La teoria polivagale di Porges

Michela Tresoldi*

Puoi scaricare qui il PDF dell'articolo

"Quando la mente è in uno stato di forte eccitazione, ci aspettiamo che abbia un'influenza immediata sul cuore; e questo è universalmente riconosciuto… Quando il cuore viene interessato da questa eccitazione provoca una serie di reazioni a livello cerebrale e, ancora, lo stato del cervello influisce, a sua volta, sul cuore attraverso il nervo pneumo-gastrico; cosicché, in caso di qualsiasi tipo di eccitazione si attiva un meccanismo azione-reazione tra questi due organi più importanti del corpo" Darwin 1872

"Nell'uomo il cuore non è solo l'organo principale per la circolazione sanguigna, ma è anche un centro influenzato da tutti gli apporti sensoriali che possono essere trasmessi dalla periferia attraverso il midollo spinale, dagli organi attraverso il sistema nervoso simpatico o dallo stesso sistema nervoso centrale. Infatti gli stimoli sensoriali che arrivano dal cervello esercitano il loro effetto più forte sul cuore" Claude Bernard 1865

La teoria polivagale lega l'evoluzione della regolazione neuronale del cuore all'esperienza affettiva, all'espressione emotiva, alle espressioni facciali, alla comunicazione vocale e al comportamento sociale. La teoria sostiene che il controllo neurale del cuore è connesso, da un punto di vista neuroanatomico, al controllo neurale dei muscoli del volto e della testa.

Nei mammiferi il **vago** è il decimo nervo cranico, origina dal tronco encefalico e proietta a molti organi. Non è un unico nervo, ma piuttosto una famiglia di vie neurali che si originano in diverse zone del tronco encefalico. Esistono diverse branche del vago, l'80% delle fibre vagali sono fibre afferenti, le restanti sono efferenti così che si crea un processo dinamico di retroazione tra i centri cerebrali di controllo e gli organi, con il fine di regolare l'omeostasi. Le fibre motorie primarie del vago originano attraverso due nuclei separati situati nel midollo allungato: il **Nucleo Motore Dorsale del Vago** (**DMNX**) e il **Nucleo Ambiguo** (**NA**). Il nucleo motore dorsale del vago si trova nella zona dorso mediale del midollo allungato, mentre il nucleo ambiguo si trova ventralmente rispetto al nucleo motore dorsale nella formazione reticolare ventrolaterale.

Da un punto di vista funzionale il vago che origina dal nucleo motore dorsale è denominato vago vegetativo, si connette al cuore attraverso neuroni non mielinizzati che conducono il segnale con una velocità inferiore e non trasportano un ritmo respiratorio, è coinvolto nelle funzioni vegetative della digestione e della respirazione.

Il vago che origina dal nucleo ambiguo è denominato vago emotivo, è dotato di fibre efferenti mielinizzate che contengono anche un ritmo respiratorio, innerva cuore, palato molle, faringe, laringe, esofago ed ha un ruolo più importante nei processi associati con il movimento, le emozioni e la comunicazione, aspetti che rientrano nei comportamenti sociali e di sopravvivenza tipici dei mammiferi.

I due nuclei vagali funzionano indipendentemente l'uno dall'altro.

Un terzo nucleo del midollo allungato, il **nucleo del tratto solitario** (**NTS**), è il terminale di diverse vie afferenti che viaggiano attraverso il vago dagli organi periferici. Ognuna delle tre maggiori strategie comportamentali adattative

èsottesa da un circuito neurale distinto che coinvolge il sistema nervoso autonomo e che riflette l'evoluzione filogenetica del nervo vago.

Esiste un **sistema vagale arcaico,** che origina nel Nucleo Motore Dorsale del Vago ed è non mielinizzato, che ha, come unica modalità di risposta alla novità o alla minaccia, la riduzione della frequenza cardiaca per proteggere le risorse metaboliche (immobilizzazione, morte simulata, blocco dell'azione). È il sistema più arcaico dal punto di vista filogenetico, ed è condiviso da quasi tutti i vertebrati. Le efferenze vagali del Nucleo Motore Dorsale unitamente alle afferenze vagali che terminano nel Nucleo del Tratto Solitario formano il **complesso dorso-vagale** (**DVC**) che è attivato principalmente dall'ipossia e porta a gravi bradicardie, apnea e spesso defecazione per stimolazione della funzione gastrointestinale. Questa strategia di risposta è osservabile nel feto umano in corso di ipossia, ma mentre per i rettili costituisce una risposta adattativa e protettiva per l'animale, l'attivazione del DVC può essere letale per l'uomo.

Il secondo sistema di reazione è costituito dal **sistema nervoso simpatico (SNS) spinale**, un sistema che prepara l'individuo ad un'azione muscolare intensa e promuove l'aumento dell'attività metabolica per rispondere alle sfide esterne del corpo, aumenta la gettata cardiaca, dilata i bronchi, promuove la vasocostrizione e inibisce il tratto gastro-intestinale, molto dispendioso dal punto di vista energetico. Il SNS inibisce l'influenza che il sistema vagale arcaico esercita sui visceri per incoraggiare i comportamenti di mobilizzazione necessari per l'attacco-fuga.

Il terzo sistema, presente solo nei mammiferi, è denominato **complesso ventro-vagale** (**VVC**) ed è composto da una componente somato-motoria formata dagli efferenti viscerali speciali e da una componente viscero-motoria formata da **vie vagali mielinizzate** che partono dal Nucleo Ambiguo fino al nodo seno-atriale del cuore e ai bronchi. Le componenti somato-motorie

del VVC contribuiscono alla regolazione dei comportamenti di esplorazione dell'ambiente (guardare, ascoltare), e di ricerca del contatto sociale (espressioni facciali, gesti del capo, vocalizzazioni). Le componenti viscero motorie del VVC modulano l'attività di cuore e bronchi, garantendo le risorse metaboliche per entrare in contatto o ritirarsi da una situazione sociale. Il complesso ventro-vagale si occupa primariamente di attività anaboliche coinvolte con i processi riparativi e la conservazione dell'energia corporea, ha un effetto inibitorio sulle vie del simpatico che arrivano al cuore e dunque rallenta l'attività metabolica e promuove comportamenti prosociali.

La teoria polivagale delle emozioni propone che ci sia una risposta gerarchica alle sollecitazioni ambientali, con attivazione prima dei sistemi più recenti dal punto di vista filogenetico e poi delle strategie primitive. Il nostro comportamento sociale segue una strategia che si focalizza innanzitutto sulla comunicazione attraverso le espressioni facciali e le vocalizzazioni, una strategia che richiede poche risorse metaboliche e che, se interpretata in maniera corretta, si traduce in interazioni sociali contingenti attraverso meccanismi verbali-facciali. Il VVC inibisce a livello del cuore le risposte di mobilizzazione del SNS, mentre il ritiro del VVC si traduce in una prevalenza del SNS sul cuore, così da preparare il corpo a comportamenti di attacco e fuga. Allo stesso modo il ritiro del tono del simpatico comporta una predominanza del DVC sul cuore e sul tratto gastrointestinale, con conseguenze che, nei mammiferi, possono essere letali perché vengono favorite apnea e bradicardia.

La teoria polivagale interpreta le interazioni sociali e le emozioni come processi biocomportamentali piuttosto che come processi psicologici, sostenendo che il nostro stato fisiologico influenza profondamente la qualità dei processi

psicologici e le nostre sensazioni possono determinare cambiamenti dinamici nella nostra fisiologia.

Le persone con un tono vagale più alto presentano risposte autonomiche più coerenti e organizzate, con minori periodi di latenza, e un maggior ventaglio di possibilità. Gli individui con un tono vagale basso e con una scarsa regolazione vagale presentano difficoltà nel regolare gli stati emotivi, nel leggere in modo corretto i segnali sociali e la gestualità e nell'esprimere emozioni adeguate alla situazione.

Il tono vagale cardiaco si riflette nell'ampiezza del ritmo della frequenza cardiaca associata con la frequenza del respiro spontaneo. La fonte primaria della variabilità della frequenza cardiaca è mediata da aumenti e diminuzioni fasici dell'output degli efferenti neurali che arrivano al cuore attraverso il vago. Gli stati caratterizzati da influenze vagali attenuate si accompagnano a una flessibilità comportamentale ridotta in risposta alle richieste del contesto.

Se l'ansia fosse considerata come dipendente da una variazione del sistema nervoso autonomo, in cui lo stato fisiologico dell'individuo è dominato dal sistema nervoso simpatico, potrebbero emergere nuove strategie di ricerca clinica e i trattamenti sarebbero incentrati sull'abbassamento del tono del simpatico.

L'evoluzione filogenetica ha creato un legame anatomico e neurofisiologico tra la regolazione neuronale del cuore attraverso il vago mielinizzato e le vie efferenti viscerali speciali che regolano i muscoli striati della faccia e del capo, dando vita a un sistema di ingaggio sociale integrato.

Neurocezione è un termine che è stato coniato per sottolineare un processo neurale, distinto dalla percezione, che è in grado di distinguere le caratteristiche ambientali (e viscerali) che rappresentano condizioni di sicurezza, pericolo o minaccia. La

neurocezione permette agli umani e ad altri mammiferi di mettere in atto comportamenti sociali operando una distinzione tra contesti sicuri e contesti pericolosi.

La neurocezione viene attivata da specifici circuiti che coinvolgono alcune zone della corteccia temporale che comunicano con il nucleo centrale dell'amigdala e della sostanza grigia periacqueduttale; quando un contesto viene considerato sicuro, le strutture limbiche difensive sono inibite permettendo l'interazione sociale, incentivando stati viscerali rilassati e promuovendo meccanismi di recupero (omeostasi viscerale) attraverso un aumento dell'influenza delle vie vagali motorie mielinizzate sulla regolazione del pace maker cardiaco che rallenta il battito, inibisce i meccanismi di attacco e fuga del sistema nervoso simpatico, blocca il sistema di risposta allo stress dell'asse HPA (cortisolo) e riduce l'infiammazione attraverso una modulazione delle reazioni immunitarie (citochine).

Studi recenti hanno evidenziato che le aree della corteccia temporale che inibiscono le reazioni di difesa limbiche, non si attivano nelle popolazioni che mostrano difficoltà con i comportamenti di interazione sociale (es. soggetti autistici o schizofrenici). Inoltre gli individui con disturbi psichiatrici tipo ansia e depressione, fanno fatica a regolare gli stati viscerali (ridotta regolazione vagale del cuore) e nelle interazioni sociali mostrano ridotte espressioni facciali e ridotto controllo motorio dei muscoli striati della faccia e della testa. Quindi, da un punto di vista teorico, alcuni disturbi psichiatrici sono legati all'incapacità di capire se un luogo è sicuro, se le persone sono degne di fiducia e quindi all'incapacità di esprimere comportamenti sociali appropriati.

I sette punti della teoria polivagale:

1. Il sistema vagale non rappresenta una dimensione unitaria, ma include le fibre viscerali efferenti

generali che regolano la muscolatura liscia e cardiaca e il sistema delle fibre efferenti speciali che regolano i muscoli somatici della laringe, della faringe e dell'esofago. Tali muscoli somatici controllano la vocalizzazione, la suzione, la deglutizione e si interfacciano con la respirazione. Il sistema vagale è anche connesso a livello neuroanatomico con i nuclei che controllano le espressioni facciali, la masticazione e le rotazioni del capo.

2. Esistono due sistemi motori vagali, uno è formato dal vago vegetativo che si origina nel nucleo motore dorsale, associato con la regolazione delle funzioni viscerali ad opera dei riflessi. L'altro sistema vagale è costituito dal vago intelligente che parte dal NA ed è associato con processi attivi di attenzione, movimento, emozione e comunicazione. Questi due sistemi sono distinti a livello neuroanatomico, presentano due diverse origini ontogenetiche e filogenetiche e mettono in atto strategie adattative diverse.
3. Nei mammiferi il concetto di tono vagale non ha un'univoca interpretazione: un tono elevato che proviene dal DMNX potrebbe essere letale, mentre un tono elevato che si genera nel sistema vagale del NA ha effetti benefici.
4. L'effetto funzionale del vago che origina dal NA si può monitorare con la aritmia seno respiratoria (ARS). Il NA è parte di un network neuronale comune che produce il ritmo cardio respiratorio, quindi l'output che emerge dalla branca del vago che origina dal NA e che termina nel nodo-seno atriale presenta una frequenza condivisa dal sistema respiratorio e dal sistema cardiaco. Al contrario l'output dal DMNX non contribuisce al ritmo respiratorio.
5. L'ampiezza della bradicardia neurogena dipende dal DMNX. Cambiamenti rapidi della frequenza cardiaca e i riflessi ortovagali e chemovagali sono espressione di bradicardie neurogene. Senza un effetto del NA sul nodo seno-

atriale, le condizioni locali come l'ipossia potenziano di molto l'effetto vagale.
6. Esiste un oscillatore cardiopolmonare comune, risultato di un network di interneuroni che si trovano nel NTS e NA, che comunicano con i neuroni motori che controllano la funzione respiratoria, laringea e cardiaca.
7. Le emozioni primarie sono connesse a funzioni autonome. Siccome le emozioni primarie sono spesso collegate alla sopravvivenza devono essere integrate nella regolazione cardiopolmonare. Inoltre, le emozioni primarie sono influenzate dall'emisfero destro, ipsilaterale con l'influenza regolatoria delle strutture midollari che controllano le funzioni viscerali.

Modello di integrazione neuroviscerale

"In accordo con quanto sostenuto da Darwin nel suo trattato "l'origine della specie", non è la specie più intelligente che sopravvive, né quella più forte, ma quella maggiormente in grado di adattarsi alle modificazioni dell' ambiente in cui si trova." Megginson 1963.

Thayer e Lane nel 2000 proposero il modello di Integrazione Neuroviscerale, secondo il quale le capacità di adattamento alle modificazioni ambientali sono influenzate da diversi aspetti: fisiologici, comportamentali, affettivi, cognitivi, sociali e ambientali. Si ipotizza la presenza di un nucleo di strutture neurali in grado di integrare i segnali provenienti dall'esterno e dall'interno del corpo cosi da preparare l'organismo a fornire una corretta risposta alle modificazioni ambientali. Un sistema bilanciato è un sistema sano, in grado di rispondere a sollecitazioni ambientali e fisiche grazie all' auto-regolazione, cioè la capacità di modificare pensieri ed emozioni per permettere all'individuo di scegliere la risposta giusta per una determinata situazione. Un sistema bloccato in uno specifico schema è un sistema disregolato.

Nel modello di integrazione neuroviscerale il tono vagale

cardiaco, misurato attraverso la variabilità di frequenza cardiaca (HRV= heart rate variability), può dare informazioni in merito all'integrità funzionale della rete neurale implicata nelle interazioni emotivo-cognitive perché i circuiti neurali implicati nell'auto regolazione autonomica, emozionale e cognitiva sono anche coinvolti nel controllo dell'attività cardiaca. Un cuore sano presenta una buona variabilità nella frequenza cardiaca, un cuore malato non mostra variabilità. Una maggior HRV a riposo è associata con una maggior capacità di modulazione nella risposta a stimoli emotivi, al contrario una bassa HRV a riposo è associata con uno stato di ipervigilanza ed errate risposte cognitive a stimoli di natura emotiva neutrale.

Il network autonomico centrale o CAN (central autonomic network) è coinvolto nelle risposte viscero-motorie, neuroendocrine e comportamentali per permettere una risposta flessibile alle diverse realtà ambientali ed è costituito dal cingolo anteriore, dall'insula, dalla corteccia pre-frontale ventro-mediale, dal nucleo centrale dell'amigdala, dai nuclei paraventricolari e dell'ipotalamo, dal grigio periacqueduttale, dai nuclei parabrachiali, dal nucleo del tratto solitario, dal nucleo ambiguo, dal midollo ventrolaterale, ventromediale e altri nuclei. Tutte queste strutture sono interconnesse all'interno del CAN, e le informazioni possono liberamente fluire. Giocano un ruolo fondamentale nelle funzioni di autoregolazione i circuiti inibitori prefrontali subcorticali. In circostanze normali la corteccia prefrontale ha il compito di identificare i punti di sicurezza presenti nell'ambiente ed esercita il suo controllo inibitorio sui circuiti corticali simpatico-eccitatori, incluso il nucleo centrale dell'amigdala. In situazioni di incertezza, la regolazione inibitoria prefrontale diminuisce e i circuiti subcorticali simpatico eccitatori rispondono in modo automatico con conseguente prolungata attivazione dei meccanismi di difesa (es: ipervigilanza). Nell'appropriata valutazione del tipo di contesto entra in gioco la corteccia

prefrontale e in modo particolare la parte mediale (mPFC). In un contesto di sicurezza le rappresentazioni minacciose dell'amigdala sembra che siano inibite dalla corteccia prefrontale. Pazienti con disturbo post traumatico da stress (PTSD), ansia eccessiva e stati fobici manifestano un quadro di iper-reattività dell'amigdala, in contemporanea ad una ridotta attività della mPFC, per cui hanno difficoltà nel riconoscere ambienti e segnali di "sicurezza". Non a caso la distruzione dei circuiti prefrontali subcorticali è stata associata ad un gran numero di problematiche psicopatologiche tra cui depressione, ansia e schizofrenia.

In accordo con il modello di integrazione neuroviscerale, il CAN si connette al cuore a livello del nodo seno atriale, attraverso il ganglio stellato e il nervo vago. I messaggi in uscita dal CAN sono sotto il controllo tonico inibitorio dei neuroni GABAergici del Nucleo del Tratto Solitario. I circuiti inibitori cortico-subcorticali servono per unire processi psicologici a processi fisiologici e la HRV può esserne un indice di funzionamento.

Una metanalisi ha mostrato che una maggior HRV a riposo è associata con l'attivazione dei circuiti inibitori prefrontali subcorticali, in modo da permettere una risposta flessibile e adeguata, dal punto di vista cognitivo, emotivo e comportamentale, alle diverse situazioni ambientali, e questa caratteristica facilita una corretta espressione delle emozioni. Queste persone mostrano un incremento fasico della HRV.

La presenza invece di una bassa HRV a riposo si associa ad una regolazione prefrontale meno efficace e di conseguenza alla manifestazione di atteggiamenti emotivi e cognitivi non adeguati alla situazione e con sistemi di auto regolazione deficitari. Ad esempio questi individui hanno difficoltà nel riconoscimento di situazioni di sicurezza o di stimoli di natura neutra. Queste persone mostrano uno soppressione fasica dell'HRV, con risposte di natura autonomica stressoria in

seguito all’esposizione ad eventi banali, come se questi rappresentassero importanti fattori di stress.

Studi empirici hanno dimostrato che sia un rapido “coinvolgimento” che un lento “dereclutamento” in seguito alla visione di un viso che incute paura sono entrambi indici di una risposta dis-adattativa perché se troppo veloce indica uno stato di ipervigilanza, mentre una risposta lenta indica una difficoltà nell’allontanare l’attenzione dall’evento. Le persone con un alto grado di ansia velocemente sono coinvolte dalla situazione e con lentezza riescono a distogliersi da quel pensiero. La soppressione fasica dell’HRV è connessa con la risposta autonomica allo stress e riflette il ritiro del controllo cardiaco vagale e l’attivazione dei sistemi difensivi. I circuiti dell’amigdala sono coinvolti nella rapida scansione dell’ambiente e sono particolarmente attivi nella ricerca di situazioni di pericolo. La risposta che viene in automatico generata a livello cerebrale, in caso di situazione incerta o minacciosa, è quella di “attacco-fuga”. Questo è dovuto ad un fenomeno denominato “negativity bias” che descrive la tendenza a dare maggior importanza alle informazioni negative rispetto a quelle positive. Dal punto di vista evolutivo questa “eccessiva” precauzione aumenta le possibilità di sopravvivenza, ma nel contesto della società attuale una continua percezione di minaccia è disadattativa. I pazienti con un alto grado di ansia non necessariamente mostrano una risposta esagerata, ma piuttosto mostrano comportamenti di sospetto pur essendo in un contesto sicuro.

Confronto

Porges, con la teoria dell’ingaggio sociale, suggerisce che i fenomeni di socializzazione dipendono da un buon funzionamento del vago mielinizzato che permette l’autoregolazione, la capacita di “calmarsi” e inibisce l’input simpatico sul cuore. Dunque la possibilità di modulare il tono vagale può incrementare la capacità di autoregolazione di un individuo.

Thayer e Lane nel modello di integrazione neuroviscerale descrivono le strutture neurali centrali (CAN) coinvolte nella regolazione cognitiva, affettiva e autonomica di un individuo. Le connessioni dinamiche tra amigdala e corteccia prefrontale, soprattutto nella sua parte mediale, responsabili della valutazione del grado di rischio dell'ambiente, agiscono sulla regolazione della HRV attraverso le loro connessioni con il Nucleo del Tratto Solitario (NTS). L'HRV riflette la capacita funzionale delle strutture cerebrali coinvolte nei processi di auto regolazione. Quando il CAN diminuisce l'attivazione della corteccia prefrontale, la frequenza cardiaca aumenta e l' HRV diminuisce. La corteccia prefrontale viene messa da parte quando si percepisce una situazione di paura, ma una prolungata inattività della corteccia prefrontale porta ad uno stato di ipervigilanza e isolamento sociale.