
6.1.2	Sensibilità tattile	36
6.1.3	Problemi gastrointestinali e selettività alimentare.....	37
6.1.4	Sensibilità uditiva	37
7	L'ascolto della voce umana e il Listening Project Protocol	38
7.1	I muscoli dell'orecchio medio e la socializzazione	38
7.1.1	Interventi di modificazione dello stato	39
7.2	Listening Project Protocol	40
7.2.1	I partecipanti.....	40
7.2.2	Condizioni e procedura	41
7.2.3	La valutazione	41
7.2.4	I risultati.....	42
7.2.5	Analisi dei comportamenti di condivisione.....	44
7.2.6	Conclusioni.....	44
8	Considerazioni conclusive	46
9	Bibliografia	48

Abstract

Lo spettro autistico è stato oggetto di numerosi studi per determinarne le caratteristiche peculiari che ne permettessero la diagnosi; sono state indagate le cause organiche, ambientali, educative, alimentari o chimiche che potessero esserne alla base; sono state elaborate metodologie educative per favorire l'apprendimento e la socialità e messi a punto strumenti diagnostici che potessero intercettare, in età il più possibile precoce, gli indicatori salienti, così da anticipare l'impegno e ottenere i risultati migliori.

La Teoria Polivagale di Porges spiega il funzionamento del nostro sistema nervoso autonomo ripercorrendo la storia evolutiva dell'uomo. Le strutture più arcaiche del cervello, quelle che condividiamo con i rettili, hanno fornito il substrato fisico alla percezione della sicurezza e del pericolo e permesso le risposte comportamentali funzionali alla situazione specifica: immobilizzazione/freezing e recupero. Attacco e fuga si resero possibili invece dall'attivazione degli organi coinvolti nel sistema simpatico.

Ma nella filogenesi, dai mammiferi in poi, il nervo vago ha assunto una nuova funzione, gerarchicamente superiore allo stato passivo dorso vagale o attivato del sistema simpatico. Unendosi ad altri importanti nervi cranici ha creato un sistema di ingaggio sociale che fornisce informazioni preziose per leggere la sicurezza dell'ambiente.

La sicurezza non è più solo assenza di pericolo ma è la capacità di mettere un freno all'attivazione perché non ci possono essere gioco, fiducia, intimità, apertura, spontaneità dove non ci si sente al sicuro.

Stephen Porges ipotizza che la persona nello spettro autistico si trovi in una condizione cronica di attivazione, come visse in una percezione di non-sicurezza: difficoltà a selezionare e leggere i segnali ambientali prima e difficoltà a individuare modalità efficaci per regolarsi dopo.

In quest'ottica i disturbi nell'attenzione condivisa, nello sguardo sostenuto, nell'espressività, nella selezione dei suoni, correlati ricorrenti dello spettro autistico, parlano di come un sistema di ingaggio sociale inadeguato abbia ostacolato la formazione della sicurezza e di conseguenza indebolito il tono del nervo ventro-vagale, il freno del sistema simpatico.

Partendo da questi presupposti è possibile immaginare interventi orientati al ripristino della percezione di sicurezza che favoriscano la capacità di leggerne e interpretarne i segnali.

1 Prefazione

Lavoro in un Centro Diurno per persone con disabilità e ho incontrato diverse persone nello spettro autistico, nel mio caso tutte con disabilità intellettiva medio-grave.

Penso che accostarsi al mondo dell'autismo sia un'esperienza avvincente e delicata, talvolta complessa, talvolta fonte di grande soddisfazione.

Chiede di mettere in discussione molte certezze e sollecita una continua flessibilità relazionale.

Impone, immediatamente, di rinunciare all'idea che gli abituali codici comunicativi siano universali e che il "buon senso" possa essere una categoria generalizzabile.

È un mondo di frasi brevi e ben ragionate, di direzioni certe, di orari stabiliti, di routine sempre più ampie, di imprevisti gestiti e resi tollerabili, di lavoro d'equipe per concertare le azioni e trovare quella stabilità capace di creare e trasmettere sicurezza e fiducia.

Il primo ospite con comportamenti aggressivi ci ha messo a dura prova: la nostra esperienza e la buona volontà si rivelarono insufficienti per costruire uno spazio emotivo e relazionale in cui tutti potessimo muoverci ed esprimere i nostri bisogni e desideri con serenità.

Abbiamo chiesto e ottenuto formazione specifica; il tema dell'autismo è stato esplorato in molti modi e sono state validate numerose teorie ed efficaci metodologie di intervento; abbiamo studiato, provato, approfondito e chiesto ancora per non sentirci pionieri allo sbaraglio.

Ricordo di aver visto un video che cercava di tradurre in immagini l'esperienza interna di una persona nello spettro autistico, offrendo allo spettatore una chiave efficace per poterne intuire il vissuto:

Immagina di essere in una città completamente sconosciuta, con persone che parlano una lingua totalmente incomprensibile, che ti danno indicazioni di cui non capisci lo scopo e il significato, che magari si alterano se non rispondi o non ti dimostri collaborante.

Immagina il caos intorno a te: voci che conversano, che richiamano o che litigano, automobili che passano, moto che sfrecciano, un tagliaerba, una sirena, un cane che abbaia, un orologio che ticchetta. Tutti la stessa intensità, la stessa importanza. Quali sono i suoni a cui dare la precedenza per capire dove andare, cosa fare?

Immagina che tu abbia fame, sete, sonno o freddo e di non sapere come dare risposta al tuo bisogno; di non sapere a chi e come chiedere; immagina che le insegne, le indicazioni siano caratteri per te completamente estranei, tanto incomprensibili quanto inutili.

Se intuisce di dipendere da qualcuno che di te si prende cura: “Quando mangerò? Per quanto tempo dovrò restare qui, in questa stanza? Quanto durerà questa attività che stiamo facendo? Se non mi piace e mi sto annoiando, quando la smettiamo? Se mi piace, perché la dobbiamo interrompere proprio ora?”

Magari ti è stato detto, spiegato, ma sempre in un codice per te incomprensibile e non hai trovato le risposte che cercavi.

Immagina di avere paura, dolore alla pancia o alla testa e non sapere come comunicarlo; oppure una sensazione indistinta di forte malessere, come fare per non esserne sopraffatto?

Ho provato a immaginare il senso di spaesamento, l'incomprensibilità delle comunicazioni, l'imprevedibilità degli eventi, il sospetto, la mancanza di serenità e riposo.

Per questo molti approcci teorici e metodi di intervento educativo proposti alle persone nello spettro autistico prevedono una grande attenzione a strutturare ambienti e tempi in modo da facilitare la comprensione, la prevedibilità e l'azione, favorendo la calma, la collaborazione, il benessere.

È importante strutturare gli ambienti in modo da renderli più “puliti” dal punto di vista sensoriale, favorendo la tranquillità e la concentrazione.

È importante strutturare i tempi, in modo da rendere prevedibile l'agire quotidiano, predisponendo routine e comunicando variazioni.

È importante rendere le comunicazioni brevi, aderenti alla realtà e facilmente comprensibili.

Con le persone non verbali, non è mai troppo l'impegno ad utilizzare forme di comunicazione aumentativa e alternativa (CAA). Questo strumento non deve limitarsi a comunicare a loro informazioni utili ma, ancora prima e con maggiore urgenza, deve aiutarci a comprendere da loro quale universo interno li abita: pensieri, preferenze, scelte, paure, interrogativi.

Solo partendo dalla comprensione e dal riconoscimento è possibile orientare un intervento educativo finalizzato alla ricerca di ciò che è importante. Non solo a perseguire ciò che noi riteniamo prioritario per la persona (important for), ma a scoprire e approfondire ciò che la persona stessa riconosce significativo per sé (important to), assumendoci così la responsabilità di un supporto autentico ed efficace.

Tanti sono gli interventi che possono essere pensati e strutturati per le persone con autismo, ma una dimensione in particolare ha stimolato la mia curiosità e ha guidato la ricerca sviluppata in queste pagine: “Che cosa rende le persone più serene e disponibili? Quali aspetti è necessario tenere in considerazione per promuovere il benessere? Come favorire le condizioni perché la persona si possa esprimere con serenità e sviluppare nuove abilità?”

La serenità è indissolubilmente legata alla percezione di sicurezza. A partire da questa considerazione, nelle pagine che seguono, intendo esplorare il tema della sicurezza, dello stato autonomico e del sistema di ingaggio sociale alla luce della Teoria di Stephen Porges, interrogandomi su quali possano essere gli indicatori di sicurezza, su come si sviluppi la capacità di interpretarli e su come si possa favorirne il riconoscimento.

L'obiettivo non è dare una lettura univoca dell'autismo e le sue caratteristiche né di proporre la Teoria Polivagale come un modello definitivamente validato, ma di esplorare le possibili letture che questa prospettiva offre: porre l'attenzione all'esperienza interna delle persone. Significa riconoscere e tenere in considerazione bisogni e desideri, ponendo particolare riguardo alla percezione di sicurezza che porta alla serenità e che favorisce l'incontro.

2 Introduzione

L'autismo, o disturbo dello spettro autistico, è una condizione del neurosviluppo caratterizzata da una grande eterogeneità delle modalità con cui si manifesta.

I tratti che la contraddistinguono sono difficoltà permanenti nella relazione e nella comunicazione sociale e la presenza di pattern di comportamento, interessi e attività ristretti e ripetitivi. Il termine autismo deriva infatti dal greco *autós*, che significa “sé stesso”, per indicare la tendenza a stare in solitudine e concentrati sui propri interessi.

Partendo dalla revisione sistematica di Wang e colleghi *Presymptomatic Biological, Structural, and Functional Diagnostic Biomarkers of Autism Spectrum Disorder* (Wang et al., 2025) approfondirò lo stato delle conoscenze sullo spettro autistico, concentrando l'attenzione in particolar modo sui marcatori utili alla diagnosi precoce.

Queste caratteristiche possono presentarsi con varie intensità e combinazioni, si parla di “spettro” proprio per sottolineare la vasta gamma di funzionamenti, dalle *abilità savant* alla presenza di disabilità cognitiva, dalla completa autonomia al bisogno di supporto totale per le attività di tutti i giorni.

Parlare di autismo significa quindi confrontarsi con esperienze, modalità, bisogni e comportamenti eterogenei ma che condividono il bisogno di chiarezza, ricorsività, pulizia sensoriale, coerenza alla realtà, così da poter meglio interpretare gli stimoli ambientali e rispondervi con maggior efficacia.

Questa considerazione aiuta a spostare l'attenzione dalle caratteristiche dell'autismo alle condizioni nelle quali la persona vive la sua quotidianità, ad interrogarsi sul grado di comprensibilità e sicurezza forniscano gli ambienti e le relazioni e, di conseguenza, quale serenità possano fornire.

Per affrontare il tema della sicurezza ho deciso di approfondire la Teoria Polivagale di Stephen Porges avvalendomi dei numerosi articoli scientifici da lui pubblicati e raccolti nel libro *La teoria polivagale. Fondamenti neurofisiologici delle emozioni, dell'attaccamento, della comunicazione e dell'autoregolazione* (Porges, 2014). La teoria di Porges propone un modello di funzionamento del sistema nervoso autonomo che mette in relazione gli stati fisiologici con la percezione di sicurezza, la capacità di regolazione emotiva e le capacità sociali.

Ne approfondirò i presupposti teorici e i passaggi fondamentali dando voce alle critiche emerse in ambito scientifico grazie all'articolo di Grossman *Fundamental challenges and likely refutations of the five basic premises of the polyvagal theory* (Grossman, 2023)

prendendo in considerazione le principali confutazioni sui parametri fisiologici e i criteri filogenetici utilizzati da Porges, a cui risponde nell'articolo *When a critique becomes untenable: a scholarly response to Grossman et al.'s evaluation of Polyvagal Theory* (Porges, 2026) in cui ribadisce la portata delle intuizioni a livello filogenetico della teoria e i valori fisiologici che la supportano.

Alla luce di queste considerazioni, presentando l'articolo *The vagous: a mediator of behavioral and physiologic features associated with autism* (Porges, 2014) metterò in relazione autismo e teoria polivagale concentrando l'attenzione sull'ingaggio sociale. Specifici deficit funzionali tipici dell'autismo possono essere infatti alla base della difficoltà nella formazione di questo sistema, che si crea dalla sinergia del nervo vago con gli altri nervi cranici.

In particolare alcune difficoltà uditive potrebbero interferire nella creazione dell'ingaggio combinato dei nervi, fondamentale per vivere la sicurezza, non solo come assenza di pericolo, ma come dimensione sociale che insegna all'essere umano la regolazione e la serenità.

Porges nel 2013 elabora il Listening Project Protocol, una modalità per diminuire l'ipersensibilità uditiva e ottimizzare la sensibilità alle frequenze coerenti con il linguaggio umano e conduce uno studio per indagare i miglioramenti di alcuni parametri comportamentali a seguito di questi interventi. Ne presenta i risultati nell'articolo *Reducing Auditory Hypersensitivities in Autistic Spectrum Disorder: Preliminary Findings Evaluating the Listening Project Protocol* (Porges et al., 2014).

Da questo studio nascerà il Safe and Sound, protocollo utilizzato in diversi ambiti e con molteplici categorie al fine di utilizzare l'ascolto per sviluppare la sicurezza, la calma e la connessione.

3 Il Disturbo dello spettro Autistico

3.1 La diagnosi

Il disturbo dello spettro autistico (ASD) è una condizione del neurosviluppo, una variazione del funzionamento che condiziona il modo in cui una persona percepisce il mondo, vi si relaziona e comunica con gli altri. Secondo il Diagnostic and Statistical Mental Disorder (DSM 5 TR) la diagnosi clinica viene effettuata su 4 criteri diagnostici:

1. Persistente difficoltà nella comunicazione e nell'interazione sociale in più ambiti:
 - Reciprocità socio-emotiva: difficoltà nell'approccio sociale, nel condividere interessi ed emozioni, carenza o assenza di intenzione comunicativa;
 - Comunicazione non verbale: difficoltà nel sostenere il contatto visivo, difficoltà nell'usare e comprendere il linguaggio del corpo, ridotta o assente espressività facciale
 - Sviluppo e mantenimento delle relazioni: isolamento, mancato interesse verso i coetanei e il gioco condiviso, difficoltà di adattamento ai diversi contesti sociali.
2. La presenza di pattern di comportamento, interessi o attività ristretti e ripetitivi, in particolare la presenza di almeno due dei seguenti sintomi:
 - Stereotipie e ripetizioni: movimenti regolatori, dondolarsi, utilizzo atipico di oggetti, utilizzo monotono e ripetitivo di giochi, eloquio non funzionale, ecolalie.
 - Aderenza alla routine: insistenza nella imm modificabilità (sameness) della routine o in comportamenti rituali come percorrere sempre la stessa strada, indossare sempre gli stessi abiti
 - Interessi fissi e limitati: interessi ristretti e anomali per frequenza e intensità;
 - Reattività sensoriale: iper o iporeattività a stimoli sensoriali (resistenza al dolore, tolleranza al rumore) o interessi insoliti per aspetti sensoriali dell'ambiente (odori, giochi di luce)
3. I sintomi devono avere esordio precoce nello sviluppo ma possono manifestarsi pienamente quando le richieste sociali superano le capacità.
4. La gravità necessaria alla diagnosi deve compromettere la qualità della vita della persona ed è suddivisa in tre livelli crescenti, a seconda della necessità di supporto da parte di caregivers.

La diagnosi viene effettuata su segnali comportamentali poiché ancora non sono stati trovati biomarcatori diagnostici affidabili ed univoci. Vi è largo consenso sulla necessità di una diagnosi tempestiva poiché permetterebbe interventi precoci; infatti l'esposizione sensoriale

e l'allenamento intensivo di abilità linguistiche e sociali durante periodi cruciali dello sviluppo cerebrale potrebbero aiutare l'attività neurale e modificare gli esiti comportamentali, rendendo significativamente migliore la qualità della vita delle persone nello spettro autistico e dei loro caregivers

3.2 Le cause

Nella revisione sistematica sugli indicatori diagnostici, Wang e colleghi (Wang et al., 2025) e Masini e colleghi (Masini et al., 2020) individuano biomarcatori genetici, influenze ambientali, biomarcatori neurologici e non neurologici che si sono rivelati promettenti per la diagnosi e l'individuazione di strategie di trattamento.

3.2.1 Fattori genetici ed epigenetici

L'eziologia genetica dei disturbi dello spettro autistico è molto complessa perché caratterizzata da alta eterogeneità genetica: sono infatti più di 1200 i geni coinvolti, sebbene nessuno di questi risulti completamente validato per la diagnosi.

Wang e colleghi dividono i biomarcatori genomici in marcatori correlati al DNA e marcatori correlati all'RNA.

Tra i marcatori correlati al DNA troviamo polimorfismi a singolo nucleotide, variazione cioè di una singola base (SNP), e varianti del numero di copie di porzione di DNA, riarrangiamenti citogenici con perdita, traslazione o inversione di porzioni di DNA (CNV).

RNA e microRNA contribuiscono, invece, alle variazioni nell'espressione del DNA modificandone la funzionalità e i processi regolatori.

Studi su gemelli omozigoti e dizigoti effettuati nel 1977 (Folstein & Rutter, 1977), basati sulla differenza di concordanza tra le due classi, suggeriscono un'ereditarietà genetica superiore al 56%, studi condotti successivamente in Svezia e Gran Bretagna hanno ipotizzato un'ereditarietà ancora superiore (Colvert 2015).

Si pensa che una percentuale tra il 20 e il 40 per cento dei casi di autismo siano "secondari", siano cioè correlati ad una sindrome genetica prevalente (De Rubeis et al., 2014); i casi rimanenti, non correlati a cause genetiche o ambientali, vengono chiamati "idiopatici" o "primari".

Nell'autismo secondario i geni coinvolti definiscono rare sindromi monogeniche in cui un numero significativo di individui sviluppa i sintomi tipici dell'autismo.

Sono più di 1200 i geni che hanno correlazioni più o meno forti con l'ASD; in particolare 91 hanno una correlazione molto forte; tra questi ricordiamo SHANK3 (Sindrome di Phelan-

McDermid), MECP2 (Sindrome di Rett), PTEN (Sindrome del tumore amartoma), PTEN, (Regolazione della crescita cellulare) (Cummings et al.2022), SYNGAP1 (Disabilità intellettiva correlata a SYNGAP1; Funzionamento sinaptico), SCN1A (Sindrome di Dravet; Funzione del canale ionico), ARID1B (Sindrome di Coffin-Siris, Rimodellamento della cromatina), ADNP (Sindrome di Helsmoortel-Van der Aa, Rimodellamento della cromatina), DYRK1A (Disabilità intellettiva correlata a DYRK1A, Attività chinasi), CHD2 (Sindrome correlata a CHD2, Rimodellamento della cromatina).

Tra questi geni, sebbene fortemente correlati all'ASD, tali da presentare una prevalenza tra il 20 e il 90%, nessuno ha dimostrato una penetranza completa, rendendo impossibile una diagnosi univoca.

Se le varianti rare sono facilmente riscontrabili, le variabili comuni sono alla base della maggior parte della predisposizione all'autismo. Queste varianti comuni SNP sono presenti nella maggior parte della popolazione e contribuiscono alla normale variabilità genetica ma, combinate tra loro, accrescono la probabilità di rischio specifico. Il punteggio di rischio poligenico misura quindi il profilo di rischio stimato, dato dalla combinazione di questi fattori. Importante è sottolineare che i geni con maggiore affinità con l'autismo si sovrappongono molto spesso a livello funzionale e si concentrano in loci che sono responsabili principalmente di funzionamento, segnalazione e organizzazione sinaptica, del rimodellamento della cromatina e della regolazione trascrizionale o della crescita cellulare (Wang et al., 2025).

Di conseguenza, anche le strategie terapeutiche potrebbero essere differenziate a seconda del genotipo, studi hanno infatti dimostrato che l'integrazione alimentare di zinco risulta efficace nella sintomatologia comportamentale associata all'ASD correlato a SHANK3 e TBR1 e non in altre correlazioni; allo stesso modo la somministrazione di ossitocina si è dimostrata efficace nel potenziamento cognitivo e sociale in persone con SNP del gene CD38 e del gene OXTR e inefficace in altri casi.

3.2.2 Influenze ambientali

Nell'eziologia dei disturbi dello spettro autistico sono coinvolti anche alcuni fattori ambientali presenti durante il periodo della gravidanza, in particolar modo nei momenti salienti dello sviluppo neurologico (Bjørklund et al., 2024), ma anche durante il parto o, raramente, nel periodo neonatale.

I fattori maggiormente studiati ritenuti correlati all'ASD sono: l'attivazione immunitaria materna in seguito ad infezioni batteriche o virali, malattie autoimmuni, stress, malnutrizione

materna, carenza di micronutrienti utili alle prime fasi dello sviluppo embrionale come zinco, magnesio, selenio, vitamina D e folati, intervalli troppo brevi tra le gravidanze (che non permettono di ristabilire livelli ottimali di questi nutrienti), esposizione prenatale e postnatale precoce a metalli pesanti (come cadmio, piombo e mercurio) e a inquinanti atmosferici (come biossido di azoto), uso materno di farmaci come antidepressivi o acido valproico, età gestazionale, metodo di parto e complicazioni perinatali come l'ipossia fetale.

L'accumulo di agenti ambientali come i metalli pesanti o sostanze inquinanti può essere individuato in campioni di sangue, urine e capelli; rappresentano biomarcatori affidabili su quantità e durata dell'esposizione al fattore esterno. Allo stesso modo indicatori di risposte immunitarie ad infezioni sono riscontrabili in sangue, urine e saliva.

I marcatori ambientali hanno il pregio di poter contribuire a diagnosi precoci e presintomatiche ma necessitano di anamnesi materne sufficienti e ampie raccolte di dati che forniscano indicatori utili a screening pre e post natali. Inoltre la maggior parte dei marcatori mostra una correlazione con ASD di piccola entità.

È nell'epigenetica, nella combinazione cioè tra gene e ambiente, che una predisposizione genetica diventa determinante nell'influenza di un fattore ambientale. I processi epigenetici, infatti, smorzano o amplificano meccanismi di traduzione e di trascrizione di porzioni di cromatina in risposta a fattori ambientali o genetici senza modificare il DNA.

La multifattorialità dell'eziologia dell'autismo suggerisce che è proprio nello studio di queste interazioni che vanno ricercate le cause, i marcatori diagnostici e le potenziali strategie di intervento.

3.3 Biomarcatori neurologici

Diverse modalità di indagine sono state sviluppate al fine di individuare marcatori neurologici utili alla diagnosi.

3.3.1 La risonanza magnetica

La risonanza magnetica (RM) produce immagini tridimensionali dettagliate utilizzando un potente campo magnetico e delle onde radio che allineano i protoni dell'acqua nei tessuti. Nel ritorno allo stato originario queste particelle emettono segnali che vengono tradotti in immagini. In questo modo la RM fornisce informazioni sulla struttura e la funzionalità del cervello e rende possibili comparazioni tra individui con diagnosi di ASD e bambini ad alto rischio (con una o più diagnosi di autismo all'interno del nucleo familiare) con persone neurotipiche e bambini considerati a basso rischio.

In bambini con autismo sono state evidenziate differenze strutturali in alcune aree cerebrali. L'amigdala risulta di una dimensione tipica intorno ai 6 mesi ma con una crescita più rapida tra i 6 e i 24 mesi in bambini ad alto rischio che hanno successivamente manifestato sintomi autistici di alto livello; si è inoltre notata una forte incidenza in bambine femmine, lasciando ipotizzare una patologia sesso-specifica (Øien et al., 2020).

Per quanto riguarda la corteccia sono stati evidenziati un'iper-espansione delle aree di elaborazione sensoriale in bambini ad alto rischio tra i 6 e i 12 mesi e un eccesso di volume cerebrale generale tra i 12 e i 24 mesi, fattori che sono stati confermati da diagnosi di ASD nel 88% dei casi (Hazlett et al., 2017).

L'insula, struttura largamente coinvolta nell'attenzione sociale e nell'elaborazione sensoriale, è risultata con volume ridotto in bambini e adulti con ASD ma di volume aumentato in feti ad alto rischio che poi hanno ricevuto in seguito la diagnosi, fornendo un potenziale biomarcatore prenatale.

Anche il corpo calloso risulta di dimensioni alterate: superiori alla norma tra i 6 e i 24 mesi e di dimensioni minori in età adulta.

Alterazioni sono state inoltre riscontrate nel cervelletto, nel nucleo accumbens, nel liquido cerebrospinale extra assiale.

In sintesi la risonanza magnetica si presenta come un indicatore promettente ma non ancora pronto per la sua applicazione clinica a causa principalmente dell'eterogeneità delle strutture coinvolte.

3.3.2 La risonanza magnetica funzionale

La fMRI o risonanza magnetica funzionale registra l'attività del cervello misurando i cambiamenti del flusso sanguigno mentre il paziente esegue compiti specifici o riceve stimoli. Osservando grandi aree cerebrali è possibile rilevare le relazioni temporali tra loci attivati contemporaneamente, anche spazialmente distanti.

Studi effettuati sull'autismo hanno mostrato anomalie dell'architettura e della funzione cerebrale, in particolar modo un'aumentata connettività nelle regioni sensomotorie e visive contro una ridotta connettività nelle regioni sociali e cognitive.

In particolare la valutazione dell'iperconnettività locale e dell'ipoconnettività a lungo raggio, le alterazioni della connettività durante il riposo e di alcune strutture coinvolte, hanno permesso di individuare dei pattern specifici che hanno previsto la diagnosi di ASD anche in bambini di 6 mesi considerati a rischio, diagnosi confermata nel 96,6% dei casi ai 2 anni (Emerson et al., 2017).

In bambini di 6 mesi si è potuto correlare la minore efficienza delle cortecce uditive primarie e secondarie alla gravità dei deficit nel linguaggio ai 24 mesi. Questi studi hanno saputo dimostrare che, nell'autismo, alcuni deficit di elaborazione sensoriale di primo livello (ricezione, traduzione, trasmissione ed elaborazione primaria) precedono e compromettono lo sviluppo di processi di livello superiore (riconoscimento, integrazione, attribuzione di senso). Lo stesso non avviene nelle persone con disfunzioni sensoriali non accompagnate da ASD (Lewis et al., 2014).

Un potenziamento sensoriale intensivo potrebbe compensare alcuni deficit in modo da interrompere o invertire questi eventi e migliorare i processi di secondo livello tra cui, ad esempio, la formazione del linguaggio (Zhou et al., 2015).

La fRMI ha inoltre dimostrato anomalie nella funzionalità inter ed intra emisferica di strutture tra loro fortemente correlate: un esempio è la funzionalità congiunta tra giro di Heschl sinistro e regione somatosensoriale destra: tipicamente queste due strutture, anche se deputate all'elaborazione di informazioni differenti (uditive la prima, tattili e propriocettive la seconda), collaborano per la comprensione del linguaggio e la localizzazione spaziale dei suoni; la mancata comunicazione tra queste aree porterebbe a deficit nella salienza e nella comprensione del messaggio.

In bambini di 9 mesi ad alto rischio di ASD sono state riscontrate traiettorie di sviluppo più statiche con una maggiore connettività intraemisferica, laddove bambini a basso rischio sviluppano invece iperconnettività a lungo raggio, importante prerequisito per l'elaborazione di ordine superiore.

Queste anomalie nelle relazioni intra e interemisferiche potrebbero essere responsabili dell'ipersensibilità sensoriale specifica e dei deficit in molte funzioni sociali come il linguaggio, l'elaborazione dei volti, l'attenzione e l'integrazione sensoriale.

Una rete cerebrale molto significativa per individuare precocemente l'ASD è la rete della salienza, individuata nell'alta connettività che si sviluppa tra l'insula anteriore, l'amigdala e la corteccia cingolata anteriore. In neonati ad alto rischio è stata riscontrata un'ipoconnettività tra queste regioni dell'emisfero sinistro che hanno correlato fortemente con bassi punteggi nel comportamento sociale 12-18 mesi dopo (Scheinost et al., 2022) e a minori capacità motorie e comunicative (Liu et al., 2024).

Questi studi risultano molto importanti poiché l'attivazione simultanea di queste aree può essere osservata già durante l'ultimo trimestre di gravidanza; utilizzando questi indicatori sarebbe potenzialmente possibile prevedere l'ASD già in epoca prenatale (Scheinost et al., 2022) e una diagnosi precoce aprirebbe la possibilità di avviare tempestivamente interventi

intensivi e mirati a facilitare lo sviluppo di quei prerequisiti indispensabili allo sviluppo neurale, sociale e comportamentale, portando ad un significativo miglioramento della qualità della vita delle persone coinvolte.

3.3.3 L'elettroencefalografia

L'elettroencefalografia (EEG) è un esame medico non invasivo che misura l'attività elettrica del cervello; applicando piccoli elettrodi sul cuoio capelluto si registrano gli impulsi neuronali sotto forma di onde grafiche.

Studi condotti con l'elettroencefalogramma, che coinvolgevano neonati ad alto rischio o con sindromi genetiche, hanno notato alterazioni specifiche già a 3 mesi prevedendo in modo affidabile l'insorgenza dell'autismo.

L'EEG ha bisogno di ulteriori validazioni per l'applicazione clinica diffusa, ma si è dimostrato un indicatore affidabile e con il grande pregio di essere uno strumento relativamente economico e facilmente trasferibile, di facile utilizzo anche in contesti rurali o difficilmente raggiungibili. Questo lo rende capace di condurre studi anche lontano dagli ospedali coinvolgendo un campione di maggiori dimensioni e raggiungendo diverse etnie e origini.

3.3.4 Magnetoencefalografia

La magnetoencefalografia (MEG) sfrutta i campi magnetici, derivanti dalle correnti postsinaptiche dei neuroni, per mappare l'attività cerebrale, ottenendo risultati con un'elevata risoluzione spaziale e precisione temporale.

Sebbene sia una metodica relativamente costosa, offre il vantaggio di non richiedere ambienti chiusi e limitati come avviene per la risonanza magnetica (MRI). Tale caratteristica costituisce un importante punto di forza nello studio effettuato sulle persone con disturbo dello spettro autistico poiché frequentemente presentano ipersensibilità sensoriale e possono sperimentare elevati livelli di disagio all'interno di spazi ristretti.

Grazie alla MEG sono stati effettuati studi sulla percezione uditiva e si sono evidenziati pattern alterati nella connettività cerebrale durante l'ascolto e l'elaborazione del linguaggio e variazioni nella latenza e nella velocità delle informazioni tramite le strutture coinvolte. Studi condotti durante l'ascolto passivo di semplici suoni hanno dimostrato che le menomazioni uditive sottopongono i neonati con ASD ad esperienze ridotte e alterate, compromettendo non solo l'apprendimento del linguaggio ma addirittura lo sviluppo di competenze più ampie di comunicazione sociale (Kuschner et al., 2021).

Anche nello studio del riconoscimento dei volti, la EEG ha dimostrato variazioni nelle aree di elaborazione delle emozioni visive e facciali, in particolar modo di quelle che esprimono gioia, e una minore risposta di attivazione nelle aree cerebrali dedicate.

3.3.5 Pupillometria

La pupillometria studia in modo non invasivo le variazioni del diametro pupillare in risposta ad uno stimolo visivo: la pupilla si restringe quando appare una luce e si dilata in sua assenza. In modo analogo attenzione e concentrazione sono legate alla variazione del diametro delle pupille: durante un compito impegnativo il sistema simpatico si attiva e dilata le pupille, quando è sovraccarico o a riposo il diametro diminuisce. Se l'iperattivazione nei confronti dell'ambiente è uno dei tratti caratteristici dell'ASD, la pupillometria indaga la dimensione a riposo, la reattività e la latenza di queste risposte in persone con ASD confrontandole con gruppi di controllo. I risultati di questi studi hanno sottolineato variazioni di ampiezza e latenza con proporzioni diverse a seconda dell'età del campione, validando l'ipotesi di una possibile disregolazione simpatica e parasimpatica

3.4 Marcatori non neurologici

La ricerca sta effettuando studi anche su marcatori non neurologici per la diagnosi precoce e presintomatica, concentrandosi sulla ricerca di metaboliti e proteine in sangue e saliva come marcatori di glicazione, ossidazione e nitratura delle proteine plasmatiche e la presenza di testosterone nel periodo postnatale precoce.

Le informazioni date da questi marcatori sono ancora insufficienti a delineare criteri sufficientemente attendibili per la diagnosi e necessitano di ulteriore indagine empirica, ma sono ritenuti un'alternativa pratica ed economica su cui investire per la futura ricerca scientifica.

4 La teoria Polivagale di Stephen Porges

4.1 Il sistema nervoso autonomo

In ogni momento il nostro organismo svolge una stupefacente gamma di attività al di fuori del nostro controllo, alcune delle quali anche fuori dalla nostra consapevolezza: il cuore batte, il respiro si adatta alle esigenze del corpo, la digestione procede, il sangue scorre, la temperatura corporea si mantiene nei limiti compatibili alla vita. Alla base di questo continuo lavoro di mantenimento e di regolazione vi è il sistema nervoso autonomo, una complessa rete di controllo che coordina tutte le funzioni involontarie del nostro organismo.

Quello che rende il sistema nervoso autonomo ulteriormente affascinante, non è soltanto il suo funzionamento indipendente dalla volontà cosciente, ma la sua capacità di retroazione, cioè di monitorare e regolare sé stesso. Il cuore, ad esempio, non si limita a garantire la circolazione del sangue e l'apporto di ossigeno ai tessuti; attraverso meccanismi di feedback riceve costantemente informazioni sullo stato dell'organismo e, quando le richieste metaboliche cambiano, modifica automaticamente la propria attività per mantenere l'equilibrio fisiologico e adattarsi ai cambiamenti dell'ambiente esterno.

Il sistema nervoso autonomo (SNA) è diviso in due branche principali: il sistema simpatico e il sistema parasimpatico. Il sistema simpatico facilita l'organismo ad affrontare e gestire situazioni di stress e di pericolo aumentando la frequenza cardiaca, dilatando le pupille e mobilitando le risorse energetiche. Il sistema parasimpatico invece, grazie al nervo vago, favorisce il recupero ed il risparmio delle energie rallentando il battito cardiaco, stimolando la digestione e promuovendo le funzioni di riposo. Le due componenti agiscono in modo complementare e coordinato, alternandosi vicendevolmente in modo da garantire un equilibrio dinamico delle funzioni fisiologiche: l'omeostasi.

Cannon definisce l'omeostasi come “L'insieme dei meccanismi fisiologici che consentono all'organismo di preservare la stabilità del milieu interno, garantendo condizioni ottimali per il funzionamento delle cellule e degli organi” (Cannon, 1932).

4.2 La Teoria Polivagale

Se tradizionalmente il sistema nervoso autonomo è descritto come un antagonismo binario dei due sistemi, Porges amplia la prospettiva proponendo un'ulteriore suddivisione del sistema parasimpatico e descrive il suo funzionamento tenendo in considerazione la filogenesi dell'uomo e spiegando le sue peculiarità rispetto ad altre specie animali.

I principi organizzativi della Teoria Polivagale sono: la gerarchia autonoma, la neurocezione, la co-regolazione e il sistema di ingaggio sociale.

4.2.1 La gerarchia autonoma

Porges, ripercorrendo l'evoluzione dell'uomo, descrive il nervo vago come "una famiglia di percorsi neurali che vagano per tutto il corpo" (Porges & Furman, 2011) e suddivide il sistema parasimpatico in due ulteriori branche che si sarebbero formate in due periodi distinti della filogenesi: il sistema dorso vagale ed il sistema ventro-vagale, che, aggiunte al sistema simpatico spiegherebbero il funzionamento del sistema nervoso autonomo.

Il sistema dorso-vagale è il sistema più antico, quello che condividiamo con i rettili, associato alla digestione, ha origine nel nucleo motore dorsale dove comunica con il nucleo del tratto solitario da cui riceve le principali informazioni, ha fibre efferenti non mielinizzate e agisce in sottofondo, controllando principalmente gli organi sottodiaframmatici ed esercitando basse influenze sul cuore e sui bronchi.

La sua funzione originaria permetteva di abbassare l'attività metabolica per conservare le energie durante la morte simulata e le lunghe immersioni, le due principali strategie di difesa in quel momento evolutivo. Nel tempo il sistema dorso-vagale si è mantenuto praticamente invariato: l'ipossia, cioè la sensazione di carenza di ossigeno, stimola l'attivazione di questo diffuso risparmio energetico che, sebbene altamente adattivo nei rettili, si dimostra molto pericoloso nei mammiferi. Questi, infatti, hanno un bisogno energetico fino a cinque volte maggiore rispetto ai rettili, anche nei momenti di riposo e recupero, e una forte o prolungata diminuzione di ossigeno può causare bradicardie o essere addirittura letale.

Il sistema nervoso simpatico, il secondo ad apparire, gestisce invece la circolazione sanguigna, il ritmo cardiaco, la temperatura corporea, i cambi di posizione e fornisce l'energia necessaria per rispondere in un nuovo modo alle situazioni di pericolo: l'attacco o la fuga. È il sistema che consente al corpo di affrontare le emergenze aumentando la gittata cardiaca, inibendo il tratto gastro intestinale, molto dispendioso dal punto di vista energetico, e stimolando le ghiandole sudoripare per proteggere, lubrificare la pelle ed espellere materiali di scarto quando l'organismo ne produce in maggiore quantità (Porges, 2014)

Il sistema ventro-vagale è la struttura che nella filogenesi è apparsa per ultima e, anche a livello ontogenetico, si sviluppa dall'ultimo trimestre di gestazione e continua il suo processo di mielinizzazione dopo la nascita; processo che permette di ricevere ed inviare informazioni in modo rapido ed efficace. Il sistema ventro-vagale ha origine nel nucleo ambiguo del tronco encefalico e ha funzione afferente, raccoglie cioè informazioni dal corpo e le

trasporta, per essere elaborate, verso il cervello e efferente, veicola cioè informazioni dal cervello agli altri organi, modulandone la risposta (Porges, 2014).

Le vie afferenti ed efferenti del sistema ventro-vagale condividono informazioni ad organi visceromotori (cuore e polmoni) e strutture somatomotorie (laringe, faringe, esofago). La componente visceromotoria formata da vie mielinizzate agisce sul nodo seno-atriale del cuore e sui bronchi e, contemporaneamente, dalla loro attivazione raccoglie informazioni. Anche la componente somatomotoria ha la doppia funzione di inviare e di raccogliere informazioni tramite comportamenti come esplorare l'ambiente (guardare, ascoltare) e ricercare il contatto sociale (espressioni del volto, movimenti del capo, vocalizzazioni).

In questi comportamenti il nervo vago comunica e collabora in entrambe le direzioni con altri nervi cranici che sono derivati dall'evoluzione degli archi branchiali primitivi, in particolare con il III, V, VII, IX e XI (oculomotore, trigemino, facciale, glossofaringeo e accessorio).

Con l'evoluzione della porzione ventrale del nervo vago, i mammiferi avrebbero, secondo la teoria di Porges, legato indissolubilmente, a livello di strutture cerebrali, il loro sistema nervoso autonomo ai comportamenti di socialità.

L'evoluzione filogenetica dei mammiferi è partita quindi da strutture antiche, condivise con altre specie di un nervo atto al ristoro, alla digestione e al risparmio energetico che produceva una bradicardia per ridurre le attività del sistema cardio-polmonare al fine di conservare l'ossigeno. Avendo bisogno di grandi quantità di cibo e di ossigeno hanno sviluppato strategie per le quali era fondamentale imparare a rilevare il pericolo.

Si sono quindi sviluppate funzioni di attenzione e mobilitazione congiunte. I mammiferi hanno imparato ad attaccare e fuggire attivandosi per influire sull'ambiente.

Comportamenti più complessi correlano con un sistema nervoso più evoluto: i mammiferi hanno imparato ad agire solo dopo essersi orientati e aver valutato la situazione. Hanno imparato a stabilire se scappare immediatamente o aspettare strategicamente, a decidere se attaccare di sorpresa o usare risorse neurali per immaginare e adottare risposte diverse e hanno cominciato ad interagire con consimili tramite espressioni facciali e vocalizzazioni, per condividere informazioni e concertare strategie.

Nuove vie nervose finalizzate alla sopravvivenza hanno creato un sistema dove la socialità contribuisce alla percezione del pericolo e al suo contrario: la sicurezza. Queste vie hanno cominciato a modulare l'attivazione stessa, promuovendola nel momento del bisogno e inibendola nei momenti di serenità, evitando un inutile dispendio di energia.

Il funzionamento di questi tre stati del sistema nervoso autonomo segue lo schema della dissoluzione Jacksoniana secondo cui "le strutture più avanzate del sistema nervoso

inibiscono le strutture inferiori e, dunque, quando le strutture superiori non riescono più a funzionare, si attivano quelle inferiori” (Halstead, 1958).

Un sistema normalmente funzionante è quindi capace di stare in una situazione di calma e serenità che permette il riposo e il recupero delle energie, di attivarsi nel momento della richiesta ambientale e di tornare alla serenità appena il pericolo passa. Nel caso in cui le energie vengano consumate in modo sproporzionato (da pericoli reali o percepiti o situazioni stressanti), secondo questo principio, l'organismo si spegne per entrare in modalità "risparmio" così da poter tutelare le funzioni primarie e recuperare le energie. Il problema si presenta se l'organismo non ha il tono necessario a “riaccenderlo” o se la situazione stressante si prolunga nel tempo: la “modalità risparmio” può diventare irreversibile o addirittura portare alla morte.

4.2.2 Il sistema ventro-vagale

Come funziona precisamente il sistema ventro-vagale?

Secondo Porges, come rappresentato nella Figura 4.1, il sistema nervoso autonomo “attraverso una comunicazione bidirezionale monitora e regola lo stato di un organo per mantenere il livello necessario per garantire una funzione specifica [...] include un regolatore centrale che determina l'output motorio per un organo dopo aver interpretato l'informazione del sensore (feedback dell'afferente) che monitora lo stato dell'organo” (Porges, 2014).

L'omeostasi è garantita quindi da funzioni di attuazione, di controllo e di regolazione.

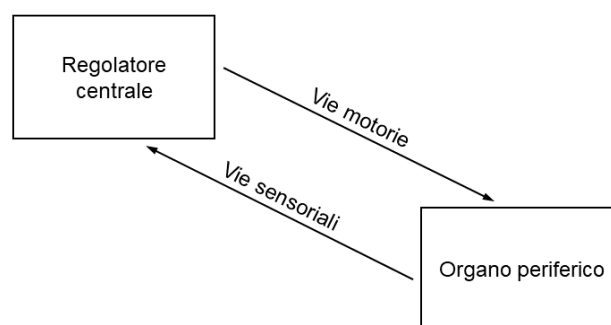


Figura 4.1

Rappresentazione schematica di modello di feedback negativo di base (Porges, 2014)

Porges paragona il funzionamento del sistema nervoso autonomo a quello di un impianto di riscaldamento dotato di termostato basato su feedback negativi. L'impianto scalda, il termostato verifica periodicamente la temperatura della stanza e, se riceve un feedback negativo (perché la temperatura si discosta da quella richiesta), spegne o riattiva un motore

per alzare la temperatura della stanza e portarla al range predefinito. Un termostato mal funzionante potrebbe richiedere di continuare ad alzare la temperatura di una stanza indipendentemente dal bisogno reale finché il sistema stesso non va in blocco e smette di funzionare.

I sistemi sani autoregolantisi, basati cioè su feedback negativi, hanno un proprio ritmo (la respirazione, il battito cardiaco) che scandisce il tempo del funzionamento dell'organismo nella sua condizione di normalità e hanno un'ampiezza, cioè l'intervallo di variazione che il sistema può tollerare prima di intervenire. La dimensione di queste due misure descrive il tono vagale, cioè l'ampiezza della finestra di tolleranza del sistema nervoso prima di trovarsi fuori dalla zona di confidenza e, di conseguenza, di dover intervenire per ripristinare l'equilibrio.

Porges ha individuato nell'aritmia seno-respiratoria (ASR) un parametro fisiologico attendibile del tono del nervo vago. L'ASR è la naturale variazione della frequenza dei battiti durante la respirazione: maggiore durante l'inspirazione per supportare l'ingresso di ossigeno, minore durante l'espirazione, dove proprio il nervo vago rallenta il ritmo del cuore per farlo tornare a riposo.

Se il vago dorsale sostiene il recupero e la digestione durante i periodi di basse sollecitazioni come il riposo, la via ventrale del nervo vago agisce direttamente sul nodo seno-atriale, il pacemaker naturale, diminuendone il ritmo intrinseco. Il cuore, secondo Porges è sempre potenzialmente regolato su un ritmo alto, capace di sostenere velocemente attacchi, fughe e risposte attive; il nervo vago agisce come un "freno" che "si aziona" inibendo questa energia potenzialmente disponibile nei momenti in cui non serve (serenità, riposo) e "diminuisce la sua forza" di fronte alle esigenze dell'ambiente permettendo al cuore di sprigionare la sua energia e attivarsi.

Se il vago ventrale funziona come un freno, il suo tono svolge due compiti: delimita la dimensione dell'area di sicurezza dove il sistema resta capace di gestire l'imprevisto con lucidità e competenza, prima di entrare nella modalità in cui deve attivare il sistema simpatico, e indica la sua capacità, dopo l'attivazione, di smorzare e interrompere lo stress, e ripristinare uno stato di quiete, funzionale al ristoro e al recupero.

4.2.3 La neurocezione

Per la sua sopravvivenza l'uomo è alla continua ricerca di segnali di pericolo e di sicurezza per orientare tutte le sue azioni; Porges introduce così il concetto di neurocezione:

“Ho coniato il termine neurocezione per descrivere in che modo i circuiti neurali sono in grado di distinguere situazioni o persone sicure da quelle pericolose o minacciose per la vita. Grazie a quello che abbiamo ereditato come specie, la neurocezione avviene nelle parti primitive del cervello, senza la consapevolezza cosciente. La valutazione di una persona come sicura o pericolosa innesca comportamenti prosociali piuttosto che di difesa, determinati dalla neurobiologia. Anche se non siamo consapevoli di un pericolo a livello cognitivo, a livello neurofisiologico il nostro corpo ha già iniziato una sequenza di processi neurali che faciliterebbero comportamenti di difesa adattiva come attacco, fuga o immobilizzazione” (Porges, 2014).

Attraverso la neurocezione il sistema nervoso applica un costante controllo verso il proprio interno, cioè cosa sta avvenendo nell'organismo stesso (interocezione) e verso l'esterno cioè l'ambiente e le relazioni.

La neurocezione è un processo sempre attivo e fuori dal controllo della consapevolezza: segnali di pericolo e sicurezza arrivano al nostro cervello ancora prima che la nostra mente li abbia codificati e abbia fornito loro una spiegazione.

I segnali vengono automaticamente interpretati come pericolosi o minacciosi a seconda delle esperienze pregresse individuali, vissute in prima persona o derivate da insegnamenti. Queste creano pattern comportamentali di protezione o connessione. Se un organismo si forma in un ambiente sano, coerente e supportivo, impara a leggere i segnali in modo affidabile, inibendo i sistemi di protezione negli ambienti sicuri e attivandoli di fronte alle minacce (Dana, 2024). Inoltre la neurocezione della sicurezza è incompatibile con quella di pericolo e, di conseguenza, i pattern comportamentali saranno polarizzati su comportamenti di rilassamento e connessione o su risposte di protezione e chiusura. Sarebbe infatti altamente disfunzionale la messa in atto di comportamenti prosociali e di connessione in una situazione di pericolo.

La neurocezione viene attuata da specifici rilevatori di funzionalità di alcune zone della corteccia temporale che comunicano con l'amigdala e la sostanza grigia periacqueduttale e insieme guidano la reazione emotiva agli stimoli vocali, facciali o del movimento delle mani (Porges 2014). Per questo motivo la presenza di individui familiari o la presenza di persone con espressione rilassata e voce calda e appropriata dal punto di vista prosodico, si traduce in interazioni sociali che producono un senso di sicurezza.

Le situazioni di rischio attivano invece segnali di feedback viscerali: le vie afferenti convogliano al nostro cervello informazioni riguardo l'aumentato battito cardiaco, le variazioni del ritmo respiratorio e della sudorazione, segnali che il cervello legge come una conferma coerente del pericolo ambientale e dell'inaccessibilità temporanea agli stati di calma e connessione.

Come mostrato in Figura 4.2, esiste una comunicazione continua e bidirezionale tra corpo, cervello e ambiente.

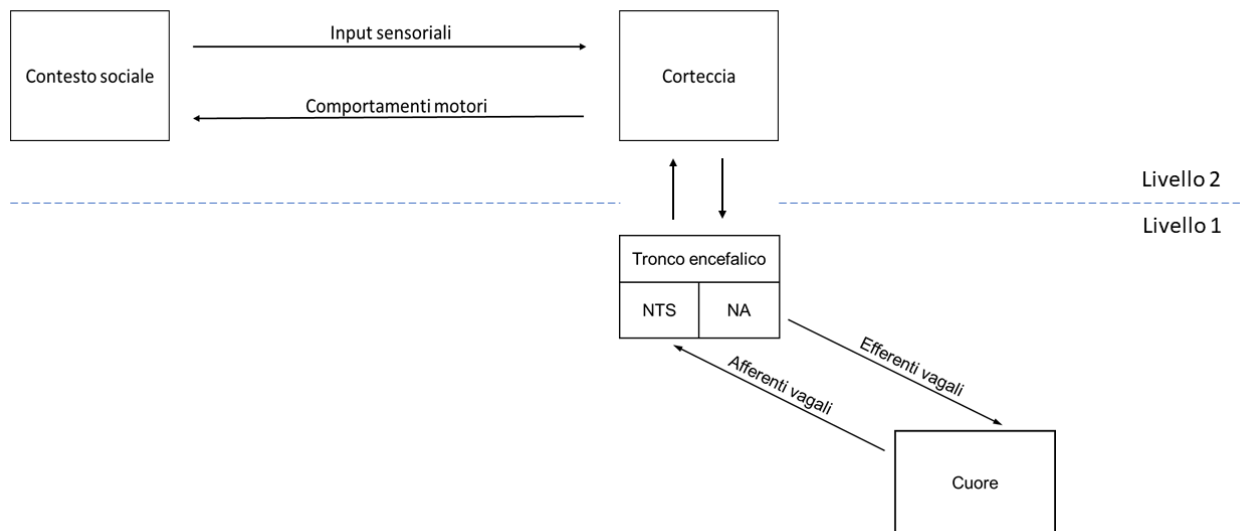


Figura 4.2

Rappresentazione schematica di un modello di feedback negativo a due livelli che fornisce una cornice teorica per spiegare le operazioni del freno del vago in risposta alle richieste dell'ambiente (interazioni sociali). Si noti la comunicazione bidirezionale tra le strutture corticali e il tronco encefalico (Porges, 2014)

Già William James, in *Principles of Psychology*, sosteneva che gli stati viscerali diano colore alle nostre esperienze, fornendo quelle che definiamo “emozioni” e modificando la nostra percezione delle persone e delle situazioni, rendendo le stesse caratteristiche connotate diversamente e influenzando, di conseguenza, le nostre reazioni (James, 1890).

Porges riprende questa intuizione: il sistema nervoso, a seconda della neurocezione che ha dell'ambiente, si muoverà attraverso gli stati autonomici sopra descritti, spostandosi da stati ventro-vagali di sicurezza a stati di attivazione attacco-fuga davanti a pericoli ritenuti affrontabili e a stati di resa e freezing davanti a minacce talmente forti da ritenere di non avere risorse sufficienti per fuggire o contrastare.

Gli stati autonomici non sono, quindi, intrinsecamente positivi o negativi ma sono risposte adattive o disadattive a seconda del rischio effettivo dell'ambiente: è funzionale attivarsi davanti ad una minaccia e rilassarsi nei momenti di serenità, è disadattivo soffermarsi su strategie di socialità nel momento del pericolo e rimanere attivati ed in allarme quando questo non è più presente.

Una neurocezione inefficace del pericolo o incapace di inibire i meccanismi di difesa nel momento in cui il pericolo cessa porta con sé un grande dispendio energetico e le relative conseguenze sugli organi coinvolti.

È ciò che McEwen spiega riguardo il “carico allostatico”: una risposta fisiologica di difesa ha funzioni adattive nel breve periodo ma diventa dannosa per l'organismo stesso se prolungata nel tempo e attivata cronicamente (McEwen & Wingfield, 2003).

A seguito di una corretta neurocezione dell'ambiente, un nervo vago con un tono ottimale reagisce con prontezza ritirandosi e permettendo l'espressione del sistema simpatico, successivamente lo contrasta esercitando la sua funzione con decisione, così che l'organismo possa ritornare all'equilibrio.

4.2.4 La co-regolazione

A differenza di altre classi di animali i cuccioli dei mammiferi, al momento della nascita, non sono autonomi e autosufficienti ma hanno bisogno della cura degli adulti del gruppo; cura che si esprime attraverso la protezione e il nutrimento. Nei mammiferi il nutrimento è inizialmente dato dall'allattamento e, in seguito, procacciato dall'adulto. Il momento dell'allattamento necessita che una femmina adulta, tipicamente la madre, resti ferma e disponibile per un tempo sufficientemente lungo perché il nutrimento avvenga. Questa “immobilizzazione senza paura” (Porges, 2014) è consentita da alcuni ormoni, tra cui ossitocina e prolattina, che, oltre a favorire la produzione di latte, rendono tollerabile, se non addirittura piacevole, la situazione stessa, dando vita a espressioni del viso e della voce che favoriscono la creazione di un legame affettivo.

Il cucciolo, mentre si nutre, avvia una sequenza neuronale molto complessa di sinergia tra la suzione, la deglutizione e la respirazione. Per fare questo attiva contemporaneamente nervi, muscoli del viso e del collo e il nervo vago mielinizzato. Questo agisce su bronchi e cuore, in un primo momento ritirandosi, così da permettere la mobilitazione necessaria alla nutrizione stessa e, in un secondo momento, ripristinando la sua azione inibitoria per favorire la digestione.

In questo momento le espressioni amorevoli del caregiver, il suo tono di voce rassicurante, i suoi movimenti di contenimento, spesso naturalmente oscillatori, e il suo calore creano la situazione che favorisce la neurocezione di sicurezza del piccolo e, contemporaneamente, trasmettono informazioni fondamentali e durature sulla sicurezza stessa, in quali modalità questa si esprima e dove possa essere ricercata.

In questo modo il neonato, grazie alla maturazione del sistema nervoso autonomo, con circuiti neuronali che si stanno gradualmente allungando e mielinizzando, e grazie alle esperienze di sicurezza vissute, diventa sempre più abile e autonomo a gestire la propria regolazione, impara a tollerare momenti di solitudine sempre più lunghi, diventa progressivamente sicuro e desideroso di esplorare l'ambiente nella sua complessità e imprevedibilità e sempre più attivo e competente nella ricerca delle interazioni sociali che supportino il suo benessere.

Nel periodo saliente dello sviluppo, il bambino sviluppa contemporaneamente ed in modo sinergico il sistema autonomico, il sistema cognitivo ed il sistema motorio; per tutta la vita questi sistemi costituiranno una rete funzionalmente integrata dove l'attivazione di uno influenzerà e modulerà il funzionamento degli altri.

4.2.5 Il sistema di ingaggio sociale

Per poter creare un legame sociale è necessaria una situazione di vicinanza stretta, questo accade nei legami mamma-bambino, nei legami tra pari e in quelli con un partner.

La vicinanza non è legata solamente alla capacità di muoversi nello spazio e raggiungere l'altro, in questo caso il neonato partirebbe gravemente svantaggiato, ma può essere espressa con lo sguardo, con la modulazione della voce, con l'ascolto, con espressioni facciali che esprimano coinvolgimento, che richiamino l'attenzione degli altri e la orientino su di sé.

Per creare vicinanza sociale sono quindi ingaggiati contemporaneamente tutti i nervi cranici, incluso il nervo vago, questi, cooperando, modulano l'espressione del volto e delle emozioni e, contemporaneamente, creano una duratura interdipendenza reciproca.

La via del nervo vago ventrale, infatti, influenza ed è influenzata dal funzionamento degli altri nervi con cui collabora. Questa sinergia funzionale è osservabile in entrambe le sue funzioni: somato-motoria e viscero-motoria.

Nella funzione somato-motoria, legata cioè al controllo dei muscoli volontari, il nervo vago ventrale contribuisce all'espressione dei comportamenti di esplorazione dell'ambiente tramite l'osservazione, l'ascolto, l'assaggio e a comportamenti di ricerca di contatto sociale quali le espressioni facciali, i movimenti del capo e le vocalizzazioni. In queste funzioni collabora in sinergia con i nervi XI (accessorio) per la rotazione del capo, IX (glossofaringeo) per le vocalizzazioni, V e VII (trigemino e facciale) per le espressioni facciali, VII per filtrare i suoni a bassa frequenza attraverso i muscoli dell'orecchio medio e per separare la voce umana da altri suoni.

Nella funzione viscero-motoria invece agisce direttamente sul nodo seno-atriale del cuore e sui bronchi ed agisce in sinergia con il VII e il IX per coordinare la salivazione e la digestione e con il III (oculomotore) per promuovere il riposo. Inoltre, coerentemente con le informazioni ricevute dagli altri nervi, il nervo vago garantisce le risorse metaboliche per entrare in contatto o ritirarsi dalle situazioni sociali.

Come mostrato in Figura 4.3, il nervo vago e gli altri nervi cranici, lavorando in sinergia e sviluppandosi in modo simultaneo e interconnesso, diventano un sistema integrato: attraverso le fibre afferenti essi trasmettono le informazioni sociali provenienti dall'ambiente e le informazioni neurocettive provenienti dai visceri, queste vengono inizialmente integrate nei circuiti del tronco encefalico e successivamente elaborate da strutture corticali e sottocorticali, consentendo una valutazione dello stato interno ed esterno dell'organismo.

In risposta a questa elaborazione, le fibre efferenti modulano simultaneamente l'attività del cuore e dei polmoni e coordinano i muscoli coinvolti nell'espressione facciale, nella vocalizzazione, nell'ascolto e nel contatto visivo.

In questo modo, la regolazione delle funzioni viscerali e quella dei comportamenti sociali risultano profondamente integrate, creando una struttura complessa e affascinante che Porges definisce il “sistema di ingaggio sociale” (Porges, 2003)

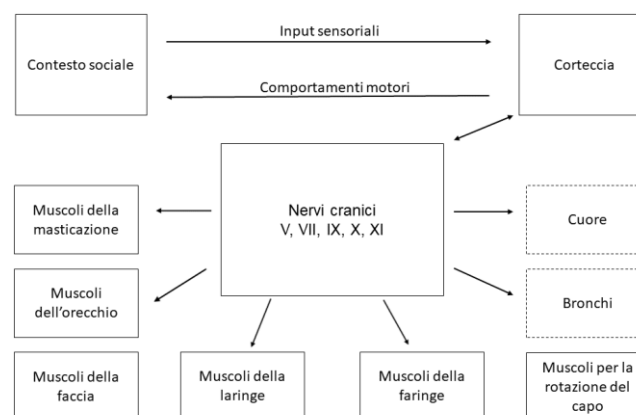


Figura 4.3

Il sistema di ingaggio sociale: il sistema è formato da una componente somatomotoria (le vie efferenti viscerali speciali che regolano i muscoli del capo) e una componente viscero-motoria (il freno del vago che regola il cuore ed i bronchi) (Porges, 2014)

Ma se è un sistema bidirezionale e integrato, cosa succede nelle persone con disturbi dello sviluppo, psichiatrici o comportamentali che hanno disfunzioni strutturali o funzionali nello

sguardo, nella selezione della voce umana, nelle espressioni facciali, nei gesti del capo, nella prosodia?

Dal punto di vista fisiologico, un sistema di ingaggio sociale compromesso, quali conseguenze ha sul nervo vago e sulla sua capacità di agire sulla modulazione del sistema simpatico? Quali conseguenze produrrà sull'organismo e la sua regolazione?

Porges stesso riprende il principio della gerarchia autonoma per dare una risposta:

“Quindi le componenti autonome, coincidenti con le interazioni sociali, sono mediate da cambiamenti del tono vagale sul cuore piuttosto che da cambiamenti dell'attivazione del simpatico. [...] Ed eventuali difficoltà nel regolare il freno del vago comportano la discesa in campo dei sistemi più arcaici del punto di vista filogenetico per regolare il fabbisogno metabolico necessario e rispondere alle sollecitazioni esterne” (Porges, 1998).

5 Critiche rivolte alla Teoria Polivagale e risposte di Stephen Porges

5.1 Le critiche di Grossman e colleghi

Negli ultimi anni la Teoria Polivagale è stata oggetto di un importante dibattito scientifico. Tra le critiche più articolate vi è quella proposta da Grossman e collaboratori (Grossman, 2023), secondo cui molte delle premesse fisiologiche su cui si fonda il modello di Porges non avrebbero un adeguato riscontro empirico.

Un punto saliente della critica riguarda l'interpretazione evolutiva proposta da Porges.

Gli autori ritengono che la teoria Polivagale sia eccessivamente ricapitolazionista, porti cioè avanti l'idea che l'ontogenesi rispecchi la filogenesi, idea ritenuta ormai obsoleta.

Inoltre sostengono che non esistano evidenze che il sistema vagale ventrale mielinizzato sia un'esclusiva innovazione dei mammiferi; studi di anatomia comparata mostrano infatti la presenza di vie vagali mielinizzate e di nuclei ventrali analoghi a quelli dei mammiferi anche in numerosi altri vertebrati, tra cui pesci, anfibi, rettili e uccelli.

Fanno notare che altri vertebrati hanno sviluppato comportamenti di orientamento mediati dal vago ventrale mielinizzato e che, anche in altre classi, sono osservabili comportamenti sociali complessi che includono le cure parentali dopo la nascita o la schiusa, i combattimenti tra maschi per la territorialità e per stabilire le gerarchie di dominanza, il corteggiamento, la collaborazione per la protezione del gruppo, la nidificazione comunitaria, la caccia cooperativa, il legame di coppia e altri comportamenti che indicano competenze sociali (Doody et al., 2020).

Grossman e colleghi sostengono quindi che l'ipotesi che vedrebbe il sistema di coinvolgimento sociale come una conquista evolutiva esclusiva dei mammiferi, risulterebbe scarsamente supportata.

Gli autori contestano inoltre l'uso dell'aritmia sinusale respiratoria (ASR) come indice diretto del tono vagale. Sebbene l'ASR rappresenti un utile indicatore non invasivo dell'influenza vagale sul cuore, secondo loro non rappresenta fedelmente la complessità dei sistemi che interagiscono insieme al vago e di numerosi fattori confondenti, quali la frequenza e la profondità del respiro, l'attività simpatica e diverse variabili chimiche di sostanze presenti nel corpo.

Un ulteriore elemento critico riguarda la relazione tra nervo vago, emozioni e comportamento sociale. Secondo Grossman e collaboratori, le emozioni e le competenze sociali emergono dall'interazione di complesse reti neurali che coinvolgono corteccia cerebrale, sistema limbico, tronco encefalico e molteplici vie autonome. Attribuire al nervo vago un ruolo privilegiato nella regolazione delle emozioni e dell'ingaggio sociale costituirebbe pertanto una semplificazione eccessiva di processi neurobiologici estremamente complessi. Riconoscono il ruolo importante del nervo vago nella regolazione delle emozioni e degli stati viscerali, ma sostengono non ci siano le prove che sia stato "riadattato" nei mammiferi per facilitare il comportamento socio-emotivo, o che comportamenti sociali specifici si siano evoluti come conseguenza del controllo vagale dei mammiferi (Grossman, 2023).

In sintesi, pur riconoscendo il valore clinico del modello di Porges nel promuovere nuove prospettive sulla regolazione emotiva e sulle relazioni sociali, Grossman e colleghi ritengono che molte delle sue affermazioni riguardo i dati fisiologici richiedano una sostanziale revisione e non possano essere utilizzati come dimostrazione delle sue intuizioni.

5.2 Le risposte di Stephen Porges alle critiche

Porges replica alle critiche mosse alla Teoria Polivagale in diverse occasioni e nell'articolo *When A Critique Becomes Untenable: A Scholarly Response To Grossman Et Al.'S Evaluation Of Polyvagal Theory* pubblicato nel 2026 sulla rivista scientifica *Clinical Neuropsychiatry* (Porges, 2026), fornisce un'organizzazione sistematica delle risposte. In questo articolo ribadisce i costrutti fondanti della teoria e ne sottolinea la portata a livello clinico.

Per quanto riguarda la ricapitolazione, spiega ampiamente come lo sviluppo degli elementi neurali non sia una semplice rievocazione della storia evolutiva ma segua un processo di formazione, specificazione e integrazione funzionali alla regolazione. La traiettoria evolutiva ontologica che vede la maturazione, la mielinizzazione e l'integrazione delle vie ventrali con altri sistemi motori che a loro volta si stanno sviluppando, parallelamente alla comparsa dell'ASR, fornisce una spiegazione meccanicistica dell'organizzazione funzionale di queste strutture nelle sequenze di suzione, deglutizione, respirazione, vocalizzazione ed espressione del viso, piuttosto che servire come prova di ascendenza filogenetica (Porges & Furman, 2011).

Inoltre sottolinea il principio dell'eterocronia, secondo il quale nuove funzioni non debbano essere necessariamente introdotte da nuove strutture, sono sufficienti la riorganizzazione e il riutilizzo di circuiti già esistenti, infatti:

“Gli elementi autonomici conservati vengono riorganizzati attraverso cambiamenti nella connettività centrale, nella specificazione embriologica e nell'integrazione dei circuiti per produrre strategie regolatorie specifiche di una linea evolutiva e generano previsioni verificabili a livello di organizzazione funzionale” (Porges, 2026).

Sottolinea poi la profonda differenza tra omologia ed equivalenza funzionale, causa, a suo parere, di molti fraintendimenti. L'omologia descrive una derivazione da un antenato comune che può caratterizzare una classe, come il sistema mammario nei mammiferi, o adempiere a funzioni diverse come, ad esempio, il braccio di un umano e l'ala di un uccello. L'equivalenza funzionale, invece, indica strutture di derivazione diversa ma che svolgono funzioni simili come, ad esempio, l'ala di un uccello e quella di un insetto.

Come strutture con una derivazione comune possono, nelle diverse specie, arrivare a formare reti funzionali marcatamente diverse, così comportamenti simili possono essere regolati da organizzazioni neurali profondamente differenti.

Secondo questo principio i comportamenti affiliativi o sociali in uccelli, rettili o pesci potrebbero risultare formalmente analoghi a quelli dei mammiferi a livello comportamentale ma basarsi su substrati neuronali e schemi di integrazione profondamente differenti. Per stabilire che i comportamenti sociali delle diverse classi possano essere considerati analoghi tra loro, manca, secondo Porges, la prova che, in tutte le specie diverse dai mammiferi, questi siano il risultato della coordinazione delle vie cardioinibitorie vago-ventrali con i nervi cranici che sostengono l'espressione del volto, la vocalizzazione e l'elaborazione uditiva.

Infine, parlando dell'ASR, sostiene che la respirazione non possa essere considerata semplicemente un fattore confondente della sua misurazione ma che sia proprio la dimostrazione della loro funzione combinata: il coordinamento degli oscillatori respiratori midollari e i neuroni vagali cardioinibitori modulano la frequenza ritmica della gittata cardiaca e le sue variazioni.

“In questo quadro, la respirazione e l'RSA sono output paralleli di una rete regolatoria comune del tronco encefalico, piuttosto che processi sequenziali di causa-effetto.” (Porges, 2026)

Ed è grazie alla rapida modulazione della gittata cardiaca che nei mammiferi si possono osservare la flessibilità comportamentale e l'interazione sociale.

Inoltre Porges non considera l'efficienza vagale una misurazione statica: sostiene che questa indichi come i segnali regolatori, mediati a livello centrale dal cervello, si esprimano sugli effettori al variare dello stato autonomico in contesti mutevoli.

In sintesi Porges afferma che alcune critiche siano state rivolte ad una lettura ricostruita in modo errato della Teoria Polivagale e ribadisce i concetti e le misurazioni che ne dimostrano la validità.

5.3 Considerazioni personali

Sono consapevole che la Teoria Polivagale sia oggetto di un vivace dibattito scientifico e che alcune delle sue ipotesi rimangano tuttora aperte al confronto e alla verifica empirica, ma ritengo abbia un grande valore perché capace di sintetizzare e ricondurre in un quadro unitario e coerente scoperte ed intuizioni anche apparentemente distanti.

È capace di tracciare un continuum logico a partire dalle riflessioni evoluzionistiche di Darwin e le intuizioni pionieristiche di William James sul rapporto tra stati corporei ed esperienza emotiva, attraverso le neuroscienze, la fisiologia e la psicologia, fino a offrire una chiave di lettura del nostro agire quotidiano.

Descrive le dinamiche che sottendono il benessere, la sicurezza e le relazioni sociali e rende comprensibili le reazioni di difesa di fronte al pericolo, anche quelle ritenute troppo spesso incoerenti e insufficienti, come il freezing durante le violenze sessuali. Spiega, a livello fisiologico, perché sia dannoso crescere o restare troppo a lungo in situazioni stressanti e come queste arrivino a configurare vere e proprie patologie.

Allo stesso modo ha il pregio di spiegare il comune denominatore che condividono molte strategie di autoregolazione, anche molto antiche, finalizzate al rilassamento e all'equilibrio mente-corpo quali la respirazione controllata, la meditazione, la preghiera, la vocalizzazione, l'esposizione controllata al freddo, il canto, la risata.

Ho scelto di approfondire la Teoria Polivagale perché, a mio avviso, rappresenta uno dei modelli più efficaci per spiegare come la percezione di sicurezza o di pericolo organizzi le risposte dell'organismo tra la socialità e le strategie difensive.

Questa prospettiva apre a nuove importanti domande: nei contesti, come lo spettro autistico, in cui emergono difficoltà comportamentali, è possibile ipotizzare che, alla base, vi sia un'alterata percezione di sicurezza?

Indagare come l'individuo neurocepisca l'ambiente potrebbe offrire una chiave interpretativa dei comportamenti osservati?

È possibile identificare quali processi abbiano ostacolato lo sviluppo di un senso di sicurezza sufficiente a sostenere l'interazione sociale?

E, una volta individuati tali meccanismi, è possibile promuoverne il recupero, attraverso interventi mirati?

6 L'autismo e la Teoria Polivagale

Nell'articolo *The vagous: a mediator of behavioural and psychologic features associated with autism* (Porges, 2014) Porges spiega come la teoria Polivagale si dimostri uno strumento estremamente utile per comprendere alcune caratteristiche del disturbo dello spettro autistico, ricordando come il nervo vago costituisca un importante sistema bidirezionale che convoglia segnali sensoriali e motori, fondamentali alla regolazione degli stati viscerali e affettivi. Nella Figura 6.1 si può vedere l'estesa ramificazione del nervo vago e quanti organi raggiunga.

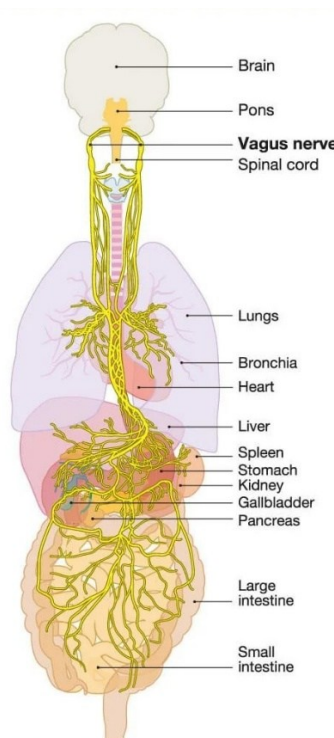


Figura 6.1 Rappresentazione schematica del nervo vago e degli organi che raggiunge

Già Darwin, nel libro *The expression of the emotions in man and animales* (Darwin, 1989), aveva individuato nel nervo vago, da lui denominato *pneumogastico*, il principale veicolo della comunicazione neurale tra cervello e visceri, riconoscendogli un ruolo importante nella regolazione dell'umore e degli stati affettivi.

Come abbiamo precedentemente approfondito, la Teoria Polivagale sostiene che l'evoluzione del sistema nervoso autonomo abbia fornito un substrato neurofisiologico per le esperienze emotive ed affettive implicate nel comportamento sociale, determinandone

una più vasta gamma, permettendo l'acquisizione di nuove e complesse abilità di comunicazione e favorendo la capacità di regolare gli stati corporei e i comportamenti.

Suddividendo il nervo vago in due distinte branche dal punto di vista anatomico e fisiologico, ha delineato due strategie comportamentali con funzioni adattive diverse e, integrandole con le funzioni del sistema nervoso simpatico, ha descritto tre modalità autonome di funzionamento.

La prima funzione del nervo vago, comune a molti altri animali, promuove l'immobilizzazione e il risparmio energetico necessari alle strategie di morte simulata; il sistema simpatico sostiene la mobilitazione necessaria ai comportamenti di attacco e fuga; infine la seconda branca del nervo vago, nata da una migrazione ventrale di neuroni cardioinibitori e dalla loro mielinizzazione, rende possibili, associandosi ad altri nervi, la comunicazione sociale. La maggiore complessità neuronale porta con sé un progressivo arricchimento del repertorio affettivo e comportamentale e la corteccia cerebrale integra informazioni provenienti da strutture visceromotorie e somatomotorie e su di loro esercita una maggiore influenza.

Dal punto di vista filogenetico, l'uomo raggiunge la possibilità di attraversare con agilità queste tre modalità e, contemporaneamente, assume un controllo progressivamente maggiore dei nervi del viso e del collo che rendono possibili sfumature sempre nuove di espressioni del volto e di vocalizzazioni associate alla comunicazione sociale.

Questi spostamenti negli stadi autonomici sono determinati dal nervo vago che agisce sul cuore e sulla sua frequenza cardiaca. Abbiamo visto che il cuore ha una sua frequenza intrinseca, quando il tono vagale è alto, durante la neurocezione di sicurezza, il vago agisce come freno, rallentando il battito, quando il tono è basso, nel momento dell'attivazione, non c'è inibizione o ve ne è molto poca sul pacemaker cardiaco. Quando il tono del vago è alto l'organismo ha la possibilità di coinvolgersi nelle situazioni, con le altre persone.

È possibile quindi che l'autismo sia associato ad un deficit funzionale del freno del vago e ad una difficoltà a muoversi con facilità tra gli stati autonomici tra socialità e difesa?

La Teoria Polivagale lega le difficoltà nei comportamenti sociali alla ristretta gamma di espressioni del viso e di regolazione degli stati viscerali e, nonostante citi studi che descrivono alterazioni strutturali coerenti con la teoria, Porges si sofferma soprattutto sui deficit funzionali.

Per quanto riguarda l'autismo Porges ne sottolinea gli specifici deficit, sia dal punto di vista somato-motorio (sguardo, ridotta espressività del volto, mancanza di prosodia, difficoltà nella masticazione) che dal punto di vista visceromotorio (problemi cardio-polmonari e a carico del sistema digerente, difficoltà nella regolazione autonoma).

Tali deficit influiscono sul comportamento sociale spontaneo, sulla consapevolezza sociale, sull'espressività affettiva, sulla comunicazione non verbale, sullo sviluppo del linguaggio.

Infatti, durante lo sviluppo embrionale, parti di alcuni nervi cranici, conosciuti come vie efferenti viscerali speciali, si sviluppano in sinergia per creare il substrato neuronale del sistema di ingaggio sociale alla base del comportamento e delle emozioni.

Il sistema di ingaggio sociale è controllato dalla corteccia cerebrale, la quale agisce sui nuclei del tronco encefalico che controllano i muscoli degli occhi, i muscoli dell'orecchio medio, i muscoli della masticazione, i muscoli di laringe e faringe, e i muscoli dell'orientamento del capo.

Agendo insieme, questi muscoli, funzionano da filtri per selezionare e interpretare gli stimoli sociali che arrivano dall'ambiente e si sincronizzano con il nervo vago e la sua modulazione inibitoria sul cuore per promuovere stati di calma.

È possibile quindi ipotizzare che deficit funzionali delle strutture deputate allo sguardo, all'individuazione della voce umana, alle espressioni facciali, alla prosodia e alla regolazione degli stati viscerali rendano difficilmente accessibile l'attivazione dell'ingaggio sociale e avvicinino la persona a strategie difensive adattive di mobilitazione e immobilizzazione, tipiche di un organismo bloccato in stato di minaccia.

Infatti, non avendo appreso quali segnali ambientali rappresentino la sicurezza e, non riconoscendoli nelle situazioni di vita, la neurocezione non raccoglie quei messaggi necessari allo stato di quiete e di serenità che portano al benessere ed alla disponibilità.

Nella distribuzione gerarchica del sistema nervoso, quando sono cooptati i sistemi di sopravvivenza, le funzioni cerebrali superiori come l'apprendimento e la socialità sono rese difficilmente disponibili. Abilità più complesse come il linguaggio, l'astrazione, la sensibilità agli stati emotivi altrui, la comprensione dell'intonazione della voce e della mimica, che rispecchiano elaborazioni di ordine superiore, risultano fortemente compromesse.

Partendo dalla prospettiva polivagale, un sistema nervoso autonomo in stato di difesa può riflettere molte caratteristiche tipiche dello spettro autistico come l'ipersensibilità e gli scoppi d'ira, la socialità compromessa e la ridotta espressività, la carente elaborazione uditiva e le difficoltà nel linguaggio.

Diversi studi, effettuati parallelamente su persone con ASD e in condizione di controllo, utilizzando come criterio l'aritmia seno-respiratoria, dimostrano la permanenza dei primi in stati autonomici caratterizzati da reazioni difensive, che ricordiamo essere l'ampiezza della variabilità della frequenza cardiaca associata alla respirazione, che aumenta durante l'inspirazione e diminuisce durante l'espirazione. Gli individui con ASD presentano

un'ampiezza minore rispetto al controllo sui pari e di conseguenza una bassa attività del nervo vago sul cuore.

Tra i principali si ricordano quelli effettuati da Bal (Bal et al., 2010) sul riconoscimento delle emozioni e stato autonomico, da Bujnakova (Bujnakova et al., 2016) sulle diverse caratteristiche fisiologiche a riposo e Patriquin (Patriquin et al., 2019) sulle conseguenze di uno stato autonomico attivato su abilità sociali e ansia.

6.1.1 Sensibilità visiva

Negli individui con autismo si riscontrano spesso maggiori sensibilità visive, in particolar modo a luci intense o intermittenti, tanto da essere diventate parte di uno dei criteri diagnostici secondo il DSM 5 (DSM-5; American Psychological Association, 2013). La quantità di luce che raggiunge la retina è strettamente collegata con la dimensione della pupilla, regolata a sua volta da due muscoli principali: il dilatatore dell'iride, governato dal sistema simpatico e che ne provoca la dilatazione durante i momenti di attenzione e allerta, e lo sfintere dell'iride che ne provoca la costrizione a riposo.

Studi sul riflesso pupillare alla luce hanno dimostrato che le persone con ASD mostrano diversi aspetti atipici tra cui una latenza del riflesso più lunga (dove la pupilla impiega più tempo a tornare della dimensione tipica), un'ampiezza di costrizione minore (la pupilla resta un poco dilatata), una velocità di costrizione inferiore e tempi di costrizione/ridilatazione più brevi (Fan et al., 2009).

Queste difficoltà nell'efficienza dell'adattamento della dimensione della pupilla possono contribuire a una maggiore esposizione della retina alla luce e alle conseguenti difficoltà nel regolare gli stimoli visivi in ambienti luminosi. Studi in bambini con ASD hanno dimostrato che bambini con ASD con una minore costrizione pupillare presentano una frequenza cardiaca più elevata (Daluwatte et al., 2013) e maggiore gravità di problemi sensoriali (Daluwatte et al., 2015).

6.1.2 Sensibilità tattile

Molti individui con ASD presentano un'amplificata reattività emotiva alla stimolazione tattile e diversi gradi di disagio al contatto sociale. Molti caregiver riferiscono di atteggiamenti di evitamento attivo al contatto fisico (Tomchek & Dunn, 2007).

Poiché le afferenze vagali controllano la regolazione delle soglie del dolore tattile e viscerale (Sandkühler, 2009), è possibile ipotizzare che l'aumentata sensibilità e l'avversione dimostrata al contatto fisico siano conseguenze dirette di un alterato stato autonomico dove

il nervo vago stesso non contribuisce ad accedere al sistema di ingaggio e l'organismo permane in uno stato di difesa di fronte ad una minaccia.

6.1.3 Problemi gastrointestinali e selettività alimentare

Sebbene non faccia parte dei criteri per la diagnosi di ASD, vi è un'alta prevalenza di problemi gastrointestinali come dolori addominali, reflusso gastroesofageo, costipazione (McElhanon et al., 2014).

La digestione è sostenuta dal nervo vago dorsale che innerva direttamente l'intestino e, al contrario, rallentata dal sistema simpatico; è infatti esperienza comune di disturbi gastrointestinali nei momenti di elevato stress.

Inoltre nell'ASD sono spesso presenti un rifiuto del cibo insolitamente forte e stabile e/o un repertorio alimentare eccessivamente limitato (Cermak et al., 2010).

Alla base della selettività alimentare potrebbero essere le diverse sensibilità sensoriali che porterebbero a rigide preferenze condizionate da consistenza, gusto, temperatura, colore e odore (Williams et al., 2000). Inoltre la selettività alimentare stessa può peggiorare i problemi gastrointestinali per mancanza di varietà di nutrienti necessari (Mazurek et al., 2014).

Infine, la permanenza in stati di difesa, ha una forte influenza sulla probabilità di disregolazione di altri organi viscerali come fegato, pancreas, cuore e timo, causando disturbi anche a carico del sistema cardio respiratorio e immunitario (Wakefield et al., 2002).

6.1.4 Sensibilità uditiva

Il principale ambito sul quale Porges ha concentrato la sua attenzione è l'elaborazione uditiva, analizzata sia per comprenderne i difetti funzionali, sia nelle sue implicazioni per la regolazione dello stato autonomico. Partendo da questa intuizione ha sviluppato e proposto specifici percorsi orientati a "rieducare" l'elaborazione degli stimoli acustici e a favorire la percezione di sicurezza.

Se alcuni sintomi psicologici, fisici e comportamentali sono interpretabili come risposte adattive ad una neurocezione di minaccia, Porges sottolinea che, quando i segnali di pericolo diminuiscono e quelli di sicurezza aumentano, l'individuo può modificare il suo stato, diventando più calmo e maggiormente incline alla socialità e all'apertura.

Da un punto di vista clinico e pedagogico è quindi fondamentale chiedersi quale stato autonomico viva la persona e come si possano promuovere in lei percorsi verso la sicurezza e la connessione.

7 L'ascolto della voce umana e il Listening Project Protocol

7.1 I muscoli dell'orecchio medio e la socializzazione

Porges, nella creazione del sistema di ingaggio sociale, pone particolare attenzione alle strutture dell'orecchio medio e alla funzione che l'ascolto della voce dei conspecifici ha sulla sensazione di sicurezza e, di conseguenza, sul benessere.

Uno dei tratti distintivi nella filogenesi dei mammiferi è, infatti, la formazione degli ossicini mobili dell'orecchio medio, grazie all'evoluzione delle estremità della mandibola, e la specializzazione di alcuni muscoli striati del viso. Un suono raccolto dall'ambiente si infrange sul timpano e da lì viene trasportato alle vie più profonde tramite questi ossicini che, grazie al muscolo stapedio e altri muscoli striati, variano il livello di tensione. Questo meccanismo consente di attenuare i suoni a basse frequenze e facilitare l'ingresso delle alte frequenze corrispondenti alla voce umana e degli altri mammiferi, facendole risultare amplificate. L'amplificazione avviene perché la frequenza delle vocalizzazioni specie-specifiche si sovrappone alla frequenza di risonanza delle strutture dell'orecchio medio creando una banda di frequenza di vantaggio percettivo, mentre le frequenze più alte o più basse vengono attutite rispetto alla loro reale energia, risultando periferiche.

Negli uomini, dentro a questa banda di frequenza privilegiata, troviamo le conversazioni vocali tra le persone, le melodie delle canzoni e le ninnenanne che tipicamente gli adulti cantano ai loro bambini per portarli alla calma, proprio nel momento in cui il nervo vago aumenta il suo funzionamento.

Porges sostiene che la musica vocale duplichi l'effetto della prosodia "e attiva più velocemente i meccanismi dell'ingaggio sociale che portano a variazioni dell'affettività espressa dal volto e dallo stato autonomico" (Porges & Lewis, 2010).

Contemporaneamente alla specializzazione della selezione del suono, anche la regolazione neurale della laringe e della faringe ha promosso vocalizzazioni conspecifiche nella medesima banda di frequenza. Anche se gli esseri umani sanno vocalizzare fuori dalla suddetta banda, la prediligono per le comunicazioni sociali e, al contrario, verbalizzazioni poste fuori da questa, sono spesso veicolo di stati di angoscia o di pericolo.

Inoltre l'osservazione contestuale del viso e dei movimenti del capo e delle mani aumenta l'intelligibilità dei messaggi vocali, non solo perché fornisce nuove informazioni, ma perché

i muscoli alla base del movimento degli occhi aiutano a tendere i muscoli dell'orecchio medio.

L'ascolto diventa quindi centrale nella formazione del sistema di ingaggio sociale nel bambino fin dai primi momenti di nutrimento: cibo, calore, parole e coregolazione creano il sistema che fa sperimentare, e contemporaneamente insegna per il futuro, la pace e la sicurezza. La capacità di selezionare le frequenze più salienti rappresenta un'abilità fondamentale per la relazione, la condivisione, l'attenzione e la concentrazione.

Al contrario, una regolazione neurale atipica dei muscoli dell'orecchio sarebbe alla base dei deficit di elaborazione funzionale e dell'ipersensibilità uditiva alle basse frequenze che frequentemente può essere osservata nell'ASD. Nella nostra società altamente meccanizzata motori, sistemi di ventilazione, elettrodomestici, timer producono una molteplicità di suoni e rumori che per la maggior parte delle persone diventano uno sfondo sonoro quotidiano a cui non prestano più attenzione. Un orecchio particolarmente sensibile tuttavia può faticare a filtrarli e metterli sullo sfondo e continuare quindi a percepirne la presenza.

L'ipersensibilità a queste frequenze porta, oltre ad un disagio intrinseco, alla distorsione o al "mascheramento" delle frequenze associate al linguaggio umano.

7.1.1 Interventi di modificazione dello stato

Le proposte di intervento di Porges rispecchiano gli assunti della teoria, partendo dalla necessità di una consapevolezza diffusa ed autentica della necessità di creare ambienti sicuri e favorevoli ad esperienze di coregolazione in ogni situazione della vita: in famiglia, nella scuola, negli ospedali e nei posti di lavoro.

In particolar modo ha progettato specifici interventi che si focalizzano sul ripristino del sistema ventro-vagale e sul potenziamento delle modalità che supportano cambiamenti favorevoli dello stato autonomico:

- Pratiche basate sul respiro, il ritmo e le vocalizzazioni, come la respirazione diaframmatica controllata, esercizi ritmici che aiutino la propriocezione, l'humming, il canto;
- Biofeedback e stimolazione del nervo vago per aiutare la lettura del proprio stato e facilitare il ritorno allo stato ventrale;
- Terapie somatiche e relazionali che forniscano segnali di sicurezza tramite il movimento, il contatto e la coregolazione;

- Protocolli acustici come il *Safe and Sound*, declinato in diverse varianti modulate sul target e nato dal progetto *Listening Project Protocol* (Porges, 2025)

7.2 Listening Project Protocol

Nel 2013 Porges effettuò uno studio progettato per ridurre l'ipersensibilità uditiva e ottimizzare la sensibilità alle frequenze coerenti con il linguaggio umano ed espose il suo lavoro nell'articolo *Reducing Auditory Hypersensitivities in Autistic Spectrum Disorder: Preliminary Findings Evaluating the Listening Project Protocol* (Porges et al., 2014). L'obiettivo era allenare la regolazione neurale dei muscoli dell'orecchio medio utilizzando musica vocale modificata digitalmente.

Creò delle tracce che amplificavano artificialmente le frequenze desiderate e affievolivano quelle che si trovano fuori dalla banda delle frequenze della voce umana.

L'esperimento consisteva in due studi clinici randomizzati controllati dove la condizione *musica filtrata* veniva confrontata rispettivamente con la condizione *solo cuffie* e la condizione *musica non filtrata*.

7.2.1 I partecipanti

Sono stati selezionati 165 bambini con diagnosi di autismo o che superavano il punteggio di cut-off almeno per quanto riguarda le compromissioni nei domini dell'interazione e della comunicazione secondo i test dell'ADI-R (Rutter et al., 1994), ritenuto valido e coerente con il *Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali* (DSM IV, 2007) e la *Classificazione internazionale delle malattie* (ICD-10, 2000). I bambini sono stati assegnati casualmente alle diverse condizioni; il campione di partecipanti è sceso poi a 157 unità per motivi di comorbidità o per sopravvenute difficoltà familiari e i dati reali disponibili, al netto dei questionari non riconsegnati dai genitori dei bambini, è sceso ulteriormente a 146 unità.

Il primo studio ha permesso l'elaborazione di dati di 36 bambini assegnati alla condizione *musica filtrata* e 28 bambini assegnati alla condizione *solo cuffie*, il secondo studio, effettuato per controllare che i risultati potessero essere diversi a seconda della presenza del filtro alla musica, ha visto l'elaborazione finale dei dati per 50 bambini assegnati alla condizione *musica filtrata* e 32 per la condizione *musica non filtrata*.

Nessuno dei bambini che ha partecipato al primo studio ha partecipato anche al secondo e, al termine del completamento delle sessioni di valutazione di follow-up, ai bambini delle condizioni *solo cuffie* e *musica non filtrata* è stata data l'opportunità di ricevere comunque le sedute di musica filtrata ma non sono stati ulteriormente inclusi nelle analisi dei dati.

7.2.2 Condizioni e procedura

In ciascuna delle condizioni la procedura prevedeva sessioni di 45 minuti per 5 giorni consecutivi.

A tutti i bambini, durante la sessione, veniva chiesto di indossare le medesime cuffie: nel gruppo *musica filtrata* venivano fatte ascoltare le tracce appositamente modificate sulle frequenze oggetto di indagine, nella condizione *musica non filtrata* venivano trasmesse le medesime tracce musicali ma non sottoposte alla modifica del filtro, nella condizione *solo cuffie* non veniva trasmesso alcun suono.

Per tutti l'esperimento si svolgeva nello stesso ambiente di laboratorio dotato di giocattoli non elettronici e uno sperimentatore restava nella stanza con il bambino per prestare assistenza all'utilizzo delle cuffie; anche ai genitori era consentito rimanere all'interno del laboratorio, entrambe le categorie erano state istruite a rimanere in silenzio e ad interagire con il bambino solo per favorire la sua tranquillità.

Nel primo studio, data la palese differenza dell'utilizzo delle cuffie, lo sperimentatore era spesso a conoscenza della condizione assegnata; per evitare possibili distorsioni lo sperimentatore che forniva supporto durante le sessioni non ha poi partecipato alle successive valutazioni basate sul gioco. I genitori invece non erano mai al corrente della condizione di partecipazione del figlio.

7.2.3 La valutazione

La valutazione è stata effettuata tramite un questionario somministrato ai genitori e mediante un'osservazione semi-strutturata basata sul gioco in un tempo di 10 minuti.

Il questionario, appositamente elaborato, è stato suddiviso su alcune aree comportamentali: sensibilità uditiva, discorso spontaneo, discorso ricettivo, comportamenti spontanei, organizzazione comportamentale, controllo emotivo, espressione affettiva, ascolto, contatto visivo e comportamento di condivisione.

Ogni item è stato valutato con un punteggio di 1,0,-1. Un punteggio di 1 veniva assegnato se i genitori segnalavano problemi inerenti alla specifica area ed erano in grado di produrre un esempio di comportamento nuovo che potesse essere considerato un miglioramento avvenuto; il punteggio 0 veniva assegnato se i genitori non rilevavano comportamenti problematici nell'area di interesse, se non avevano notato cambiamenti o se ne avevano notati ma non erano in grado di produrre esempi specifici e concreti di comportamenti nuovi; il punteggio -1 veniva assegnato qualora i genitori riportavano nuovi comportamenti peggiorativi.

Ogni item veniva valutato da due distinti ricercatori, almeno uno dei quali non aveva partecipato alle sessioni; solo quando il giudizio era concorde veniva assegnato il punteggio, in caso contrario veniva interpellato un terzo ricercatore.

L'osservazione semi-strutturata veniva effettuata prima e dopo la partecipazione al progetto e consisteva in una seduta di 10 minuti di gioco in cui venivano testate le abilità di coinvolgimento sociale con la *Scala di codifica dell'interazione sociale* SICS. Il punteggio veniva assegnato da due codificatori addestrati, non a conoscenza dell'assegnazione; il giudizio veniva dato in modo indipendente e, nel caso di dissenso, veniva consultato un terzo codificatore.

7.2.4 I risultati

I gruppi non mostravano significative differenze di distribuzione e frequenza dei comportamenti problema, a prova dell'efficacia delle procedure di randomizzazione.

Studio 1

Per valutare l'efficacia del trattamento è stata valutato il rapporto tra le varianze delle 10 dimensioni comportamentali nelle due condizioni.

Come indicato in Figura 7.1, nel gruppo *musica filtrata* sono stati osservati miglioramenti significativi rispetto al gruppo sole cuffie nei seguenti domini:

Sensibilità uditiva $F(1,29) = 6,46$, $p = 0,017$

Linguaggio spontaneo $F(1,49) = 5,61$, $p = 0,022$

Ascolto $F(1,52) = 8,25$, $p = 0,006$

Organizzazione comportamentale $F(1,34) = 5,39$, $p = 0,027$

Anche nella valutazione a distanza di una settimana dal trattamento i risultati hanno confermato un miglioramento: la somma della varianza tra i vari domini nelle due condizioni è di $F(1, 62) = 7,76$, $p = 0,007$

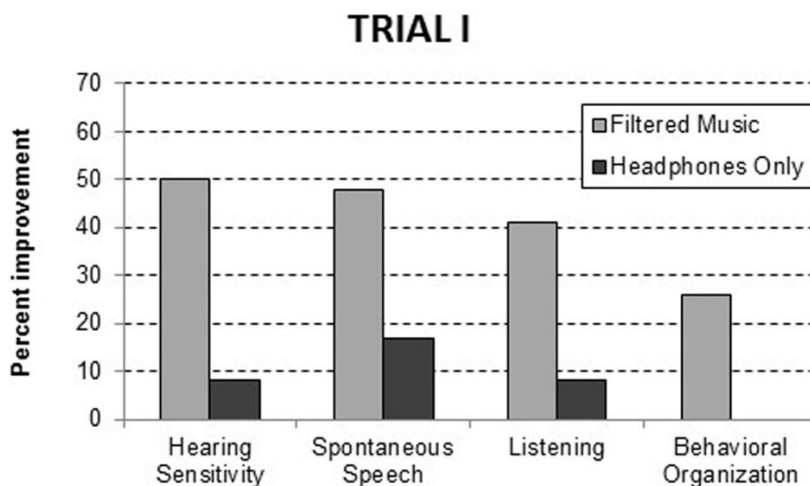


Figura 7.1

Miglioramenti comportamentali alla valutazione a 1 settimana dal termine del trattamento nello Studio I. I dati sono riportati come percentuale di partecipanti con uno specifico problema comportamentale che hanno mostrato un miglioramento. (Porges et al., 2014)

Studio 2

Il secondo esperimento è stato eseguito appositamente per controllare che i benefici osservati nella prima prova non fossero dovuti semplicemente all'ascolto della musica, indipendentemente dalla modulazione con filtri acustici. Il confronto si è svolto quindi tra la *musica filtrata* e la stessa traccia *non filtrata*.

Come mostrato nella Figura 7.2, sono stati osservati miglioramenti significativi nella condizione *musica filtrata* nei seguenti domini:

Sensibilità uditiva $F(1,28) = 4,53$ $p = 0,040$

Controllo emotivo $F(1,49) = 5,84$ $p = 0,019$

Le categorie di linguaggio spontaneo, ascolto e organizzazione comportamentale invece hanno riportato miglioramenti simili in entrambe le condizioni, facendo giungere i ricercatori alla conclusione che questi siano attribuibili all'ascolto della musica vocale, indipendentemente dall'uso del filtro.

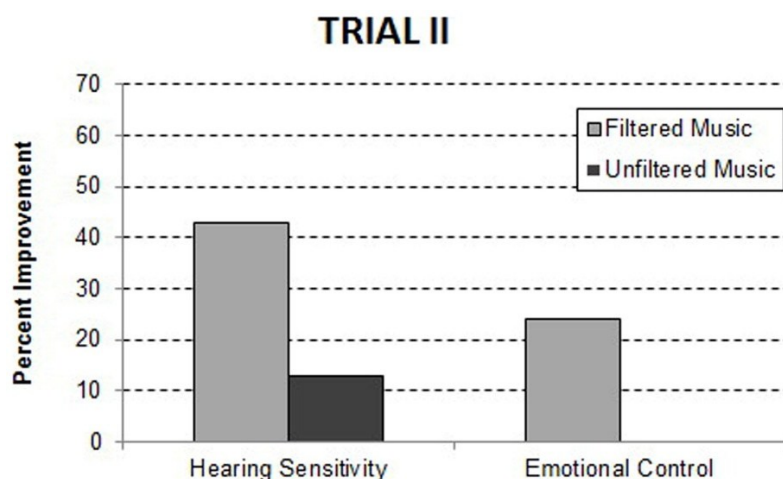


Figura 7.2

Miglioramenti comportamentali alla valutazione a 1 settimana dal termine del trattamento nello Studio II . I dati sono riportati come percentuale di partecipanti con uno specifico problema comportamentale che hanno mostrato un miglioramento. (Porges et al., 2014)

7.2.5 Analisi dei comportamenti di condivisione

Sono stati analizzati i filmati delle osservazioni semi-strutturate di gioco di un campione casuale di 61 bambini appartenenti alla condizione *musica filtrata* divisi in tre gruppi: bambini che non presentavano problemi di sensibilità uditiva all'inizio della prova, bambini che hanno mostrato miglioramenti nella sensibilità uditiva con l'intervento e bambini che non hanno mostrato miglioramenti con l'intervento.

L'analisi delle varianze ha dimostrato che solo il sottogruppo con miglioramenti nella sensibilità uditiva ha dimostrato un aumento della qualità dei comportamenti di condivisione durante il gioco.

7.2.6 Conclusioni

Lo studio di Porges e colleghi, in linea con la Teoria Polivagale, ha dimostrato che la somministrazione di musica con voce umana ha migliorato l'ascolto, la produzione spontanea di linguaggio e l'organizzazione comportamentale dimostrando quanto la voce umana aiuti a creare sicurezza e coregolazione. Dimostrarono inoltre che solo la *musica filtrata* sulle frequenze della voce umana aveva sensibilmente ridotto l'ipersensibilità uditiva e portato miglioramenti nei comportamenti di condivisione.

Lo studio presentava alcuni limiti, elencati dai ricercatori stessi, come la soggettività dei risultati raccolti tramite questionario ai genitori, il fatto che durante l'esperimento i bambini avessero continuato a ricevere interventi di terapie comportamentali che potevano aver potenziato o attenuato gli effetti del LPP.

Inoltre i ricercatori hanno notato che il protocollo di per sé, strutturato in ambiente rilassato e con procedure ripetute, portava ad una confidenza che si tramutava in miglioramento del comportamento in molti bambini.

Nonostante questi limiti, lo studio si è rilevato fondamentale per dimostrare il nesso causale tra i deficit dell'ascolto e la sensibilità uditiva, ampliando le conoscenze a riguardo rispetto ad altri studi effettuati con musica non filtrata come l'Auditory Integration Training (Edelson et al., 1999).

Da questo studio è nato il protocollo *Safe and Sound*, ideato da Stephen Porges per promuovere la regolazione emotiva, l'elaborazione uditiva, la gestione dello stress per persone di ogni età.

Alcuni di questi protocolli sono specifici per persone con ASD e declinati a seconda dell'età, della gravità dei sintomi comportamentali e in funzione del contesto in cui viene applicato: clinico, educativo o familiare.

8 Considerazioni conclusive

Giunta alla conclusione di questo lavoro ritengo giusto ricordare come l'applicazione della Teoria Polivagale all'autismo richieda ulteriori studi e validazioni scientifiche.

Desidero però, alla luce delle considerazioni finora sviluppate, sottolineare i preziosi spunti che offre, poiché invita a rivolgere la nostra attenzione non solo ai comportamenti manifestati dalle persone ma alla loro esperienza interna, alla percezione di sicurezza e allo stato emotivo da cui partono.

Un testo di riferimento per chi lavora con lo spettro autistico e la disabilità recita "Il problema di comportamento è un messaggio" (Carr, 1998). Un comportamento problematico, tipicamente rappresenta un possibile modo attraverso il quale una persona comunica qualcosa che non può o non riesce a comunicare con una modalità più adattiva ed efficace. Watzlawick, nella *Pragmatica della comunicazione umana* (Watzlawick et al., 1971) afferma che ogni messaggio presenta un livello di contenuto, l'informazione, e uno di relazione, in riferimento al legame presente in quel momento con l'altra persona.

Applicando queste prospettive al comportamento delle persone nello spettro autistico, è possibile considerare ciò che viene manifestato sia come espressione di un desiderio, un bisogno, un rifiuto, sia per le informazioni che fornisce sul piano relazionale, come la persona sta vivendo quella situazione.

I suoi comportamenti possono, in altre parole, raccontare cosa desidera e il suo stato in quel momento: se si sente a proprio agio, se percepisce l'ambiente come comprensibile e prevedibile, se sta cercando di avvicinarsi o, al contrario, sta chiedendo rispetto del suo spazio attraverso maggiore distanza.

In quest'ottica il concetto stesso di sicurezza assume un significato relazionale: non si tratta soltanto di fornire cure, cibo, calore e stabilire se l'ambiente sia oggettivamente sicuro, ma di comprendere se la persona, dal suo personale punto di vista, lo stia effettivamente percependo come tale e se, nella relazione con l'altro, senta sufficiente sicurezza per fidarsi, partecipare, comunicare, condividere, esprimere sé stessa.

Per sostenere la relazione, la comunicazione, la partecipazione diventa quindi fondamentale creare le condizioni che favoriscano la sicurezza, consapevoli che i segnali a cui tipicamente ci si affida non siano universali. Alcuni segnali infatti, che per le persone neurotipiche rappresentano indicatori di sicurezza, spesso rilevati in modo implicito o inconsapevole, possono essere percepiti, interpretati o integrati in modo diverso delle persone nello spettro autistico.

È interessante ricordare come questa attenzione non sia propria della Teoria Polivagale ma rappresenti un punto di contatto con diversi approcci e prospettive inerenti all'autismo, che sottolineano l'importanza di offrire contesti caratterizzati da chiarezza, prevedibilità, pulizia sensoriale e strutturazione del tempo e degli spazi di lavoro. La possibilità di anticipare cosa accadrà durante la giornata, comprendere con chiarezza le richieste dell'ambiente, riconoscere ricorsività e elementi noti può infatti ridurre l'incertezza e rendere il contesto più accogliente e rassicurante.

L'elemento comune di questi approcci è l'attenzione a costruire condizioni ambientali e relazionali nella quale la persona sappia orientarsi e sentirsi sufficientemente sicura, condizioni che promuovano il benessere, la partecipazione e l'espressione delle potenzialità.

Una delle riflessioni più significative che mi ha guidato in questo lavoro riguarda non tanto ciò che una persona nello spettro autistico sappia o non sappia fare, ma "Che cosa rende le persone più serene e disponibili? Quali sono le condizioni migliori in cui determinate capacità sono libere di manifestarsi e possono essere espresse?"

Se di fronte al pericolo percepito riconosciamo sia funzionale reagire e disfunzionale rilassarsi e socializzare, è importante osservare per capire. Un comportamento oppositivo e letto da noi come disfunzionale, da che stato interno è nato? E in quello stato è davvero disfunzionale?

La Teoria Polivagale, applicata all'autismo, aiuta a porre attenzione allo stato autonomico delle persone, a interrogarsi sulla percezione di sicurezza che sperimentano e a chiedersi: "Cosa fa sentire al sicuro quella specifica persona?" "Come si può promuovere la sua sensazione di sicurezza, il suo benessere?"

Nella mia esperienza con persone nello spettro autistico ho potuto constatare che, quando percepiscono sicurezza, accoglienza, prevedibilità, possono emergere spontaneamente disponibilità, manifestazioni affettive, comportamenti nuovi di attenzione e apprendimento. E attraverso questo processo si crea un circolo virtuoso: quanto più sappiamo favorire una situazione di sicurezza per la persona, tanto più lei sarà pronta a esprimersi e ad entrare in relazione con noi; quanto più impariamo a conoscerla e a capire cosa ci comunica, tanto più noi diventiamo sicuri e confidenti nell'accompagnarla.

9 Bibliografia

- Bal, E., Harden, E., Lamb, D., Van Hecke, A. V., Denver, J. W., & Porges, S. W. (2010). Emotion Recognition in Children with Autism Spectrum Disorders: Relations to Eye Gaze and Autonomic State. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 40(3), 358–370. (47968901). <https://doi.org/10.1007/s10803-009-0884-3>
- Bjørklund, G., Mkhitarian, M., Sahakyan, E., Fereshetyan, K., Meguid, N. A., Hemimi, M., Nashaat, N. H., & Yenkovyan, K. (2024). Linking Environmental Chemicals to Neuroinflammation and Autism Spectrum Disorder: Mechanisms and Implications for Prevention. *Molecular Neurobiology*, 61(9), 6328–6340. <https://doi.org/10.1007/s12035-024-03941-y>
- BUJNAKOVA, I., ONDREJKA, I., MESTANIK, M., VISNOVCOVA, Z., MESTANIKOVA, A., HRTANEK, I., FLESKOVA, D., CALKOVSKA, A., & TONHAJZEROVA, I. (2016). Autism Spectrum Disorder Is Associated With Autonomic Underarousal. *Physiological Research*, 65(Suppl 5), S673–S682. <https://doi.org/10.33549/physiolres.933528>
- Cannon, W. B. (1932). *The wisdom of the body*. W. W. Norton.
- Carr, E. G. (1998). *Il problema di comportamento è un messaggio*. Erickson.
- Cermak, S. A., Curtin, C., & Bandini, L. G. (2010). Food Selectivity and Sensory Sensitivity in Children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(2), 238–246. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.10.032>
- Daluwatte, C., Miles, J. H., Christ, S. E., Beversdorf, D. Q., Takahashi, T. N., & Yao, G. (2013). Atypical Pupillary Light Reflex and Heart Rate Variability in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(8), 1910–1925. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1741-3>
- Daluwatte, C., Miles, J. H., Sun, J., & Yao, G. (2015). Association between pupillary light reflex and sensory behaviors in children with autism spectrum disorders. *Research in Developmental Disabilities*, 37, 209–215. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.11.019>
- Dana, D. (con un contributo di Lanza di Scalea, G.). (2024). *Esercizi polivagali per ancorarsi alla sicurezza*. Fioriti.
- Darwin, C. (con un contributo di Darwin, F.). (1989). 23: *The expression of the emotions in man and animals*. Pickering.
- De Rubeis, S., He, X., Goldberg, A. P., Poultney, C. S., Samocha, K., Ercument Cicek, A., Kou, Y., Liu, L., Fromer, M., Walker, S., Singh, T., Klei, L., Kosmicki, J., Fu, S.-C., Aleksic, B., Biscaldi, M., Bolton, P. F., Brownfeld, J. M., Cai, J., ... Buxbaum, J. D. (2014). Synaptic,

transcriptional and chromatin genes disrupted in autism. *Nature*, 515(7526), 209–215. <https://doi.org/10.1038/nature13772>

Doody, J. S., Rhind, D., & Clulow, S. (2020). Paradoxical population resilience of a keystone predator to a toxic invasive species. *Wildlife Research (East Melbourne)*, 47(3), 260–266. <https://doi.org/10.1071/WR19150>

Edelson, S. M., Arin, D., Bauman, M., Lukas, S. E., Rudy, J. H., Sholar, M., & Rimland, B. (1999). Auditory Integration Training: A Double-Blind Study of Behavioral and Electrophysiological Effects in People with Autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 14(2), 73–81. <https://doi.org/10.1177/108835769901400202>

Emerson, R. W., Adams, C., Nishino, T., Hazlett, H. C., Wolff, J. J., Zwaigenbaum, L., Constantino, J. N., Shen, M. D., Swanson, M. R., Elison, J. T., Kandala, S., Estes, A. M., Botteron, K. N., Collins, L., Dager, S. R., Evans, A. C., Gerig, G., Gu, H., McKinstry, R. C., ... Piven, J. (2017). Functional neuroimaging of high-risk 6-month-old infants predicts a diagnosis of autism at 24 months of age. *Science Translational Medicine*, 9(393), eaag2882-. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aag2882>

Fan, X., Miles, J. H., Takahashi, N., & Yao, G. (2009). Abnormal Transient Pupillary Light Reflex in Individuals with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(11), 1499–1508. <https://doi.org/10.1007/s10803-009-0767-7>

FOLSTEIN, S., & RUTTER, M. (1977). Genetic influences and infantile autism. *Nature (London)*, 265(5596), 726–728. <https://doi.org/10.1038/265726a0>

Grossman, P. (2023). Fundamental challenges and likely refutations of the five basic premises of the polyvagal theory. *Biological Psychology*, 180, 108589-. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2023.108589>

Halstead, W. C. (1958). Selected Writings of John Hughlings Jackson, vol. I, On Epilepsy and Epileptiform Convulsions. Vol. II, Evolution and Dissolution of the Nervous System; Speech; Various Papers, Addresses and Lectures. *Science (American Association for the Advancement of Science)*, 128(3333), 1203–1203.

Hazlett, H. C., Gu, H., Munsell, B. C., Kim, S. H., Styner, M., Wolff, J. J., Elison, J. T., Swanson, M. R., Zhu, H., Botteron, K. N., Collins, D. L., Constantino, J. N., Dager, S. R., Estes, A. M., Evans, A. C., Fonov, V. S., Gerig, G., Kostopoulos, P., McKinstry, R. C., ... Piven, J. (2017). Early brain development in infants at high risk for autism spectrum disorder. *Nature*, 542(7641), 348–351. <https://doi.org/10.1038/nature21369>

James, W. (1890). *The principles of psychology. Volume 1*. Henry Holt and Co, Inc.

Jürgen Sandkühler. (2009). Models and Mechanisms of Hyperalgesia and Allodynia. *Physiological Reviews*, 89(2), 707–758. <https://doi.org/10.1152/physrev.00025.2008>

Kuschner, E. S., Kim, M., Bloy, L., Dipiero, M., Edgar, J. C., & Roberts, T. P. L. (2021). MEG-PLAN: A clinical and technical protocol for obtaining magnetoencephalography data in minimally verbal or nonverbal children who have autism spectrum disorder. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 13(1), 8–17. <https://doi.org/10.1186/s11689-020-09350-1>

Lewis, J. D., Evans, A. C., Pruett, J. R., Botteron, K., Zwaigenbaum, L., Estes, A., Gerig, G., Collins, L., Kostopoulos, P., McKinstry, R., Dager, S., Paterson, S., Schultz, R. T., Styner, M., Hazlett, H., & Piven, J. (2014). Network inefficiencies in autism spectrum disorder at 24 months. *Translational Psychiatry*, 4(5), e388-388. <https://doi.org/10.1038/tp.2014.24>

Liu, Y., Wang, H., & Ding, Y. (2024). The Dynamical Biomarkers in Functional Connectivity of Autism Spectrum Disorder Based on Dynamic Graph Embedding. *Interdisciplinary Sciences: Computational Life Sciences*, 16(1), 141–159. <https://doi.org/10.1007/s12539-023-00592-w>

Masini, E., Loi, E., Vega-Benedetti, A. F., Carta, M., Doneddu, G., Fadda, R., & Zavattari, P. (2020). An Overview of the Main Genetic, Epigenetic and Environmental Factors Involved in Autism Spectrum Disorder Focusing on Synaptic Activity. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(21), 8290---. <https://doi.org/10.3390/ijms21218290>

Mazurek, M. O., Keefer, A., Shui, A., & Vasa, R. A. (2014). One-year course and predictors of abdominal pain in children with autism spectrum disorders: The role of anxiety and sensory over-responsivity. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 8(11), 1508–1515. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2014.07.018>

McElhanon, B. O., McCracken, C., Karpen, S., & Sharp, W. G. (2014). Gastrointestinal Symptoms in Autism Spectrum Disorder: A Meta-analysis. *Pediatrics (Evanston)*, 133(5), 872–883. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3995>

Øien, R. A., Cicchetti, D. V., Nordahl-Hansen, A., & Schjølberg, S. (2020). A Commentary to “Toddler Screening for Autism Spectrum Disorder: A Meta-Analysis of Diagnostic Accuracy”. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 50(9), 3440–3441. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04226-3>

Patriquin, M. A., Hartwig, E. M., Friedman, B. H., Porges, S. W., & Scarpa, A. (2019). Autonomic response in autism spectrum disorder: Relationship to social and cognitive functioning. *Biological Psychology*, 145, 185–197. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2019.05.004>

- PORGES, S. W. (1998). LOVE: AN EMERGENT PROPERTY OF THE MAMMALIAN AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM. *Psychoneuroendocrinology*, 23(8), 837–861. [https://doi.org/10.1016/S0306-4530\(98\)00057-2](https://doi.org/10.1016/S0306-4530(98)00057-2)
- PORGES, S. W. (2003). Social Engagement and Attachment: A Phylogenetic Perspective. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1008(1), 31–47. <https://doi.org/10.1196/annals.1301.004>
- Porges, S. W. (con un contributo di Ardino, V.). (2014). *La teoria polivagale: Fondamenti neurofisiologici delle emozioni, dell'attaccamento, della comunicazione e dell'autoregolazione*. Fioriti.
- Porges, S. W. (2025). Polyvagal Theory: Current Status, Clinical Applications, and Future Directions. *Clinical Neuropsychiatry*, 22(3), 169–184. <https://doi.org/10.36131/cnfioritieditore20250301>
- Porges, S. W. (2026). When A Critique Becomes Untenable: A Scholarly Response To Grossman Et Al.'S Evaluation Of Polyvagal Theory. *Clinical Neuropsychiatry*, 23(1), 113–128. <https://doi.org/10.36131/cnfioritieditore20260111>
- Porges, S. W., Bazhenova, O. V., Bal, E., Carlson, N., Sorokin, Y., Heilman, K. J., Cook, E. H., & Lewis, G. F. (2014). Reducing Auditory Hypersensitivities in Autistic Spectrum Disorder: Preliminary Findings Evaluating the Listening Project Protocol. *Frontiers in Pediatrics*, 2, 80. <https://doi.org/10.3389/fped.2014.00080>
- Porges, S. W., & Furman, S. A. (2011). The early development of the autonomic nervous system provides a neural platform for social behaviour: A polyvagal perspective. *Infant and Child Development*, 20(1), 106–118. <https://doi.org/10.1002/icd.688>
- Porges, S. W., & Lewis, G. F. (2010). The polyvagal hypothesis: Common mechanisms mediating autonomic regulation, vocalizations and listening. In *Handbook of Behavioral Neuroscience* (Vol. 19, pp. 255–264). Elsevier Science & Technology. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374593-4.00025-5>
- Rutter, M., Le_Couteur, A., & Lord, C. (con un contributo di Faggioli, R.). (2005). *ADI-R: Autism diagnostic interview-revised : manuale*. O. S.
- Scheinost, D., Chang, J., Lacadie, C., Brennan-Wydra, E., Foster, R., Boxberger, A., Macari, S., Verneti, A., Constable, R. T., Ment, L. R., & Chawarska, K. (2022). Hypoconnectivity between anterior insula and amygdala associates with future vulnerabilities in social development in a neurodiverse sample of neonates. *Scientific Reports*, 12(1), 16230–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20617-6>

- Tomchek, S. D., & Dunn, W. (2007). Sensory Processing in Children With and Without Autism: A Comparative Study Using the Short Sensory Profile. *The American Journal of Occupational Therapy*, 61(2), 190–200. <https://doi.org/10.5014/ajot.61.2.190>
- Wakefield, A. J., Puleston, J. M., Montgomery, S. M., Anthony, A., O'Leary, J. J., & Murch, S. H. (2002). Review article: The concept of entero-colonic encephalopathy, autism and opioid receptor ligands. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 16(4), 663-. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2036.2002.01206.x>
- Wang, B. M., Mills, Z., Jones, H. F., Montgomery, J. M., & Lee, K. Y. (2025). Presymptomatic Biological, Structural, and Functional Diagnostic Biomarkers of Autism Spectrum Disorder. *Journal of Neurochemistry*, 169(5), e70088. <https://doi.org/10.1111/jnc.70088>
- Watzlawick, P., Jackson, D. D., & Bavelas, J. B. (con un contributo di Ferretti, M.). (1971). *Pragmatica della comunicazione umana: Studio dei modelli interattivi, delle patologie e dei paradossi*. Astrolabio.
- Zhou, P., Crain, S., Gao, L., Tang, Y., & Jia, M. (2015). The Use of Grammatical Morphemes by Mandarin-Speaking Children with High Functioning Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(5), 1428–1436. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2304-6>