

L'universo sconosciuto del Sistema Nervoso Autonomo: la Teoria Polivagale

Carmelo Turano^{1,3}, *Caterina Podella*^{2,3} (*)

¹FMH Neurologia e Neurochirurgia, Lugano – Svizzera; ²FMH Neurologia, Lugano – Svizzera; ³Fondazione Turano, Roma
(*) corresponding author: caterinapodella@gmail.com

Riassunto. Il lavoro descrive la Teoria Polivagale di Stephen Porges. In questa teoria viene descritto un ruolo innovativo del Sistema Nervoso Autonomo. Viene evidenziata la funzione del nervo vago nella regolazione comportamentale, con riferimenti al Sistema CAN (Central Autonomic Network). Il Sistema agisce nel “social engagement” come base neuroscientifica dell’apprendimento, permettendo di chiarire in maniera più approfondita aspetti funzionali prima parzialmente in ombra.

Parole chiave: sistema nervoso autonomo; nervo vago; regolazione comportamentale

THE UNKNOWN UNIVERSE OF THE AUTONOMOUS NERVOUS SYSTEM: THE POLYVAGAL THEORY

Abstract. The work describes Stephen Porges’ Polyvagal Theory. This theory describes an innovative role of the autonomous nervous system. The function of the vagus nerve in behavioral regulation is highlighted, with references to the CAN system (Central Autonomic Network). The System acts in “social engagement” as the neuroscientific basis of learning, allowing for more detailed clarification of functional aspects that were previously partially in the shade.

Key words: autonomic nervous system; vagus nerve; behavioral regulation

EL UNIVERSO DESCONOCIDO DEL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO: LA TEORÍA POLIVAGAL

Resumen. El trabajo describe la Teoría Polivagal de Stephen Porges. Esta teoría describe un papel innovador del sistema nervoso autónomo. Se destaca la función del nervio vago en la regulación del comportamiento, con referencias al sistema CAN (Red Autónoma Central). El Sistema actúa en “compromiso social” como la base neurocientífica del aprendizaje, lo que permite una aclaración más detallada de los aspectos funcionales que antes estaban parcialmente a la sombra.

Palabras clave: sistema nervioso autónomo; nervio vago regulación del comportamiento

Introduzione

Le capacità adattative rispetto all'ambiente, a partire dai mammiferi superiori, nella scala filogenetica, subiscono una nuova inaspettata riorganizzazione sulla base di circuiti neuronali più complessi che collegano le strutture sottocorticali alla corteccia. Tale evoluzione nella filogenetica viene riprodotta nell'ontogenesi del neurosviluppo di un nuovo individuo, nelle diverse fasi di crescita, dal concepimento in avanti.

Nel 1994, un neuroscienziato di Chicago, di nome Porges (1), ha elaborato una interessante teoria che ha ricevuto negli anni, molte conferme neuroscientifiche ed ancora rimane una interessante base interpretativa su come si sono evoluti i sistemi di relazione dell'uomo con l'ambiente e con i suoi simili. Gli studi condotti da Porges hanno a dir poco rivoluzionato la interpretazione della funzione del sistema nervoso vegetativo, fino alla definizione teorica di un sistema nervoso autonomo che autonomo non è, anzi rappresenta la base fisiologica e il primo imprescindibile fondamento di tutto l'universo mentale dell'uomo.

Il Sistema nervoso autonomo è stato sempre considerato come costituito da due sottosistemi in antagonismo tra loro:

il sistema simpatico caratterizzato dal comportamento adattivo del *fly or fight* (fuga o attacco), si attiva durante una situazione di emergenza, è collegato all'attivazione del sistema limbico, si manifesta con rabbia o paura. A livello fisiologico innesca le reazioni cataboliche di produzione di energia. Produce *iperarousal*, accelera la frequenza cardiaca, inibisce la funzione digestiva.

Il parasimpatico ha funzioni anaboliche, permette la digestione, permette l'accumulo, il risparmio e il recupero energetico, riduce la attivazione centrale (*ipoarousal*), riduce la frequenza cardiaca, stimola la risposta immunitaria.

La Teoria polivagale di Porges

La teoria polivagale di Stephen Porges, nell'ambito dello studio del sistema nervoso autonomo, ha rivoluzionato il concetto di antitesi tra sistema simpatico e parasimpatico.

Essa ricava dallo studio dello sviluppo filogenetico del sistema nervoso autonomo la evidenza che il nervo vago, principale componente del sistema vegetativo parasimpatico, non è un unico nervo ma un sistema a doppio senso di comunicazione tra strutture viscerali e cervello.

Il vago, o X nervo cranico, è lunghissimo. Esce dal cranio dal forame giugolare, entra nel torace e poi nell'addome (fig. 1). Sulla base degli studi condotti sul vago, possiamo a ragione dire che è il nervo che re-

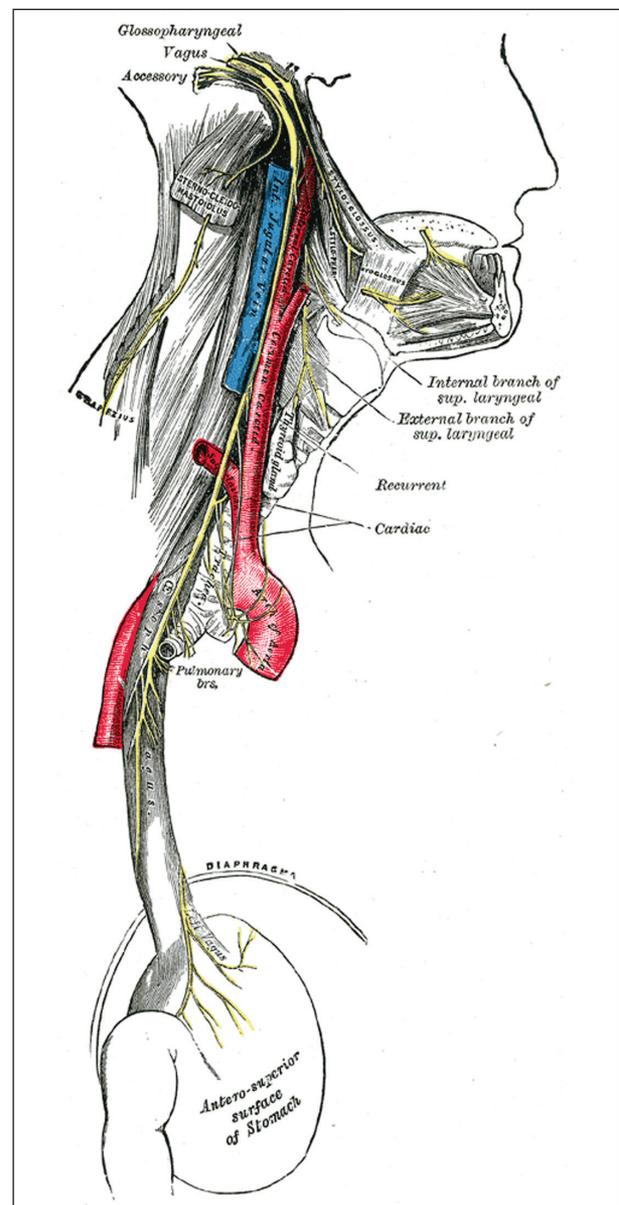


Figura 1. Nervo vago o X nervo cranico. Tratto da (2)

gola la risposta dell'individuo all'ambiente. Porges ha collegato la multiforme azione del vago al concetto di neurocezione. La neurocezione indica il processo neurale che permette la valutazione dei rischi, è la capacità dell'individuo di scandagliare continuamente l'ambiente per valutare la presenza di minacce o pericoli. Permettendo all'individuo di monitorare continuamente i parametri omeostatici e metabolici, determina la capacità di modulare la risposta agli stimoli. Tutto questo avviene grazie alla connessione tra i sistemi neurosensoriali, la memoria comportamentale e la risposta fisiologica di sopravvivenza che nei secoli si è consolidata nelle reazioni di base del simpatico e parasimpatico. Questi meccanismi più o meno automatici, avvengono al di fuori della consapevolezza dell'individuo.

Tuttavia, non è così semplicistico, il vago è ben più complesso che essere l'antagonista del simpatico. Basandosi sulla evidenza che il sistema vagale ha una duplice organizzazione anatomica: il nucleo motore dorsale con fibre efferenti amieliniche e il nucleo ambiguo con fibre efferenti mieliniche (fig. 2), Porges ipotizza che i due nuclei funzionino indipendentemente. Il nucleo dorsovagale, filogeneticamente più antico, si trova nella zona dorso mediale del midollo allungato,

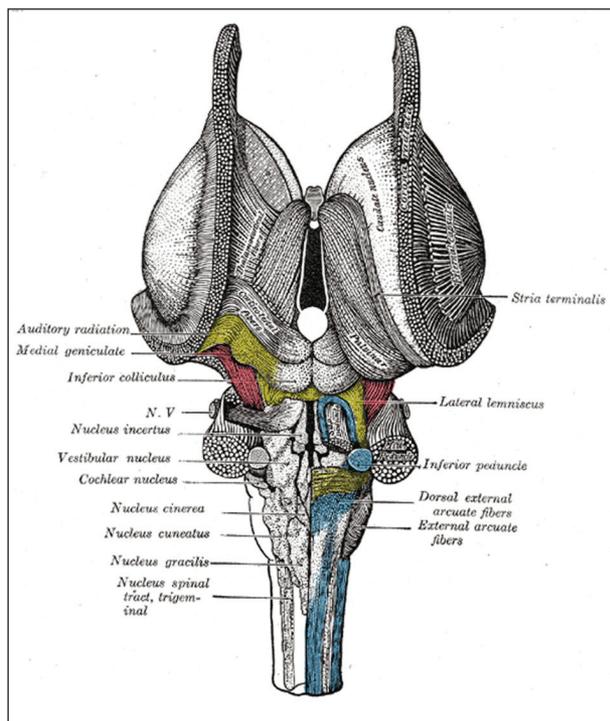


Figura 2. Nuclei vestibolari. Tratto da (2)

va al cuore, al respiro e agli organi sotto diaframmatici, interviene nella digestione, nel riempimento della vescica. In condizioni di pericolo attiva la risposta filogeneticamente più arcaica, tipica dei rettili, il collasso, lo shut down con immobilizzazione immediata ed evitamento passivo fino alla finta morte. Il nucleo ambiguo più recente, è presente solo nei mammiferi superiori, si trova ventralmente nella formazione reticolare del midollo allungato e fa parte della colonna interneuronale del sistema Central Autonomic Network, il CAN, l'insieme dei circuiti neurali che coinvolgono anche il sistema neuro endocrino. Dunque, nei mammiferi avviene l'evoluzione che è una vera e propria rivoluzione. Attraverso la modulazione del CAN possono essere messi in atto comportamenti flessibili e rapidi a rapidi cambiamenti dell'ambiente, finalmente sganciati dal rigido antagonismo orto e para simpatico. Il sistema dorsovagale attiva una risposta automatica, il sistema ventrovagale permette invece una risposta più sofisticata, una risposta flessibile alle diverse situazioni ambientali. Il nucleo ambiguo con le sue fibre mieliniche innerva gli organi sopra diaframmatici, innerva i muscoli della faccia, della faringe, della laringe, dei polmoni, del cuore e consente la espressione delle emozioni attraverso volto, la modulazione della voce e del respiro.

Quando l'individuo registra una situazione di pericolo ambientale non ha dunque solo le due opzioni di immobilizzazione (shut down) del dorsovagale o la mobilitazione simpatica dell'attacco/fuga. La parte mielinizzata del vago, rapida, flessibile, è complessivamente correlata con le espressioni mimiche soprattutto della parte superiore del volto, il tono della voce, che si "comunicano" tra individui e permettono il social engagement, la relazione con l'ambiente e con il proprio simile in maniera modulata cioè con tensione "verso" ma senza caratteristiche di aggressività. Quando l'individuo sente l'ambiente come safe, come sicuro, il sistema nervoso può esplorare l'ambiente senza paura e senza scatenare reazioni di lotta. Questa è la base neuroscientifica dell'apprendimento.

Questi aspetti hanno permesso ai mammiferi superiori il social engagement, i comportamenti di ingaggio sociale e di relazione che consentono anche maggiormente la sopravvivenza, consentendo la permanenza nel gruppo. I mammiferi superiori hanno raggiunto la capacità di relazione e possono infatti vi-

vere in gruppo per migliorare le possibilità di sopravvivenza.

Le funzioni viscerali, d'altra parte, attraverso il CAN, raggiungono la corteccia orbito-frontale, prefrontale mediale, il cingolo, l'amigdala, l'ipotalamo. I circuiti prefrontali sono inibitori e intervengono a ridurre in maniera rapida la aggressività e la paura, se il contesto è considerato sicuro. La corteccia prefrontale inibisce infatti il simpatico attivatore, inclusa la amigdala, e, in ambiente *safe*, permette la relazione, e riduce il ricorso alla risposta fly or fight.

Se il contesto è percepito come minaccioso, l'inibizione diminuisce l'individuo reagisce con i meccanismi di difesa filogeneticamente più antichi, o la mobilitazione simpatica o addirittura, nei casi di profonda e improvvisa paura, l'immobilizzazione dorsovagale.

In condizione di moderato pericolo, parte l'attivazione simpatica continua che porta l'organismo a uno stato di allarme prolungato con ansia cronica per iperattività della amigdala e ridotta funzione di freno dei lobi frontale e prefrontale mediale.

Se l'ambiente viene percepito come sicuro, il sistema simpatico viene frenato e non si attivano i meccanismi di stress cronico che, fortemente catabolici, consumano molta energia. Questo freno vagale, modulando lo stato viscerale, consente di vivere situazioni di performance cognitiva senza che si attivi il circuito dell'amigdala e il tono simpatico.

La possibilità di utilizzare la cognitivtà, ad alto consumo energetico, senza sprecare energia nei meccanismi di rabbia, difesa, aggressività, ha consentito lo sviluppo delle aree corticali associative e in definitiva quella caratteristica, propriamente umana, di sviluppare funzioni cognitive superiori come linguaggio e astrazione.

Il tono vagale cardiaco misurato attraverso la variabilità di frequenza (HRV Heart rate variability) può darci informazioni dell'integrità funzionale del sistema ventrovagale e se esso stia esercitando una corretta modulazione stato emotivo/stato cognitivo.

Il CAN, caratterizzato da risposte modulate, è il collegamento principale viscere cervello, che consente anche esso la attività cognitiva una volta che non si sprechi energia in reazioni di difesa o di fuga. Quando questa azione di freno sul sistema attivatore simpatico non funziona, si riduce l'HRV, la variabilità della frequenza cardiaca. Una maggiore HRV a riposo corri-

sponde a una maggiore capacità di risposta agli stimoli ambientali e una normale risposta emotiva.

La inibizione della risposta di aggressività parte anche dai neuroni GABA ergici del nucleo del tratto solitario con efferenze dirette di tipo inibitorio sul cervello frontale e midollo.

In termini comportamentali, nell'uomo, i circuiti neurali più recenti rispondono per primi, inibendo quelli arcaici, che intervengono quando questi falliscono. I rettili sono animali solitari. I mammiferi per sopravvivere hanno bisogno di relazionarsi.

I rettili e i mammiferi inferiori o promuovono reazioni di attacco/fuga, tramite il simpatico, o innescano lo shut down, l'immobilizzazione, tramite il sistema dorso vagale. Nei mammiferi superiori si è aggiunto il sistema parasimpatico ventrovagale che, già alla nascita, si evidenzia nella interazione di attaccamento madre bambino.

Il bambino, in stato di bisogno fisiologico continuo, se non riesce a sviluppare il sistema ventrovagale attraverso i comportamenti di accudimento e di attaccamento alla madre, spreca tutte le sue energie metaboliche a mantenere lo stato di allerta e riduce l'apporto nutritivo alle aree pregiate della corteccia.

Il sistema ventrovagale permette la inibizione di paura, rabbia, stress, quando si verifichi una neurocezione di minaccia o di bisogno. La mielinizzazione, la crescita e la maturazione del sistema ventrovagale avviene attraverso i comportamenti di accudimento, di cura, di relazione somatica, con la mamma. La relazione è bidirezionale e migliora il tono ventrovagale anche della madre che a sua volta innesca il sistema di inibizione dello stress simpatico e innesca il sistema neuroendocrino di benessere (ossitocina e vasopressina).

L'azione del tono ventrovagale avviene attraverso le espressioni facciali (i muscoli facciali ricevono efferenze del sistema ventrovagale), la modulazione della voce (muscoli faringei e laringei e dell'orecchio medio), la modulazione del respiro e della frequenza cardiaca. Il muscolo stapedio attenua i rumori di bassa frequenza dell'ambiente e migliora la sensibilità uditiva per le frequenze della voce umana.

In definitiva, secondo Porges, i sistemi adattivi alla paura, si evolvono in senso filogenetico e ontogenetico da una risposta di immobilizzazione (morte apparente), mediata dal sistema dorsovagale, a uno stato

di mobilitazione con risposte di attacco/fuga, mediato dall'ortosimpatico, e da uno stato di inibizione della risposta di immobilizzazione con possibilità di relazione ambientale, mediata dal sistema ventrovagale.

Il sistema ventrovagale influenza anche la funzione immunitaria e intestinale. Il collegamento cerebro enterico è bidirezionale (gut-brain axis). Il sistema enterico/cerebrale integra le informazioni provenienti dalle viscere e le veicola alla amigdala, alla corteccia prefrontale mediale. Se il sistema di inibizione della corteccia pre frontale mediale non è sufficiente, lo stress prolungato ha effetti deleteri sulla muscolatura liscia dell'intestino e sulla permeabilità di membrana, con alterazione del microbiota.

Conclusioni

La teoria polivagale, in conclusione, ci permette di dare interpretazioni molto interessanti alle patologie

del comportamento in stati patologici post traumatici o nella patologia autistica.

Inoltre, ci insegna ad apprezzare il valore inestimabile della capacità di relazione che l'essere umano ha sviluppato e che non è basato solo su un atteggiamento filosofico esistenziale ma si basa anche sul corretto funzionamento dell'ingaggio sociale dell'individuo, che può avvenire solo sulla base di sentimenti di accettazione, accudimento, amore.

Bibliografia

1. The Polyvagal Theory. Neurophysiological Foundations of emotions, Attachment, Communication, Self-regulation Stephen W. Porges 1st Ed. 2 (2011), W W Norton & Co Inc Publisher, NY
2. Gray Henry. Anatomy of the Human Body. 1918.