

# Luca Chittaro

## Neuroscienze dello yoga

Evidenze sulla pratica



La popolarità dello yoga, in Italia e nel mondo, è cresciuta notevolmente negli ultimi anni. Allievi e insegnanti attribuiscono alla pratica numerosi benefici psicologici e fisici, ma esistono evidenze scientifiche che lo dimostrino? La ricerca scientifica sull'argomento ha di recente registrato un'enorme crescita, iniziando a far luce su questi interrogativi con un significativo coinvolgimento delle neuroscienze. Ma la letteratura disponibile è purtroppo di tipo specialistico, destinata a lettori con formazione professionale settoriale. Scopo di questo libro, dal taglio divulgativo, è quindi introdurre e illustrare in modo accessibile le scoperte e il crescente bagaglio di conoscenze che questa entusiasmante area di ricerca multidisciplinare sta ottenendo.

**Luca Chittaro** è professore ordinario e cofondatore del master in Meditazione e neuroscienze dell'Università degli Studi di Udine, dove dirige il laboratorio Human-Computer Interaction Lab, che studia le relazioni fra tecnologia e persone, anche per la mitigazione di stress, ansia e dolore. Autore di oltre 200 pubblicazioni internazionali, le sue ricerche hanno ricevuto finanziamenti dalla Federal Aviation Administration (FAA) degli Stati Uniti e sono state riprese da media quali Discovery Channel, BBC, "Time".

 **MIMESIS / I CONFINI DELL'ANIMA**  
Neuroscienze, filosofia e spiritualità

N. 2

*Collana diretta da* Franco Fabbro

LUCA CHITTARO

# NEUROSCIENZE DELLO YOGA

Evidenze sulla pratica

 MIMESIS

MIMESIS EDIZIONI (Milano – Udine)

[www.mimesisedizioni.it](http://www.mimesisedizioni.it)

[mimesis@mimesisedizioni.it](mailto:mimesis@mimesisedizioni.it)

Collana: *I confini dell'anima*, n. 2

Isbn: 9791222318769

© 2025 – MIM EDIZIONI SRL

# INDICE

PREFAZIONE

INTRODUZIONE

CAPITOLO 1

DEFINIRE LO YOGA: DALL'INDIA ANTICA ALLA SCIENZA MODERNA

CAPITOLO 2

YOGA E NEUROIMMAGINI: IL CERVELLO DEI PRATICANTI

CAPITOLO 3

YOGA, STRESS E ANSIA

CAPITOLO 4

YOGA, TRAUMA E DEPRESSIONE

CAPITOLO 5

YOGA E DOLORE

CAPITOLO 6

LO YOGA E IL CORPO NELLA SOCIETÀ DIGITALE DEL TECHNOSTRESS

CONCLUSIONI

## RINGRAZIAMENTI

# PREFAZIONE

Le discipline dello yoga, sviluppate originariamente in India, sono costituite da specifici percorsi filosofici e una serie di teorie e di pratiche intese a collegare il corpo con la mente, il sé interiore con la totalità assoluta, attraverso l'utilizzazione della meditazione, l'assunzione di particolari posture fisiche e alcuni peculiari stili di vita. Il lettore interessato può trovare centinaia di libri dedicati ai diversi aspetti teorici (storici, filosofici, religiosi) e pratici dello yoga (con numerosissimi libri dedicati alla descrizione delle posture, alle varie forme di meditazione e ai diversi stili di vita).

Ciò che fino ad ora mancava era una descrizione semplice e chiara delle “neuroscienze dello yoga”. Questa carenza è stata risolta grazie a questo libro innovativo e molto ben documentato, scritto da Luca Chittaro, uno dei più validi ricercatori nel settore degli studi dell'interazione tra gli esseri umani e i sistemi digitali. Oltre a essere un docente universitario, Luca Chittaro fin da giovane si è interessato sia da un punto di vista teorico che pratico alla meditazione; per questa ragione, circa una decina di anni fa, è stato uno dei docenti fondatori di un Master molto apprezzato dedicato alla “Meditazione e alle Neuroscienze” e istituito presso l'Università di Udine.

Insieme alle competenze matematiche e informatiche, Luca Chittaro è un grande esperto di tematiche collegate alla psicologia sociale e alla psicologia delle emozioni. Avvicinatosi alle discipline dello yoga, Chittaro

si è accorto della mancanza – a livello nazionale e internazionale – di un testo divulgativo, ma allo stesso tempo sistematico e critico, dedicato alle neuroscienze dello yoga. Ha sentito quindi l'esigenza, sia a livello personale (per avere un'idea chiara e sistematica sullo yoga e i suoi effetti) che a livello interpersonale (per mettere a disposizione dei lettori interessati uno strumento di conoscenza e di lavoro), di impegnarsi nello studio e nella realizzazione di una introduzione scientifica alle neuroscienze dello yoga.

La necessità di avere a disposizione un manuale sulle neuroscienze dello yoga è facilmente desumibile analizzando la letteratura scientifica sull'argomento. Nella banca dati più significativa dedicata agli ambiti medici e psicologici (Pubmed) sono attualmente disponibili più di 2500 articoli scientifici sullo yoga. All'interno di questa banca dati, le ricerche scientifiche pubblicate sono suddivise in alcune categorie: *yoga therapy* (yoga e terapia: 2546 lavori scientifici), *yoga stress* (yoga e stress: 648 lavori), *yoga pain* (yoga e dolore: 466 lavori), *yoga benefits* (benefici dello yoga: 515 lavori), *yoga anxiety* (yoga e ansietà: 432); questi argomenti generali di natura sperimentale e clinica hanno indirizzato Luca Chittaro nella composizione del suo eccellente libro.

Nel primo capitolo, Chittaro ha precisato che cos'è lo yoga e come si è sviluppato storicamente in India e come successivamente si sia diffuso in Occidente. Particolare attenzione è stata dedicata ai fattori che hanno determinato la forte crescita di interesse negli ultimi decenni sia a livello popolare che a livello scientifico. Nel secondo capitolo sono stati analizzati i principali metodi di studio delle neuroscienze dello yoga e in particolare gli studi di neuroimmagine che possono essere utilizzati in soggetti di controllo e in persone con specifiche patologie. Le strutture cerebrali in relazione con lo yoga sono alcuni nodi critici nel funzionamento del cervello umano: l'insula, l'ippocampo, l'amigdala, la corteccia prefrontale, il Default Mode Network (DMN). Si tratta di strutture coinvolte in numerosi compiti cognitivi-emozionali tipici degli esseri umani, come ad esempio l'elaborazione dei ricordi della memoria episodica, l'attenzione volontaria, l'autocoscienza e l'immaginazione (inclusa l'immaginazione del tempo).

Nei capitoli centrali del libro vengono analizzati i lavori di neuroscienze e psicologia clinica volti a indagare il ruolo che i training di yoga possono svolgere nelle condizioni di stress cronico e di ansia (capitolo 3), nello stress post-traumatico e nelle sindromi depressive (capitolo 4), e nelle condizioni di dolore cronico (capitolo 5). Gli studi presi in considerazione indicano che i training di yoga non solo non aggravano le condizioni cliniche analizzate, ma nella maggior parte dei casi risultano esercitare un ruolo significativamente positivo sulla vita e le condizioni cliniche dei pazienti. Per questa ragione l'ambiente clinico anglosassone usa a volte il termine "*yoga therapy*", secondo cui lo yoga sarebbe una forma di terapia.

Non credo personalmente che lo yoga, come numerose altre forme di meditazione (in particolare la mindfulness), sia definibile come una terapia fisica e/o una terapia psicologica. Infatti, può essere praticato da persone perfettamente sane. Inoltre, lo yoga viene in genere insegnato da persone esperte che non appartengono al mondo clinico (medici o psicologi). Quindi, lo yoga, come molte altre forme di meditazione, deve essere considerato come una delle possibili forme di "terapia spirituale" o, in altri termini, di "terapia esistenziale". Questi ambiti della cura, di natura spirituale ed esistenziale, sono scarsamente riconosciuti e studiati in Occidente; tuttavia, essi rivestono un ruolo fondamentale nei processi di guarigione di una buona parte degli esseri umani.

Nel capitolo finale (cap. 6), l'autore si è confrontato con il problema dello stress causato dal cosiddetto "mondo digitale" (internet e social media). Come è noto, questo mondo ha generato una vasta serie di problemi psicologici, in particolare quelli collegati all'isolamento sociale, al multitasking, ad una accentuazione delle spinte competitive, alla tendenza alla disconnessione con il proprio corpo e con le proprie emozioni. Queste problematiche psicologiche possono favorire l'instaurarsi di numerose patologie fisiche e mentali (stress cronico, ansia, Alessitimia, sindromi depressive, disturbi alimentari). Per far fronte a questi disagi crescenti è necessario imparare a mantenere un rapporto più equilibrato con i "mondi digitali". Secondo l'autore questo equilibrio può essere raggiunto più facilmente attraverso lo studio e la pratica dello yoga.

Infine, un significativo spazio dell'ultimo capitolo è stato dedicato alla possibile utilizzazione di tecnologie del mondo digitale per facilitare l'insegnamento e la pratica dello yoga. Secondo l'autore in un futuro non molto lontano gli ausili digitali rivestiranno un'importanza crescente nell'ambito delle pratiche meditative e spirituali.

In conclusione, credo che il libro *Le neuroscienze dello yoga* di Luca Chittaro possa essere considerato un contributo fondamentale allo studio scientifico dello yoga. Per questa ragione dovrebbe essere letto e studiato da tutti gli istruttori di yoga, nonché dai praticanti interessati alla conoscenza dei processi neuropsicologici implicati nella pratica dello yoga. La lettura e lo studio di questo libro è inoltre consigliata ai medici e agli psicologi interessati alla salute mentale ed esistenziale dei loro pazienti. *Le neuroscienze dello yoga* costituiscono un testo significativo anche nell'ambito degli studi sulla interazione corpo-mente, come pure nel settore delle neuroscienze collegate allo studio delle esperienze religiose.

Franco Fabbro,  
già professore ordinario di Fisiologia,  
Neuropsichiatria infantile e Psicologia clinica  
all'Università di Udine

# INTRODUZIONE

Nei decenni recenti, la popolarità dello yoga è grandemente cresciuta in Italia e nel mondo, raggiungendo una diffusione senza precedenti nella popolazione. Allievi e insegnanti attribuiscono allo yoga numerosi benefici, che porterebbero a un maggior benessere e qualità di vita. Oltre a miglioramenti nel fisico, quali maggior flessibilità e forza, i praticanti sostengono che lo yoga li aiuta a gestire importanti problematiche psicologiche quali stress, ansia, trauma e dolore. Ma quanto c'è di reale in queste affermazioni? Esistono evidenze scientifiche che confermino questi benefici che coinvolgono anche la psiche? Sono stati individuati meccanismi che potrebbero spiegare questi eventuali effetti dello yoga sulle persone? Fortunatamente, al continuo aumento del numero di praticanti, si è accompagnato un mutamento anche nell'interesse della scienza verso lo yoga. Da tema quasi ignorato in precedenza, lo yoga è diventato oggetto di un crescente numero di studi scientifici, che hanno iniziato a far luce sui precedenti interrogativi con un significativo coinvolgimento delle neuroscienze.

Questo libro nasce per colmare un vuoto nel panorama dei saggi sullo yoga attualmente disponibili in libreria. Mentre il lettore può trovare numerose opere che trattano diversi aspetti teorici (filosofici, storici, anatomici) o pratici (manuali che insegnano i vari stili) dello yoga, non esiste al momento un libro che fornisca un'introduzione ed un quadro completo e aggiornato delle conoscenze sulla pratica yoga dalla prospettiva delle neuroscienze. Il presente libro mira quindi ad ovviare a questa

carenza, costituendo una naturale integrazione e complemento alle informazioni fornite dagli altri testi disponibili sullo yoga.

Inoltre, dato che la letteratura sul tema yoga nell'ambito scientifico e neuroscientifico è purtroppo di tipo specialistico, destinata a lettori con formazione professionale alla ricerca, ho posto particolare cura nel dare al saggio un carattere divulgativo, che non richieda alcuna conoscenza pregressa. Nello scrivere, non mi sono quindi rivolto ai lettori specialisti. Al contrario, lo scopo che mi sono prefisso è stato di introdurre ed illustrare da zero, in modo accessibile a chiunque, le scoperte e il crescente bagaglio di conoscenze che questa entusiasmante area di ricerca multidisciplinare sta producendo. Per far ciò, fra le centinaia di concetti complessi contenuti nei libri di testo accademici di neuroscienze, ho selezionato e mi sono concentrato sullo spiegare quelli strettamente necessari a comprendere gli studi eseguiti finora sullo yoga. Per esempio, del vasto numero di regioni in cui il cervello viene diviso, che da solo richiederebbe migliaia di pagine per essere trattato, ho introdotto ed esaminato in dettaglio solo quelle per cui la ricerca ha fatto scoperte specifiche sullo yoga e le sue possibili relazioni con stress, ansia, trauma e dolore. Similmente, alcuni ulteriori argomenti a cui i testi accademici di neuroscienze dedicano giustamente capitoli interi, per esempio i neurotrasmettitori, non vengono analizzati in questo libro perché su quegli argomenti la ricerca scientifica sullo yoga ha al momento lavorato pochissimo o non li ha ancora affrontati.

Il libro è stato quindi pensato per chiunque, praticanti e non praticanti, allievi o insegnanti, voglia arricchire le proprie conoscenze sullo yoga (ma anche saperne di più su stress, ansia, trauma e dolore) con una moderna visione neuroscientifico, in un volume snello e focalizzato sull'essenziale. Pensando invece al lettore che desideri poi approfondire i dettagli specialistici dei temi introdotti, al termine di ogni capitolo ho incluso un'ampia sezione di bibliografia, che ho continuato ad aggiornare con le più recenti pubblicazioni accademiche rilevanti, uscite fino al momento di consegnare il saggio all'editore.

Il libro è organizzato in un percorso logico composto da sei parti. Il Capitolo 1 definisce che cos'è lo yoga, anche con una sintetica prospettiva storica, ed esamina il fenomeno di crescita di interesse verso lo yoga sia da parte della popolazione sia della ricerca scientifica. Il Capitolo 2 introduce le principali relazioni scoperte sinora fra yoga e regioni specifiche del

cervello, grazie agli studi di neuroimmagini. I successivi tre capitoli introducono passo passo tre gruppi fondamentali di problematiche che affliggono l'essere umano (stress e ansia nel Capitolo 3, trauma e depressione nel Capitolo 4, dolore nel Capitolo 5) e per ognuna di esse esaminano quali siano le attuali conoscenze scientifiche sul ruolo che lo yoga può svolgere nel mitigarle. Infine, il Capitolo 6 considera alcuni degli effetti nocivi dei cambiamenti introdotti dalla società digitale nella vita quotidiana e riesamina l'antica disciplina dello yoga nel contesto della moderna vita pervasa da strumenti digitali, anche approfondendo i temi sempre più attuali dell'interocezione e dell'embodiment.

Concludo con l'auspicio che il percorso che ho sviluppato in questo saggio possa portare i temi trattati al di fuori della ristretta cerchia degli specialisti e possa contribuire alla crescita di una visione più chiara e profonda dei legami corpo-mente che si realizzano attraverso la pratica yoga.

Udine, 25 settembre 2024  
Prof. Luca Chittaro  
*Università di Udine*

# CAPITOLO 1

## DEFINIRE LO YOGA: DALL'INDIA ANTICA ALLA SCIENZA MODERNA

Il primo passo di qualsiasi ricerca scientifica è definire con precisione che cosa si vuole indagare. Il termine “yoga” viene associato dalle persone ad un vasto insieme di pratiche fisiche e mentali, anche estremamente diverse da loro. C'è quindi il rischio che ricerche che si crede perseguano lo stesso obiettivo (indagare lo “yoga”) producano risultati eterogenei e magari anche contraddittori, perché non si è ben definito l'oggetto dello studio. Questo capitolo esamina il significato del termine yoga e ripercorre sinteticamente la sua lunga storia dall'antica India di Patañjali per arrivare ai diversi tipi di pratica popolari oggi in Occidente e al crescente successo che incontrano nella popolazione. Infine, identifica un territorio comune alle pratiche yoga contemporanee, anche al fine di integrare diversi risultati ottenuti dalla ricerca scientifica.

### 1.1 *Il termine “yoga”*

La parola yoga ha molteplici significati. Ha origine dal sostantivo sanscrito yugà (“giogo”) e dalla radice verbale yuj, che ha il significato di “aggiungere, unire, collegare, mettere assieme”. Nell'interpretazione più comune, seguita in questo libro, l'unione a cui la parola fa riferimento è quella fra corpo e mente. Tuttavia, va sottolineato per completezza che in alcuni contesti di tipo religioso la parola yoga viene anche associata

all'unione fra un sé interiore più profondo o anima e una divinità personale o una realtà assoluta impersonale (Sarbacker, 2021).

La parola yoga non denota soltanto un obiettivo (l'unione sopraccitata) ma anche una disciplina, un processo (ciò che si fa per raggiungere l'obiettivo). In tal senso, l'immagine comunemente associata dai media alla disciplina dello yoga è quella di persone che si esercitano nell'assumere particolari posture fisiche (*āsana*). In realtà, lo yoga come processo viene inteso in modi diversi da persone diverse: come una filosofia, come una pratica fisica, come una pratica meditativa, come uno stile di vita. I quattro punti di vista non si escludono a vicenda: alcune persone possono concentrarsi solo su un aspetto (per esempio, il solo esercizio fisico slegato dagli aspetti meditativi oppure la sola meditazione in condizioni di completa immobilità fisica) mentre altre possono combinare due o più dei quattro aspetti (per esempio, eseguire i movimenti e le posture, sincronizzando con esse la respirazione e mantenendo la mente focalizzata su tutte le sensazioni e sul momento presente), dedicandosi a ognuno di essi nelle proprie personali proporzioni.

Per comprendere meglio l'origine di questa variabilità di significati e possibilità, la prossima sezione riassume brevemente alcune tappe importanti della lunga storia della yoga e della sua evoluzione nei secoli.

## 1.2 *Breve storia dello yoga*

I ricercatori accademici che studiano la storia dello yoga, pur avendo opinioni diverse su alcuni aspetti delle ricostruzioni fornite, concordano sul fatto che lo yoga moderno, con la sua enfasi sulle posture, sia il frutto di un'evoluzione che ha avuto luogo in buona parte nel XX secolo e che l'ha profondamente trasformato rispetto alle sue origini nell'antica India (De Michelis, 2005) (Singleton, 2010) (Connolly, 2014) (Goldberg, 2016) (Sarbacker, 2021).

Il primo testo dedicato interamente e specificamente allo yoga (*Yoga Sūtra*) viene attribuito all'autore indiano Patañjali. Nonostante alcuni praticanti credano risalga al II secolo a.C., in realtà gli storici dello yoga

concordano che il testo sia stato scritto secoli dopo, con diversi gradi di incertezza sul secolo specifico: Il secolo d.C. secondo De Michelis, III secolo d.C. secondo Singleton, il periodo dal IV al V secolo d.C. secondo Goldberg o ancora più cautelativamente il periodo dal III al V secolo d.C. secondo Sarbacker. Dal punto di vista dei contenuti, il lettore che esamini il testo originale di Patañjali non troverà in esso un manuale di posture ed esercizi fisici. Al contrario, i Sūtra, cioè degli aforismi mirati a ispirare riflessioni profonde, delineano una visione altamente filosofica e meditativa dello yoga, organizzandola in un percorso (aṣṭāṅgayoga) composto da otto parti (āṅga, parola variabilmente tradotta in letteratura come membra, gambe, rami, passi, ausili). Le prime cinque “membra” vengono chiamate esterne perché riguardano la relazione con il mondo e con il corpo<sup>1</sup>, le rimanenti tre fanno invece riferimento a una dimensione squisitamente mentale e vengono chiamate interne<sup>2</sup>.

Il ruolo storico di Patañjali non è però quello di aver ideato lo yoga, come alcuni credono, ma più precisamente di aver sistematizzato in un testo unico e omogeneo un insieme di concetti e pratiche che erano state in gran parte tramandate oralmente, dando loro organizzazione e struttura. Infatti, riferimenti, seppur frammentari, allo yoga risalgono a periodi precedenti a Patañjali e tali pratiche vengono a volte chiamate “proto-yoga” in letteratura (Sarbacker, 2021). In particolare, gli storici fanno notare che il termine yoga veniva usato già in alcuni scritti sia Hindu (1500-500 a.C.) sia Buddhisti (500-100 a.C.), con una connotazione ascetica (Sarbacker, 2021). Singleton illustra come alcune delle otto “membra” di Patañjali siano già precedentemente presenti in testi fondamentali della religiosità indiana (Upaniṣad e Bhagavad Gītā) e invita quindi il lettore a non considerare Patañjali come unica fonte delle più antiche tradizioni yogiche (Singleton, 2010). Infine, alcuni autori riportano il fatto che i ritrovamenti archeologici della civiltà della valle dell’Indo, che ebbe inizio nel 2500 a.C., includono artefatti ritraenti divinità e figure umane in posizioni sedute che sono molto simili a posizioni sedute dello yoga e potrebbero essere speculativamente interpretate come la prima presenza storica del “proto-yoga” (Sarbacker, 2021) (Singleton, 2010).

Nei secoli successivi alla comparsa degli Yoga Sūtra, diversi autori scrissero testi di commento e interpretazione all’opera di Patañjali e

vennero sviluppati e codificati tipi diversi di pratiche da una serie di guru (maestri spirituali) che emersero in India. Alcune di queste scuole di pensiero enfatizzano lo yoga come strumento per ottenere controllo e padronanza sul mondo, altre come strumento per ottenere intuizioni profonde e liberarsi dalla sofferenza terrena, riflettendo due diverse tradizioni religiose indiane (Sarbacker, 2021).

Nel XIII secolo, iniziò a fiorire in India un tipo di yoga che diventò particolarmente popolare (Hatha Yoga) per conoscere poi un declino nel XVIII secolo e infine un revival in epoca moderna, grazie a maestri quali Yogendra. Tuttavia, l'Hatha Yoga insegnato oggi è l'esito di una rinascita che l'ha adattato alla contemporaneità. A differenza dell'originale, come illustra in dettaglio Singleton (Singleton, 2010), l'Hatha Yoga moderno attribuisce un ruolo primario e centrale alle āsana e rimuove, in misure più o meno grandi a seconda dell'insegnante, aspetti filosofici e anche pratiche previste dall'Hatha Yoga antico, alcune delle quali appaiono decisamente bizzarre all'occhio moderno, per esempio ingoiare lunghe strisce di tessuto per "purificare" lo stomaco o eseguire clisteri di acqua risucchiandola attraverso particolari contrazioni.

Una tappa fondamentale nella storia dello yoga è il suo arrivo in Occidente, avvenuto al termine del XIX secolo. Il maestro più popolare del periodo fu Swami Vivekananda, che approdò negli Stati Uniti nel 1893 e i cui libri sono ancora letti ai giorni nostri. Durante il suo soggiorno, pubblicò nel 1896 il suo più noto testo (Raja Yoga), nel quale partiva dai sūtra di Patañjali per presentare concetti e tradizioni dello yoga indiano in modi accessibili e aggiornati, in modo da essere più utili per gli occidentali dell'epoca, anche includendo punti di vista di tipo psicologico, tanto che uno dei padri della psicologia (William James) venne invitato a scrivere la prefazione del libro, ma il contributo poi non si realizzò (De Michelis, 2005). Anche in questo caso, va sottolineato che la centralità dell'insegnamento si focalizzava sulla dimensione spirituale, filosofica e mistica, con una visione dello yoga di tipo meditativo, che mette la mente al centro ed è mirata a sviluppare capacità di autocontrollo e concentrazione, dominando le passioni. La trattazione complessiva dello yoga di Vivekananda si organizza in una quadrilogia di testi che presenta quattro punti di vista corrispondenti a quattro tipologie di persona religiosa (Connolly, 2014): il meditatore (Raja Yoga), il devoto (Bhakti Yoga), il

filosofo (Jñāna Yoga), e il “servo dell’umanità” (Karma Yoga). Per aiutare a comprendere l’orientamento iniziale dell’interesse occidentale verso lo yoga, Singleton fa notare che in quel periodo storico era frequente in India che i visitatori stranieri entrassero in contatto con praticanti yoga (yogin) itineranti che mendicavano, si esibivano in posture corporee innaturali, vero e proprio contorsionismo circense, in atti autolesionistici di fachirismo o altre pratiche discutibili (per esempio, legarsi con le pesanti catene degli elefanti o attribuirsi poteri paranormali) e nel loro mendicare non erano esenti da atteggiamenti aggressivi (Singleton, 2010). Gli occidentali portavano quindi indietro con sé dall’allora colonia inglese un’immagine caricaturale e malfamata dello yogin, disincentivando l’interesse verso gli aspetti fisici e posturali dello yoga, che venivano associati a quello stereotipo negativo, a favore invece del versante intellettuale, filosofico e meditativo dello yoga.

È durante il XX secolo che emerge in Occidente uno yoga che dà invece grande rilevanza all’aspetto posturale, con le prime avvisaglie negli anni ’20, e una forte affermazione dagli anni ’50 anche grazie a maestri particolarmente popolari e influenti come B. K. S. Iyengar (De Michelis, 2005) (Singleton, 2010). Gli storici concordano che a tale cambiamento abbia significativamente contribuito la spinta di gruppi e movimenti di cultura fisica e salutistici che conobbero una larga diffusione in Occidente nel XIX e XX secolo, con uno speciale coinvolgimento dei paesi scandinavi, e che fra i propri esercizi adottarono e a volte modificarono alcune āsana. Organizzazioni occidentali, quali l’Associazione Cristiana dei Giovani (Young Men’s Christian Association, YMCA), portarono tali tecniche di cultura fisica in India, dando involontariamente origine nella popolazione locale a un processo di riappropriazione delle āsana come parte dell’eredità induista, che si riverbererà poi successivamente in Occidente. Le posizioni che vengono introdotte o modificate nello yoga in questo periodo sono a volte influenzate anche dalla ginnastica callistenica, che veniva praticata dai soldati inglesi (Underwood, 2016), per esempio, si possono trovare similitudini con esercizi callistenici quali i piegamenti (anche in posizione a V rovesciata), la planche e lo squat.

Lo yoga attualmente praticato nasce quindi da commistioni e fertilizzazioni multiple e reciproche fra tradizioni e movimenti orientali e occidentali (Singleton, 2010). In generale, l’espressione “yoga moderno” è

un termine tecnico usato per riferirsi ai tipi di yoga che si sono evoluti attraverso l'incontro e l'interazione fra Occidente e India a partire dal XIX secolo (De Michelis, 2005). In ogni caso, anche nello yoga moderno si continuano a distinguere scuole più orientate alla dimensione mentale e altre più orientate a quella fisica, che De Michelis denomina rispettivamente "yoga moderno meditativo" e "yoga moderno posturale", sottolineando che esse sono complementari e spesso presentano intersezioni (De Michelis, 2005).

La storia dello yoga dagli anni '50 ai giorni nostri può essere più dettagliatamente divisa in tre fasi (De Michelis, 2005). Il periodo che va dagli anni '50 alla metà dei '70 è quello della popolarizzazione dello yoga: compaiono numerose scuole e insegnanti (sia indiani che occidentali), i media dedicano grande attenzione al fenomeno, e le persone sono attratte a frequentare corsi yoga. In questo periodo, in particolare negli anni '60, si colloca anche il fascino per le filosofie orientali del movimento Hippie (e di artisti famosi quali i Beatles) che spinge molte persone a recarsi in India, aumentando i contatti fra occidentali e pratiche yogiche.

Dalla metà degli anni '70 alla fine degli '80 si assiste invece a una fase di consolidamento: molte scuole e insegnanti cessano di operare, ma le rimanenti si organizzano in strutture più stabili, costituendo reti internazionali di centri e insegnanti, aumentando il proprio livello di specializzazione ed elaborazione tecnica ed esplorando con maggior profondità le possibili applicazioni pratiche dello yoga, per esempio allo sport, alla gestione dello stress, alla gravidanza, alla prevenzione nell'ambito della salute fisica e mentale. In tale periodo, nasce e diventa popolare il movimento New Age, che adotta lo yoga fra le sue numerose pratiche.

Infine, dal termine degli anni '80 a oggi, si assiste a una fase che De Michelis chiama di acculturazione, nella quale lo yoga viene crescentemente riconosciuto in modo ufficiale da istituzioni pubbliche, spesso considerandolo come attività salutare tanto che non è più raro ricevere il consiglio di praticare yoga dal proprio medico. Dagli anni '90, lo yoga entra poi nel circuito commerciale delle palestre, anche grazie alla nascita di versioni fisicamente intense quali l'Ashtanga Vinyasa Yoga e il Power Yoga (Singleton, 2010), che possono essere insegnate ed eseguite

anche come pure forme di esercizio fisico e sono state popolarizzate nei media da celebrità quali la cantante Madonna.

Ai tre periodi identificati da De Michelis, ne aggiungerei però un quarto – dagli inizi del XXI secolo a oggi – durante il quale la ricerca scientifica, tema centrale di questo libro, va ad assumere un ruolo importante nella storia dello yoga, con la crescita esponenziale del numero di pubblicazioni scientifiche di cui parleremo nella sezione 1.5.

### 1.3 *Tipi di yoga*

Come avrete dedotto dalle pagine precedenti, quando una persona si iscrive a un corso di yoga può trovarsi di fronte a pratiche molto diverse, che possono rifarsi più raramente allo yoga classico e più frequentemente a quello moderno, focalizzandosi nel secondo caso in diverse proporzioni sugli aspetti fisici o mentali. Sono tali e tanti i nomi di stili di yoga, e le modifiche e personalizzazioni operate da singoli insegnanti o scuole, che sarebbe sia impossibile sia poco utile provare a elencarle esaustivamente. Può invece essere utile menzionare come esempi alcuni tipi di yoga frequentemente insegnati in Italia:

– *Hatha*: introdotto nella sezione storica precedente. Durante una lezione di Hatha Yoga si assumono diverse āsana, mantenendole per tempi anche lunghi, con transizioni tipicamente lente da una all'altra, e viene dato rilievo a tecniche di respirazione e di meditazione (in proporzioni che possono variare con l'insegnante).

– *Vinyasa*: l'origine del Vinyasa viene fatta risalire al XX secolo e al maestro Krishnamacharya (Connolly, 2014). Nonostante condivida molte delle āsana dell'Hatha Yoga, il Vinyasa è dinamico: il praticante esegue un flusso (*flow*) di movimenti continui e fluidi di transizione tra un'āsana e l'altra, senza mantenerle molto a lungo, e prestando attenzione a sincronizzare il respiro con i movimenti eseguiti per passare da una posizione all'altra. Il livello di intensità può variare con l'insegnante e la classe e arrivare a richiedere uno sforzo fisico vigoroso. Può accadere che le tecniche di meditazione ricevano meno attenzione.

– *Ashtanga*: simile al Vinyasa, con la differenza che le sequenze di posizioni e movimenti, da eseguire ripetutamente durante la lezione, sono rigidamente prefissate e non modificabili e vengono tipicamente ripetute numerose volte in modo molto vigoroso.

– *Power*: simile ai due precedenti dal punto di vista delle āsana, ma non esplora le tecniche di respirazione e meditazione, ed è quindi tipicamente una forma di esercizio intenso prettamente fisico, facilmente inseribile nelle palestre di fitness.

– *Iyengar*: pone grande enfasi sul raggiungimento di una postura ideale e sul mantenere le posizioni per lunghi periodi di tempo, eliminando le sequenze continue di movimenti del Vinyasa (Connolly, 2014). La flessibilità e l'allineamento corporeo sono obiettivi centrali ed è frequente l'uso di attrezzi di supporto alla pratica quali per esempio sedie, panche, corde, cuscini.

– *Yin*: concepito alla fine degli anni '70, è uno stile leggero in cui il praticante assume lentamente una serie di āsana, minimizzando lo sforzo fisico e cercando di lasciarsi andare in ognuna di esse per un lungo periodo di tempo, anche numerosi minuti per ogni āsana.

– *Kundalini*: influenzato da idee delle tradizioni tantriche delle religioni indiane, pone enfasi sull'obiettivo dichiarato di risvegliare una particolare energia che afferma risiedere nel corpo e che dà il nome allo stile, anche attraverso il ricorso a particolari esercizi e a *mantra* (suoni, parole o frasi, tipicamente cantate o verbalizzate in lingue indiane quali il sanscrito).

– *Ristorativo*: nato negli anni '70, presenta similitudini con lo Iyengar, ma è uno stile leggero come lo Yin. Il praticante assume delle posizioni confortevoli e le mantiene per tempi lunghi, anche con l'uso di attrezzi di supporto.

– *Nidra*: non richiede alcuno sforzo fisico, il partecipante rimane disteso e viene guidato dall'insegnante attraverso pratiche mentali di visualizzazione e profondo rilassamento.

Si noti che alcuni insegnanti possono integrare tipi diversi di yoga all'interno della stessa lezione, per esempio dedicandone una prima parte a uno yoga più fisicamente vigoroso (come Ashtanga o Vinyasa) e una seconda parte a uno yoga leggero (come Yin o Ristorativo) oppure privo di qualsiasi sforzo fisico (come Nidra). Può anche accadere che alcuni insegnanti, interessati all'aspetto filosofico e mistico dello yoga,

introducano nelle loro lezioni degli intervalli in cui raccontano verbalmente tali teorie. L'unico modo per essere completamente certi di cosa si farà con un particolare insegnante è quindi partecipare a una lezione di prova. Sarà poi il partecipante a decidere, fra i vari corsi a sua disposizione, qual è la combinazione di esercizi fisici, mentali e di respirazione (e l'eventuale presenza o assenza di riferimenti a religioni e filosofie orientali) con cui si sente più in sintonia.

Mutazioni, sperimentazioni e variazioni di stile appaiono continuamente e quindi non c'è da stupirsi nel vedere comparire stili di yoga con nuovi nomi. A titolo di esempio stravagante, cito il *Rocket Yoga* (Kyle, 2024), ideato negli Stati Uniti da Larry Schultz, un personaggio pittoresco della San Francisco degli anni '90 che non faceva mistero di essersi interessato allo yoga per motivazioni tutt'altro che ascetiche (aveva notato in spiaggia un anziano insegnante “con una fidanzata 30 anni più giovane di lui”) ed era stato assoldato dalla nota rock band Grateful Death come insegnante personale di yoga da portare in tour. Il nome stesso del suo stile venne coniato da Bob Weir, il cantante della band, che scelse il termine “missile” (rocket) per sottolineare la presunta velocità di apprendimento (*ibid.*). Al di là di queste curiosità da mondo dello spettacolo, quando si vanno a esaminare le āsana di questo stile di yoga dal nome bizzarro, si constata che fondamentalmente replicano quelle dell'Ashtanga, eliminando la rigidità delle sequenze e permettendo maggior libertà nello sperimentare e avvicinarsi in modo progressivo allo sforzo fisico richiesto dall'Ashtanga.

Constatazioni simili valgono anche per numerosi altri stili meno folkloristici: nonostante il nome possa apparire nuovo e originale, si ritrova tipicamente la presenza di molte delle āsana già familiari, provenienti da scuole di lunga tradizione. La [figura 1.1](#) illustra un piccolo insieme di esempi di āsana che si ritrovano in quasi tutti gli stili citati in questa sezione, e in molti altri, e che fanno parte di una popolare sequenza nota come “saluto al sole” (*Surya Namaskār*).

## 1.4 Il successo dello yoga

Nel XXI secolo, lo yoga ha conosciuto un crescente successo e diffusione nella popolazione. Negli Stati Uniti, dati ufficiali sono disponibili dalla National Health Interview Survey (NHIS), un censimento pubblico riguardante la salute degli americani che viene svolto ogni anno, coinvolgendo un campione vasto e rappresentativo della popolazione maggiorenne, e che ogni cinque anni valuta anche il ricorso ad approcci complementari alla salute (CDC, 2024). Nel censimento del 2012, la prevalenza della pratica yoga, cioè la percentuale del campione che ha affermato di praticare o aver praticato yoga negli ultimi 12 mesi è stata pari all'8,9% (Cramer *et al.*, 2016). Tale prevalenza indica un aumento sostanziale nel numero di praticanti yoga rispetto ai censimenti precedenti, essa era infatti 6,1% nel 2007 e 5,1% nel 2002 (Cramer *et al.*, 2016).



Figura 1.1 Alcuni esempi di āsana presenti in diversi tipi di yoga: (a) posizione della sedia (Utkatasana), (b) piegamento in avanti in piedi (Uttanasana), (c) piegamento a metà in avanti (Ardha Uttanasana), (d) posizione del bastone (Chaturanga Dandasana), (e)

posizione del cane a testa in su (Urdhva Mukha Svanasana), (f) posizione del cane a testa in giù (Adho Mukha Svanasana), (g) posizione del guerriero I (Virabhadrasana I). Le āsana raffigurate fanno parte di una delle sequenze note come “saluto al sole” (Surya Namaskār). Photo courtesy: Noita Yoga.

L'aumento del numero di praticanti non ha avuto sosta negli anni successivi e il censimento NHIS del 2017 ha visto salire la percentuale al 14,3%, quasi triplicata rispetto al 2002 (Clarke *et al.*, 2018). Un ulteriore aumento è stato registrato nel NHIS del 2022, con il raggiungimento del 15,8%: fra gli approcci complementari alla salute, lo yoga è stato quello con il più alto tasso di crescita nel ventennio 2002-2022 (Nahin *et al.*, 2024). La [figura 1.2](#) illustra visivamente la crescita del numero di praticanti yoga in tale ventennio.

A differenza degli Stati Uniti, in Italia non sono disponibili al momento dati ufficiali forniti dalle istituzioni sanitarie pubbliche. Una fonte di alcune informazioni è invece il rapporto annuale Coop sui consumi degli italiani. Sfortunatamente, a differenza del NHIS, tale rapporto non fornisce periodicamente il numero di persone che ha praticato yoga negli ultimi 12 mesi e il modo di considerare lo yoga varia da rapporto a rapporto. Per esempio, il rapporto 2016 metteva insieme lo yoga con tutte le pratiche meditative, affermando che il numero di italiani che si dedicava a yoga e/o meditazione era di 2 milioni ed era raddoppiato rispetto all'anno precedente (COOP, 2016). Il rapporto del 2018 (COOP, 2018) aggregava invece lo yoga con il Pilates, fornendo quindi un dato non comparabile con il precedente. Forniva invece un dato specifico allo yoga, aggregando però tre tipologie molto diverse di persone: chi praticava, chi aveva praticato in passato e anche chi non praticava ma dichiarava che avrebbe voluto praticare in futuro. Una così vasta aggregazione di situazioni diverse, che mette assieme chiunque abbia avuto o abbia un qualche interesse verso lo yoga anche senza praticarlo, produceva ovviamente una percentuale molto alta (40,6%).

Per cercare di capire l'andamento del numero di praticanti yoga in Italia, bisogna quindi accontentarsi di quanto riferiscono le fonti giornalistiche, che forniscono stime quali 2,5 milioni nel 2019 (Repubblica, 2019), 3 milioni nel 2021 (Scalise, 2021) e 6 milioni nel 2023 (Scalise, 2023). Quest'ultima quantità corrisponderebbe al 12% di una popolazione

maggiorenni di circa 50 milioni. Sfortunatamente, queste notizie giornalistiche non descrivono (né forniscono riferimenti a rapporti tecnici dove trovare) la metodologia utilizzata per ottenere la stima e permettere di ragionare sulla sua affidabilità.

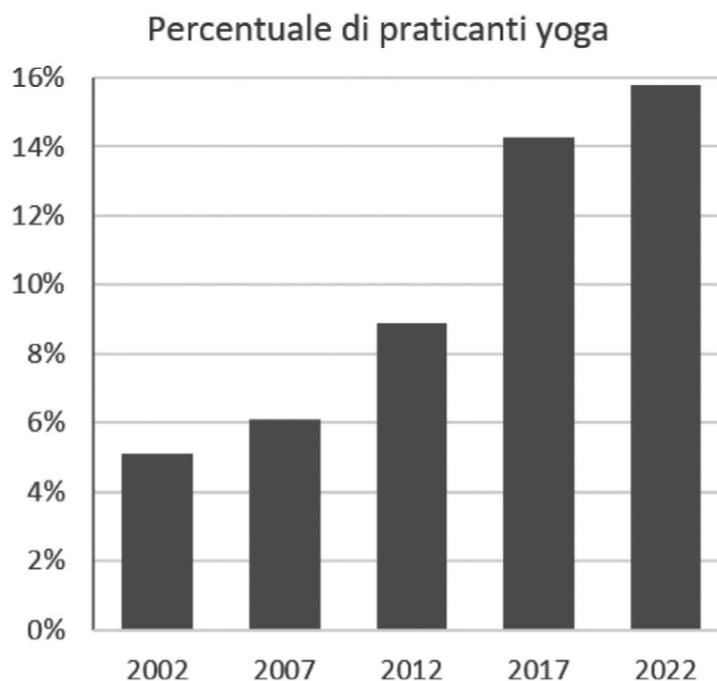


Figura 1.2. Dati ufficiali sulla diffusione della pratica yoga nella popolazione maggiorenne statunitense. Fonte: National Health Interview Survey (NHIS), condotta dal National Center for Health Statistics (NCHS) del Centers for Disease Control and Prevention (CDC).

## *1.5 Lo yoga nella letteratura scientifica*

Al continuo aumento del numero di praticanti descritto nella sezione precedente, si è accompagnata una notevole crescita di interesse della scienza verso lo yoga, che da un tema quasi ignorato in precedenza, è diventato nel XXI secolo oggetto di studio da parte di diversi gruppi di ricerca scientifica nel mondo. Per avere un'idea del drastico cambiamento di atteggiamento che si è verificato nei confronti dello yoga, si possono

esaminare i dati forniti da PubMed, la banca dati del National Institute of Health (NIH) degli Stati Uniti che, fra i numerosi milioni di articoli pubblicati da riviste scientifiche su qualsiasi argomento, contiene quelli considerati di rilevanza biomedica. La [figura 1.3](#) illustra il numero annuale di articoli presenti in PubMed che contengono il termine yoga nel titolo e/o abstract. Come si può vedere, dopo molti decenni in cui il numero annuale di tali articoli era irrisorio, l'andamento appare di crescita esponenziale dai 25 articoli pubblicati nell'anno 2003 ai 776 articoli pubblicati nell'anno 2021, per poi rimanere vicino a quest'ultimo valore nei due anni successivi.

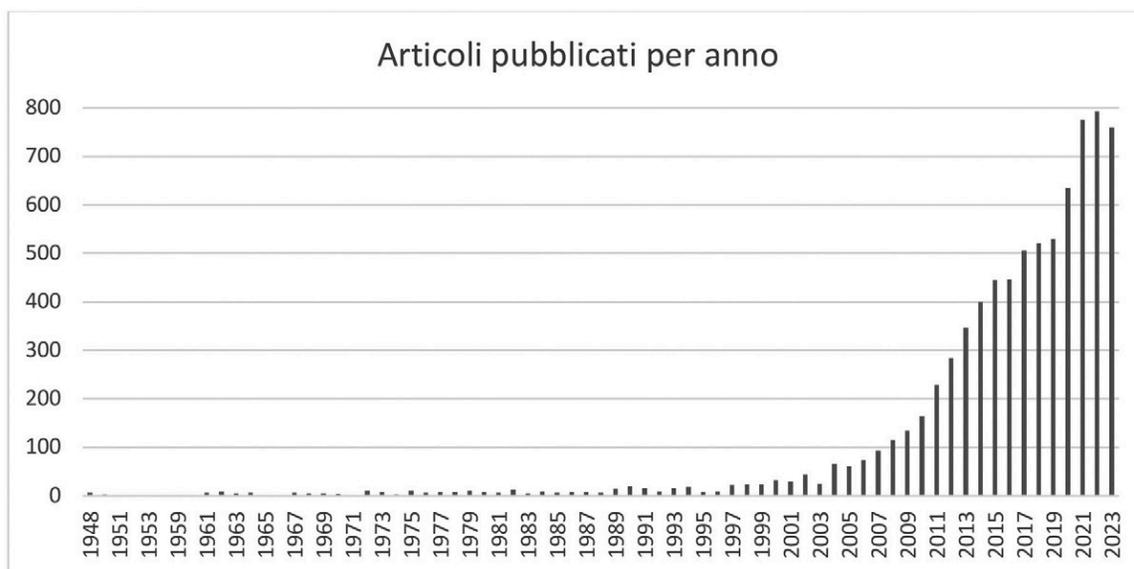


Figura 1.3. Numero di articoli per anno che contengono il termine yoga nel titolo e/o abstract, pubblicati nelle riviste scientifiche di rilievo biomedico censite dalla banca dati PubMed del National Institute of Health (NIH).

Alla luce della variabilità delle pratiche yoga descritta nelle sezioni 1.2 e 1.3, gli studi scientifici dello yoga possono riguardare una gamma vasta ed eterogenea di attività, che può limitare la possibilità di confronto fra studi e anche rendere meno chiaro quali, fra le diverse attività svolte, siano più o meno responsabili di un eventuale effetto sui praticanti (Elwy *et al.*, 2014). I ricercatori hanno quindi innanzitutto sentito l'esigenza di identificare un territorio comune che permetta di definire l'oggetto generale degli studi. Le definizioni risultanti concordano sul fatto che lo yoga non sia

semplice ginnastica, ma un insieme di attività volto a connettere mente e corpo e che, in particolare, diversi tipi di yoga praticati in Occidente consistano in una *triade* che combina *posture fisiche (āsana)*, *respirazione controllata (prāṇāyāma)* e *meditazione (dhyāna)*, si veda per esempio (Villemure *et al.*, 2014) (Mooventhan & Nivethitha, 2017) (Van Aalst, Ceccarini, Schramm, *et al.*, 2020) (Van Aalst, Ceccarini, Demyttenaere, *et al.*, 2020). Questa definizione è in linea con l’invito che viene rivolto ai praticanti dalla maggior parte degli insegnanti di yoga: anche se una persona può essersi avvicinata inizialmente allo yoga come una forma di “ginnastica”, una pratica yoga completa coinvolge tutte e tre le componenti menzionate ed è l’obiettivo suggerito a cui tendere. Secondo l’analisi di (Cramer *et al.*, 2016), la maggioranza dei praticanti yoga coltiva ogni aspetto della triade: partendo dai dati NHIS, gli autori evidenziano che l’89,9% dei praticanti dichiarava di praticare anche esercizi di respirazione e il 54,9% anche di meditazione.

Tuttavia, quando uno studio scientifico sui possibili effetti dello yoga si appella alla definizione generale della triade, il lettore non è in grado di sapere in quali proporzioni i partecipanti allo studio abbiano svolto i tre tipi di attività. Per questo, negli studi più recenti c’è una spinta verso il descrivere in maggior dettaglio il tipo di attività svolte. In tal senso, è stato anche proposto un questionario specifico, denominato *Essential Properties of Yoga Questionnaire*, in breve *EPYQ* (University of California San Diego, 2024), le cui domande hanno l’obiettivo di classificare con accuratezza i dettagli del tipo di yoga praticato. Nel riportare i risultati della letteratura scientifica in questo libro, quando uno studio fa riferimento a un tipo specifico di yoga, riporterò tale tipo. In assenza di tale menzione, si intende che lo studio fa invece riferimento alla più generale definizione, precedentemente fornita, di yoga come triade.

## 1.6 *Le affermazioni dei praticanti*

Le persone che praticano yoga sono solite fare affermazioni su diversi benefici che la pratica porterebbe loro e che riguardano aspetti sia fisici sia

psicologici e sociali. L'indagine in (Park *et al.*, 2016) ha identificato come benefici più frequentemente riportati: a livello fisico, cambiamenti positivi nel peso, flessibilità e forma corporea; a livello psicosociale, maggior consapevolezza (sia delle proprie emozioni che generale), pazienza, capacità di gestire i fastidi quotidiani, sicurezza di sé, cura di sé, capacità di ascolto degli altri, apprezzamento per la vita e “benessere spirituale”.

Se le domande poste ai praticanti riguardano invece il loro stato di salute, gli effetti positivi che i praticanti attribuiscono più frequentemente allo yoga nel censimento statunitense NHIS sono (Cramer *et al.*, 2016): la riduzione dello stress (84,7%), il miglioramento dello stato di salute generale (81,0%), il miglioramento del benessere emotivo (67,5%), il miglioramento del sonno (59,1%) e l'aumento del senso di controllo sul proprio stato di salute (56,9%). Tale studio ha anche approfondito le principali motivazioni verso la pratica yoga concernenti la salute. In particolare, le motivazioni più frequentemente riportate dai praticanti hanno riguardato il migliorare: lo stato di benessere generale o la prevenzione in generale (78,4%), il proprio livello di energia (66,1%), il proprio stato immunitario (49,7%). Alcuni praticanti hanno menzionato patologie specifiche che li hanno motivati a dedicarsi allo yoga, per esempio le tre più citate sono state nell'ordine il mal di schiena, i disturbi da stress, e l'artrosi (*Ibid.*).

## 1.7 *La valutazione scientifica delle affermazioni sullo yoga*

La veridicità di un'affermazione sugli effetti che avrebbe sulle persone un qualsiasi comportamento, dal seguire una particolare dieta alle abitudini d'uso dello smartphone, non è semplice da dimostrare in modo rigoroso. In tal senso, la pratica dello yoga non fa eccezione. Il fatto che in un sondaggio di opinioni, come quelli descritti nella sezione precedente, una grande percentuale delle persone intervistate riporti verbalmente dei benefici dall'aver adottato un certo comportamento (come il praticare yoga) non fornisce evidenza che quelle opinioni siano parzialmente o del tutto vere. I

risultati del sondaggio sono comunque interessanti, perché mettono la pulce nell'orecchio dei ricercatori, suggerendo di approfondire con studi scientifici quelle affermazioni così frequenti, al fine di raccogliere evidenze concrete a favore o contro la loro veridicità.

Un primo problema da affrontare è che il presunto miglioramento non è stato sperimentalmente misurato al fine di verificare se è realmente avvenuto oppure rimane solo una mera opinione narrativa. Un approccio scientifico richiede quindi di eseguire sul praticante delle misure che forniscano un'evidenza il più possibile affidabile del cambiamento descritto. Bisogna inoltre considerare che un'opinione, anche nella più assoluta buona fede del narrante, potrebbe avere origine da cause diverse dal comportamento praticato. Per esempio, la persona potrebbe aver letto in giro, o sentito dire da una persona molto influente su di lei oppure da un gran numero di altre persone, che quel comportamento (lo yoga o altro) ha quel beneficio, ed essersi suggestionata. A volte può invece essere semplicemente il fare qualcosa, l'impegnarsi in una direzione rispetto al non fare niente, che crea una percezione di cambiamento, a prescindere dal tipo di attività scelta. La teoria della dissonanza cognitiva, formulata originariamente negli anni '50 e considerata oggi una delle teorie fondamentali della psicologia (Harmon-Jones, 2019), insegna che una delle strategie con cui le persone riducono la sensazione di disagio dell'aver due pensieri in conflitto fra loro (la dissonanza cognitiva) è quella di modificare uno dei due pensieri in modo che diventi coerente con l'altro. Può quindi succedere che una persona che da un lato ritiene importante investire le proprie risorse (tempo, sforzo fisico, denaro,...) in un comportamento, ma dall'altro constata che non sta ottenendo nulla da quel comportamento, modifichi inconsciamente il secondo pensiero in "sto ottenendo beneficio" per risolvere la contraddizione che si era palesata, eliminando la sensazione spiacevole della dissonanza cognitiva.

Nell'effettuare misurazioni oggettive degli eventuali benefici di un comportamento, i ricercatori che si occupano delle affermazioni sul fisico del praticante hanno vita più facile, per esempio un cambiamento nel peso di un praticante può essere oggettivamente misurato usando una bilancia oppure cambiamenti nella massa muscolare o nell'ampiezza dei movimenti eseguibili possono essere analogamente quantificati attraverso strumenti tecnici altrettanto facili da usare. Se i cambiamenti nel corpo sono notevoli,

diventano anche visibili a occhio nudo e possono essere catturati con immagini fotografiche, anch'esse facili da acquisire.

Altri tipi di affermazioni riportate nella sezione precedente sono invece molto più difficili da verificare e i ricercatori si possono trovare a dover usare metodi complessi per misurare quei benefici. Per esempio, nella misura dello stress, oltre a questionari accuratamente progettati e validati, alcuni gruppi di ricerca utilizzano misure fisiologiche quali il livello di cortisolo nella saliva o nel sangue, l'attività del sistema nervoso periferico o addirittura le caratteristiche di alcune cellule del sistema immunitario, e non c'è ancora consenso su una misura unica e oggettiva dello stress (Crosswell & Lockwood, 2020). Per altre affermazioni, la ricerca si può complicare ulteriormente, per esempio, per misurare al meglio la consapevolezza delle proprie emozioni da parte di una persona, sarebbe utile disporre di una macchina che ci dice perfettamente che emozioni la persona sta provando e qual è la loro intensità, in modo da poter confrontare quei dati con ciò che la persona descrive. Non disponendo di tale macchina, i ricercatori devono inventarsi dei metodi approssimati, per esempio presentare alla persona dei racconti che creano specifiche emozioni ed esaminare le scelte che la persona compie nel descrivere le emozioni provate, considerando diversi tipi di abilità (Lane *et al.*, 1990) quali la capacità di distinguere tra pensieri e emozioni, la capacità di percepire le sensazioni somatiche causate dalle emozioni o quella di dare un nome preciso all'emozione.

Oltre a effettuare delle misure il più possibile accurate, è poi molto importante che uno studio scientifico confronti statisticamente il gruppo che pratica il comportamento studiato con un gruppo che non lo pratica (gruppo di controllo passivo) e/o con dei gruppi che praticano degli altri comportamenti specifici (gruppi di controllo attivi). Per esempio, se si sta ragionando sul peso, uno studio potrebbe confrontare un gruppo che segue un corso di yoga con un gruppo di controllo attivo che segue invece una particolare dieta e/o con un gruppo di controllo passivo che non fa niente di particolare per influenzare il proprio peso. Oppure, se si sta ragionando sullo stress, uno studio potrebbe confrontare un gruppo che segue un corso di yoga con un gruppo di controllo attivo che segue invece un corso psicologico sulla gestione dello stress e/o con un gruppo di controllo passivo che non segue un approccio particolare per mitigare il proprio stress. Lo scopo di questi confronti è di verificare se gli eventuali benefici

ottenuti praticando lo yoga sono inferiori, analoghi o superiori a quelli degli altri gruppi.

Una volta accertato che i benefici della pratica sono reali, il compito dello scienziato non è però terminato, anzi può diventare ancora più difficile. Si tratta infatti di scoprire il perché dei benefici misurati, cioè quali sono i meccanismi d'azione attraverso cui praticare un certo comportamento porta a ottenere proprio quei benefici. E nuovamente, i ricercatori che si occupano delle affermazioni sul versante fisico sono più fortunati perché possono ricorrere a una grande mole di conoscenze esistenti, per esempio su come un allenamento metabolico aumenta il consumo di calorie, modifica il peso, i muscoli e anche altri organi del corpo umano, oppure su come lo stretching allunga i muscoli e aumenta la flessibilità. Tali conoscenze sono applicabili allo yoga in quanto una delle componenti della triade include anche esercizi di movimento, forza e allungamento. Per le affermazioni che toccano invece la sfera psicologica, ragionare su cosa accade nel cervello e nel sistema nervoso del praticante è più complesso e molti meccanismi sono ancora oscuri e sfuggenti. Questa però è una sfida affascinante per le neuroscienze e i capitoli successivi tratteranno in dettaglio i diversi tipi di studi che sono stati eseguiti.

In ogni caso, va sottolineato che se uno studio dimostra in modo affidabile che praticare yoga presenta dei benefici superiori a non fare nulla di particolare o a svolgere altre attività, si tratta di una scoperta importante anche se il meccanismo causale sottostante non è noto o è solo parzialmente spiegato. Infatti, anche in medicina è comune che si somministrino farmaci di cui si è accertato sperimentalmente l'effetto positivo, ma il meccanismo d'azione non è chiaro o addirittura non è noto. Raggiungere lo scopo ultimo del comprendere i meccanismi d'azione permette non solo di arrivare a un quadro completo delle conoscenze sull'argomento, ma anche di migliorare il trattamento studiato al fine di ottimizzarne i benefici.

## Riferimenti

- CDC. (2024). *The National Health Interview Survey*. Center for Disease Control. [https://www.cdc.gov/nchs/nhis/about\\_nhis.htm](https://www.cdc.gov/nchs/nhis/about_nhis.htm)
- Clarke, T., Barnes, PM, Black, L., Stussman, B., & Nahin, R. (2018). *Use of yoga, meditation, and chiropractors among U.S. adults aged 18 and older*. NCHS Data Brief, no 325, National Center for Health Statistics. <https://www.cdc.gov/nchs/data/databriefs/db325-h.pdf>
- Connolly, P. (2014). *A student's guide to the history and philosophy of yoga* (Rev. ed). Equinox Publ.
- COOP. (2016). *Consumi e distribuzione: Assetti, dinamiche, previsioni*. Ufficio Studi dell'Associazione Nazionale Cooperative di Consumatori.
- COOP. (2018). *Economia, consumi e stili di vita degli italiani di oggi*, Ufficio Studi dell'Associazione Nazionale Cooperative di Consumatori.
- Cramer, H., Ward, L., Steel, A., Lauche, R., Dobos, G., & Zhang, Y. (2016). Prevalence, Patterns, and Predictors of Yoga Use. *American Journal of Preventive Medicine*, 50(2), 230-235. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.07.037>
- Crosswell, A.D., & Lockwood, K.G. (2020). Best practices for stress measurement: How to measure psychological stress in health research. *Health Psychology Open*, 7(2), 205510292093307. <https://doi.org/10.1177/2055102920933072>
- De Michelis, E. (2005). *A history of modern yoga: Patañjali and Western esotericism*. Continuum.
- Elwy, A.R., Groessl, E.J., Eisen, S.V., Riley, K.E., Maiya, M., Lee, J. P., Sarkin, A., & Park, C.L. (2014). A Systematic Scoping Review of Yoga Intervention Components and Study Quality. *American Journal of Preventive Medicine*, 47(2), 220-232. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2014.03.012>
- Goldberg, E. (2016). *The path of modern yoga: The history of an embodied spiritual practice*. Inner Traditions.
- Harmon-Jones, E. (A c. Di). (2019). *Cognitive dissonance: Reexamining a pivotal theory in psychology* (Second edition). American Psychological Association.
- Kyle, D. (2024). *Rocket yoga: Your guide to progressive Ashtanga Vinyasa* (First edition). Human Kinetics.
- Lane, R. D., Quinlan, D.M., Schwartz, G. E., Walker, P. A., & Zeitlin, S.B. (1990). The Levels of Emotional Awareness Scale: A Cognitive-Developmental Measure of Emotion. *Journal of Personality Assessment*, 55(1-2), 124-134. <https://doi.org/10.1080/00223891.1990.9674052>
- Mooventhan, A., & Nivethitha, L. (2017). Evidence based effects of yoga in neurological disorders. *Journal of Clinical Neuroscience*, 43, 61-67. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2017.05.012>
- Nahin, R.L., Rhee, A., & Stussman, B. (2024). Use of Complementary Health Approaches Overall and for Pain Management by US Adults. *Journal of the American Medical Association*. <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2814472>
- Park, C.L., Riley, K.E., & Braun, T.D. (2016). Practitioners' perceptions of yoga's positive and negative effects: Results of a National United States survey. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 20(2), 270-279. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.11.005>

- Repubblica. (2019). *Yoga, una passione per 2,5 milioni di italiani*. [https://www.repubblica.it/salute/alimentazione-e-fitness/2019/06/20/news/yoga\\_una\\_passione\\_per\\_2\\_5\\_milioni\\_di\\_italiani\\_maxi-raduno\\_a\\_milano-229253023/](https://www.repubblica.it/salute/alimentazione-e-fitness/2019/06/20/news/yoga_una_passione_per_2_5_milioni_di_italiani_maxi-raduno_a_milano-229253023/)
- Sarbacker, S.R. (2021). *Tracing the path of Yoga: The history and philosophy of Indian mind-body discipline*. SUNY Press.
- Scalise, M.I. (2021). *Yoga, una spiritualità materiale con un giro d'affari da 60 miliardi*. [https://www.repubblica.it/economia/affari-e-finanza/2021/07/12/news/quanto\\_vale\\_la\\_spiritualita\\_dello\\_yoga\\_un\\_business\\_da\\_66\\_miliardi\\_di\\_dollari-309509020/](https://www.repubblica.it/economia/affari-e-finanza/2021/07/12/news/quanto_vale_la_spiritualita_dello_yoga_un_business_da_66_miliardi_di_dollari-309509020/)
- Scalise, M.I. (2023). *Il business dello yoga parla sempre più italiano*. [https://www.repubblica.it/economia/affari-e-finanza/2023/02/27/news/economia\\_yoga\\_palestre\\_aziende\\_turismo\\_salute-388857216/](https://www.repubblica.it/economia/affari-e-finanza/2023/02/27/news/economia_yoga_palestre_aziende_turismo_salute-388857216/)
- Singleton, M. (2010). *Yoga body: The origins of modern posture practice*. Oxford University press.
- Underwood, A. (A c. Di). (2016). *An Introduction to Yoga: Improve your strength, balance, flexibility, and well-being*. Harvard Health Publications.
- University of California San Diego. (2024). *EPYQ: Essential Properties of Yoga Questionnaire*. <https://epyqview.ucsd.edu>
- Van Aalst, J., Ceccarini, J., Demyttenaere, K., Sunaert, S., & Van Laere, K. (2020). What Has Neuroimaging Taught Us on the Neurobiology of Yoga? A Review. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 14, 34. <https://www.frontiersin.org/journals/integrative-neuroscience/articles/10.3389/fnint.2020.00034/full>
- Van Aalst, J., Ceccarini, J., Schramm, G., Van Weehaeghe, D., Rezaei, A., Demyttenaere, K., Sunaert, S., & Van Laere, K. (2020). Long-term Ashtanga yoga practice decreases medial temporal and brainstem glucose metabolism in relation to years of experience. *EJNMMI Research*, 10(1), 50. <https://doi.org/10.1186/s13550-020-00636-y>
- Villemure, C., Eko, M., Cotton, V.A., & Bushnell, M.C. (2014). Insular Cortex Mediates Increased Pain Tolerance in Yoga Practitioners. *Cerebral Cortex*, 24(10), 2732-2740. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht124>

---

1 In sintesi, esse sono: (i) moderazione (*yama*), composta da cinque principi etici/morali (non causare danno agli altri, dire la verità, non rubare, praticare astinenza sessuale, non essere avidi); (ii) osservanza (*niyama*), una serie di pratiche personali per la vita quotidiana che spaziano dall'igiene del corpo al rapporto con la divinità e le scritture religiose; (iii) postura fisica (*āsana*), per la quale il testo non fornisce descrizioni specifiche e si limita a dare l'indicazione che la postura debba essere stabile e comoda, come tipico di molte pratiche meditative; (iv) controllo del respiro (*prāṇāyāma*), (v) ritiro dei sensi (*pratyāhāra*), inteso come il loro distacco dagli oggetti esterni del mondo per mettere fine ad attaccamenti e repulsioni viste come origine della sofferenza.

2 Esse sono rispettivamente concentrazione (*dhāraṇā*) e meditazione (*dhyāna*), seguite dalla contemplazione (*samādhi*), cioè il raggiungimento di uno stato di beatitudine e coscienza pura (a volte tradotto in Italiano con il termine “enstasi”).

## CAPITOLO 2

# YOGA E NEUROIMMAGINI: IL CERVELLO DEI PRATICANTI

Questo capitolo illustra come le neuroscienze stiano studiando lo yoga attraverso le neuroimmagini, esplorando le possibilità di trovare un fondamento neurobiologico alle affermazioni sulla pratica. Vengono introdotti i metodi strutturali e funzionali usati dagli neuroscienziati e si illustra come tali metodi sono stati applicati ai praticanti yoga. Il capitolo mette poi in evidenza i risultati più consolidati, su cui concordano diversi studi basati su neuroimmagini, e accenna anche a risultati di singole ricerche promettenti per il futuro. Il capitolo include un esame e illustrazione delle aree specifiche del cervello per le quali c'è maggior consenso in merito alla presenza di legami con lo yoga.

### *2.1 Studiare lo yoga con le neuroimmagini*

Le neuroscienze cercano di trovare un possibile fondamento neurobiologico alle affermazioni dei praticanti. Per esempio, se un gruppo di persone afferma di aver sviluppato con la pratica una migliore regolazione emozionale e lo studio neuroscientifico evidenzia che in queste persone ci sono stati cambiamenti nella struttura e/o funzionamento del cervello proprio nelle aree coinvolte nella regolazione emozionale, tale cambiamento può essere considerato come un'evidenza di tipo neurobiologico a supporto dell'affermazione.

Uno *studio strutturale* analizza l'anatomia del cervello della persona, per esempio la forma e il volume delle singole aree del cervello, e viene realizzato con tecniche che elaborano i dati acquisiti mantenendo la testa della persona all'interno di macchine che nella maggior parte degli studi sfruttano la risonanza magnetica (MRI). Uno *studio funzionale* esamina invece quali aree specifiche del cervello si attivano di più o di meno, assegnando compiti da eseguire alla persona. In questo caso, vengono usate tecniche quali la risonanza magnetica funzionale (fMRI), che evidenzia il livello di attivazione delle diverse aree del cervello nelle immagini acquisite con la risonanza, o l'elettroencefalografia (EEG) che misura invece l'attività elettrica del cervello attraverso degli elettrodi posizionati sullo scalpo. Mentre uno studio strutturale dà informazioni su come è fatto il cervello della persona, uno studio funzionale dà indicazioni sull'attività di quel cervello.

Un tipo di ricerca sullo yoga che viene eseguito con queste tecniche consiste nell'acquisire le immagini dei cervelli di un gruppo di praticanti yoga e di un gruppo di persone che invece non pratica lo yoga ma è demograficamente simile al gruppo dei praticanti (per esempio, per distribuzione di età, di genere, di stato di salute,...). Se dal confronto fra i cervelli dei due gruppi emergono delle differenze statisticamente significative, si può così caratterizzare in che aspetti strutturali e/o funzionali il cervello dei praticanti è diverso da quello dei non praticanti. Se si trovano differenze, si potrebbe essere tentati di concludere che è stato il praticare lo yoga a causare quel cambiamento nel cervello dei praticanti. Sfortunatamente, seppure questa sia una possibile spiegazione, i dati raccolti non sono sufficienti per considerarla certa. Infatti, le spiegazioni potrebbero essere anche altre, in particolare i cervelli dei due gruppi di persone potrebbero essere stati così diversi anche da prima che i praticanti si avvicinassero allo yoga: il tipo di cervello dei praticanti ha fatto percepire lo yoga come un'esperienza positiva, portando a praticarla, mentre il tipo di cervello dei non praticanti ha fatto il contrario.

Un tipo di studio che permette di fare delle affermazioni più solide esamina il cervello delle persone nel tempo. Per esempio, si possono coinvolgere nello studio delle persone che non hanno mai praticato yoga, poi le si dividono in due gruppi demograficamente simili e uno solo dei due gruppi pratica yoga nelle settimane successive. L'altro gruppo può

semplicemente continuare con la sua vita normale, senza modificare le sue attività e abitudini. Al termine del periodo di tempo prefissato, si può così confrontare la struttura e/o funzionamento del cervello di chi ha introdotto la pratica yoga nella propria vita e di chi non l'ha fatto. Se le neuroimmagini dei praticanti manifestano differenze significative rispetto al momento di inizio dello studio e ciò li distingue dai non praticanti, riusciamo ad affermare con maggior certezza che il cambiamento è avvenuto grazie alla pratica svolta. In altre parole, tra l'inizio e la fine del periodo di studio, chi praticava ha visto modificarsi il proprio cervello in una certa direzione, mentre nel gruppo di controllo che non praticava non c'è stata la medesima modifica.

Non ci si può però accontentare del solo verificarsi di un cambiamento. Infatti, grazie alla *neuroplasticità*, cioè la capacità del cervello di modificare la propria struttura e funzionamento nel tempo in base alle esperienze che si fanno, è abbastanza prevedibile che introdurre una nuova attività (yoga o altro) nella propria vita abbia delle conseguenze misurabili sul cervello. Ciò è stato mostrato da studi di neuroscienze su diversi tipi di attività quali per esempio fare il giocoliere (Draganski *et al.*, 2004; Scholz *et al.*, 2009), praticare esercizi complessi di equilibrio (Taubert *et al.*, 2010) o più semplicemente giocare a golf (Bezzola *et al.*, 2011). È quindi importante esaminare se i cambiamenti rilevati da uno studio sui praticanti yoga riguardano le aree del cervello che le neuroscienze sanno essere coinvolte nei benefici che il gruppo di praticanti riporta. Per esempio, se i praticanti riportano benefici in termini di miglioramento dell'attenzione, ci si aspetterebbe che i cambiamenti trovati riguardino le aree del cervello deputate alla gestione dell'attenzione.

## *2.2 I principali risultati sullo yoga*

In letteratura, sono stati eseguiti studi sullo yoga di entrambi i tipi descritti nella sezione precedente (strutturale e funzionale). Questa sezione illustra i risultati più frequentemente ottenuti da studi diversi, esaminando quindi le aree del cervello in relazione con lo yoga sulle quali c'è al

momento maggior consenso fra i ricercatori. Tale concordanza è confermata dalle rassegne della letteratura su studi di neuroimmagini concernenti lo yoga, in particolare quella in (Van Aalst *et al.*, 2020) ha analizzato 11 studi strutturali e 26 funzionali, mentre quella in (Gothe *et al.*, 2019) si è invece focalizzata su studi che fossero in relazione con la salute del cervello, analizzando 6 studi strutturali, 4 funzionali e uno sia strutturale che funzionale. Gli studi della rassegna in (Van Aalst *et al.*, 2020), nella maggior parte dei casi (34 su 37), specificavano il tipo di yoga praticato dalle persone studiate (Hatha, Kundalini, Sahaja, Iyengar, Kripalu), mentre in pochi casi (3 studi) non classificavano il tipo di yoga; molti studi (16) riguardavano la componente meditativa dello yoga. Nella rassegna in (Gothe *et al.*, 2019), la maggioranza degli studi (7) riguardava invece Hatha yoga, mentre i rimanenti 4 studi combinavano stili diversi assieme (per esempio, Hatha più Iyengar o Kirtan più Kundalini).

Successivamente alla pubblicazione delle due rassegne, sono apparsi ulteriori nuovi studi sullo yoga basati su neuroimmagini, anch'essi considerati per delineare il quadro aggiornato fornito nel seguito.

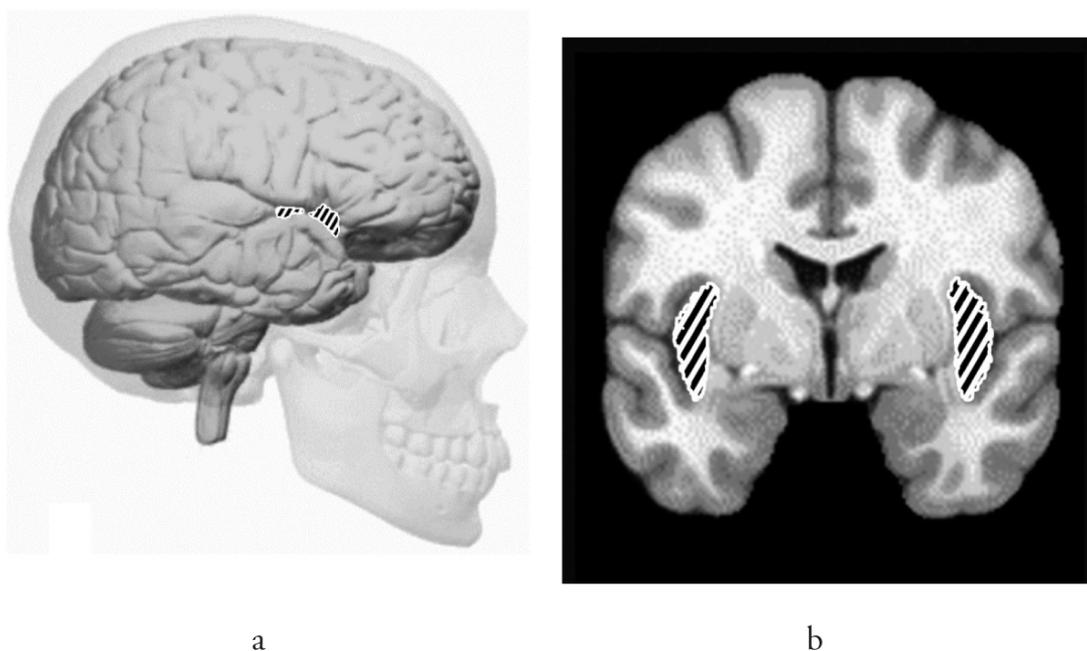


Figura 2.1 Posizione dell'insula, evidenziata dalle linee tratteggiate: (a) lato destro del cervello, Immagine adattata dall'originale di Database Center for Life Science (DBCLS), CC BY-SA 2.1 JP, via [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Insula\\_animation.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Insula_animation.gif); (b)

bilateralmente, Immagine adattata dall'originale di Danielsabinasz, CC BY-SA 4.0 via Wikimedia Commons, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Insular\\_cortex\\_coronal\\_sections.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Insular_cortex_coronal_sections.gif)

## 2.2.1 *Insula*

I risultati degli studi strutturali sui praticanti yoga (Van Aalst *et al.*, 2020) (Gothe *et al.*, 2019) riportano complessivamente un aumento del volume di materia grigia<sup>1</sup> nell'*insula*, anche detta *corteccia insulare*, un'area localizzata bilateralmente nel cervello, come illustrato in [Figura 2.1](#). Inoltre, è stata individuata una correlazione positiva tra il numero di anni di pratica yoga e il volume di materia grigia dell'*insula* in praticanti di vari tipi di yoga (Villemure *et al.*, 2014). Si tratta di risultati particolarmente affascinanti perché l'*insula* è una parte del cervello che nelle neuroscienze moderne viene sempre più considerata come luogo di integrazione fra “mente” e “corpo”.

Fino agli anni '90, l'*insula* era una regione relativamente trascurata dalla ricerca e le veniva associato un ruolo molto più limitato dell'attuale. La tendenza si è invertita dopo la formulazione, da parte di Antonio Damasio e altri neuroscienziati, dell'*ipotesi del marcatore somatico*, secondo cui le sensazioni nel corpo guidano i nostri comportamenti: esse vengono associate dal cervello a delle emozioni (per esempio, sensazione di batticuore associata a emozione di paura) e viene data loro una valenza positiva o negativa che influenza i nostri comportamenti e processi decisionali (per esempio, evito la situazione che ha scatenato il batticuore come marcatore somatico della paura). Le ricerche svolte da allora a oggi hanno mostrato che l'*insula* gioca un ruolo centrale in tutto ciò. Innanzitutto, l'*interocezione*, cioè la percezione degli stati corporei interni, è una sua funzione chiave. Infatti, l'*insula* riceve e integra informazioni su numerose sensazioni corporee, quali per esempio pressione sanguigna e ossigenazione, motilità del sistema digestivo, ritmo e intensità del battito cardiaco, dolore, fame, nausea e sensazioni della pelle come il prurito (Gogolla, 2017). Inoltre, il suo funzionamento è bidirezionale: non solo rappresenta gli stati del corpo, ma contribuisce anche a regolarli, per

esempio regola il battito cardiaco, la pressione sanguigna o la motilità gastrica.

Oltre a elaborare informazione sullo stato interno del corpo, l'insula è coinvolta nell'elaborazione e nell'esperienza cosciente delle emozioni e della loro valenza, nell'empatia e nella compassione, ha un ruolo nell'integrare le componenti sensoriali, emotive e cognitive del dolore ma anche di altri stati interni quali il piacere (Kandel *et al.*, 2021). L'importanza dell'insula nell'empatia è stata studiata anche mediante l'uso di un sistema, creato nel nostro laboratorio di ricerca universitario, che attraverso un visore di realtà virtuale ha permesso ai partecipanti di vivere visivamente e uditivamente l'esperienza di ricevere una richiesta di aiuto da una persona in uno stato di difficoltà e sofferenza, nonostante avessero la testa rinchiusa all'interno della macchina di risonanza magnetica (Patil *et al.*, 2018).

Per esercitare il suo ruolo di integrazione, l'insula riceve e invia informazioni da/verso altre aree del cervello importanti per le emozioni e la presa di decisioni: due di esse verranno illustrate nelle sezioni 2.2.3 e 2.2.4 di questo capitolo. Nel Capitolo 4, approfondiremo invece l'importanza dell'insula nello stress post-traumatico e nella depressione, mentre il Capitolo 5 evidenzierà più in dettaglio il ruolo cruciale dell'insula nel dolore e il Capitolo 6 approfondirà ulteriori aspetti dell'interocezione.

In sintesi, alla luce del ruolo integrativo che l'insula ha assunto nelle attuali neuroscienze, appare coerente il fatto che lo svolgere le attività della triade dello yoga, dedicandosi a prestare molta attenzione alla respirazione e alle sensazioni corporee (e magari anche alla loro connessione con le emozioni) durante la pratica, sia legato a maggiore materia grigia in un'area del cervello fortemente coinvolta in funzione analoga.

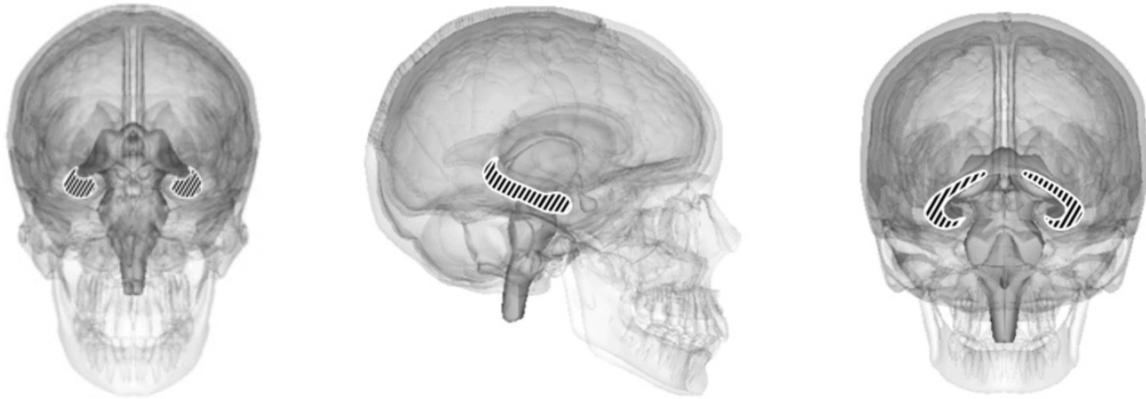


Figura 2.2 Posizione dell'ippocampo da un punto di vista anteriore, laterale e posteriore, Immagine adattata dall'originale di Database Center for Life Science (DBCLS), CC BY-SA 2.1 JP, via <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hippocampus.gif>

### 2.2.2 Ippocampo

I risultati degli studi strutturali sui praticanti di yoga (Van Aalst *et al.*, 2020) (Gothe *et al.*, 2019) riportano complessivamente un aumento del volume o della densità di materia grigia nell'ippocampo: alcuni nell'ippocampo di sinistra, altri bilateralmente. Anche l'ippocampo è infatti un'area localizzata in entrambi i lati del cervello, come illustrato dalla [Figura 2.2](#).

L'ippocampo ha un ruolo fondamentale nella *memoria episodica*, cioè il ricordo multisensoriale degli eventi ed esperienze della nostra vita, sia per quanto riguarda il loro immagazzinamento a lungo termine sia il loro successivo reperimento (Horvitz & Jacobs, 2021). Ci sono diverse teorie su come l'ippocampo svolge tale ruolo ma la maggior parte di esse condivide quattro fatti chiave (Horvitz & Jacobs, 2021):

1. Durante un'esperienza, gli stimoli che arrivano ai nostri sensi attivano un gran numero di specifici neuroni nella *corteccia cerebrale*, cioè nello strato esterno del cervello. Per esempio, l'esperienza di andare a cena in un ristorante con un amico includerà neuroni della corteccia visiva che rappresentano l'amico e l'interno del ristorante, neuroni della corteccia uditiva che rappresentano la voce dell'amico che cena con noi, e così via

(senza queste attivazioni, non riusciremmo a percepire ciò che ci sta accadendo).

2. I numerosi neuroni sensoriali che si sono attivati nella corteccia cerebrale inviano durante l'esperienza segnali verso l'interno del cervello fino a raggiungere un numero più piccolo di neuroni nell'ippocampo.

3. Queste connessioni eccitatorie fra neuroni sensoriali nella corteccia e neuroni nell'ippocampo sono reciproche: i primi eccitano quelli dell'ippocampo e questi ultimi possono eccitare quelli sensoriali. Il riverberare di questa attività neuronale fra le due diverse regioni permette alle connessioni tra neuroni della corteccia (neuroni corticali) e dell'ippocampo (neuroni ippocampali) di diventare più forti.

4. Incontrare in futuro un indizio di episodi passati, per esempio vedere la pubblicità del ristorante dove siamo stati a cena, riattiva alcuni dei neuroni corticali che si erano attivati in quell'esperienza (per esempio, guardare la fotografia dell'interno del ristorante può riattivare una parte degli stessi neuroni della corteccia visiva che si erano attivati quando eravamo lì). Questi neuroni corticali attivano i neuroni ippocampali verso cui avevano sviluppato connessioni forti e tali neuroni ippocampali a loro volta riattivano gli altri neuroni corticali associati con quell'esperienza in quel ristorante, facendocela rivivere (ritorna quindi anche il ricordo del viso e della voce dell'amico e molte altre sensazioni di quella cena).

In tal senso, i neuroni ippocampali possono essere considerati dei puntatori (*pointer*) all'insieme di neuroni corticali che rappresentano i dettagli dell'evento ricordato (*hippocampal memory indexing theory*).

L'ippocampo è anche coinvolto in modo importante in altri due aspetti della memoria (Ray, 2024): (i) la memoria spaziale, con neuroni diversi dell'ippocampo che si attivano in base alle posizioni diverse nello spazio in cui ci si trova (come se mantenesse una mappa del mondo in cui si muove l'individuo) e (ii) la cronologia degli eventi, detta anche *linea del tempo*. Quindi, l'ippocampo non solo contribuisce a far ricordare le diverse informazioni sensoriali che hanno caratterizzato un evento, ma anche l'ordine specifico in cui gli eventi si sono succeduti nella nostra vita, che usiamo nel costruirne una narrazione coerente.

Alla luce delle informazioni precedenti, il lettore non rimarrà sorpreso dall'apprendere che malattie caratterizzate da malfunzionamenti della memoria episodica hanno spesso una base neurale in danni all'ippocampo.

Per esempio, l'ippocampo viene gravemente colpito dall'Alzheimer e altre forme di demenza. Il volume dell'ippocampo è soggetto a una naturale diminuzione con l'invecchiamento, ma gli studi in risonanza magnetica mostrano nei malati di Alzheimer una significativa atrofia dell'ippocampo. Per esempio, confrontando il cervello di malati con quello di loro coetanei non affetti da Alzheimer, un'analisi di 14 studi diversi ha evidenziato nei malati esaminati una riduzione di volume media di circa 24% nell'ippocampo di sinistra e 23% in quello di destra (Shi *et al.*, 2009). Inoltre, la perdita di volume ippocampale nell'Alzheimer progredisce nel tempo, anche con periodi di forte accelerazione, ed è accompagnata da un corrispondente declino cognitivo (Sabuncu, 2011). Infine, molti studi hanno mostrato che il fattore più strettamente associato a tale progressiva atrofia dell'ippocampo nell'Alzheimer è proprio la diminuzione del numero di neuroni ippocampali (Halliday, 2017).

L'ippocampo ricopre inoltre notevole importanza anche nello stress e nell'ansia (come approfondiremo nel [Capitolo 3](#)), nonché nella depressione e negli effetti a lungo termine delle esperienze traumatiche (come illustrerà il [Capitolo 4](#)).

### 2.2.3 *Amigdala*

Anche l'*amigdala* è un'area localizzata bilateralmente nel cervello, come illustrato in [Figura 2.3](#). Al momento, solo uno studio, soprannominato *Rotterdam study* (Gotink *et al.*, 2018), ha confrontato l'amigdala di praticanti yoga e non praticanti, ma con un pregio rilevante rispetto agli studi precedentemente citati. Mentre essi, come è molto frequente in generale negli studi basati su neuroimmagini, sono stati svolti su gruppi piccoli di partecipanti (tipicamente decine per ogni singolo studio), il Rotterdam study ha il vantaggio di essere uno dei rari studi di neuroimmagini eseguiti su vasta scala coinvolgendo un gran numero di partecipanti (3742). Esso si inquadra in un lungo progetto di ricerca epidemiologica olandese, che tiene monitorato lo stato di salute di un ampio campione di popolazione dai 45 anni di età in su. Dato che fra i numerosi

esami medici, il progetto prevede la risonanza magnetica del cervello, ciò ha reso possibile acquisire una grande quantità di immagini da praticanti e non praticanti. In particolare, i ricercatori hanno confrontato il cervello dei partecipanti che dichiaravano di praticare yoga e/o meditazione<sup>2</sup> per almeno un'ora alla settimana da almeno un anno con quello degli altri partecipanti, che quindi praticavano molto poco o mai. Inoltre, dato che la maggioranza dei partecipanti era stata sottoposta anche a un'altra risonanza magnetica cinque anni prima nel progetto, è stato possibile per i ricercatori eseguire un secondo tipo di confronto nel tempo fra chi aveva praticato durante tutti e cinque gli anni e chi non l'aveva fatto. Sia il primo che il secondo tipo di confronto hanno indicato una diminuzione del volume dell'amigdala di destra nei praticanti.

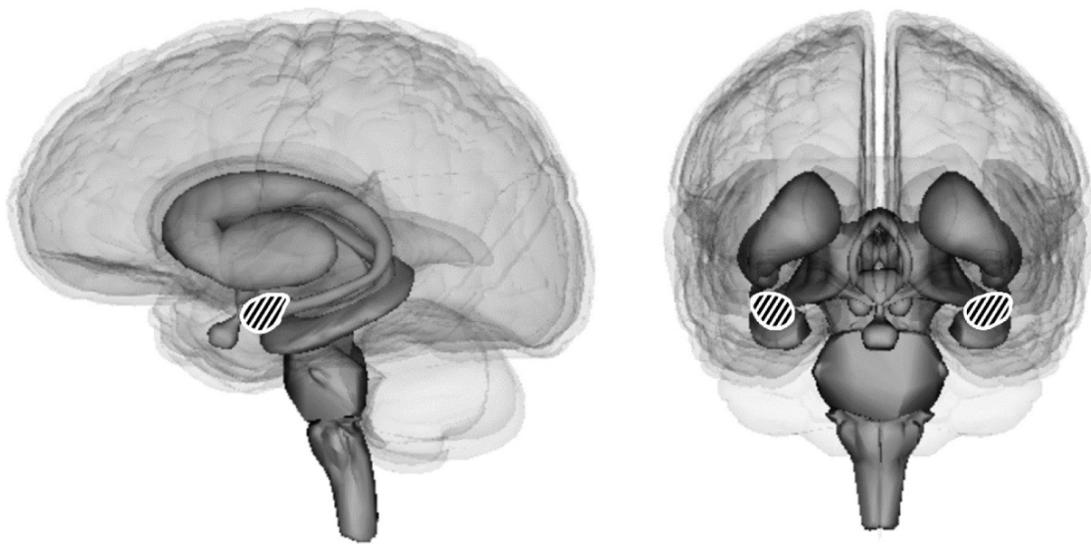


Figura 2.3 Amigdala, da un punto di vista laterale e anteriore, Immagine adattata dall'originale di Database Center for Life Science (DBCLS), CC BY-SA 2.1 JP, via <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amygdala.png>

L'amigdala ha un ruolo primario nella paura (un danno bilaterale all'amigdala fa perdere la capacità di provare paura) e nella valutazione del contenuto emotivo delle situazioni, con un particolare riguardo alla valutazione di pericoli e al rilevamento di eventi stressanti, ma ha un ruolo anche in altre emozioni che proviamo (per esempio ansia, rabbia e aggressività) e partecipa alla formazione della parte emotiva delle memorie

(Garrett & Hough, 2022). In quest'ultimo ruolo, invia informazioni al non distante ippocampo che, nel creare memorie, può così includere e codificare anche il contenuto emotivo. Riprendendo l'esempio della sezione 2.2.2, se nell'esperienza della cena al ristorante il nostro amico ci ha per esempio spaventato, potremo così riprovare anche quell'emozione quando rivedremo la fotografia del ristorante. Si noti che, se da un lato vivere un evento che ci attiva anche emotivamente lo fa ricordare più facilmente (Ray, 2024), dall'altro la formazione di un'associazione (chiamata *fear conditioning*, condizionamento alla paura) fra uno stimolo che in realtà è neutro (nel nostro esempio, il ristorante) e l'emozione negativa della paura (il brutto spavento che ci ha fatto prendere l'amico) può portare all'evitamento irrazionale di qualsiasi situazione che include quello stimolo (nel nostro esempio, ritornare in quel ristorante con altre persone o addirittura solo guardarne delle fotografie).

La diminuzione di volume all'amigdala di destra nei praticanti yoga è particolarmente interessante, in quanto l'amigdala presenta una laterizzazione delle proprie funzioni: la rassegna delle ricerche sulle differenze funzionali fra amigdala di destra e sinistra in (Ocklenburg *et al.*, 2022) indica consenso nell'associare l'amigdala di destra alla paura e alcune forme di dolore. Inoltre, alcune (ma non tutte) le ricerche associano più in generale l'amigdala di destra a tutte le emozioni negative e quella di sinistra a emozioni con valenza positiva (*Ibid.*).

Il modo in cui l'amigdala entra significativamente in gioco nello stress e nell'ansia verrà esaminato in dettaglio nel Capitolo 3. Il Capitolo 4 discuterà invece il suo ruolo nel contesto dello stress post-traumatico e nella depressione.

## 2.2.4 Corteccia prefrontale

Passando agli studi di tipo funzionale sui praticanti yoga, essi hanno evidenziato delle differenze di attivazione fra praticanti e non praticanti in alcune regioni della corteccia prefrontale, un'ampia area bilaterale anteriore del cervello evidenziata in Figura 2.4. I compiti che si possono far eseguire

a una persona durante una risonanza magnetica richiedono che essa mantenga la testa assolutamente immobile per poter catturare le immagini del cervello. In questi studi, essi hanno quindi riguardato principalmente l'esecuzione di esercizi meditativi di yoga, che non richiedono movimento, oppure analisi della reattività emotiva dei partecipanti, per esempio mostrando loro attraverso un visore delle immagini con valenze emotive neutre o negative mentre si trovavano all'interno della risonanza.

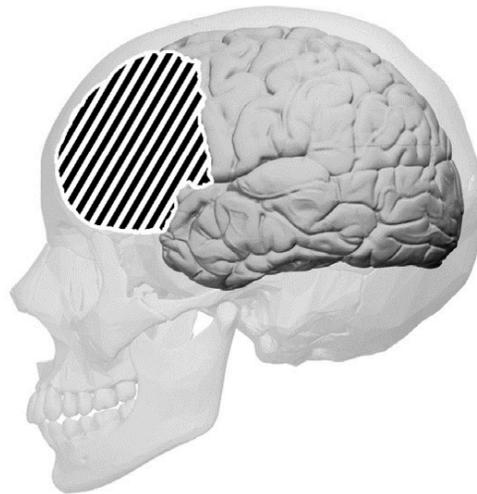


Figura 2.4 Corteccia prefrontale, vista laterale sinistra, Immagine adattata dall'originale di Database Center for Life Science (DBCLS), CC BY-SA 2.1 JP, via [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Prefrontal\\_cortex\\_\(left\)\\_-\\_lateral\\_view.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Prefrontal_cortex_(left)_-_lateral_view.png)

La corteccia prefrontale dei praticanti mostra una maggiore attivazione durante compiti di attenzione o esecuzione degli esercizi meditativi di yoga (Van Aalst *et al.*, 2020) (Gothe *et al.*, 2019), mentre al contrario nei test di reattività emotiva si assiste a una minor attivazione della corteccia prefrontale nei praticanti rispetto ai non praticanti (Gothe *et al.*, 2019). Risultati strutturali sulla corteccia prefrontale dei praticanti sono al momento il tema di un solo studio (Afonso *et al.*, 2017), condotto su un gruppo di praticanti anziane di Hatha Yoga (due volte alla settimana per almeno otto anni) e indicano un aumento di spessore della corteccia prefrontale sinistra rispetto a non praticanti.

La corteccia prefrontale riceve una grande quantità di informazioni dall'amigdala, ed è in generale la destinazione finale della maggior parte

delle informazioni sulle emozioni prima che venga intrapresa un'azione dall'individuo. Alla corteccia prefrontale si associano diverse funzioni di alto livello incluso il *controllo esecutivo* (cioè la capacità di indirizzare i processi di attenzione e pensiero verso il conseguimento dei nostri scopi attraverso la pianificazione di comportamenti appropriati, che comprendono anche il movimento) e la regolazione delle emozioni. Un danno all'area prefrontale o l'interruzione di sue connessioni con il resto del cervello danneggia le capacità delle persone di esprimere giudizi razionali, prendere decisioni e frenare impulsi (Garrett & Hough, 2022), ma a differenza dei danni all'amigdala (v. sezione 2.2.3) non provoca la perdita di reazioni emotive (Ray, 2024). La corteccia prefrontale (nelle sue sottoaree ventrale e mediale) è intimamente coinvolta nella gestione delle emozioni: relazioni sociali, rappresentazione delle ricompense, regolazione ed estinzione delle emozioni coinvolgono settori specifici di questa ampia area del cervello. Insieme all'insula, la corteccia prefrontale potrebbe anche essere molto importante per l'esperienza cosciente delle emozioni, un aspetto particolarmente difficile da studiare (Kandel *et al.*, 2021).

Alla luce dell'ampio ruolo della corteccia prefrontale sopra introdotto, vedremo che essa è coinvolta in tutti i temi trattati nei capitoli successivi. Ogni capitolo, oltre ad approfondire tale coinvolgimento, metterà anche in evidenza alcune sottoaree più specifiche della corteccia prefrontale che entrano fortemente in gioco nei temi specifici esaminati.

### 2.2.5 Rete di default

Nel comprendere il funzionamento del cervello, è comodo esaminarne le parti una a una, ma si può cadere nella tentazione di applicare un modello semplificato e irrealistico che immagina il cervello organizzato in moduli separati e indipendenti, ognuno dei quali svolge da solo e in modo completo una funzione ben precisa e circoscritta. Questo modello può essere adatto a una macchina come un computer, nel quale per esempio la funzione “memoria di informazioni a lungo termine” può essere svolta da un chip al quale basta fornire in input un'informazione e l'indirizzo di una cella di

memoria e il chip provvede a immagazzinare l'informazione in quella cella (oppure basta fornire in input l'indirizzo di una cella e il chip provvede a restituire in output il contenuto memorizzato). Similmente, la funzione "esecuzione di un'operazione logico-aritmetica" in un computer può essere svolta da un'unità specializzata alla quale basta dare in input i numeri da elaborare e la scelta di operazione da eseguire per ricevere in output il risultato. Con il cervello umano, le cose non sono purtroppo così semplici e più le neuroscienze ne approfondiscono il funzionamento, più è evidente che la metafora del computer è molto lontana dalla realtà: la comprensione di memoria, pensiero, emozioni e comportamenti umani richiede di considerare intricate reti di neuroni che interagiscono fra loro coinvolgendo numerose aree diverse del cervello. È vero che si possono identificare delle regioni particolari del cervello, come quelle descritte nelle sezioni precedenti, ma esse non riflettono il modello riduzionistico del "computer". Per esempio, esse non svolgono tipicamente un'unica funzione circoscritta, ma possono giocare un ruolo in numerose funzioni anche molto diverse fra loro, come è già emerso dalle descrizioni nelle sezioni precedenti, che peraltro sono state limitate ai soli ruoli principali delle aree considerate. Una funzione del cervello nasce da una profonda interconnessione e collaborazione fra aree diverse, per esempio la sezione 2.2.2 ha descritto una piccola parte della funzione "memoria di informazioni a lungo termine" nel cervello, già sufficiente a far capire quanto essa sia distante dal "chip" di memoria di un computer. In questa ottica, diventa fondamentale analizzare la struttura e il funzionamento della vasta e intricata rete di connessioni che esistono fra aree. Per dare un'idea anche quantitativa di tale vastità, mentre le stime del numero dei neuroni nel cervello umano vengono fornite nell'unità di misura dei miliardi, per quelle del numero di connessioni fra neuroni si usano i trilioni (Siva, 2023) (Caruso, 2023).

Per quanto riguarda lo yoga, le ricerche eseguite sinora hanno identificato nei praticanti yoga un miglioramento di connettività in diverse reti, ma la *rete di default* (default mode network, DMN) è stata la più studiata e i cambiamenti di connettività in essa hanno riguardato in special modo l'aumento di connessioni con le sue regioni prefrontali (Van Aalst *et al.*, 2020). La [Figura 2.5](#) evidenzia le principali aree del cervello connesse dalla rete di default, mentre la [Figura 2.6](#) mostra quanto imponente e intricato sia il volume di connessioni stabilito fra tali aree dalla rete.

La rete di default si attiva quando la nostra attenzione è rivolta verso pensieri che nascono in modo spontaneo invece che eventi esterni a noi, come accade per esempio quando sogniamo a occhi aperti (Horvitz & Jacobs, 2021). Essa si attiva quando non stiamo svolgendo un compito specifico, ma siamo impegnati in dialoghi e attività interne e quando la mente vagabonda (Ray, 2024), cioè i nostri pensieri saltano di palo in frasca fra contenuti diversi, senza una direzione precisa (vagabondaggio mentale, *mind wandering*). Impegnarsi in un compito esterno attivo riduce l'attività della rete di default, mentre la sua attivazione aumenta se si rimane seduti senza fare niente e nelle persone più anziane sono più probabili le difficoltà a tenere a bada l'attività della rete di default (Ray, 2024). La rete di default è inoltre coinvolta nell'auto-monitorarsi, nel pianificare il futuro e nel regolare le emozioni (Garrett & Hough, 2022). In sintesi, si può dire che l'aumento di connettività della rete di default con le regioni prefrontali rilevato nei praticanti yoga potrebbe suggerire una base neurale alla frequente affermazione che essi fanno di essere migliorati nella capacità di controllare la propria "mente vagabonda". La rete di default può anche giocare un ruolo nell'ansia e nella depressione, come vedremo rispettivamente nei Capitoli 3 e 4.

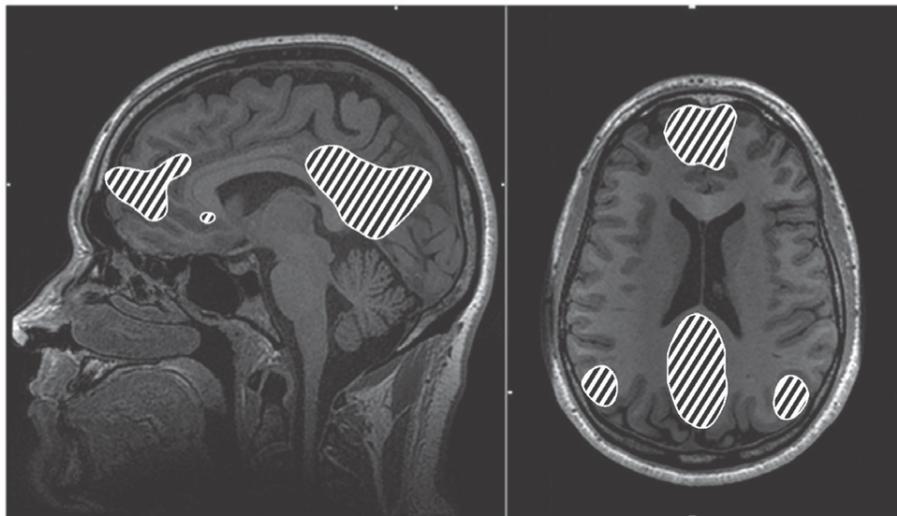


Figura 2.5 Principali aree del cervello appartenenti alla rete di default, immagini da risonanza magnetica, Immagine adattata dall'originale di John Graner, Neuroimaging Department, National Intrepid Center of Excellence, Walter Reed National Military

Medical Center, Public domain, via  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Default\\_mode\\_network-WRNMMC.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Default_mode_network-WRNMMC.jpg)

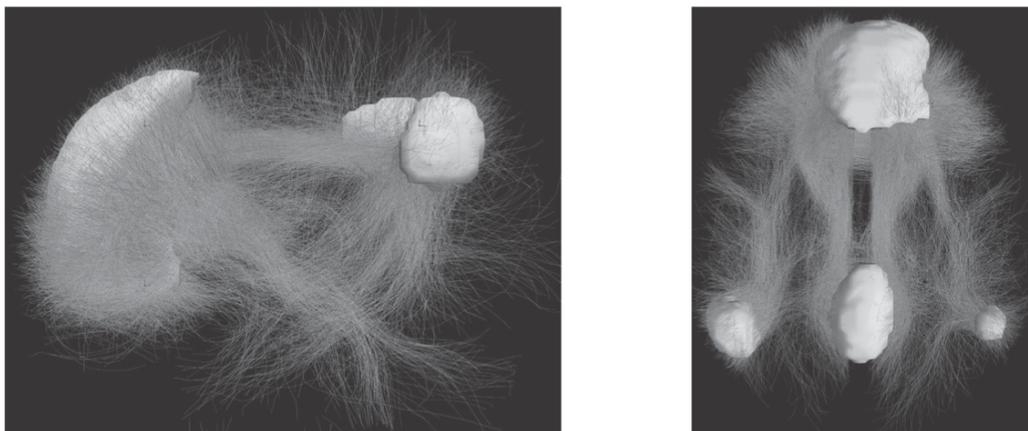


Figura 2.6 Connettività fra le principali aree della rete di default, Immagine adattata dall'originale di Andreashorn, CC BY-SA 4.0, via [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Default\\_Mode\\_Network\\_Connectivity.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Default_Mode_Network_Connectivity.png)

### *2.3 Alcune similitudini con gli studi sulla mindfulness*

Mentre le sezioni precedenti hanno riassunto i risultati di ricerche eseguite su praticanti yoga, in letteratura esiste un grande numero di studi sui praticanti della mindfulness. Infatti, la banca dati biomedica PubMed (v. sezione 1.5) riporta un numero di articoli sulla mindfulness che è oltre il doppio di quelli sullo yoga. I programmi mindfulness, per esempio il programma Mindfulness-Oriented Meditation (MOM) descritto in (Fabbro, 2019), tendono a contenere pratiche puramente meditative ed invitano ad un'osservazione del respiro di tipo naturale e libero, senza l'obiettivo di controllarlo come è invece tipico del prāṇāyāma. Tuttavia, è interessante notare che esistono dei programmi mindfulness che includono anche l'esecuzione di movimenti e posture, sincronizzate con la respirazione. In particolare, il programma di mindfulness più citato e studiato in letteratura (Mindfulness-Based Stress Reduction o MBSR), creato da Jon Kabat-Zinn nei primi anni '80 e descritto in dettaglio in (Kabat-Zinn, 2021), contiene

tutti e tre gli elementi della triade dello yoga. Infatti, oltre all'esecuzione di pratiche di focalizzazione sul respiro, sul corpo, sui pensieri, il programma MBSR richiede anche l'esecuzione consapevole di alcune sequenze di āsana dell'Hatha Yoga. Si può inoltre notare che anche le pratiche yoga invitano a “essere presenti nel momento” (Underwood, 2016), che è obiettivo primario delle pratiche di mindfulness.

Può essere quindi interessante esaminare quali siano i risultati che le ricerche di neuroimmagini sui praticanti di mindfulness hanno ottenuto, al fine di notare eventuali analogie con quanto riportato dagli studi sullo yoga. Una prima rassegna di riferimento è quella in (Tang *et al.*, 2015), che classifica in dettaglio i risultati di 24 studi di tipo strutturale o funzionale di praticanti mindfulness. Come abbiamo già visto nelle ricerche sullo yoga, anche qui gli autori fanno notare che gli studi riguardano tipi diversi di pratiche mindfulness (non solo il noto programma MBSR). Similmente allo yoga, le differenze fra praticanti e non praticanti mindfulness che emergono dalla rassegna coinvolgono insula, ippocampo, corteccia prefrontale, amigdala. Una più recente meta-analisi<sup>3</sup> si è focalizzata sull'aumento di materia grigia (Pernet *et al.*, 2021), riportando che il maggior numero di evidenze di tale aumento nei praticanti mindfulness riguarda l'insula. Un'altra rassegna recente si è invece concentrata sulla connettività funzionale, confermando i risultati sulla rete di default ed estendendoli a due altre reti (Sezer *et al.*, 2022). Infine, una successiva rassegna (Melis *et al.*, 2022) ha esaminato specificamente gli studi della connettività dopo 6-8 settimane di pratica mindfulness, mettendo in evidenza un aumento di connettività in aree della corteccia prefrontale sia con amigdala sia con rete di default.

I risultati sopra riassunti per la mindfulness sono coerenti con quelli degli studi sullo yoga. Va però notato che il maggior numero di studi di neuroimmagini eseguiti nell'ambito della mindfulness ha permesso di investigare più aree diverse del cervello e ottenere una quantità maggiore di evidenze e di risultati. Alcune ricerche sulla mindfulness hanno così potuto documentare anche cambiamenti in aree ulteriori del cervello rispetto a quelle menzionate per lo yoga nel presente capitolo. Una regione aggiuntiva citata frequentemente, ed evidenziata in [Figura 2.7](#), è la corteccia cingolata anteriore (ACC), che è connessa alla corteccia prefrontale ed è nota

ricoprire un ruolo importante sia nell'attenzione e controllo degli impulsi (Garrett & Hough, 2022) sia nell'autoregolazione ed elaborazione delle emozioni, con un particolare riferimento alla percezione del dolore (Kandel *et al.*, 2021). I diversi risultati sulla mindfulness indicano maggiore quantità di materia grigia nell'ACC, maggiore tendenza all'attivazione dell'ACC e cambiamenti nella connettività fra ACC e altre aree (Zsadanyi *et al.*, 2021). Al momento, gli studi sullo yoga hanno scarsamente considerato l'ACC, anche se i pochi e limitati aspetti studiati (Gothe *et al.*, 2019) sembrano coerenti con i più ampi e solidi risultati ottenuti nell'ambito mindfulness per tale regione. La ricerca futura sullo yoga auspicabilmente estenderà la propria attenzione a questa e altre aree del cervello per arrivare a una migliore comprensione di tutte le possibili differenze.

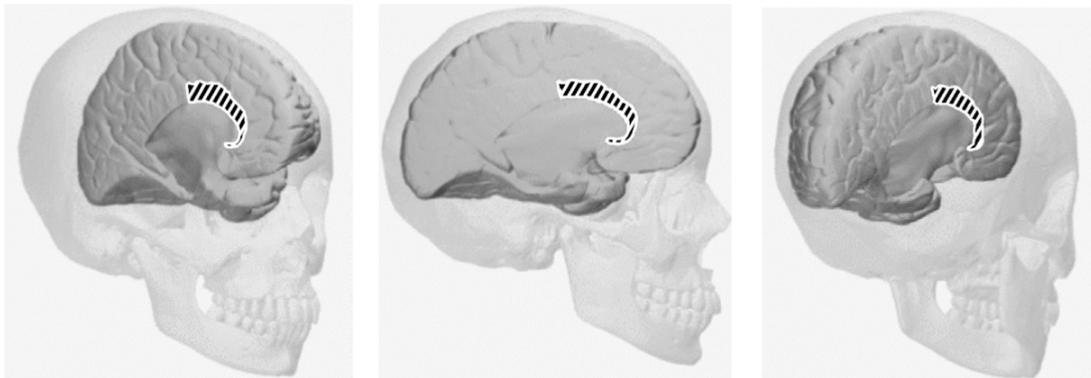


Figura 2.7 Posizione della corteccia cingolata anteriore (ACC), Immagine adattata dall'originale di Database Center for Life Science (DBCLS), CC BY-SA 2.1 JP, via [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anterior\\_cingulate\\_gyrus\\_animation.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anterior_cingulate_gyrus_animation.gif)

## Riferimenti

Afonso, R.F., Balardin, J.B., Lazar, S., Sato, J.R., Igarashi, N., Santaella, D.F., Lacerda, S.S., Amaro Jr., E., & Kozasa, E.H. (2017). Greater Cortical Thickness in Elderly Female Yoga Practitioners – A Cross-Sectional Study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9, 201. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00201>

- Bezzola, L., Mérillat, S., Gaser, C., & Jäncke, L. (2011). Training-Induced Neural Plasticity in Golf Novices. *The Journal of Neuroscience*, 31(35), 12444-12448. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1996-11.2011>
- Caruso, C. (2023). A New Field of Neuroscience Aims to Map Connections in the Brain. *Harvard Medical School*. <https://hms.harvard.edu/news/new-field-neuroscience-aims-map-connections-brain>
- Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U., & May, A. (2004). Changes in grey matter induced by training. *Nature*, 427(6972), 311-312. <https://doi.org/10.1038/427311a>
- Fabbro, F. (2019). *La meditazione mindfulness: Neuroscienze, filosofia, spiritualità*. Il Mulino.
- Garrett, B., & Hough, G. (2022). *Brain & behavior: An introduction to behavioral neuroscience* (Sixth edition). SAGE.
- Gogolla, N. (2017). The insular cortex. *Current Biology*, 27(12), R580–R586. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.05.010>
- Gothe, N. P., Khan, I., Hayes, J., Erlenbach, E., & Damoiseaux, J.S. (2019). Yoga Effects on Brain Health: A Systematic Review of the Current Literature. *Brain Plasticity*, 5(1), 105-122. <https://doi.org/10.3233/BPL-190084>
- Gotink, R.A., Vernooij, M.W., Ikram, M.A., Niessen, W.J., Krestin, G.P., Hofman, A., Tiemeier, H., & Hunink, M.G.M. (2018). Meditation and yoga practice are associated with smaller right amygdala volume: The Rotterdam study. *Brain Imaging and Behavior*, 12(6), 1631-1639. <https://doi.org/10.1007/s11682-018-9826-z>
- Halliday, G. (2017). Pathology and hippocampal atrophy in Alzheimer's disease. *The Lancet Neurology*, 16(11), 862-864. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(17\)30343-5](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(17)30343-5)
- Horvitz, J.C., & Jacobs, B.L. (2021). *Principles of behavioral neuroscience*. Cambridge University Press.
- Kabat-Zinn, J. (2021). *Vivere momento per momento: Come usare la saggezza del corpo e della mente per sconfiggere lo stress, il dolore, l'ansia e la malattia* (Ed. riv. e aggiornata, 3. ed). Corbaccio.
- Kandel, E.R., Koester, J., Mack, S., & Siegelbaum, S. (A c. Di). (2021). *Principles of neural science* (Sixth edition). McGraw Hill.
- Melis, M., Schroyen, G., Pollefeyt, J., Raes, F., Smeets, A., Sunaert, S., Deprez, S., & Van Der Gucht, K. (2022). The Impact of Mindfulness-Based Interventions on Brain Functional Connectivity: A Systematic Review. *Mindfulness*, 13(8), 1857-1875. <https://doi.org/10.1007/s12671-022-01919-2>
- Ocklenburg, S., Peterburs, J., & Mundorf, A. (2022). Hemispheric asymmetries in the amygdala: A comparative primer. *Progress in Neurobiology*, 214, 102283. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2022.102283>
- Patil, I., Zanon, M., Novembre, G., Zangrando, N., Chittaro, L., & Silani, G. (2018). Neuroanatomical basis of concern-based altruism in virtual environment. *Neuropsychologia*, 116, 34-43. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.02.015>
- Pernet, C.R., Belov, N., Delorme, A., & Zammit, A. (2021). Mindfulness related changes in grey matter: A systematic review and meta-analysis. *Brain Imaging and Behavior*,

- 15(5), 2720-2730. <https://doi.org/10.1007/s11682-021-00453-4>
- Ray, W.J. (2024). *Fundamentals of brain and behavior: An introduction to human neuroscience*. Routledge.
- Sabuncu, M.R. (2011). The Dynamics of Cortical and Hippocampal Atrophy in Alzheimer Disease. *Archives of Neurology*, 68(8), 1040. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2011.167>
- Scholz, J., Klein, M.C., Behrens, T.E.J., & Johansen-Berg, H. (2009). Training induces changes in white-matter architecture. *Nature Neuroscience*, 12(11), 1370-1371. <https://doi.org/10.1038/nn.2412>
- Sezer, I., Pizzagalli, D. A., & Sacchet, M. D. (2022). Resting-state fMRI functional connectivity and mindfulness in clinical and non-clinical contexts: A review and synthesis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 135, 104583. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104583>
- Shi, F., Liu, B., Zhou, Y., Yu, C., & Jiang, T. (2009). Hippocampal volume and asymmetry in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: Meta-analyses of MRI studies. *Hippocampus*, 19(11), 1055-1064. <https://doi.org/10.1002/hipo.20573>
- Siva, N. (2023). What happened to the Human Brain Project? *The Lancet*, 402(10411), 1408-1409. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)02346-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)02346-2)
- Tang, Y.-Y., Hölzel, B.K., & Posner, M.I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213-225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>
- Taubert, M., Draganski, B., Anwander, A., Müller, K., Horstmann, A., Villringer, A., & Ragert, P. (2010). Dynamic Properties of Human Brain Structure: Learning-Related Changes in Cortical Areas and Associated Fiber Connections. *The Journal of Neuroscience*, 30(35), 11670-11677. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2567-10.2010>
- Underwood, A. (A c. Di) (con un contributo di Singh Khalsa, S.B., Elson, L.E., & Stanten, M.). (2016). *An Introduction to Yoga: Improve your strength, balance, flexibility, and well-being*. Harvard Health Publishing, University of Harvard.
- Van Aalst, J., Ceccarini, J., Demyttenaere, K., Sunaert, S., & Van Laere, K. (2020). What Has Neuroimaging Taught Us on the Neurobiology of Yoga? A Review. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 14, 34. <https://doi.org/10.3389/fnint.2020.00034>
- Villemure, C., Eko, M., Cotton, V.A., & Bushnell, M.C. (2014). Insular Cortex Mediates Increased Pain Tolerance in Yoga Practitioners. *Cerebral Cortex*, 24(10), 2732-2740. <https://academic.oup.com/cercor/article/24/10/2732/307000>
- Zsadanyi, S.E., Kurth, F., & Luders, E. (2021). The Effects of Mindfulness and Meditation on the Cingulate Cortex in the Healthy Human Brain: A Review. *Mindfulness*, 12(10), 2371-2387. <https://doi.org/10.1007/s12671-021-01712-7>

---

1 Il tessuto del cervello può essere diviso in *materia grigia*, che contiene i corpi dei neuroni ed è localizzata negli strati più esterni del cervello, e *materia bianca*

costituita dagli *assoni*. L'assone è la parte del neurone che appare come un "filo" conduttore degli impulsi elettrici in uscita dal neurone ed è fondamentale per trasmettere informazione ad altri neuroni.

- 2 Dal punto di vista del presente libro, un limite del Rotterdam study è che purtroppo non riporta i tipi specifici di yoga e/o meditazione praticati, ma si limita alla loro frequenza.
- 3 La *meta-analisi* è un metodo statistico per combinare assieme i risultati di più studi che hanno affrontato il medesimo quesito di ricerca. Le meta-analisi sono importanti per riassumere una conclusione supportata da più studi e più affidabile rispetto agli studi singoli.

## CAPITOLO 3

### YOGA, STRESS E ANSIA

Questo capitolo dapprima introduce il concetto di stress e mette in evidenza i risultati più consolidati sulle relazioni fra yoga, stress e le aree del cervello presentate nel capitolo precedente. Successivamente, approfondisce i meccanismi dello stress, estendendo l'attenzione dal cervello al sistema nervoso periferico, in particolare l'attivazione del sistema nervoso simpatico e i suoi effetti fisiologici. Ciò permette di illustrare le relazioni con lo yoga in maggior profondità, coinvolgendo anche alcuni biomarcatori dello stress. Infine, alla luce di questo scenario arricchito, il capitolo introduce il tema dell'ansia e delle possibili relazioni fra ansia e yoga.

#### 3.1 *Stress, cervello e yoga*

La parola “stress” è tipicamente utilizzata dalle persone nei discorsi quotidiani per identificare uno stato di tensione e nervosismo in cui si sentono “sotto pressione”, associandolo a situazioni che si trovano ad affrontare (*stressori*) che allontanano dal proprio stato di equilibrio (fisico e mentale) e appaiono sottrarre energie. Gli stressori possono provenire dall'ambiente fisico (per esempio, se state leggendo questo libro in una stanza eccezionalmente calda, percepirete la sfida che quell'alta temperatura presenta all'equilibrio del vostro corpo, che dovrà impegnarsi a smaltire il calore in eccesso, e probabilmente anche la lettura diventerà più difficile) oppure dall'ambiente sociale (per esempio, se mentre leggete c'è una persona che entra ed esce dalla stanza in preda a scatti d'ira,

probabilmente inizierete a sentirvi agitati e dovrete sforzarvi per mantenere la concentrazione sulla lettura e la calma di fronte a quell'aggressività) o anche essere originati internamente (per esempio, se mentre leggete avete l'impressione che il cuore "abbia perso un colpo" e iniziate a chiedervi se è un segnale di pericolo e qual è l'azione da intraprendere in questo momento per rispondere alla presunta minaccia, avrete nuovamente difficoltà a rimanere in uno stato di calma ed equilibrio, percependo la tensione sia a livello mentale che fisiologico).

Le reazioni individuali al medesimo stressore possono però essere estremamente diverse da persona a persona, evidenziando come l'atteggiamento che assumiamo di fronte allo stressore giochi un ruolo importante: lo stesso cambiamento nella propria vita, per esempio essere assegnati a mansioni lavorative superiori, può scatenare in un individuo una reazione di allarme e preoccupazione, mentre la reazione può essere di entusiasmo e curiosità in un altro.

È inoltre importante sottolineare che, a differenza della connotazione negativa con cui la parola stress viene usata nel linguaggio comune, lo stress gioca un ruolo importante nella sopravvivenza (come vedremo nella prossima sezione) ed una moderata quantità di stress può svolgere un ruolo positivo di motivatore e permettere alle persone di mobilitare maggiori energie e attenzione verso l'efficace raggiungimento dei propri obiettivi (in tal caso, viene a volte utilizzato il termine *eustress*). Al contrario, il permanere *cronico* di una situazione di stress vissuta negativamente per lunghi periodi di tempo, oppure l'esposizione ad un evento anche di breve durata ma che provoca un livello *acuto* di stress insostenibile per la persona, può essere causa di malattia (Sapolsky, 2004), fisica (per esempio, lo stress cronico è associato a problemi cardiovascolari e gastrointestinali) e/o mentale (per esempio, al termine di questo capitolo parleremo di disturbi d'ansia, mentre il Capitolo 4 considererà il disturbo post-traumatico da stress e la depressione). Lo stress cronico ha effetti negativi non solo sul sistema cardiovascolare, gastrointestinale e nervoso, ma su tutti i sistemi dell'organismo, incluso quello muscoloscheletrico, respiratorio, endocrino e riproduttivo (American Psychological Association, 2023). Come abbiamo visto nel Capitolo 1, la riduzione dello stress è il beneficio più frequentemente attribuito allo yoga da parte dei praticanti e i disturbi da stress sono uno dei motivi più citati per essersi avvicinati allo yoga, perciò

nel seguito approfondiremo sia i meccanismi dello stress sia come lo yoga possa attenuarlo quando necessario.

La ricerca nell'ambito delle neuroscienze ha identificato aree del cervello che sono significativamente implicate nello e dallo stress. Fra esse, ritroviamo specialmente tre vecchie conoscenze che nel Capitolo 2 abbiamo visto essere particolarmente legate alla pratica dello yoga: amigdala (Sezione 2.2.3), ippocampo (Sezione 2.2.4) e corteccia prefrontale (Sezione 2.2.5). In particolare, i risultati di diversi studi in neuroscienze, considerati collettivamente (Horvitz & Jacobs, 2021), indicano che lo stress cronico porta ad una minor eccitabilità e a una diminuzione di dendriti<sup>1</sup> nell'ippocampo e corteccia prefrontale e, al contrario, ad una maggior eccitabilità e maggior numero di dendriti nell'amigdala. Tali cambiamenti sono inoltre negativi per la memoria e le funzioni cognitive, e la crescita nell'amigdala rende l'organismo ancora più reattivo a futuri stressori (Freberg, 2024). Inoltre, i citati cambiamenti nella corteccia prefrontale e ippocampo riducono la capacità di controllo di queste aree sull'amigdala e la capacità di mitigare la sua reazione allo stress (Mah *et al.*, 2016).

Come descritto nel Capitolo 2, lo yoga è stato invece associato a una diminuzione del volume dell'amigdala di destra (legata alla paura e altre emozioni negative), un aumento del volume e della densità di materia grigia nell'ippocampo e una maggior attivazione delle aree prefrontali in compiti di attenzione. Tali cambiamenti vanno in direzione opposta a quelli precedentemente descritti in questa sezione per lo stress. Per quanto riguarda l'amigdala, le neuroscienze hanno associato la riduzione dello stress percepito dalle persone alla diminuzione di densità di materia grigia nell'amigdala, specificamente quella di destra (Hölzel *et al.*, 2010). Il successivo studio in (Caetano *et al.*, 2021) ha associato il livello di stress riportato dai partecipanti al volume della loro amigdala di destra, e i suoi autori sottolineano come, considerato il ruolo dell'amigdala nell'elaborazione ed esperienza delle emozioni negative, ciò potrebbe contribuire a spiegare il fatto che la reazione emotiva al medesimo stressore varia di intensità da persona a persona.

Il livello di stress percepito è anche associato al volume dell'ippocampo (Zimmerman *et al.*, 2016): minore il volume dell'ippocampo, maggiore il livello di stress percepito. La diminuzione del volume ippocampale è anche

il danno più documentato dello stress cronico sul cervello (Garrett & Hough, 2022) e l'anormalità strutturale più nota nei disturbi dell'umore (Kandel *et al.*, 2021). Oltre che su amigdala e ippocampo, lo stress cronico ha poi effetti sulla struttura (atrofia dendritica) e sulla funzione della corteccia prefrontale, con conseguenze negative sia sulle funzioni cognitive che sulle capacità di regolazione delle emozioni e del comportamento (McEwen & Morrison, 2013). Infatti, in condizioni normali, la corteccia prefrontale esercita una funzione di controllo inibitorio sull'amigdala, limitandone le possibilità di attivare reazioni emotive inappropriate a stressori (Liu *et al.*, 2020).

Quanto descritto potrebbe quindi far pensare che le relazioni sinora esaminate fra yoga e cervello possano avere un effetto protettivo rispetto allo stress. Per approfondire il possibile ruolo dello yoga nella regolazione emozionale, la rassegna in (Menezes *et al.*, 2015) ha esaminato 24 studi, ognuno dei quali si è svolto su gruppi diversi di praticanti, seguiti per periodi di settimane o mesi, e confrontati con gruppi di controllo. I tipi di yoga più frequenti erano Hatha (7 studi) e Iyengar (5 studi), i rimanenti studi riguardavano singoli tipi di yoga ma tutti accomunati dall'inclusione dei tre elementi della triade. Gli autori concludono che da tale insieme di studi emerge complessivamente che lo yoga può contribuire a diminuire i sintomi dello stress e migliorare il benessere. Essi sottolineano anche come alcuni degli studi abbiano utilizzato come gruppo di controllo persone che facevano esercizio fisico invece che yoga e altri studi abbiano usato come gruppo di controllo persone che svolgevano delle attività sociali di gruppo. I risultati migliori ottenuti con lo yoga, invece che con il semplice esercizio fisico, fa concludere gli autori che non si possono attribuire i benefici dello yoga al solo fatto che includa una parte di esercizio fisico, ma le ulteriori componenti dello yoga forniscono un valore aggiunto nella riduzione dello stress. Similmente, i risultati superiori ottenuti dai gruppi yoga rispetto a chi svolgeva altre attività sociali di gruppo fa concludere gli autori che i benefici dello yoga dipendano anche da fattori che vanno oltre alla partecipazione ad un gruppo sociale, che può già avere da sola effetti emozionali positivi. Studi apparsi successivamente a questa rassegna hanno riportato risultati coerenti con le sue conclusioni, per esempio uno studio ungherese (Szabo *et al.*, 2017) ha mostrato una diminuzione dello stress percepito nei partecipanti ad un corso di yoga (Bikram), mentre uno studio

svoltosi negli Stati Uniti ha confrontato i partecipanti ad un corso di 8 settimane di yoga (3 lezioni in settimana, intensità fisica moderata) con un gruppo di controllo passivo, evidenziando un livello di stress significativamente più basso nei praticanti rispetto ai non praticanti (Phansikar *et al.*, 2023). Tuttavia, sia la citata rassegna sia questi due successivi studi traggono le conclusioni sui miglioramenti nella percezione dello stress e sul benessere basandosi soprattutto su misure soggettive, nelle quali i partecipanti forniscono informazioni dettagliate sul proprio stato in risposta a questionari standardizzati e interviste, ma lo stress può essere quantificato anche con misure oggettive, di tipo fisiologico. Le prossime due sezioni illustreranno i risultati di ricerche sulle neuroscienze di stress e yoga che si concentrano più specificamente su queste ulteriori misure, introducendo innanzitutto le conoscenze che permetteranno di comprenderle.

### *3.2 Stress, sistema nervoso autonomo e asse HPA*

Per capire più a fondo lo stress, è importante estendere l'attenzione dal sistema nervoso centrale (cervello) al sistema nervoso periferico, in particolare al sistema nervoso autonomo e alle sue connessioni con il cervello nella reazione agli stressori.

È infatti esperienza comune sentire anche nel corpo gli effetti del trovarsi di fronte ad uno stressore che percepiamo come minaccia, per esempio ci può capitare di sentire battere più velocemente il cuore, respirare più velocemente e magari sentire la bocca secca per una diminuzione della saliva, lo stomaco “bloccato” e il conseguente fermarsi della digestione. Inoltre, ci possiamo sentire in uno stato psicologico di vigilanza e allerta, pronti a scattare. Tutti questi effetti sono coerenti, logici e anche vantaggiosi se abbiamo di fronte qualcosa che è una reale minaccia alla nostra sopravvivenza, perché mobilitano le nostre energie verso una risposta utile a salvarci la vita: combattere o fuggire (*fight or flight response*). Il problema è che, nella vita di ogni giorno, il nostro cervello può attivare questa stessa risposta di fronte a stressori che non hanno alcuna intenzione di ucciderci e

che possono essere anche minimi, per esempio essere in una lunga fila a uno sportello oppure sentire suonare il clacson dell'automobile dietro alla nostra.

Come visto nella sezione precedente, la maggior o minore reattività agli stressori è il risultato di interazioni fra parti del cervello come amigdala, ippocampo e corteccia prefrontale, ma come si passa dall'attività interna del cervello alla risposta “combatti o fuggi” che coinvolge tutto il corpo? Per comprenderlo, occorre considerare un'ulteriore parte del cervello coinvolta nell'elaborazione delle emozioni, che si chiama *ipotalamo* e ha controllo su alcune funzioni fondamentali del corpo, come la temperatura, la fame, il senso di fatica, il sonno (Ray, 2024). Quando l'amigdala percepisce una situazione come pericolosa, e non viene tenuta a bada dall'intervento di altre aree come la corteccia prefrontale, manda un segnale di allarme all'ipotalamo perché predisponga il corpo alla risposta di lotta o fuga. L'ipotalamo raggiunge tale obiettivo comunicando con il *sistema nervoso autonomo*, schematizzato in [Figura 3.1](#) e organizzato in *simpatico* e *parasimpatico*. Come evidenzia la figura, è la porzione simpatica del sistema nervoso autonomo che mette in atto i cambiamenti fisiologici per predisporre a combattimento e fuga, quindi l'ipotalamo dovrà aumentare l'attivazione del simpatico. Se, al contrario, andassimo ad aumentare l'attivazione della porzione parasimpatica, essa ci spingerebbe verso uno stato di rilassamento (v. parte sinistra della figura), in cui frequenza cardiaca e respiratoria rallentano, la salivazione aumenta, il sistema digerente si mette al lavoro, ci tranquillizziamo e predisponiamo al riposo e al recupero delle energie. La risposta associata al sistema nervoso parasimpatico è infatti chiamata *rest and digest* (riposare e digerire).

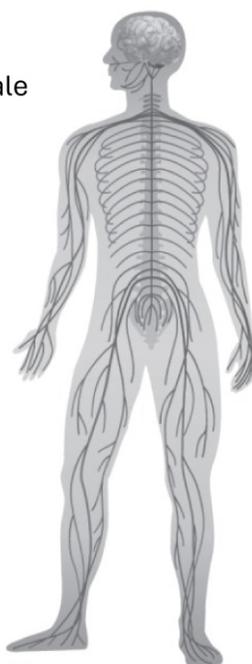
Esaminiamo più in dettaglio come si sviluppa la risposta di lotta o fuga. I segnali che l'ipotalamo invia per mobilitarci verso l'azione raggiungono le ghiandole surrenali, che immettono nel sangue gli ormoni *adrenalina* (anche chiamata *epinefrina*) e *noradrenalina* (anche chiamata *norepinefrina*), facendo aumentare la frequenza cardiaca e la pressione sanguigna (Fabbro, 2017). Respiriamo conseguentemente ad una maggior velocità e i bronchioli nei polmoni si distendono per ottenere maggior ossigenazione. Maggior ossigeno nel cervello aiuta ad aumentare lo stato di

vigilanza, inoltre l'adrenalina aumenta i livelli di glucosio nel sangue (*glicemia*) per fornirci più energia, dilata le pupille e provoca sudorazione, la quale è utile per non far salire eccessivamente la temperatura di un corpo che combatte o fugge. Dopo questa reazione immediata e velocissima, l'ipotalamo attiva un ulteriore meccanismo che coinvolge l'*ipofisi* (anche detta *ghiandola pituitaria*). Tale meccanismo è chiamato *asse ipotalamo-ipofisi-surrene* o più brevemente *asse HPA*, dalle parole inglesi *Hypothalamic-Pituitary-Adrenal*. Lo scopo dell'asse HPA è di prolungare la risposta di lotta o fuga per tutto il tempo in cui la percezione di pericolo permane, attraverso il rilascio di ulteriori ormoni. In particolare, l'ipotalamo rilascia un ormone (CRH), che ha un importante effetto ansiogeno, e che spinge l'ipofisi a produrre un altro ormone (ACTH) il quale raggiunge invece la ghiandola surrenale e stimola quest'ultima a rilasciare nel sangue l'ormone *cortisolo*, che mantiene alti glucosio e grassi nel sangue per continuare a fornire energia da usare nel combattimento o fuga (*Ibid.*).

# SISTEMA NERVOSO

## CENTRALE

Cervello e midollo spinale



## PERIFERICO

Nervi (cranici e spinali)

# SISTEMA NERVOSO AUTONOMO

## PARASIMPATICO

## SIMPATICO

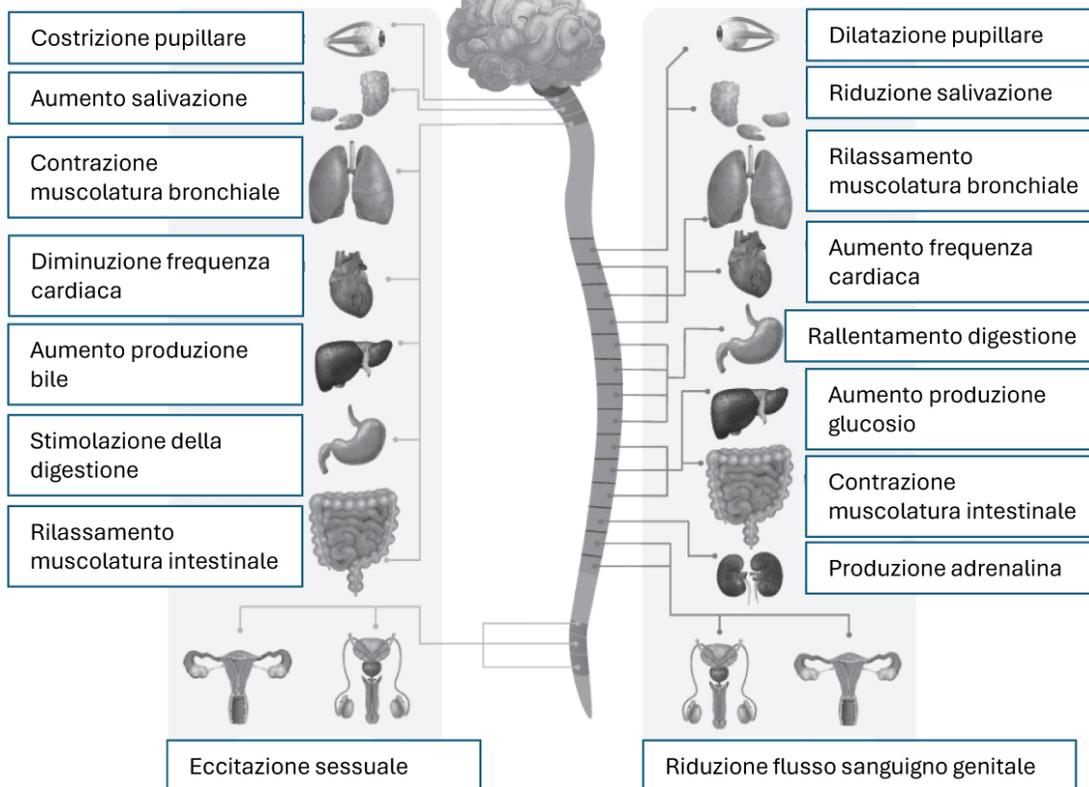


Figura 3.1 Il sistema nervoso, immagine adattata dall'originale di [Freepik.com](https://www.freepik.com)

Sfortunatamente, asse HPA e sistema nervoso simpatico rimangono attivati durante tutto il tempo in cui il cervello percepisce una minaccia, a prescindere da quanto sia reale il pericolo. Per l'essere umano, è infatti sufficiente immaginare una situazione di pericolo per attivare una risposta allo stress. Ciò accade quindi anche con minacce meno concrete e meno identificabili, per esempio il timore di ricevere una critica da un proprio superiore può attivare il simpatico e l'asse HPA e tale attivazione può perdurare nel tempo a causa di pensieri ripetitivi della persona su tale preoccupazione lavorativa (Horvitz & Jacobs, 2021). Una condizione di stress cronico che fa perdurare lo stato di attivazione dell'asse HPA per lunghi periodi, oltre ad avere delle conseguenze negative sulla salute degli organi coinvolti e sottrarre energie, compromette anche la funzione del sistema immunitario. Più specificamente, la risposta allo stress ha i seguenti effetti (*Ibid.*): (i) un miglioramento nel funzionamento del sistema immunitario *innato*, deputato a rispondere ai patogeni rapidamente, a volte nel giro di minuti (molto utile quindi se si rimane feriti in un combattimento o fuga); (ii) un peggioramento nel funzionamento del sistema immunitario *adattativo*, che ha il compito di costruire nell'arco di giorni delle risposte più sofisticate ad un patogeno, che possano funzionare anche in futuro. Inoltre, il miglioramento nel sistema immunitario innato si verifica con stress di durata limitata nel tempo: uno stress cronico può invece sopprimere le risposte sia del sistema immunitario innato sia di quello adattativo.

Anche il cervello soffre danni da un'attivazione prolungata nel tempo dell'asse HPA. In particolare, l'esposizione cumulativa del cervello a livelli elevati di cortisolo è uno dei fattori che può contribuire all'atrofia dell'ippocampo, in quanto tale area è caratterizzata da alta densità di recettori per questo tipo di ormoni che la rende particolarmente suscettibile al danno da stress cronico (Pruessner *et al.*, 2005). Inoltre, gli studi sulle relazioni fra cortisolo e cervello hanno evidenziato che un aumento dei livelli di cortisolo è associato ad un'attività alterata dell'amigdala e a una diminuzione dell'attività della corteccia prefrontale, in particolare della sua parte ventromediale (Harrewijn *et al.*, 2020), anche chiamata più brevemente *vmPFC* (acronimo di ventral medial PreFrontal Cortex). Tale ridotta attività della *vmPFC* può portare fra l'altro la persona a provare

paura eccessiva (Horvitz & Jacobs, 2021), esacerbando la reazione agli stressori.

### 3.3 *Yoga, sistema nervoso autonomo e asse HPA*

Dalla prospettiva più ampia introdotta nella sezione precedente, oltre alle neuroimmagini (v. Capitolo 2) che danno indicazioni su aree del cervello importanti nella gestione dello stress, la ricerca sullo yoga può approfondire gli stadi successivi della reazione allo stress attraverso delle misure fisiologiche. Per esempio, se l'amigdala è meno reattiva o se la corteccia prefrontale riesce a esercitare un'efficace funzione di regolazione emozionale, si dovrebbe assistere ad una mitigazione dell'attivazione del sistema nervoso simpatico e dell'asse HPA. Alcune ricerche sui praticanti yoga si sono quindi concentrate su questi aspetti e la rassegna in (Pascoe & Bauer, 2015) analizza 24 studi. In queste ricerche, 6 studi utilizzavano Hatha yoga, 5 Iyengar, 2 yoga prenatale, 1 yoga meditativo, 4 studi non davano un nome allo yoga ma fornivano la sequenza di āsana utilizzate, mentre i rimanenti 6 studi fornivano solo dettagli sommari sul tipo di yoga utilizzato. Per studiare le relazioni fra yoga, sistema nervoso simpatico e asse HPA, 11 studi usavano misure fisiologiche dell'attivazione del simpatico, principalmente pressione sanguigna, frequenza cardiaca e variabilità della frequenza cardiaca (HRV). Il livello di cortisolo, che abbiamo visto essere un cruciale indicatore biochimico di stress, prodotto in seguito all'attività dell'asse HPA, è stato misurato in 13 degli studi considerati. Due studi hanno poi considerato il sistema immunitario, misurando una possibile alterazione delle *citochine pro-infiammatorie*, molecole con un ruolo fondamentale nella reazione del sistema immunitario innato, che lo stress tende ad aumentare come visto nella sezione precedente. Tutti gli studi misuravano poi anche lo stato soggettivo in cui si percepivano i partecipanti.

In due studi, il livello di cortisolo è stato misurato immediatamente prima e immediatamente dopo la partecipazione a lezioni di yoga: nel primo studio, la partecipazione ad un corso di 8 settimane di yoga prenatale è stata

associata alla diminuzione del livello di cortisolo (sia dopo la prima lezione sia dopo l'ultima lezione del corso), accompagnata anche da una percezione soggettiva di minor ansia rispetto ad un gruppo che non praticava yoga. Un altro studio considerava un corso di 12 settimane di yoga e rilevava una diminuzione del livello di cortisolo al termine. Due altri studi invece misuravano i livelli di cortisolo in momenti del giorno distanti dalla pratica yoga ottenendo un risultato meno chiaro: uno studio lo misurava alle 17:00 e riportava che i partecipanti ad un corso di yoga di 8 settimane avevano un livello di cortisolo più basso, l'altro studio non trovava invece particolari effetti, ma aveva la limitazione che l'ora di prelievo non era costante e variava tra le 11:00 e le 15:00, quindi la misura era potenzialmente modificata dai ritmi circadiani. Gli altri studi misuravano invece il cortisolo al momento del risveglio oppure al momento di andare a letto e anche in questo caso alcuni studi erano migliori di altri nel garantire che l'orario fosse sempre lo stesso ogni giorno. Complessivamente, la rassegna evidenzia come la grande maggioranza degli studi su yoga e cortisolo è concorde nel documentare una diminuzione in questo importante biomarcatore dello stress. La stessa conclusione viene raggiunta per gli studi che hanno misurato frequenza cardiaca e pressione sanguigna, che sono risultate inferiori nei gruppi di praticanti rispetto a quelli di controllo. Infine, i due studi sul sistema immunitario hanno fornito evidenza di una diminuzione delle citochine pro-infiammatorie, anch'esse biomarcatore di stress. Alla luce di tutti questi risultati, la rassegna conclude che è plausibile che gli effetti positivi dello yoga sullo stress si esprimano attraverso una miglior regolazione del sistema nervoso simpatico e dell'asse HPA. Infine, gli autori suggeriscono che, considerando collettivamente i diversi studi, la miglior modulazione del sistema nervoso simpatico sia influenzata anche dalla "dose" di yoga (quantità di tempo alla settimana) praticata dalla persona.

Una successiva meta-analisi (Pascoe *et al.*, 2017) ha esaminato gli studi che impiegano āsana dello yoga nel contesto della mitigazione dello stress, includendo così anche il programma MBSR (v. sezione 2.3). Un ulteriore requisito di inclusione nella meta-analisi era che gli studi dovevano sia aver eseguito misure fisiologiche dello stress sia operato un confronto con gruppo di controllo attivo, che in questo caso significa un gruppo di persone a cui viene assegnata un'attività priva di āsana dello yoga. Dei 42 studi

analizzati, 8 seguivano specificamente Hatha yoga, 9 MBSR, 4 Iyengar, 4 yoga integrato, 2 yoga ristorativo, 2 yoga prenatale, 1 Ashtanga yoga, 1 Vinyasa, mentre i rimanenti riguardavano programmi yoga che non specificavano un particolare nome. Per il confronto con un gruppo di controllo attivo, la scelta più frequente è stata esercizio fisico (17 studi), seguito da educazione alla salute (6 studi), stretching (2 studi), supporto sociale (2 studi), rilassamento muscolare progressivo (2 studi), counseling (2 studi). Ognuno dei rimanenti singoli gruppi di controllo attivo riguardava un'attività diversa fra cui brevi terapie psicologiche, modifiche dello stile di vita, corsi di arte e musica, nuoto. Le conclusioni della meta-analisi hanno confermato un effetto di riduzione dello stress delle pratiche che includevano āsana dello yoga, dimostrato fisiologicamente soprattutto attraverso la diminuzione del cortisolo, della pressione sanguigna e dei livelli di alcune citochine pro-infiammatorie. Inoltre, gli autori sottolineano come gli effetti fisiologici positivi siano stati superiori nei gruppi con yoga rispetto a quelli riscontrati nei gruppi di controllo attivo. Infine, gli effetti positivi sullo stress si sono manifestati a prescindere dal tipo di popolazione coinvolta: in 15 studi si trattava di persone sane, ma gli altri studi avevano invece riguardato partecipanti con una particolare problematica di salute (per esempio, pressione alta in 7 studi, tumore al seno in 5 studi, sindrome metabolica in 2 studi). Uno studio successivo (Haag *et al.*, 2024) ha confrontato tre gruppi di studenti di una facoltà di medicina e infermieristica che sono stati assegnati rispettivamente ad un corso di 8 settimane di yoga (che comprendeva tutte le parti della triade) oppure di esercizio puramente fisico (allenamento a circuito) oppure a un gruppo di controllo passivo al quale non venivano assegnate attività da svolgere. Mentre nel terzo gruppo non si riscontravano cambiamenti, sia il gruppo yoga sia il gruppo di allenamento a circuito riportavano una diminuzione dello stress percepito, ma un abbassamento significativo del livello di cortisolo nel sangue si riscontrava soltanto nel gruppo yoga.

Dato che abbiamo visto come lo stress cronico possa avere effetti negativi sul sistema immunitario, la rassegna in (Falkenberg *et al.*, 2018) si è concentrata sugli studi di gruppi di pratica yoga nei quali siano state eseguite misurazioni di parametri immunitari (diverse citochine sia pro-infiammatorie che anti-infiammatorie, altri marcatori di infiammazione circolanti, conteggio di cellule immunitarie, risposte anticorpali, marcatori

di espressione genica nelle cellule immunitarie), identificando 15 studi diversi. In tutti gli studi, lo yoga praticato coinvolgeva anche la componente posturale, nessuno era puramente meditativo. In tre studi, il gruppo di controllo era attivo (esercizio fisico in due casi, educazione alla salute in un caso), mentre in tutti gli altri studi il gruppo di controllo era passivo e non gli veniva quindi assegnata alcuna attività particolare. Pur rimarcando cautelativamente che la ricerca scientifica su yoga e sistema immunitario è un tema recente e quindi gli studi disponibili sono pochi e vanno estesi, gli autori concludono che dall'analisi dei 15 studi emerge complessivamente un ruolo dello yoga nel ridurre alcune citochine pro-infiammatorie. Il risultato più solido è stato una diminuzione nei praticanti della citochina pro-infiammatoria IL-1 $\beta$  (interleuchina IL-1 $\beta$ ), sia in popolazione sana che clinica, ottenuto in modo coerente da tutti e tre gli studi che avevano analizzato questo parametro. I risultati su altre due citochine pro-infiammatorie (IL-6 e TNF $\alpha$ ), seppure nella medesima direzione, sono più deboli perché alcuni studi hanno trovato diminuzione, altri invece nessuna variazione (nessuno studio ha comunque trovato aumento). Anche la rassegna di Falkenberg e colleghi (*Ibid.*) invita a porre l'attenzione sulla durata del periodo di pratica (gli studi erano molto variabili in lunghezza), affermando che un periodo di pratica di 8 settimane (scelta molto frequente negli studi) può essere troppo breve per vedere dei miglioramenti nei marcatori infiammatori, soprattutto in popolazioni cliniche. In tal senso, due degli studi considerati si distinguevano per aver confrontato persone che praticavano yoga da lungo tempo (rispettivamente 2 e 5 anni) con persone che avevano appena iniziato, registrando parametri migliori nei praticanti di lungo termine. Successivamente a questa rassegna, sono apparse alcune nuove ricerche su yoga e sistema immunitario, che hanno riportato risultati coerenti con quanto sopra esposto e le maggiori nuove evidenze riguardano benefici sulle citochine pro-infiammatorie IL-1 $\beta$  e IL-6 (Estevao, 2022). Uno studio statunitense su una popolazione clinica (Nugent *et al.*, 2021) ha portato nuova evidenza nella direzione della diminuzione della IL-6, confrontando un gruppo assegnato ad una pratica di Hatha yoga con un gruppo di controllo attivo assegnato invece ad un corso di educazione alla salute.

Ripensando alla tensione fra le spinte opposte del sistema nervoso simpatico e parasimpatico, uno dei meccanismi per aumentare l'attivazione

della porzione parasimpatica, del quale vi può essere capitato di accorgervi anche casualmente, è il controllo della respirazione. Per esempio, vi può essere capitato di spaventarvi o inquietarvi per uno stressore, rendervi conto che (a causa di un' aumentata attività del simpatico) la vostra respirazione è diventata veloce e superficiale e iniziano a manifestarsi le reazioni fisiologiche dello stress, ma siete riusciti a riportarvi in uno stato di equilibrio controllando intenzionalmente la respirazione in modo da renderla più lenta e profonda. Tale meccanismo è stato molto studiato, e confermato dalla letteratura, che mostra associazioni fra tecniche di respirazione lenta e maggior attività del parasimpatico come evidenziato dalla rassegna di 15 studi analizzati in (Zaccaro *et al.*, 2018). Un interessante studio eseguito in risonanza magnetica ha esaminato gli effetti del prestare consapevolmente attenzione al respiro nei momenti di stress (Doll *et al.*, 2016). Nell'esperimento, ai partecipanti venivano mostrate delle immagini stressanti mentre si trovavano con la testa dentro la macchina della risonanza magnetica. I ricercatori confrontavano cosa accadeva nel cervello se le persone si limitavano a guardare passivamente le immagini stressanti oppure se le guardavano praticando una respirazione consapevole. È stato così possibile mostrare che l'attenzione consapevole al respiro di fronte agli stressori corrispondeva ad una maggior attivazione della corteccia prefrontale, maggior integrazione fra essa e l'amigdala e minor attivazione dell'amigdala. In associazione a questi fenomeni, i ricercatori hanno osservato anche un'efficacia sulla regolazione delle emozioni negative riportate dai partecipanti. La meta-analisi in (Fincham *et al.*, 2023) ha esaminato 12 studi su interventi per la riduzione dello stress che includevano la considerazione del respiro da parte dei partecipanti, confrontati con interventi che non la includevano e con gruppi di controllo passivi, raggiungendo la conclusione che includere esplicitamente il respiro in un intervento per la riduzione dello stress ha effettivi vantaggi in termini di minori livelli di stress. Queste ricerche sottolineano quindi l'importanza della componente di respirazione nella triade dello yoga e ricordano ai praticanti di non trascurarla, un rischio che si potrebbe presentare quando per esempio si praticano āsana molto intense e impegnative.

### 3.4 *Ansia, cervello e yoga*

I processi neurofisiologici precedentemente descritti, che si attivano quando ci troviamo di fronte ad una minaccia reale o presunta, sono un punto di partenza per comprendere meglio anche l'ansia. Mentre nel linguaggio comune le persone usano spesso i termini paura e ansia come sinonimi, nel linguaggio clinico tipicamente *paura* fa riferimento a una risposta naturale difensiva a una minaccia imminente. Come abbiamo visto nella sezione precedente, se ci si para davanti uno stressore che ci spaventa, per esempio un cane di grossa taglia corre improvvisamente contro di noi con atteggiamento aggressivo, la risposta fisiologica di quella paura si sviluppa velocemente per prepararci ad un combattimento o fuga e poi diminuisce non appena lo stressore se n'è andato. Al contrario, l'*ansia* si manifesta quando pensiamo ad una minaccia più distante nello spazio e nel tempo: si tratta di qualcosa che *potrebbe* accadere nel futuro, per esempio ci immaginiamo vividamente una situazione in cui usciamo di casa e veniamo azzannati da un cane aggressivo. Inoltre, i pericoli immaginati possono a volte essere irrealistici (costruiamo mentalmente situazioni che è impossibile possano capitarci davvero) oppure la probabilità che accadano realmente può essere minuscola. Per esempio, nonostante abbiamo scelto una delle compagnie aeree più sicure al mondo per un volo, molte persone dedicano i giorni precedenti a immaginare in dettaglio la propria morte su quel volo, scatenando una risposta fisiologica che le fa star male, nonostante la probabilità dell'evento immaginato sia pari a 1 su vari milioni, quindi piccolissima rispetto all'esito infausto di eventi comuni come gli incidenti stradali.

A differenza della paura, possiamo quindi permanere in uno stato d'ansia per periodi molto lunghi, mantenendo attivi i meccanismi fisiologici che preparano ad affrontare una minaccia, addirittura anche quando il pericolo immaginato è una pura illusione. Paradossalmente, anche se ci aspetta una giornata tranquilla e non abbiamo alcun elemento che permetta di affermare che incontreremo un reale pericolo, possiamo dedicare tempo a generare ipotesi su che cosa di brutto potrebbe accaderci e che situazioni minacciose potremmo trovarci ad affrontare. Continuare a pensare a quelle minacce, alle loro potenziali conseguenze negative, alle ipotetiche battaglie

da combattere per contrastarle, può farci cadere in un circolo vizioso che autoperpetua l'ansia: più generiamo questi scenari negativi nella nostra mente più diventiamo ansiosi, e più siamo ansiosi più la nostra mente si riempie di scenari negativi. Le neuroscienze hanno scoperto che gli individui ansiosi mostrano alti livelli di attivazione dell'amigdala e rilascio di ormoni dello stress attraverso l'asse HPA (Horvitz & Jacobs, 2021). In particolare, l'ormone CRH, già incontrato nella sezione 3.2, agisce sul cervello per enfatizzare l'ansia, come nel circolo vizioso appena descritto.

Un altro aspetto da puntualizzare è che ansia e disturbo d'ansia non sono la stessa cosa e quindi bisogna fare attenzione a quale dei due aspetti viene approfondito nei singoli studi sullo yoga. Trascorrere un occasionale periodo di ansia in cui ci si fa prendere da una preoccupazione, magari perché c'è una difficoltà concreta e certa all'orizzonte ed è necessario prepararsi ad affrontarla, fa parte della comune esperienza umana. Se non è eccessiva, l'ansia può anche rivelarsi utile a focalizzare le energie verso l'affrontare quella difficoltà. Per esempio, una *moderata* quantità di ansia nei giorni immediatamente precedenti un esame scolastico può motivare uno studente a dedicare il proprio tempo a prepararsi invece che ad altre attività meno prioritarie. Nel disturbo d'ansia, l'ansia si va invece a strutturare in modalità patologiche caratterizzate da reazioni sproporzionate e costanti nel tempo. Essa può quindi presentarsi sistematicamente ogni volta che ci troviamo in (o anche solo pensiamo a) un tipo specifico di situazione della vita che magari non costituisce un reale pericolo (per esempio, nell'*ansia sociale*, una semplice interazione con altre persone può diventare talmente ansiogena da portare a evitare il più possibile gli incontri con altri esseri umani) o addirittura può essere presente a tempo pieno coinvolgendo la maggioranza dei temi a cui pensiamo (*disturbo d'ansia generalizzato*). Nel *disturbo di panico*, che appartiene anch'esso ai disturbi d'ansia, la persona sperimenta episodi (di durata tra i 10 e i 20 minuti) in cui l'ansia e l'associata attivazione del sistema simpatico sono talmente forti da far percepire all'individuo sensazioni quali mancanza d'aria, vertigini, palpitazioni, sudorazione, nausea, sensazione di essere staccati da sé stessi (depersonalizzazione), sensazione d'irrealtà (derealizzazione), brividi o vampate di calore, formicolii, dolore toracico, paura di impazzire, paura di morire (Fabbro, 2019). Un disturbo d'ansia va diagnosticato da uno specialista (per esempio, psichiatra, psicologo clinico, neurologo,...) che

segue criteri specifici internazionalmente riconosciuti come quelli dell'ICD (la classificazione internazionale delle malattie sviluppata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità) o del DSM (il manuale diagnostico dei disturbi mentali sviluppato dall'American Psychiatric Association). Le stime sulla percentuale di popolazione che soffre di un disturbo d'ansia durante la propria vita variano tra il 16% (Freberg, 2024) e il 30% (Horvitz & Jacobs, 2021).

Come avrete già intuito alla luce delle informazioni sul cervello già esaminate, le aree del cervello che hanno un ruolo nel regolare la paura sono altrettanto importanti per l'ansia e includono la corteccia prefrontale, l'amigdala e l'ippocampo (Ray, 2024). Persone con disturbo d'ansia mostrano un'iperattività dell'amigdala quando gli si presentano stimoli emotivi negativi come fotografie di sofferenze fisiche, o espressioni facciali di paura o rabbia (Horvitz & Jacobs, 2021). L'attivazione dell'amigdala si associa alla percezione dell'ansia nell'individuo e sia l'amigdala sia l'ippocampo hanno un ruolo fondamentale nel memorizzare e ricordare esperienze paurose e nel rimanere condizionati da esse (Ray, 2024).

Un'interpretazione più approfondita di questo ruolo specifico dell'ippocampo rispetto ai disturbi d'ansia, alla luce di ricerche recenti in neuroscienze, viene proposta in (Ghasemi *et al.*, 2022). Gli autori ricordano inizialmente che nelle persone con disturbo d'ansia si tende a riscontrare una potente acquisizione di memorie condizionate dalla paura (informalmente: mi è accaduto una sola volta un evento negativo, per esempio mi hanno sottratto il portafoglio dalla tasca in metropolitana senza che me ne accorgessi, lo memorizzo vividamente e rimango nel tempo in uno stato di allerta e reattività rispetto a tutti gli stimoli che assomigliano a quelli che avevo percepito in quella situazione) e/o una difficoltà nell'estinzione di quei condizionamenti (informalmente: anche se ritorno in metropolitana tenendo denaro e documenti in una tasca interna sotto i pantaloni, assolutamente irraggiungibile da chiunque, la paura che me li sottraggano e la reattività agli stimoli appresi continua a permanere, anche se ripeto numerose volte l'esperienza positiva di invulnerabilità alla sottrazione). Gli autori evidenziano come l'attività dell'ippocampo abbia un ruolo non solo nella memorizzazione e recupero di queste associazioni fra stimoli e paura, ma anche nella precisione del processo. Un recupero impreciso di associazioni paurose può portare a interferenze con memorie di

contesti sicuri che hanno qualche similitudine con quello dell'esperienza negativa, rendendo difficile discriminare tra situazione pericolosa e situazione sicura. Per esempio, dato che alla persona è accaduto quell'evento spiacevole in metropolitana, qualsiasi cosa abbia a che fare anche lontanamente con le metropolitane, come avvicinarsi ad una stazione o anche solo vederne una in una serie televisiva, le potrebbe creare ansia. Oppure, in modi ancora più indecifrabili e frustranti, la persona potrebbe diventare ansiosa ogni volta che sente le canzoni di un certo gruppo musicale e non sa perché, mentre il motivo è che una canzone di quel gruppo suonava dallo smartphone di uno degli altri passeggeri quando ha subito il furto in metropolitana.

Infine, considerando la corteccia prefrontale, una disregolazione nella sua attività di controllo sull'amigdala fa parte della patogenesi dei disturbi d'ansia (Liu *et al.*, 2020). Nel caso dell'ansia sociale, alcuni neuroscienziati hanno teorizzato (Ray, 2024) che le persone che ne soffrono elaborano le situazioni sociali moderne con sistemi d'allarme primitivi dal punto di vista evolutivo (predominanza dell'amigdala) mentre le persone che non ne soffrono elaborano le medesime situazioni con meccanismi più attuali di tipo cognitivo-analitico (predominanza della corteccia prefrontale). Kenwood e colleghi (Kenwood *et al.*, 2022) mettono in evidenza come la letteratura esistente su corteccia prefrontale e disturbi d'ansia attribuisca alla corteccia prefrontale una capacità regolatoria importante sull'ansia. Tale regolazione dipende anche dalla connessione fra aree specializzate della corteccia prefrontale e le diverse aree del cervello coinvolte nelle emozioni e nella trasmissione di informazioni sulle minacce nell'ambiente. Mentre un funzionamento anomalo di una qualsiasi delle componenti della circuiteria dell'ansia contribuisce a esprimere l'ansia in modi disadattativi, la corteccia prefrontale è particolarmente responsabile per i pensieri, i sentimenti, la disabilità e la sofferenza che vanno a caratterizzare i disturbi d'ansia (*Ibid.*).

In sintesi, il quadro complessivo che coinvolge le tre aree principali discusse in precedenza, proposto in (Mah *et al.*, 2016), evidenzia come nel disturbo d'ansia si assiste ad una risposta esagerata a possibili minacce da parte dell'amigdala, accoppiata ad una sua regolazione insufficiente da parte di corteccia prefrontale e ippocampo. Inoltre, gli autori mettono in guardia dal fatto che il perdurare di ansia patologica e di stress cronico

porta alla progressiva degenerazione strutturale dell'ippocampo e della corteccia prefrontale, che può aumentare il rischio di sviluppare malattie neuropsichiatriche quali la depressione e la demenza.

Va infine aggiunto che l'ansia può coinvolgere una disfunzione della rete di default (introdotta nella sezione 2.2.5). In particolare, è stato misurato un livello di attivazione neurale spontanea della rete di default nel disturbo d'ansia generalizzato che è superiore a quello di altri disturbi d'ansia, un fenomeno che può essere alla base del perseverare di preoccupazioni pervasive che distingue il disturbo d'ansia generalizzato (Yuan *et al.*, 2023).

Per approfondire gli eventuali effetti dello yoga sull'ansia, un primo riferimento utile è la meta-analisi in (Yin *et al.*, 2021), che si concentra sulle valutazioni del livello d'ansia misurato prima e dopo una singola sessione di yoga. Gli autori hanno anche cercato di valutare due tipi di movimento consapevole diversi dallo yoga (il Tai Chi e il Qi Gong) ma in ognuno dei due casi lo scarso numero di studi trovato non gli ha permesso di trarre conclusioni. Per quanto riguarda lo yoga, hanno invece reperito ed esaminato 18 studi basati su singola sessione. Lo yoga utilizzato era Hatha in 5 studi, Yin in 1, Kriya in 1, mentre i rimanenti studi non dichiaravano aderenza ad uno stile specifico ma consideravano comunque uno yoga che coinvolgeva il movimento. Analizzando l'insieme di 18 studi, gli autori concludono per un effetto positivo (diminuzione del livello d'ansia) anche per una sessione sola di yoga, invitando comunque alla cautela nel considerare questo risultato nel prendere decisioni in ambito clinico. E potremmo dire lo stesso anche nell'ambito non clinico, perché l'effetto riscontrato immediatamente dopo una sola sessione di yoga dà un'informazione che rischia di essere poco utile anche per una persona sana, presumibilmente interessata a conoscere gli effetti nel tempo.

La meta-analisi eseguita in (Hofmann *et al.*, 2016) è quindi complementare alla precedente perché si concentra invece sul valutare interventi yoga che si svolgono nell'arco di settimane o mesi. Gli autori hanno analizzato 17 studi in letteratura che hanno misurato il livello di ansia provato da praticanti yoga prima e dopo aver seguito un corso di yoga. Il tipo di yoga praticato era Hatha in tutti gli studi e la durata del corso variava da 2 settimane nello studio più breve a 20 settimane nello studio più lungo. Dodici studi eseguivano anche un confronto con un gruppo di controllo che

non praticava yoga durante il medesimo periodo. Il tipo di popolazione considerato era sano in 8 studi, soffriva di una malattia fisica in 8 studi e soffriva di una malattia mentale in uno studio (disturbo di panico). Considerati tutti gli studi collettivamente, la dimensione dell'effetto tra prima e dopo il corso era robusta e indicava una diminuzione del livello d'ansia. Tale risultato positivo si otteneva anche nel confronto con i gruppi di controllo. Andando a considerare il numero di ore praticate in ogni gruppo emergeva un'associazione positiva con la dose: maggiore il numero di ore praticate, più evidente l'efficacia. Gli autori sottolineano comunque che l'efficacia a cui fanno riferimento riguarda la mitigazione dell'ansia come sintomo, ma che nei disturbi d'ansia vanno aggiunti opportuni interventi per risolvere le cause di quel sintomo.

In ogni caso, disporre di un approccio non farmacologico che può mitigare i sintomi dell'ansia è un aspetto di interesse medico. Un segnale interessante in tal senso è che diverse associazioni di medici abbiano valutato e stiano valutando in che casi i propri iscritti possano offrire lo yoga ai pazienti come possibile rimedio per mitigare i sintomi dell'ansia. Il processo con cui viene formulata una linea guida ufficiale è lungo e richiede la valutazione delle evidenze disponibili sia nel loro numero sia nella loro qualità. Un esempio di particolare rilievo riguarda l'American Society of Clinical Oncology (ASCO), cioè la società americana di oncologia clinica. Nel 2023, l'ASCO ha approvato una linea guida in cui indica che lo yoga può essere offerto per la mitigazione dell'ansia sia durante sia dopo le cure per tumore al seno (Carlson *et al.*, 2023).

La meta-analisi in (Cramer *et al.*, 2018) si differenzia dalle due precedenti, perché va a focalizzarsi sulla dimensione più grave dell'ansia, esaminando gli eventuali effetti dello yoga su persone che soffrono di ansia elevata e su persone con un disturbo d'ansia diagnosticato. Per tale motivo, il numero di studi reperibili dalla letteratura è risultato più piccolo. Gli studi che rispondevano alle caratteristiche richieste erano 8, di cui 3 su persone con ansia elevata, 3 su persone con disturbo d'ansia diagnosticato (ma gli studi non descrivevano i criteri diagnostici utilizzati) e 2 su persone con disturbo d'ansia diagnosticato secondo i criteri del precedentemente citato DSM. I tipi di pratica dichiarati erano Ashtanga Vinyasa (1 studio), yoga integrato (1 studio), programma yoga individualizzato (1 studio), Agni yoga meditativo (1 studio), esercizi di rilassamento yoga (1 studio), yoga di stile

non specificato ma comprendente anche l'aspetto posturale (3 studi). Le conclusioni della meta-analisi sono che, nei casi considerati, lo yoga potrebbe avere benefici a breve termine nel mitigare l'intensità dell'ansia in confronto a gruppi di controllo sia attivi sia passivi. Limitando però l'analisi ai due studi in cui era presente disturbo d'ansia diagnosticato secondo i criteri DSM, non è emerso un effetto. Ciò rafforza la cautela già evidenziata dalle precedenti meta-analisi in merito al ruolo dello yoga nei disturbi d'ansia diagnosticati. Sulla base degli ancora scarsi studi disponibili, tale ruolo viene ritenuto ancillare (per usare il termine di Cramer e colleghi) rispetto alle terapie di maggior provata efficacia che uno specialista di disturbi d'ansia può consigliare. Alcuni studi stanno quindi approfondendo l'introduzione dello yoga in aggiunta, non in sostituzione, alle terapie comunemente usate nei disturbi d'ansia, per esempio uno studio eseguito in un reparto psichiatrico statunitense su pazienti acuti ha riscontrato in questo modo miglioramenti significativi nei sintomi dell'ansia e tali benefici perduravano fino a un giorno intero dopo la pratica yoga (Bukar *et al.*, 2019).

Tenendo conto dei diversi studi sopra riassunti, la rivista dell'associazione americana dei medici di famiglia (AAFP), in un articolo di formazione continua per i propri 130000 iscritti, indica che lo yoga può essere suggerito ai pazienti come possibile attività *aggiuntiva* per facilitare il trattamento dei disturbi d'ansia (Saeed *et al.*, 2019).

Uno studio medico più recente (Simon *et al.*, 2021) si è spinto invece a considerare lo yoga come monoterapia, confrontandolo con una terapia classica, su persone con diagnosi di disturbo d'ansia generalizzato, trattate per 12 settimane. Un campione di 226 pazienti è stato diviso in tre gruppi: ad un gruppo veniva fatto praticare yoga (di tipo Kundalini), un altro gruppo veniva invece trattato con psicoterapia di tipo cognitivo-comportamentale, il terzo gruppo invece ascoltava delle lezioni educative sullo stress (e veniva considerato di controllo). Dopo le 12 settimane, sia il gruppo yoga che il gruppo psicoterapia hanno mostrato risposte di miglioramento, giudicate attraverso valutazione clinica, che erano migliori del gruppo di controllo. Inoltre, gruppo yoga e gruppo psicoterapia erano andati altrettanto bene: non c'erano differenze significative nei miglioramenti da essi ottenuti. I pazienti sono stati poi rivalutati 6 mesi dopo e mentre il giudizio clinico continuava ad assegnare al gruppo

sottoposto a trattamento psicoterapico una risposta migliore rispetto al gruppo di controllo, il vantaggio si era invece perso nel gruppo yoga. È stata quindi eseguita una seconda analisi più approfondita, esaminando cosa riportavano invece i pazienti sul proprio stato (Hoge *et al.*, 2023) e i risultati sono stati coerenti con quelli delle valutazioni dei clinici. Le conclusioni che ne traggono gli autori sono che, nel caso del disturbo d'ansia generalizzato, lo yoga appare come una pratica con efficacia a breve termine, che però non persiste dopo la sospensione<sup>2</sup>, e bisognerebbe quindi valutare se una pratica continuativa può fare invece persistere il beneficio. Auspicabilmente, la recente maggior disponibilità della comunità scientifica verso l'esecuzione di studi clinici sullo yoga potrà chiarire meglio in futuro quale possa essere il suo ruolo migliore nel caso dei disturbi d'ansia diagnosticati. Nell'ambito clinico, è interessante esaminare anche alcune ricerche descritte nel prossimo capitolo, concernenti yoga, disturbo post-traumatico da stress e depressione.

## Riferimenti

- American Psychological Association. (2023). *Stress effects on the body*. <https://www.apa.org/topics/stress/body>
- Bukar, N.K., Eberhardt, L.M., & Davidson, J. (2019). East meets west in psychiatry: Yoga as an adjunct therapy for management of anxiety. *Archives of Psychiatric Nursing*, 33(4), 371-376. <https://doi.org/10.1016/j.apnu.2019.04.007>
- Caetano, I., Amorim, L., Soares, J.M., Ferreira, S., Coelho, A., Reis, J., Santos, N.C., Moreira, P.S., Marques, P., Magalhães, R., Esteves, M., Picó-Pérez, M., & Sousa, N. (2021). Amygdala size varies with stress perception. *Neurobiology of Stress*, 14, 100334. <https://doi.org/10.1016/j.ynstr.2021.100334>
- Carlson, L.E., Ismaila, N., Addington, E.L., Asher, G.N., Atreya, C., Balneaves, L.G., Bradt, J., Fuller-Shavel, N., Goodman, J., Hoffman, C.J., Huston, A., Mehta, A., Paller, C.J., Richardson, K., Seely, D., Siwik, C.J., Temel, J.S., & Rowland, J.H. (2023). Integrative Oncology Care of Symptoms of Anxiety and Depression in Adults With Cancer: Society for Integrative Oncology–ASCO Guideline. *Journal of Clinical Oncology*, 41(28), 4562-4591. <https://ascopubs.org/doi/10.1200/JCO.23.00857>
- Cramer, H., Lauche, R., Anheyer, D., Pilkington, K., De Manincor, M., Dobos, G., & Ward, L. (2018). Yoga for anxiety: A systematic review and meta-analysis of randomized

- controlled trials. *Depression and Anxiety*, 35(9), 830-843. <https://doi.org/10.1002/da.22762>
- Doll, A., Hölzel, B.K., Mulej Bratec, S., Boucard, C.C., Xie, X., Wohlschläger, A.M., & Sorg, C. (2016). Mindful attention to breath regulates emotions via increased amygdala–prefrontal cortex connectivity. *NeuroImage*, 134, 305-313. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.03.041>
- Estevao, C. (2022). The role of yoga in inflammatory markers. *Brain, Behavior, & Immunity – Health*, 20, 100421. <https://doi.org/10.1016/j.bbih.2022.100421>
- Fabbro, F. (2017). *Le neuroscienze: Dalla fisiologia alla clinica* (Rist). Carocci.
- Fabbro, F. (2019). *Manuale di neuropsichiatria infantile: Una prospettiva psicoeducativa* (2. edizione). Carocci.
- Falkenberg, R.I., Eising, C., & Peters, M.L. (2018). Yoga and immune system functioning: A systematic review of randomized controlled trials. *Journal of Behavioral Medicine*, 41(4), 467-482. <https://doi.org/10.1007/s10865-018-9914-y>
- Fincham, G.W., Strauss, C., Montero-Marin, J., & Cavanagh, K. (2023). Effect of breathwork on stress and mental health: A meta-analysis of randomised-controlled trials. *Scientific Reports*, 13(1), 432. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-27247-y>
- Freberg, L. (2024). *Discovering behavioral neuroscience: An introduction to biological psychology* (Fifth edition). Cengage.
- Garrett, B., & Hough, G. (2022). *Brain & behavior: An introduction to behavioral neuroscience* (Sixth edition). SAGE.
- Ghasemi, M., Navidhamidi, M., Rezaei, F., Azizikia, A., & Mehranfard, N. (2022). Anxiety and hippocampal neuronal activity: Relationship and potential mechanisms. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 22(3), 431-449. <https://doi.org/10.3758/s13415-021-00973-y>
- Haag, F.B., Resende E Silva, D.T., Antunes, C.S., Waclawovsky, G., & Lucchese-Lobato, F. (2024). Effects of circuit training and Yoga on biochemical and psychological responses to stress and cardiovascular markers: A randomized clinical trial with nursing and medical students in Southern Brazil. *Psychoneuroendocrinology*, 167, 107110. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2024.107110>
- Harrewijn, A., Vidal-Ribas, P., Clore-Gronenborn, K., Jackson, S.M., Pisano, S., Pine, D.S., & Stringaris, A. (2020). Associations between brain activity and endogenous and exogenous cortisol – A systematic review. *Psychoneuroendocrinology*, 120, 104775. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2020.104775>
- Hofmann, S.G., Andreoli, G., Carpenter, J.K., & Curtiss, J. (2016). Effect of Hatha yoga on anxiety: A meta-analysis. *Journal of Evidence-Based Medicine*, 9(3), 116-124. <https://doi.org/10.1111/jebm.12204>
- Hoge, E.A., Simon, N.M., Szuhany, K., Feldman, B., Rosenfield, D., Hoepfner, S., Jennings, E., Khalsa, S.B., & Hofmann, S.G. (2023). Comparing Kundalini Yoga, cognitive behavioral therapy, and stress education for generalized anxiety disorder: Anxiety and depression symptom outcomes. *Psychiatry Research*, 327, 115362. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2023.115362>

- Hölzel, B.K., Carmody, J., Evans, K.C., Hoge, E.A., Dusek, J.A., Morgan, L., Pitman, R.K., & Lazar, S. W. (2010). Stress reduction correlates with structural changes in the amygdala. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 5(1), 11-17. <https://doi.org/10.1093/scan/nsp034>
- Horvitz, J.C., & Jacobs, B.L. (2021). *Principles of behavioral neuroscience*. Cambridge University Press.
- Kandel, E.R., Koester, J., Mack, S., & Siegelbaum, S. (A c. Di). (2021). *Principles of neural science* (Sixth edition). McGraw Hill.
- Kenwood, M.M., Kalin, N.H., & Barbas, H. (2022). The prefrontal cortex, pathological anxiety, and anxiety disorders. *Neuropsychopharmacology*, 47(1), 260-275. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01109-z>
- Liu, W.-Z., Zhang, W.-H., Zheng, Z.-H., Zou, J.-X., Liu, X.-X., Huang, S.-H., You, W.-J., He, Y., Zhang, J.-Y., Wang, X.-D., & Pan, B.-X. (2020). Identification of a prefrontal cortex-to-amygdala pathway for chronic stress-induced anxiety. *Nature Communications*, 11(1), 2221. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15920-7>
- Mah, L., Szabuniewicz, C., & Fiocco, A.J. (2016). Can anxiety damage the brain?: *Current Opinion in Psychiatry*, 29(1), 56-63. <https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000223>
- McEwen, B.S., & Morrison, J.H. (2013). The Brain on Stress: Vulnerability and Plasticity of the Prefrontal Cortex over the Life Course. *Neuron*, 79(1), 16-29. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.06.028>
- Menezes, C. B., Dalpiaz, N.R., Kiesow, L.G., Sperb, W., Hertzberg, J., & Oliveira, A.A. (2015). Yoga and emotion regulation: A review of primary psychological outcomes and their physiological correlates. *Psychology & Neuroscience*, 8(1), 82-101. <https://doi.org/10.1037/h0100353>
- Nugent, N.R., Brick, L., Armev, M.F., Tyrka, A.R., Ridout, K.K., & Uebelacker, L.A. (2021). Benefits of Yoga on IL-6: Findings from a Randomized Controlled Trial of Yoga for Depression. *Behavioral Medicine*, 47(1), 21-30. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08964289.2019.1604489>
- Pascoe, M.C., & Bauer, I. E. (2015). A systematic review of randomised control trials on the effects of yoga on stress measures and mood. *Journal of Psychiatric Research*, 68, 270-282. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2015.07.013>
- Pascoe, M.C., Thompson, D.R., & Ski, C. F. (2017). Yoga, mindfulness-based stress reduction and stress-related physiological measures: A meta-analysis. *Psychoneuroendocrinology*, 86, 152-168. <https://doi.org/10.1016/j.psycheneu.2017.08.008>
- Phansikar, M., Gothe, N., Hernandez, R., Lara-Cinisomo, S., & Mullen, S. P. (2023). Feasibility and impact of a remote moderate-intensity yoga intervention on stress and executive functioning in working adults: A randomized controlled trial. *Journal of Behavioral Medicine*, 46(5), 720-731. <https://doi.org/10.1007/s10865-022-00385-4>
- Pruessner, J.C., Baldwin, M.W., Dedovic, K., Renwick, R., Mahani, N.K., Lord, C., Meaney, M., & Lupien, S. (2005). Self-esteem, locus of control, hippocampal volume, and cortisol regulation in young and old adulthood. *NeuroImage*, 28(4), 815-826. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.06.014>

- Ray, W.J. (2024). *Fundamentals of brain and behavior: An introduction to human neuroscience*. Routledge.
- Saeed, S.A., Cunningham, K., & Bloch, R.M. (2019). Depression and Anxiety Disorders: Benefits of Exercise, Yoga, and Meditation. *American family physician*, 99(10), 620-627.
- Sapolsky, R.M. (2004). *Why zebras don't get ulcers? The acclaimed guide to stress, stress-related diseases, and coping* (3rd ed). Times Books.
- Simon, N.M., Hofmann, S.G., Rosenfield, D., Hoepfner, S.S., Hoge, E.A., Bui, E., & Khalsa, S.B.S. (2021). Efficacy of Yoga vs Cognitive Behavioral Therapy vs Stress Education for the Treatment of Generalized Anxiety Disorder: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Psychiatry*, 78(1), 13. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2020.2496>
- Szabo, A., Nikházy, L., Tihanyi, B., & Boros, S. (2017). An in-situ investigation of the acute effects of Bikram yoga on positive- and negative affect, and state-anxiety in context of perceived stress. *Journal of Mental Health*, 26(2), 156-160. <https://doi.org/10.1080/09638237.2016.1222059>
- Yin, J., Tang, L., & Dishman, R.K. (2021). The effects of a single session of mindful exercise on anxiety: A systematic review and meta-analysis. *Mental Health and Physical Activity*, 21, 100403. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2021.100403>
- Yuan, M., Liu, B., Yang, B., Dang, W., Xie, H., Lui, S., Qiu, C., Zhu, H., & Zhang, W. (2023). Dysfunction of default mode network characterizes generalized anxiety disorder relative to social anxiety disorder and post-traumatic stress disorder. *Journal of Affective Disorders*, 334, 35-42. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.04.099>
- Zaccaro, A., Piarulli, A., Laurino, M., Garbella, E., Menicucci, D., Neri, B., & Gemignani, A. (2018). How Breath-Control Can Change Your Life: A Systematic Review on Psycho-Physiological Correlates of Slow Breathing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 353. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00353>
- Zimmerman, M.E., Ezzati, A., Katz, M.J., Lipton, M.L., Brickman, A.M., Sliwinski, M.J., & Lipton, R. B. (2016). Perceived Stress Is Differentially Related to Hippocampal Subfield Volumes among Older Adults. *PLOS ONE*, 11(5), e0154530. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0154530>

- 
- 1 I *dendriti* sono fibre sottili e ramificate del neurone che gli permettono di ricevere le informazioni da altri neuroni. Una delle cause di diminuzione del volume di un'area del cervello è la diminuzione nel numero di dendriti di quell'area (Kandel *et al.*, 2021).
  - 2 Va osservato che ciò probabilmente non stupirebbe un insegnante o praticante, in quanto lo yoga è una disciplina che per sua natura richiede una pratica regolare, continua e costante, da portare avanti nel tempo con dedizione e disciplina.

## CAPITOLO 4

### YOGA, TRAUMA E DEPRESSIONE

Questo capitolo estende innanzitutto le conoscenze sullo stress introdotte dal capitolo precedente, approfondendo il disturbo post-traumatico da stress che si può manifestare in alcune persone che hanno vissuto un trauma. Anche in questo caso, vengono prima esaminate le basi neurali e poi esplorato il possibile ruolo dello yoga. Successivamente, viene fornito un quadro sintetico delle conoscenze neuroscientifiche sulla depressione ed esaminato in dettaglio il possibile ruolo dello yoga come ausilio nelle cure della depressione.

#### 4.1 *Trauma, cervello e yoga*

Il *disturbo post-traumatico da stress* (post-traumatic stress disorder o *PTSD*), come suggerisce il nome, si sviluppa dopo l'esposizione a un evento particolarmente traumatico per una persona, in qualità di vittima o testimone. Storicamente, questo tipo di disturbo venne inizialmente associato alla popolazione militare, e identificato con termini ambigui e confusi quali “nevrosi da guerra” o “shock da granata”, perché veniva osservato in soldati che, in seguito all'esperienza della guerra, manifestavano sintomi mentali invalidanti che contrastavano la ripresa della loro normale vita sociale precedente. Nonostante il disturbo fosse stato notato già dai medici francesi nelle guerre Napoleoniche (Crocq & Crocq, 2000), passeranno un paio di secoli prima che esso venga precisamente caratterizzato (anche attribuendogli il nome PTSD) e riconosciuto a partire dal 1980 nel DSM e dal 1992 nell'ICD (Turnbull, 1998). Negli Stati Uniti,

ciò avvenne anche per il considerevole numero di veterani della guerra del Vietnam che soffriva del disturbo e premeva affinché fosse identificato e studiato meglio per trovare possibili cure. Ci si rese però velocemente conto che il PTSD affligge anche la popolazione civile che si è trovata a vivere eventi particolarmente traumatici, per esempio vittime di violenza (maltrattamenti nell'infanzia o da parte del partner, abusi sessuali, bullismo, rapine, rapimenti, aggressioni,...) e di disastri (incidenti con mezzi di trasporto, attentati, terremoti, inondazioni e altre catastrofi,...). In molti di questi casi, la persona può anche aver temuto di perdere la propria vita durante l'evento traumatico o aver visto altre persone perderla.

La prevalenza del PTSD nella popolazione generale è del 6-8%, mentre raggiunge picchi fino al 25% se si restringe la statistica a categorie di persone che hanno vissuto specifici traumi (Ressler *et al.*, 2022). Mentre è naturale che trovarsi a vivere un evento traumatico si associ a un successivo periodo di disagio psicologico temporaneo, da cui la maggioranza delle persone si riprende, nel PTSD la persona entra invece in uno stato irrisolto che continua a perdurare nel tempo. I sintomi di tale stato ricadono in quattro categorie principali (Crocq & Crocq, 2000; Ressler *et al.*, 2022): (i) rivivere in modo ricorrente e angosciante il trauma nei sogni, pensieri intrusivi o nei *flashback*<sup>1</sup>, (ii) ottundimento emotivo ed evitamento degli stimoli che potrebbero ricordare il trauma, (iii) alterazioni negative dell'umore e della cognizione, che includono sintomi depressivi e difficoltà di concentrazione, (iv) uno stato permanente di iperattivazione del sistema nervoso simpatico, che può provocare irritabilità, panico, difficoltà nel dormire. Le conseguenze dell'ultimo punto sono direttamente collegate al Capitolo 3: la persona che soffre di PTSD vive una situazione di stress cronico nella quale processi fisiologici lì analizzati possono rimanere continuamente all'opera.

Dal punto di vista delle relazioni con il cervello, viene quindi spontaneo pensare che il PTSD rifletta in modo ancora più intenso quanto descritto nel Capitolo 3 per lo stress e i disturbi d'ansia. La ricerca in neuroscienze sul PTSD conferma in gran parte questa ipotesi, ma con delle peculiarità e differenze. Il PTSD può essere visto come una disregolazione dei meccanismi neurali della paura e dei comportamenti di risposta a minacce, nei quali amigdala, ippocampo e corteccia prefrontale hanno un ruolo ben

compreso dalle neuroscienze (Ressler *et al.*, 2022). In particolare, l'ampia meta-analisi di 113 studi strutturali di neuroimmagini in (Siehl *et al.*, 2023) ha confrontato adulti esposti a trauma sofferenti di PTSD sia con adulti non esposti a trauma sia con adulti esposti a trauma ma non sofferenti di PTSD. Oltre a confermare un minor volume di ippocampo e corteccia prefrontale negli adulti esposti a trauma che soffrono di PTSD, sono state individuate riduzioni di volume anche nell'insula (v. sezione 2.1.1) e nell'ACC (v. sezione 2.3). La meta-analisi (*Ibid.*) non ha invece trovato evidenze altrettanto chiare nel PTSD per quanto riguarda il possibile aumento di volume dell'amigdala, che è stato riscontrato in alcuni studi, ma non in altri. Per l'amigdala, viene invece riportata nel PTSD, come nei disturbi d'ansia, un'attività accresciuta negli studi funzionali, anche di fronte a stimoli innocui (Kandel *et al.*, 2021). Lo studio clinico in (Ben-Zion *et al.*, 2023) ha anche seguito nel tempo (14 mesi) un gruppo di 100 pazienti sofferenti di PTSD, eseguendo risonanze magnetiche per tre volte durante il periodo. Ciò ha permesso di confrontare i cervelli di chi ha continuato a soffrire di PTSD con quelli di chi è entrato in remissione dal PTSD durante il periodo di studio. I risultati hanno fornito sia evidenza robusta di minor volume dell'ippocampo sia evidenza moderata di maggior volume dell'amigdala nel gruppo di pazienti che continuava a soffrire di PTSD rispetto al gruppo andato in remissione. Dato che tali differenze erano presenti sin dal primo momento dello studio, appaiono coerenti con l'ipotesi formulata da più autori in letteratura che un basso volume ippocampale sia un tratto di vulnerabilità al PTSD, con minori probabilità di remissione.

Per quanto riguarda la corteccia prefrontale, oltre a confermare l'associazione fra PTSD e un suo minor volume, la rassegna di studi in (Kredlow *et al.*, 2022) localizza tale minor volume anche più precisamente in specifiche sottoregioni della corteccia prefrontale, quali la mediale (*medial prefrontal cortex*, più brevemente *mPFC*), messa in evidenza nella [Figura 4.1](#), e in quella ancora più specifica ventromediale (*ventromedial prefrontal cortex*, più brevemente *vmPFC*). Inoltre, estende la discussione agli studi funzionali, nei quali i ricercatori devono decidere che compito far eseguire alle persone con PTSD mentre vengono registrate le attivazioni delle diverse regioni del loro cervello. Negli studi eseguiti, durante la risonanza magnetica funzionale sono state usate tecniche quali leggere alla persona una descrizione dell'episodio traumatico vissuto nel suo passato,

esporla a stimoli emozionali che persistono per brevissimo tempo (millisecondi) o altri compiti volti a valutare la reattività emozionale. I risultati indicano un'attività accresciuta nell'amigdala e ridotta nella vmPFC per la maggioranza delle persone con disturbo post-traumatico (*PTSD con iperattivazione*). Una ridotta attività della sottoregione vmPFC può portare a paura eccessiva, soprattutto quando l'amigdala è guidata da stimoli legati al trauma (Horvitz & Jacobs, 2021). La situazione cambia invece per una minoranza di persone che soffre del cosiddetto *sottotipo dissociativo*<sup>2</sup> del PTSD (Misitano *et al.*, 2024). In queste persone, l'ottundimento delle emozioni raggiunge livelli elevatissimi: di fronte a stimoli stressanti, la reazione della persona è di sentirsi altamente scollegata (*dissociata*) dal proprio corpo o dal contesto in cui si trova. In questo caso, la risonanza magnetica misura un'accresciuta attività di regioni della corteccia prefrontale, come le citate mPFC (Kredlow *et al.*, 2022) e/o vmPFC (Lebois *et al.*, 2022), coerente con l'eccessiva soppressione delle emozioni che caratterizza la dissociazione. Dal punto di vista della connettività, nel tipo più diffuso di PTSD (iperattivazione) è stata riscontrata una prevalenza di connessioni dal basso (amigdala) verso l'alto (vmPFC), mentre nel sottotipo dissociativo la connettività prevalente è in direzione opposta supportando l'accresciuta capacità di controllo della vmPFC sull'amigdala (Nicholson *et al.*, 2017).

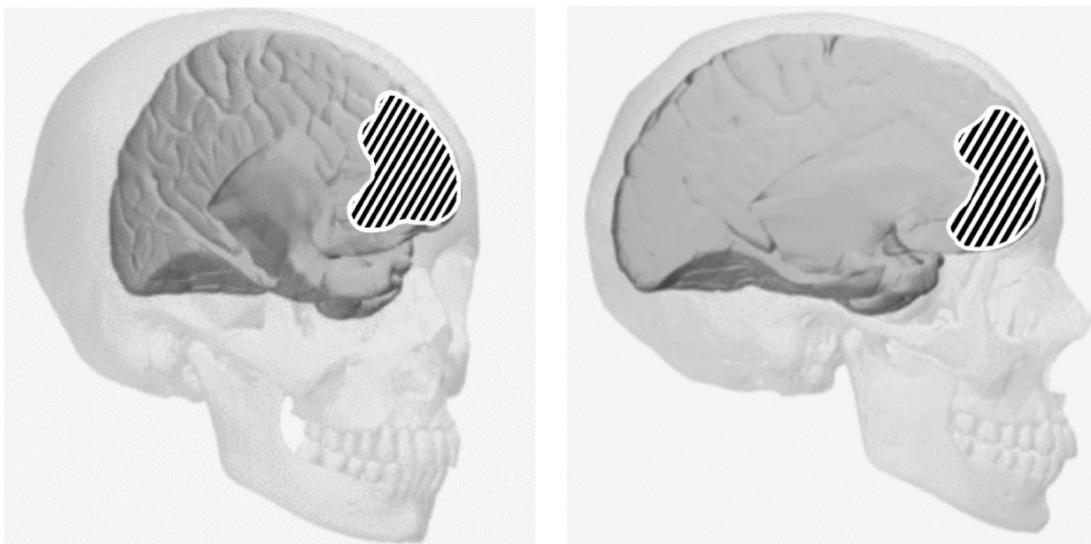


Figura 4.1 La parte mediale (mPFC) della corteccia prefrontale, Immagine adattata dall'originale di Database Center for Life Science (DBCLS), CC BY-SA 2.1 JP, via [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Prefrontal\\_cortex\\_\(left\)\\_-\\_lateral\\_view.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Prefrontal_cortex_(left)_-_lateral_view.png)

Considerando i risultati sopra riassunti, si potrebbe pensare che le relazioni fra yoga e cervello in generale (Capitolo 2) e nel contesto specifico dello stress (Capitolo 3) possano giocare un ruolo positivo anche nel PTSD. Tale posizione è fortemente sostenuta da Bessel van der Kolk, uno degli psichiatri più noti internazionalmente nella cura del PTSD, sia attraverso le sue pubblicazioni scientifiche, per esempio (Van Der Kolk *et al.*, 2014), sia attraverso l'introduzione dello yoga come metodo aggiuntivo nella cura dei suoi pazienti e nei suoi vari interventi divulgativi, per esempio (Van der Kolk, 2020; Van Der Kolk, 2019). Ciò ha contribuito a motivare diversi gruppi di ricerca a eseguire studi su yoga e PTSD e a formulare programmi speciali di yoga, spesso chiamati *trauma-sensitive yoga*, che selezionano esercizi dai tipi di yoga descritti nel Capitolo 1, tendendo a prediligere gli esercizi più gentili e presentandoli poi agli allievi con modalità e con parole che non rievocano caratteristiche del trauma e non inneschino così le reazioni tipiche dei disturbi post-traumatici (Emerson, 2015).

Una prima meta-analisi di 19 studi con gruppo di controllo che hanno considerato meditazione o yoga (nella maggior parte dei casi privo di esercizi posturali) venne proposta in (Gallegos *et al.*, 2017) ed evidenziò effetti piccoli o medi nella riduzione dei sintomi del PTSD. Una seconda meta-analisi (Cramer *et al.*, 2018) si concentrò invece su studi che avevano utilizzato yoga con l'inclusione di esercizi posturali, esaminandone sette. Seppur raccomandando l'uso aggiuntivo dello yoga negli interventi per il PTSD, gli autori qualificarono la forza della loro raccomandazione come debole, in attesa di studi di maggior qualità. La successiva meta-analisi di studi con gruppo di controllo proposta in (Taylor *et al.*, 2020) ha ampliato le indagini, esaminando 10 studi di programmi yoga che includevano esercizi posturali (2 Hatha, 2 trauma-sensitive yoga, 1 Kripalu, 1 Kripalu in versione trauma-sensitive, 1 Kundalini in versione trauma-sensitive, 1 Satyananda, 2 che non menzionavano un tipo specifico di yoga) e 12 studi di approcci mindfulness. I risultati hanno indicato una pari efficacia degli approcci yoga e degli approcci mindfulness su persone che avevano subito un trauma

psicologico, portando gli autori a concludere che sia yoga che mindfulness sono utili aggiunte a interventi clinici per il trauma. Essi hanno inoltre evidenziato che gli interventi più lunghi (8-9 settimane) si sono rivelati più efficaci di quelli più brevi, per i quali non è invece emersa efficacia nel PTSD.

Successivamente a tale meta-analisi, sono apparsi diversi studi di rilievo su yoga e PTSD. In diversi di questi studi, i pazienti con PTSD erano veterani dell'esercito statunitense. Nello studio pilota in (Zaccari *et al.*, 2020), i veterani partecipavano a un corso di 10 settimane di Hatha yoga, presentato seguendo le indicazioni trauma-sensitive di Emerson (Emerson, 2015). I ricercatori hanno riscontrato un miglioramento dei sintomi di PTSD e della qualità della vita tra prima e dopo la partecipazione al corso. Lo stesso tipo di yoga è stato usato nel più ampio studio in (Chopin *et al.*, 2020), che ha esaminato varie edizioni del corso, di durata variabile tra 8 e 12 settimane. I risultati hanno indicato una chiara diminuzione dei sintomi di PTSD tra prima e dopo la partecipazione per i pazienti che completavano il corso, portando gli autori a concludere che il tipo di yoga utilizzato era sia adatto sia efficace per i pazienti studiati. Più articolato lo studio in (Davis *et al.*, 2020), al quale hanno partecipato più di 200 pazienti con PTSD, in maggioranza veterani. Questo studio includeva un gruppo di controllo che non praticava yoga: metà dei partecipanti venivano infatti assegnati a un corso di Hatha yoga in versione trauma-sensitive di 16 settimane, mentre l'altra metà a un corso di formazione al benessere di pari durata. In questo secondo corso, i partecipanti ascoltavano e discutevano delle lezioni su diversi aspetti dello stile di vita ed eseguivano delle camminate a bassa intensità di sforzo. Al termine delle 16 settimane, i sintomi di PTSD erano migliorati molto di più nel gruppo che aveva seguito il corso yoga rispetto al gruppo che aveva seguito il corso benessere. La situazione dei pazienti veniva inoltre riverificata dopo 7 mesi dal termine del corso, rilevando che la differenza fra i due gruppi si era notevolmente ridotta, anche se il gruppo che aveva praticato yoga manteneva una leggera superiorità. Gli autori sottolineano di non essere rimasti sorpresi da ciò, in quanto lo yoga è un'attività pensata per essere praticata con regolarità nel tempo al fine di mantenerne vivi i benefici. Alla luce dei risultati ottenuti, concludono quindi che lo yoga è una pratica aggiuntiva benefica nel PTSD, suggerendo

che le ricerche future dovrebbero concentrarsi sul determinarne la dose ottimale per il mantenimento dei benefici nel tempo.

Lo studio in (Weathers-Meyer *et al.*, 2024) ha considerato un'altra professione a rischio per quanto riguarda l'esposizione a possibili situazioni traumatiche: il vigile del fuoco. Il corso studiato durava 8 settimane, faceva uso di Hatha yoga in versione trauma-sensitive ed era stato seguito da 108 vigili del fuoco che erano stati esposti a situazioni traumatiche durante il loro lavoro. Nei risultati ottenuti, è stata riscontrata una diminuzione dei sintomi di PTSD e delle emozioni negative. Nello studio in (Yi *et al.*, 2022), i pazienti erano invece donne sopravvissute a gravi incidenti stradali e veniva considerato anche un gruppo di controllo: metà delle partecipanti venivano assegnate a un corso di yoga Kripalu di 12 settimane, mentre l'altra metà a un gruppo di controllo che durante lo stesso periodo si incontrava per discutere le proprie esperienze e giocare assieme a dei giochi da tavolo. Al termine delle 12 settimane, i sintomi di PTSD erano migliorati molto di più nel gruppo che aveva seguito il corso yoga e il miglioramento risultava mantenuto in una verifica eseguita dopo tre mesi dal termine del corso. Successivamente, Staples e colleghi (Staples *et al.*, 2024) hanno osservato che lo yoga potrebbe essere combinato alla terapia cognitivo-comportamentale del PTSD anche per cercare di affrontare i sintomi del PTSD che riguardano il sonno e che non vengono tipicamente risolti con la terapia cognitivo-comportamentale da sola. Hanno così sperimentato su un gruppo di pazienti con PTSD un protocollo che combina terapia cognitivo-comportamentale e Kundalini yoga, mostrando di riuscire a ottenere miglioramenti significativi anche in vari parametri legati al sonno (disturbi del sonno, disfunzione diurna a essi legata, qualità del sonno, uso di farmaci per dormire) e che questi benefici persistevano a due mesi dal termine dell'intervento. Seppur promettente, lo studio però ha considerato solo un gruppo di pazienti che seguivano il protocollo e non un gruppo di controllo. Un confronto tra terapie convenzionali del PTSD e yoga è stato invece svolto nello studio in (Zaccari *et al.*, 2023), eseguito con donne che avevano subito una violenza di natura sessuale durante il servizio nell'esercito. Più specificamente, lo studio ha confrontato l'efficacia di un intervento yoga e di un intervento di terapia cognitiva, entrambi di 12 settimane. Il corso yoga era di tipo Hatha in versione trauma-sensitive (in particolare, un programma denominato TCTSY, cioè Trauma Center Trauma-Sensitive Yoga), mentre

l'intervento di terapia cognitiva era mirato a modificare i pensieri negativi post-traumatici. I due approcci si sono rivelati entrambi efficaci, con miglioramenti equivalenti nel gruppo yoga e nel gruppo di terapia cognitiva. L'unica differenza che l'articolo sottolinea è un minor tasso di abbandono registrato nel gruppo yoga rispetto a quello di terapia cognitiva, che suggerisce una maggior accettabilità dell'approccio yoga per le pazienti studiate.

## 4.2 *Depressione, cervello e yoga*

A livello globale, la depressione colpisce almeno una volta lungo l'arco della vita il 15-18% della popolazione (Malhi & Mann, 2018). Anche in questo caso, l'uso del termine nel linguaggio comune è spesso erroneo ed eccessivo, per esempio si possono sentire persone chiamare "depressione" delle momentanee sensazioni di tristezza. In realtà, ci sono diversi fattori che distinguono la depressione dai periodi di tristezza transitoria che si possono verificare nella vita di ogni giorno (Kandel *et al.*, 2021). Per poter parlare di depressione, sia ICD che DSM richiedono la presenza di un certo numero di sintomi specifici. Per esempio, Malhi & Mann (Malhi & Mann, 2018) sottolineano che, secondo il manuale DSM-5, il tipo principale di depressione (*depressione maggiore*) viene definito come segue. L'individuo deve soffrire quasi ogni giorno *durante lo stesso periodo di due settimane di cinque o più sintomi*, dei quali almeno uno deve essere l'*anedonia* (una riduzione nella motivazione e/o capacità di provare piacere) o l'umore depresso (per esempio, tristezza, sensazione di vuoto, disperazione). Gli altri sintomi della lista sono: cambiamenti dell'appetito o del peso, difficoltà del sonno (insonnia o ipersonnia), agitazione o rallentamento psicomotorio, affaticamento o perdita di energie, ridotta capacità di pensare o concentrarsi o prendere decisioni, sentimenti di inutilità o senso di colpa eccessivo, pensieri ricorrenti di morte e suicidalità (tentare<sup>3</sup> o semplicemente pensare al suicidio).

I sintomi depressivi si possono presentare con diversi livelli di intensità, che possono essere misurati con dei questionari standard. Per esempio, la

nota *scala di Hamilton* (Hamilton, 1967) chiede alla persona di descrivere l'intensità di 17 sintomi<sup>4</sup>, somatici e non. In base al numero e all'intensità dei sintomi, si può arrivare alla conclusione che la persona non abbia sintomi depressivi significativi, oppure che l'intensità dei sintomi che manifesta complessivamente sia lieve, moderata o grave. Questa misurazione non è una diagnosi e sarà lo specialista che poi diagnosticherà se si tratta di depressione e di quale tipo specifico, seguendo la classificazione ICD o il DSM.

Esiste un duplice collegamento fra depressione e stress. Da un lato, l'accadere di eventi della vita altamente stressanti, oppure una situazione di stress protratta per lunghi periodi, possono contribuire all'insorgere della depressione (Horvitz & Jacobs, 2021). Dall'altro lato, la depressione è a tutti gli effetti un'esperienza stressante in sé, per la sofferenza che causa e per i suoi effetti negativi sul funzionamento della persona, e condivide diverse caratteristiche fisiologiche con lo stress cronico (Kandel *et al.*, 2021). Inoltre, la depressione maggiore, come lo stress cronico, è associata a un'attivazione persistente dell'asse HPA (*Ibid.*), che porta a effetti quali l'aumento del cortisolo, esaminato nella sezione 3.2.

Il cervello delle persone con una diagnosi di depressione si distingue da quello di soggetti sani sia nella struttura che nel funzionamento. Numerosi studi sono concordi nel mostrare riduzioni di volume dell'ippocampo, corteccia prefrontale, ACC e gangli della base (Horvitz & Jacobs, 2021). Mentre le prime tre aree, soprattutto le prime due, sono ben note al lettore da quanto esposto nei Capitoli 2 e 3, i *gangli della base* sono un'area con un ruolo importante nella motivazione (*Ibid.*), una caratteristica che, come visto in precedenza, viene tipicamente a mancare nelle persone depresse.

L'ippocampo è di particolare importanza per la comprensione della patogenesi della depressione, in particolare perché esso ha un ruolo critico nella regolazione dell'umore, sia a causa delle sue connessioni con regioni cerebrali legate alle emozioni come l'amigdala e l'ACC sia per il suo ruolo nella regolazione dell'asse HPA (Tartt *et al.*, 2022). Alla riduzione del volume dell'ippocampo negli individui con depressione maggiore rispetto alle persone sane può contribuire l'elevato livello di cortisolo che si riscontra in molti pazienti con depressione (Kandel *et al.*, 2021). Un'iniziativa imponente per identificare le alterazioni peculiari del cervello

di pazienti con depressione maggiore è stata messa in campo dal consorzio ENIGMA MDD (Schmaal *et al.*, 2020), che ha riunito numerosi centri di ricerca nel mondo a tal fine. Il rapporto sui risultati ottenuti in 7 anni di attività del consorzio (*Ibid.*) integra i dati raccolti con 45 studi coordinati svolti in 14 nazioni, concludendo per l'affidabilità della menzionata riduzione del volume dell'ippocampo, e di riduzioni dello spessore di aree della corteccia frontale, insula e ACC. Inoltre, il consorzio ha evidenziato che la perdita di volume dell'ippocampo è più grande nei pazienti con episodi ricorrenti di depressione e non è presente nelle persone al loro primo episodio di depressione rispetto alle persone sane. Ciò potrebbe suggerire che la riduzione di volume dell'ippocampo è un risultato della durata della malattia o della frequenza degli episodi, invece che un fattore preesistente che ha reso vulnerabili alla malattia. Per quanto riguarda il volume dell'amigdala, il consorzio non ha invece trovato differenze significative fra persone con depressione maggiore e persone sane.

Dal punto di vista funzionale, gli studi in risonanza di persone con depressione maggiore esposte a stimoli negativi hanno evidenziato livelli di attività anormali in diverse aree del cervello, in particolar modo un'iperattività dell'amigdala, coerente con la reattività emozionale negativa dei pazienti, e un'ipoattività in aree della corteccia prefrontale, coerente con la riduzione del funzionamento cognitivo e le difficoltà di regolazione emozionale dei pazienti (Horvitz & Jacobs, 2021). Una ricerca successiva (Klug *et al.*, 2024), che ha eseguito due risonanze funzionali su pazienti con depressione a distanza di due anni, ha evidenziato che l'iperattività dell'amigdala a seguito della presentazione di stimoli negativi persisteva due anni dopo, a prescindere dalla presenza di uno stato di depressione o meno nelle persone in quel momento. Ciò porta gli autori a suggerire che l'iperattività dell'amigdala sia un tratto di vulnerabilità alla depressione, più che un marcatore dello stato depresso.

Se invece di presentare stimoli negativi, si considerano gli studi funzionali che forniscono ai pazienti con depressione degli stimoli legati a ricompense (Pizzagalli & Roberts, 2022), si verifica un'interessante cambiamento (coerente con l'anedonia delle persone depresse): un'iperattivazione in aree della corteccia prefrontale quali mPFC e vmPFC, accompagnata da un'ipoattivazione del *nucleus accumbens*, un'area che gioca un ruolo importante nell'elaborazione delle ricompense e nella

motivazione. Diverse rassegne della letteratura (Hare & Duman, 2020; Pizzagalli & Roberts, 2022) collegano le alterazioni funzionali (e strutturali) riportate per la corteccia prefrontale nei pazienti depressi con sintomi classici della malattia, in particolare anedonia, tendenza all'elaborazione negativa, evitamento sociale, comportamenti basati su un senso di impotenza.

Anche la connettività fra aree gioca un ruolo importante e ha ricevuto ampia attenzione nella ricerca neuroscientifica sulla depressione. In numerosi studi, emergono anomalie nella connettività fra reti, con un frequente coinvolgimento della rete di default (v. Sezione 2.2.5). Attraverso una meta-analisi di 14 studi, Zhou e colleghi (Zhou *et al.*, 2020) collegano un'accresciuta attività nella rete di default con la *ruminazione*, cioè il focalizzarsi ripetitivo, rigido e negativo dei pensieri sul proprio disagio, difficoltà o sintomi e sulle loro possibili cause, che nei pazienti con depressione diventa tanto più intenso quanto più è grave la malattia. Inoltre, la maggior parte della letteratura concorda sul fatto che le persone in stato di depressione hanno un aumentato livello di connettività (*iperconnettività*) interno alla rete di default in stato di riposo (Chou *et al.*, 2023). Vengono riportate anche possibili riduzioni di connettività interna in particolari circostanze, per esempio la rassegna in (Runia *et al.*, 2022) ha confrontato studi di neuroimmagini eseguiti su pazienti con depressione resistente o non resistente ai trattamenti farmacologici, concludendo che nelle depressioni resistenti è presente una connettività interna ridotta della rete di default, ma anche una connettività ridotta nei suoi collegamenti con altre aree del cervello, che in ogni caso si accompagna a una sua iperattività.

Anche per la depressione, alla luce dei risultati sopra riassunti, si potrebbe pensare che le relazioni fra yoga e cervello esaminate nei Capitoli 2 e 3 possano giocare un ruolo positivo. Per approfondire i possibili effetti dello yoga nella depressione, un primo contributo utile è la meta-analisi in (Cramer *et al.*, 2013), che si concentra su 12 studi con gruppo di controllo eseguiti prima del 2013, concludendo per una moderata evidenza dell'efficacia dello yoga negli effetti a breve termine sulla gravità della depressione. In alcuni degli studi analizzati, il gruppo di controllo era attivo ed eseguiva tecniche di rilassamento oppure esercizio aerobico: confrontando lo yoga con queste due alternative, l'efficacia dello yoga rimaneva superiore, anche se con evidenza limitata. Una successiva

rassegna sistematica focalizzata sulla depressione maggiore (Cramer *et al.*, 2017) ha identificato 7 studi pertinenti che confrontano gruppi yoga con gruppi di controllo passivi oppure attivi. Quasi tutti gli studi analizzati (6 su 7) esplicitavano che l'intervento riguardava tutte le parti della triade yoga. La rassegna conclude che esiste evidenza di un effetto positivo dello yoga nella depressione maggiore, superiore a quello di un placebo e comparabile a quello di altri tipi di intervento considerati negli studi esaminati (uso di farmaci antidepressivi, esercizio aerobico). Una più recente meta-analisi (Martínez-Calderon *et al.*, 2023) ha esaminato 14 studi clinici di disturbi depressivi nei quali è stato valutato lo yoga. Gli studi differivano nel tipo di yoga considerato (che includeva Bikram, Hatha, Sudarshan Kriya, Vinyasa, Nidra) e nella durata dell'intervento (da 4 a 12 settimane). Gli autori concludono per una superiorità della riduzione dei sintomi depressivi nei gruppi yoga rispetto a quelli di controllo, seppur giudicando le evidenze come deboli ai fini della formulazione di una raccomandazione clinica specifica, anche per l'eterogeneità dei tipi di yoga considerati, che non ha permesso ai ricercatori di identificare se vada raccomandato un tipo di yoga specifico. I medesimi autori hanno anche cercato studi clinici che usassero il Qi Gong oppure il Tai Chi per i disturbi depressivi, trovandone rispettivamente 2 e 4, ma non riuscendo ad arrivare alle conclusioni di superiorità ottenute invece con il più ampio numero di studi concernenti lo yoga. Una diversa meta-analisi in (Wu *et al.*, 2023) si è concentrata su un maggior numero di studi (34) che hanno confrontato gruppi yoga con gruppo di controllo nella depressione maggiore. I tipi di yoga usati erano Hatha (7 studi), Iyengar (4 studi), Sudarshan Kriya (4 studi), yoga in gravidanza (3 studi), Ashtanga (1 studio), Nidra (1 studio), Sahaj (1 studio). Dei rimanenti studi, 8 usavano programmi yoga autodefiniti basati su respirazione e meditazione, 1 respirazione e risata indotta, 4 non fornivano dettagli sul tipo di yoga. La meta-analisi conclude che lo yoga ha un effetto clinico non trascurabile nel migliorare i sintomi della depressione maggiore e inoltre gode di un'ampia accettazione da parte dei pazienti.

Un importante sostegno all'uso dello yoga nella depressione è successivamente giunto da una fonte particolarmente prestigiosa, il *British Medical Journal (BMJ)*, storica e influente rivista medica, che nel febbraio del 2024 ha pubblicato una vasta meta-analisi (Noetel *et al.*, 2024) di ben 218 studi, finalizzata a confrontare l'uso di vari tipi di esercizio fisico nel

contesto del trattamento della depressione, confrontandoli con trattamenti tradizionali (psicoterapia, farmaci antidepressivi), placebo o gruppo di controllo passivo. Gli autori della meta-analisi concludono che in generale l'esercizio fisico è "un trattamento efficace per la depressione", ma praticare yoga (o camminare/jogging o allenamento di forza) è più efficace di altri tipi di esercizio fisico nella depressione. Inoltre, yoga e allenamento di forza sono risultati ben tollerati dai pazienti con depressione. Per tali motivi, la meta-analisi conclude che queste attività potrebbero essere considerate dai sistemi sanitari come aggiunte o alternative ai trattamenti tradizionali. Inoltre, nel discutere i risultati, gli autori esprimono la considerazione che è improbabile che l'esercizio fisico tradizionale promuova direttamente la consapevolezza di sé fornita dallo yoga. È interessante notare che le linee guida cliniche canadesi per il trattamento della depressione negli adulti indicano l'esercizio fisico (intensità moderata o bassa, 30-40 minuti a sessione, 3-4 volte in settimana per un minimo di 9 settimane) come "monoterapia appropriata di prima linea" per la depressione lieve e come "trattamento aggiuntivo di seconda linea" per la depressione moderata (Lam *et al.*, 2024). Per quanto riguarda i costi della depressione sui sistemi sanitari e sulla società più in generale, uno studio olandese (Vollbehr *et al.*, 2024) ha provato a misurarli, seguendo per 15 mesi due gruppi di donne con depressione maggiore, uno curato con aggiunta dello yoga al trattamento tradizionale, uno solo con trattamento tradizionale. Gli autori concludono che l'aggiunta dello yoga al trattamento tradizionale ha portato a minori costi per la società, in particolar modo hanno riscontrato una minor perdita di produttività (minori assenze dal lavoro) nel gruppo con yoga.

Per quanto riguarda le ricerche sui marcatori immunitari descritte nella Sezione 3.3, si può qui aggiungere che uno studio (Nugent *et al.*, 2021) ha valutato il possibile effetto dello yoga sulle citochine pro-infiammatorie nei pazienti con depressione. Al trattamento tradizionale con antidepressivi, in un gruppo veniva aggiunto Hatha yoga, nell'altro gruppo (controllo) veniva aggiunta la partecipazione a incontri di educazione alla salute. Le analisi del sangue venivano effettuate in tre giorni diversi lungo un periodo di 10 settimane e i risultati hanno indicato una diminuzione della citochina pro-infiammatoria IL-6 nel gruppo yoga rispetto al gruppo di controllo.

Già nel 2019, prima che venissero pubblicate le evidenze più recenti sopra riassunte, lo yoga era suggerito dalla linee guida dell'American Psychological Association per il trattamento della depressione, nel caso le terapie convenzionali non fossero efficaci o accettate dal paziente (APA, 2019). Anche le linee guida sul trattamento della depressione maggiore formulate dal Department of Veteran Affairs<sup>5</sup> suggeriscono lo yoga fra le possibili attività aggiuntive (VA/DOD, 2022). Inoltre, le linee guida della società americana di oncologia clinica (ASCO), già menzionate nel Capitolo 3 per quanto riguarda l'ansia, indicano che lo yoga può essere offerto anche per la mitigazione dei sintomi depressivi, sia durante sia dopo le cure per tumore al seno (Carlson *et al.*, 2023). Infine, la rivista dell'associazione americana dei medici di famiglia (AAFP) indica che lo yoga può essere suggerito ai loro pazienti come possibile attività aggiuntiva nel trattamento della depressione (Saeed *et al.*, 2019).

## Riferimenti

- American Psychiatric Association (A c. Di). (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5-TR* (Fifth edition, text revision). American Psychiatric Association Publishing.
- APA. (2019). *APA Clinical Practice Guideline for the Treatment of Depression Across Three Age Cohorts*. American Psychological Association.
- Ben-Zion, Z., Korem, N., Spiller, T.R., Duek, O., Keynan, J.N., Admon, R., Harpaz-Rotem, I., Liberzon, I., Shalev, A.Y., & Hendler, T. (2023). Longitudinal volumetric evaluation of hippocampus and amygdala subregions in recent trauma survivors. *Molecular Psychiatry*, 28(2), 657-667. <https://doi.org/10.1038/s41380-022-01842-x>
- Carlson, L.E., Ismaila, N., Addington, E.L., Asher, G.N., Atreya, C., Balneaves, L.G., Bradt, J., Fuller-Shavel, N., Goodman, J., Hoffman, C.J., Huston, A., Mehta, A., Paller, C.J., Richardson, K., Seely, D., Siwik, C.J., Temel, J.S., & Rowland, J.H. (2023). Integrative Oncology Care of Symptoms of Anxiety and Depression in Adults With Cancer: Society for Integrative Oncology-ASCO Guideline. *Journal of Clinical Oncology*, 41(28), 4562-4591. <https://doi.org/10.1200/JCO.23.00857>
- Chopin, S.M., Sheerin, C.M., & Meyer, B.L. (2020). Yoga for warriors: An intervention for veterans with comorbid chronic pain and PTSD. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*, 12(8), 888-896. <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2Ftra0000649>

- Chou, T., Deckersbach, T., Dougherty, D.D., & Hooley, J.M. (2023). The default mode network and rumination in individuals at risk for depression. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 18(1), nsad032. <https://doi.org/10.1093/scan/nsad032>
- Cramer, H., Anheyer, D., Lauche, R., & Dobos, G. (2017). A systematic review of yoga for major depressive disorder. *Journal of Affective Disorders*, 213, 70-77. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2017.02.006>
- Cramer, H., Anheyer, D., Saha, F.J., & Dobos, G. (2018). Yoga for posttraumatic stress disorder – a systematic review and meta-analysis. *BMC Psychiatry*, 18(1), 72. <https://doi.org/10.1186/s12888-018-1650-x>
- Cramer, H., Lauche, R., Langhorst, J., & Dobos, G. (2013). Yoga for Depression: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Depression and Anxiety*, 30(11), 1068-1083. <https://doi.org/10.1002/da.22166>
- Crocq, M.-A., & Crocq, L. (2000). From shell shock and war neurosis to posttraumatic stress disorder: A history of psychotraumatology. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 2(1), 47-55. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2000.2.1/macrocq>
- Davis, L.W., Schmid, A.A., Daggy, J.K., Yang, Z., O'Connor, C.E., Schalk, N., Do, A.-N. L., Maric, D., Lazarick, D., & Knock, H. (2020). Symptoms improve after a yoga program designed for PTSD in a randomized controlled trial with veterans and civilians. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*, 12(8), 904-912. <https://doi.org/10.1037/tra0000564>
- Emerson, D. (2015). *Trauma-sensitive yoga in therapy: Bringing the body into treatment* (First edition). W.W. Norton & Company.
- Gallegos, A.M., Crean, H.F., Pigeon, W.R., & Heffner, K.L. (2017). Meditation and yoga for posttraumatic stress disorder: A meta-analytic review of randomized controlled trials. *Clinical Psychology Review*, 58, 115-124. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2017.10.004>
- Hamilton, M. (1967). Development of a Rating Scale for Primary Depressive Illness. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 6(4), 278-296. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1967.tb00530.x>
- Hare, B.D., & Duman, R.S. (2020). Prefrontal cortex circuits in depression and anxiety: Contribution of discrete neuronal populations and target regions. *Molecular Psychiatry*, 25(11), 2742-2758. <https://doi.org/10.1038/s41380-020-0685-9>
- Horvitz, J.C., & Jacobs, B.L. (2021). *Principles of behavioral neuroscience*. Cambridge University Press.
- Kandel, E.R., Koester, J., Mack, S., & Siegelbaum, S. (A c. Di). (2021). *Principles of neural science* (Sixth edition). McGraw Hill.
- Klug, M., Enneking, V., Borgers, T., Jacobs, C.M., Dohm, K., Kraus, A., Grotegerd, D., Opel, N., Repple, J., Suslow, T., Meinert, S., Lemke, H., Lehr, E.J., Bauer, J., Dannlowski, U., & Redlich, R. (2024). Persistence of amygdala hyperactivity to subliminal negative emotion processing in the long-term course of depression. *Molecular Psychiatry*, 29(5), 1501-1509. <https://doi.org/10.1038/s41380-024-02429-4>
- Kredlow, M., Fenster, R.J., Laurent, E.S., Ressler, K.J., & Phelps, E.A. (2022). Prefrontal cortex, amygdala, and threat processing: Implications for PTSD.

*Neuropsychopharmacology*, 47(1), 247-259. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01155-7>

- Lam, R.W., Kennedy, S.H., Adams, C., Bahji, A., Beaulieu, S., Bhat, V., Blier, P., Blumberger, D.M., Brietzke, E., Chakrabarty, T., Do, A., Frey, B.N., Giacobbe, P., Gratzner, D., Grigoriadis, S., Habert, J., Ishrat Husain, M., Ismail, Z., McGirr, A., ... Milev, R. V. (2024). Canadian Network for Mood and Anxiety Treatments (CANMAT) 2023 Update on Clinical Guidelines for Management of Major Depressive Disorder in Adults: Réseau canadien pour les traitements de l'humeur et de l'anxiété (CANMAT) 2023 : Mise à jour des lignes directrices cliniques pour la prise en charge du trouble dépressif majeur chez les adultes. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 07067437241245384. <https://doi.org/10.1177/07067437241245384>
- Lebois, L.A.M., Harnett, N. G., Van Rooij, S. J.H., Ely, T.D., Jovanovic, T., Bruce, S.E., House, S.L., Ravichandran, C., Dumornay, N.M., Finegold, K.E., Hill, S.B., Merker, J.B., Phillips, K. A., Beaudoin, F.L., An, X., Neylan, T.C., Clifford, G.D., Linnstaedt, S. D., Germine, L.T., ... Ressler, K.J. (2022). Persistent Dissociation and Its Neural Correlates in Predicting Outcomes After Trauma Exposure. *American Journal of Psychiatry*, 179(9), 661-672. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.21090911>
- Malhi, G. S., & Mann, J.J. (2018). Depression. *The Lancet*, 392(10161), 2299-2312. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31948-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31948-2)
- Martínez-Calderon, J., Casuso-Holgado, M.J., Muñoz-Fernandez, M.J., Garcia-Muñoz, C., & Heredia-Rizo, A.M. (2023). Yoga-based interventions may reduce anxiety symptoms in anxiety disorders and depression symptoms in depressive disorders: A systematic review with meta-analysis and meta-regression. *British Journal of Sports Medicine*, 57(22), 1442-1449. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106497>
- May, H., Paskell, R., Davies, C., & Hamilton-Giachritsis, C. (2022). Having permission not to remember: Perspectives on interventions for post-traumatic stress disorder in the absence of trauma memory. *European Journal of Psychotraumatology*, 13(1), 2055295. <https://doi.org/10.1080/20008198.2022.2055295>
- Misitano, A., Moro, A.S., Ferro, M., & Forresi, B. (2024). The Dissociative Subtype of Post-Traumatic Stress Disorder: A Systematic Review of the Literature using the Latent Profile Analysis. *Journal of Trauma & Dissociation*, 25(3), 349-365. <https://doi.org/10.1080/15299732.2022.2120155>
- Nicholson, A.A., Friston, K.J., Zeidman, P., Harricharan, S., McKinnon, M.C., Densmore, M., Neufeld, R.W.J., Théberge, J., Corrigan, F., Jetly, R., Spiegel, D., & Lanius, R.A. (2017). Dynamic causal modeling in PTSD and its dissociative subtype: Bottom-up versus top-down processing within fear and emotion regulation circuitry. *Human Brain Mapping*, 38(11), 5551-5561. <https://doi.org/10.1002/hbm.23748>
- Noetel, M., Sanders, T., Gallardo-Gómez, D., Taylor, P., Del Pozo Cruz, B., Van Den Hoek, D., Smith, J.J., Mahoney, J., Spathis, J., Moresi, M., Pagano, R., Pagano, L., Vasconcellos, R., Arnott, H., Varley, B., Parker, P., Biddle, S., & Lonsdale, C. (2024). Effect of exercise for depression: Systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ*, e075847. <https://doi.org/10.1136/bmj-2023-075847>

- Nugent, N.R., Brick, L., Armev, M.F., Tyrka, A.R., Ridout, K.K., & Uebelacker, L.A. (2021). Benefits of Yoga on IL-6: Findings from a Randomized Controlled Trial of Yoga for Depression. *Behavioral Medicine*, 47(1), 21-30. <https://doi.org/10.1080/08964289.2019.1604489>
- Pizzagalli, D.A., & Roberts, A.C. (2022). Prefrontal cortex and depression. *Neuropsychopharmacology*, 47(1), 225-246. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01101-7>
- Ressler, Kerry. J., Berretta, S., Bolshakov, V.Y., Rosso, I.M., Meloni, E.G., Rauch, S.L., & Carlezon, W. A. (2022). Post-traumatic stress disorder: Clinical and translational neuroscience from cells to circuits. *Nature Reviews Neurology*, 18(5), 273-288. <https://doi.org/10.1038/s41582-022-00635-8>
- Runia, N., Yücel, D.E., Lok, A., De Jong, K., Denys, D.A.J. P., Van Wingen, G.A., & Bergfeld, I.O. (2022). The neurobiology of treatment-resistant depression: A systematic review of neuroimaging studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 132, 433-448. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.12.008>
- Saeed, S.A., Cunningham, K., & Bloch, R.M. (2019). Depression and Anxiety Disorders: Benefits of Exercise, Yoga, and Meditation. *American family physician*, 99(10), 620-627.
- Schmaal, L., Pozzi, E., C. Ho, T., Van Velzen, L. S., Veer, I.M., Opel, N., Van Someren, E.J. W., Han, L.K.M., Aftanas, L., Aleman, A., Baune, B. T., Berger, K., Blanken, T.F., Capitão, L., Couvy-Duchesne, B., R. Cullen, K., Dannlowski, U., Davey, C., Erwin-Grabner, T., ... Veltman, D. J. (2020). ENIGMA MDD: Seven years of global neuroimaging studies of major depression through worldwide data sharing. *Translational Psychiatry*, 10(1), 172. <https://doi.org/10.1038/s41398-020-0842-6>
- Siehl, S., Zohair, R., Guldner, S., & Nees, F. (2023). Gray matter differences in adults and children with posttraumatic stress disorder: A systematic review and meta-analysis of 113 studies and 11 meta-analyses. *Journal of Affective Disorders*, 333, 489-516. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.04.028>
- Staples, J.K., Mintie, D., & Khalsa, S.B.S. (2024). A Combined Kundalini Yoga and Cognitive Behavioral Therapy Program for Posttraumatic Stress Disorder: A Pilot Study. *Psychological Reports*, 00332941241253595. <https://doi.org/10.1177/00332941241253595>
- Tartt, A.N., Mariani, M.B., Hen, R., Mann, J.J., & Boldrini, M. (2022). Dysregulation of adult hippocampal neuroplasticity in major depression: Pathogenesis and therapeutic implications. *Molecular Psychiatry*, 27(6), 2689-2699. <https://doi.org/10.1038/s41380-022-01520-y>
- Taylor, J., McLean, L., Korner, A., Stratton, E., & Glozier, N. (2020). Mindfulness and yoga for psychological trauma: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Trauma & Dissociation*, 21(5), 536-573. <https://doi.org/10.1080/15299732.2020.1760167>
- Turnbull, G.J. (1998). A review of post-traumatic stress disorder. Part I: Historical development and classification. *Injury*, 29(2), 87-91. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(97\)00131-9](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(97)00131-9)

- VA/DOD. (2022). *Clinical Practice Guideline, The Management of Major Depressive Disorder, version 4.0*. Government Printing Office, Washington, DC. <https://www.healthquality.va.gov/guidelines/MH/mdd/VADoDMDDCPGFfinal508.pdf>
- Van der Kolk. (2020). *Il corpo accusa il colpo. Mente, corpo e cervello nell'elaborazione delle memorie traumatiche*. Raffaello Cortina Editore.
- Van Der Kolk, B.A. (2019). *Overcome Trauma With Yoga*. [https://youtu.be/MmKfzbHzm\\_s](https://youtu.be/MmKfzbHzm_s)
- Van Der Kolk, B.A., Stone, L., West, J., Rhodes, A., Emerson, D., Suvak, M., & Spinazzola, J. (2014). Yoga as an Adjunctive Treatment for Posttraumatic Stress Disorder: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 75(06), e559–e565. <https://doi.org/10.4088/JCP.13m08561>
- Vollbehr, N.K., Stant, A.D., Hoenders, H.J.R., Bartels-Velthuis, A.A., Nauta, M. H., Castelein, S., Schroevers, M.J., De Jong, P. J., & Ostafin, B.D. (2024). Cost-effectiveness of a mindful yoga intervention added to treatment as usual for young women with major depressive disorder versus treatment as usual only. *Psychiatry Research*, 333, 115692. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016517812300642X?via%3Dihub>
- Weathers-Meyer, A.J., Lowe, A.C., McGrew, S. J., Sutherland, N. E., Yann, C.M. G., Beyl, R.A., & Vujanovic, A.A. (2024). A Pilot Feasibility Trial of Mind–Body Tactical Training for Firefighters: Evaluation of a Yoga-Based Transdiagnostic Program. *Mindfulness*, 15(8), 1972-1986. <https://doi.org/10.1007/s12671-024-02419-1>
- Wu, Y., Yan, D., & Yang, J. (2023). Effectiveness of yoga for major depressive disorder: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 14, 1138205. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1138205>
- Yi, L., Lian, Y., Ma, N., & Duan, N. (2022). A randomized controlled trial of the influence of yoga for women with symptoms of post-traumatic stress disorder. *Journal of Translational Medicine*, 20(1), 162. <https://doi.org/10.1186/s12967-022-03356-0>
- Zaccari, B., Callahan, M.L., Storzbach, D., McFarlane, N., Hudson, R., & Loftis, J.M. (2020). Yoga for veterans with PTSD: Cognitive functioning, mental health, and salivary cortisol. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*, 12(8), 913-917. <https://doi.org/10.1037/tra0000909>
- Zaccari, B., Higgins, M., Haywood, T. N., Patel, M., Emerson, D., Hubbard, K., Loftis, J.M., & Kelly, U.A. (2023). Yoga vs Cognitive Processing Therapy for Military Sexual Trauma–Related Posttraumatic Stress Disorder: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Network Open*, 6(12), e2344862. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.44862>
- Zhou, H.-X., Chen, X., Shen, Y.-Q., Li, L., Chen, N.-X., Zhu, Z.-C., Castellanos, F.X., & Yan, C.-G. (2020). Rumination and the default mode network: Meta-analysis of brain imaging studies and implications for depression. *NeuroImage*, 206, 116287. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116287>
-

- 1 Episodi in cui la persona rivive l'evento traumatico in estremo dettaglio come se stesse accadendo nel momento presente, includendo le diverse sensazioni ricordate (visive, uditive, olfattive, corporee,...) (Horvitz & Jacobs, 2021). Si noti però che alcune persone che soffrono di PTSD non hanno flashback e può anche accadere che non ricordino nulla del trauma che è all'origine del loro disturbo (May *et al.*, 2022).
- 2 Il sottotipo dissociativo del PTSD (D-PTSD) è stato riconosciuto nella versione 5 del DSM (American Psychiatric Association, 2022). Il mondo della ricerca continua a lavorare a una più accurata definizione dei disturbi provocati dal trauma. Per esempio, nonostante al momento della scrittura del presente saggio il DSM non le riconosca, sono state proposte tipologie nelle quali il disturbo ha origine da traumi ripetuti nel tempo, come il PTSD Complesso (C-PTSD), che è invece riconosciuto dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità (OMS) nella sua classificazione delle malattie ICD-11, e il Disturbo Traumatico dello Sviluppo (DTD) nel quale i traumi ripetuti riguardano specificamente l'infanzia.
- 3 La percentuale di pazienti con depressione che tenta il suicidio è approssimativamente il 5-10% (Horvitz & Jacobs, 2021)
- 4 La lista completa (Hamilton, 1967) degli aspetti valutati è: 1) umore depresso, 2) sensi di colpa, 3) suicidalità, 4) insonnia nella fase iniziale della notte, 5) insonnia nel mezzo della notte, 6) insonnia nelle prime ore del mattino, 7) difficoltà a lavorare e svolgere attività, 8) rallentamento cognitivo e/o motorio, 9) agitazione, 10) manifestazioni psichiche dell'ansia, 11) manifestazioni somatiche dell'ansia, 12) sintomi gastrointestinali, 13) sintomi somatici generali, 14) sintomi coinvolgenti l'apparato genitale, 15) ipocondria, 16) perdita di peso, 17) consapevolezza di essere depresso.
- 5 L'ente governativo statunitense che gestisce le problematiche dei militari veterani.

## CAPITOLO 5

### YOGA E DOLORE

Questo capitolo esamina i collegamenti fra le ricerche sul dolore e sullo yoga. Per prima cosa, viene definito il dolore nelle sue varie forme. Vengono poi introdotti i diversi meccanismi che determinano la percezione del dolore nell'essere umano, alla luce delle conoscenze neuroscientifiche sull'argomento. Infine, si considerano i principali risultati delle sperimentazioni dello yoga come alternativa o complemento non farmacologico nella mitigazione del dolore.

#### *5.1 Cos'è il dolore*

Definire il dolore è molto più difficile di quanto si possa immaginare. Nel 1979, l'Associazione Internazionale per lo Studio del Dolore (*International Association for the Study of Pain* o più brevemente *IASP*) lo definì come “un'esperienza sensoriale ed emozionale spiacevole associata a un effettivo o potenziale danno tessutale<sup>1</sup> o comunque descritta in termini di tale danno” (IASP Subcommittee on Taxonomy, 1979). Tale definizione venne recepita a livello internazionale, anche dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), ed evidenzia che, sebbene un danno a tessuti sia una comune causa del dolore, si può provare dolore anche in assenza di un danno obiettivamente misurabile.

Nei successivi 40 anni, la ricerca ha però prodotto un gran numero di scoperte che hanno ampliato la comprensione del dolore, portando la IASP nel 2018 a formare un comitato di esperti per la revisione e aggiornamento della definizione di dolore, in modo da tener conto dei progressi intercorsi.

La nuova definizione è stata approvata dalla IASP nel 2020 ed è molto più articolata della precedente, in quanto la estende con una lista di sei note (Raja *et al.*, 2020). La definizione in sé diventa più breve, descrivendo il dolore come “un’esperienza sensoriale ed emozionale spiacevole associata, oppure assomigliante, a un effettivo o potenziale danno tissutale”, mentre le sei note aggiungono che:

1. Il dolore è sempre un’esperienza personale influenzata a vari livelli da fattori biologici, psicologici e sociali;

2. Il dolore e la nocicezione<sup>2</sup> sono fenomeni diversi. Il dolore non può essere dedotto esclusivamente dall’attività dei neuroni sensoriali;

3. Gli individui apprendono il concetto di dolore attraverso le loro esperienze di vita;

4. Il racconto di un’esperienza vissuta come dolore da parte di una persona dovrebbe essere rispettato;

5. Sebbene il dolore svolga solitamente un ruolo adattativo<sup>3</sup>, può avere effetti avversi sulla funzione e sul benessere sociale e psicologico;

6. La descrizione verbale è solo uno dei numerosi comportamenti per esprimere dolore; l’incapacità di comunicare non nega la possibilità che un animale umano o non umano provi dolore.

Questa più articolata descrizione si inquadra nella più ampia visione *biopsicosociale* del dolore, che riconosce le numerose interazioni fra mente, corpo e ambiente come fondamentali nel determinare l’esperienza del dolore. Nel modello biopsicosociale (European Pain Federation, 2022), il dolore emerge nell’interazione fra fattori: (i) *biologici*, che caratterizzano lo stato in cui si trova il corpo, i danni e i malfunzionamenti in esso presenti e gli effetti che su di esso possono avere sostanze chimiche e stili di vita, (ii) *psicologici*, che catturano i pensieri, emozioni, atteggiamenti, convinzioni, aspettative, strategie di risposta della persona rispetto al dolore, e (iii) *sociali*, che descrivono il contesto in cui la persona ha vissuto o vive, per esempio lavorativo, finanziario, educativo, assistenziale, culturale, relazionale. Da questa prospettiva, il modello biopsicosociale indica che la terapia del dolore deve prima approfondire e identificare, nelle tre tipologie, quali sono i diversi fattori specifici che stanno contribuendo al dolore provato dalla persona e poi formulare un insieme di trattamenti individuali per affrontare tutti i fattori individuati. Realizzare questo approccio nella

pratica clinica è però difficoltoso e al momento rimane dominante l'intervento sul piano biologico (Nicholas, 2022).

Nel categorizzare il dolore, è importante considerare due aggettivi: acuto e cronico. Il *dolore acuto* (International Association for the Study of Pain, 2021) si manifesta all'improvviso, inizia in modo intenso e tagliente e funge da segnale di avvertimento di malattia o minaccia per il corpo. È causato da lesioni, interventi chirurgici, malattie, traumi o procedure mediche dolorose, generalmente dura da pochi minuti a meno di sei mesi e di solito scompare quando la causa sottostante viene trattata o guarita.

La definizione di *dolore cronico* e delle sue principali tipologie è più complessa e articolata. Esaminiamo quella fornita dalla Classificazione Internazionale delle Malattie ICD-11 dell'OMS, che l'ha formulata in collaborazione con la IASP (Treede *et al.*, 2019). Per prima cosa, il dolore viene definito come cronico quando persiste o ricorre per più di tre mesi. Questo tipo di dolore può diventare l'unico o il predominante problema clinico per il paziente e colpisce circa il 20% della popolazione mondiale. Più in dettaglio, la IASP e l'OMS operano una distinzione tra dolore cronico *primario* e *secondario*. Il termine *primario* evidenzia come quel dolore cronico sia un problema in sé, per il quale può essere difficile identificare una causa sottostante, mentre il dolore cronico *secondario* è collegato ad altre malattie come causa sottostante. Il *dolore cronico primario* coinvolge una o più parti del corpo, non può essere spiegato meglio dalla presenza di un'altra tipologia di dolore cronico ed è associato a disagio emotivo significativo o disabilità funzionale (è questo il caso, per esempio, della fibromialgia, dell'emicrania cronica primaria o del dolore alla bassa schiena non specifico). Nel *dolore cronico secondario*, che l'ICD-11 classifica in sei tipi<sup>4</sup>, il dolore può iniziare come sintomo di una malattia, ma successivamente trasformarsi in un problema a sé stante che può persistere anche dopo che la malattia è stata trattata con successo.

Nel linguaggio comune, si sente spesso utilizzare il termine *sofferenza* come sinonimo di dolore, ma in realtà i due termini riflettono aspetti diversi che è utile distinguere, anche per affrontare meglio le due facce della medaglia. Secondo (Loeser, 2000), mentre il dolore è ciò che è stato definito nei paragrafi precedenti, la sofferenza è una risposta negativa emotiva generata dal cervello, in risposta al dolore ma anche ad altri stati

(trattati nei capitoli precedenti) quali la paura, l'ansia e la depressione. Da questo punto di vista, seppure dolore e sofferenza siano presenti molto spesso assieme, una persona può provare dolore senza sofferenza oppure sofferenza senza dolore (De Ridder *et al.*, 2021). In tale prospettiva, la sofferenza sarebbe quindi un prodotto della mente: per esempio, una persona potrebbe provare dolore a causa di un nervo lesionato, ma le narrative e le interpretazioni che la persona genera mentalmente su quel dolore possono determinare una sofferenza più o meno grande. È curioso notare che questa distinzione, approfondita in tempi recenti dalla letteratura scientifica sul dolore, fosse già centrale nella tradizione buddhista che metteva in evidenza l'operare di una componente fisica e una mentale nell'esperienza del dolore (Nicolardi *et al.*, 2024). In tal senso, è suggestiva la metafora del “discorso delle due frecce” (*Sallatha Sutta*): essere colpiti nel corpo da una freccia causa (inevitabili) sensazioni dolorose, ma poi si rischia (e ciò è invece evitabile) di auto-colpirsi con una “seconda freccia” costituita da propri pensieri, atteggiamenti e comportamenti negativi rispetto al dolore fisico, che causano sofferenza (*Ibid.*).

Le ricerche più recenti mettono in evidenza come la relazione fra dolore ed emozioni sia bidirezionale (Gilam *et al.*, 2020): un dolore cronico è fonte di stress e può causare ansia e depressione e viceversa stress, ansia e depressione possono acuire la percezione del dolore cronico. Questi collegamenti si possono estendere al comportamento. In generale, il dolore ha una funzione semplice e in molti casi preziosa nel farci interrompere ed evitare un comportamento dannoso: per esempio, tocchiamo una superficie bollente e ritraiamo immediatamente la mano per minimizzare il danno della scottatura oppure i dolori acuti provenienti da un arto fratturato in un incidente ci fanno correttamente evitare movimenti in attesa dei soccorsi. Purtroppo, il dolore ci può portare anche a evitare azioni che semplicemente *pensiamo* possano essere a esso collegate. Può quindi accadere sia che continuiamo a evitare dei comportamenti anche quando il danno ai tessuti è stato riparato, sia che l'evitamento indotto dal dolore si estenda a comportamenti che sono in realtà perfettamente sicuri. Questo fenomeno è ben analizzato dal modello di evitamento del dolore denominato *fear-avoidance model of pain* (Vandael *et al.*, 2023; Vlaeyen *et al.*, 2016). Come schematizzato in [Figura 5.1](#), il fenomeno ha inizialmente origine da un reale *legame causale* fra un'attività della persona e il dolore, per esempio, esco di

casa a fare una corsa e durante il tragitto sento all'improvviso un dolore lancinante e insostenibile alla schiena, che quasi mi impedisce di rimanere in piedi ma si attenua fortemente interrompendo l'attività e si scatena di nuovo se invece provo a riprenderla. In modo del tutto naturale e razionale, rinuncio alla corsa, ritornando a casa con grande cautela a passi piccoli e lenti per non provare di nuovo la crisi di dolore insostenibile. Se il dolore provato mi ha particolarmente impressionato (e/o si ripresenta in successivi tentativi di corsa), viene memorizzata però dal cervello un'associazione semplice fra l'attività della corsa e quel dolore che ben ricordo e temo. Tale associazione produce un *condizionamento* del comportamento: inizio ad avere paura dell'attività perché potrebbe scatenare quel dolore ed evito di andare a correre. Questa associazione può permanere anche in quei casi in cui la causa sottostante è curabile: dopo che la causa è stata opportunamente trattata, c'è bisogno di riapprendere che la corsa è un'attività sicura, ma la paura di rivivere quei bruttissimi momenti non fa riprendere l'attività. Inoltre, si può instaurare un ulteriore processo (*generalizzazione*): la paura e il conseguente evitamento si estendono ad attività e contesti simili a quello originariamente problematico, anche se essi non hanno causato dolore alla persona. Riprendendo l'esempio della corsa, la persona può iniziare a evitare dei movimenti che possono assomigliare a quello che ha provocato dolore (per esempio, camminare a passo sostenuto oppure uscire per una camminata a passo normale ma su lunga distanza), nonostante essi non abbiano mai provocato dolore e/o evita i luoghi in cui si sono verificati gli episodi di dolore lancinante, anche se non è stata la presenza in quel luogo a causare il dolore.

Sebbene il meccanismo mentale della generalizzazione abbia anch'esso una logica adattativa (sviluppare comportamenti protettivi verso situazioni pericolose senza dover necessariamente provarle nella realtà), c'è il rischio di cadere in un circolo vizioso nel quale ci si ritira da attività abituali innocue. Se la paura non viene affrontata, questo circolo si *auto-sostiene* portando a disimpegnarsi da un numero crescente di attività, dando così origine a una disabilità istigata dal dolore cronico. In molti casi, tale circolo vizioso porta la persona a sviluppare *kinesiofobia*, cioè una paura generalizzata del movimento che contrasta le possibilità di miglioramento del dolore e della disabilità funzionale che affliggono la persona (Luque-Suarez *et al.*, 2019). Il modello di evitamento del dolore, come riassume la

Figura 5.1, mette bene in evidenza l'importanza per la persona di affrontare il fattore paura e dedicarsi a riapprendere in modo oggettivo quali attività sono sicure e quali no, al fine di migliorare la propria qualità di vita. Eseguire degli esercizi che migliorano le capacità propriocettive, cioè di percepire la posizione e il movimento delle parti del proprio corpo nello spazio, è uno dei modi possibili per contrastare l'eccessiva generalizzazione dell'evitamento indotto dal dolore (Vandael *et al.*, 2023) e questo è un primo motivo che suscita interesse verso il possibile uso dello yoga nella mitigazione del dolore.

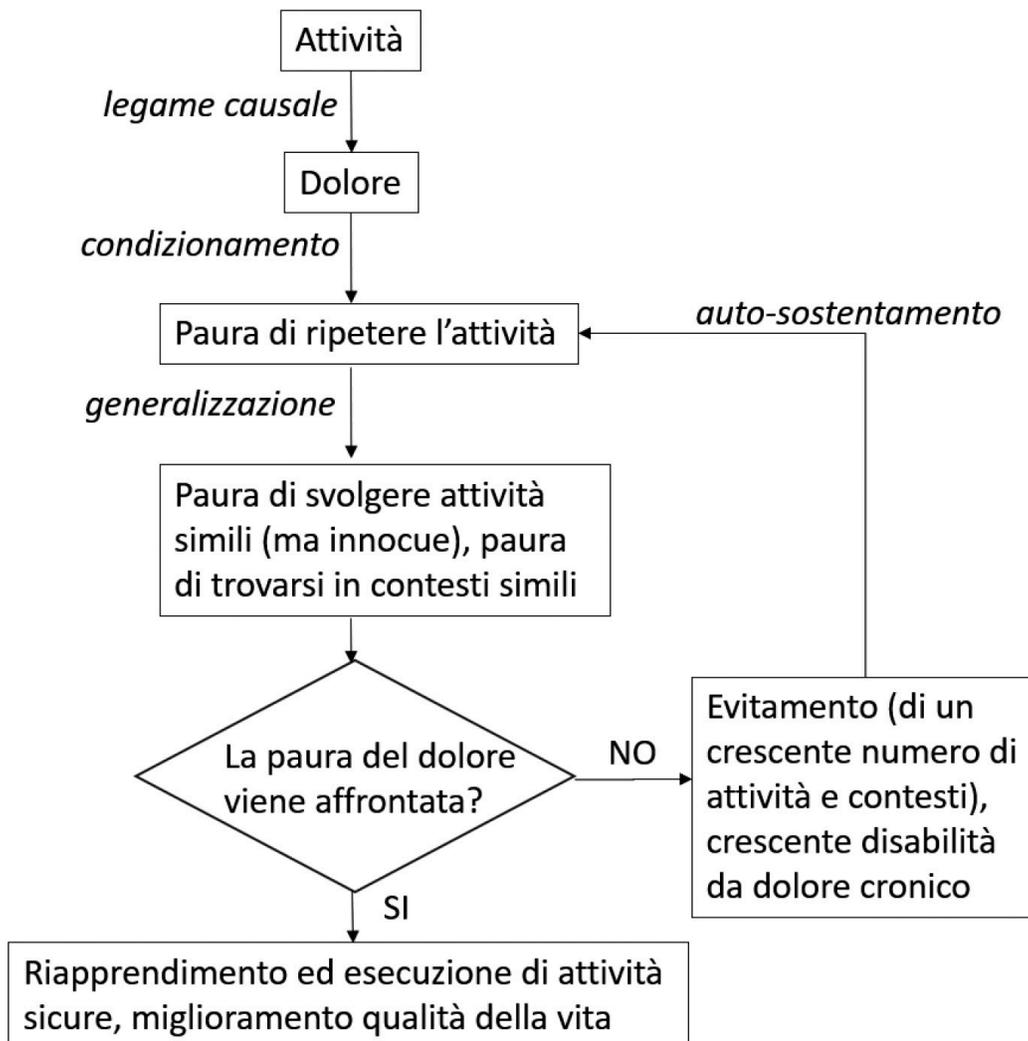


Figura 5.1 Dolore, paura del dolore ed evitamento comportamentale

## 5.2 Dolore e cervello

Le neuroscienze mettono in luce come il dolore non sia l'espressione diretta di uno stimolo sensoriale, ma il prodotto di un'elaborazione complessa da parte del cervello di vari segnali che lo raggiungono (Kandel *et al.*, 2021). Per esempio, un identico stimolo sensoriale può dare origine a livelli di dolore estremamente diversi nella stessa persona a seconda del contesto in cui essa si trova, come nel caso degli atleti che subiscono una lesione durante una gara ma iniziano a sentirne il dolore soltanto negli istanti successivi al raggiungimento del traguardo. Un esempio ancora più curioso è quello di un individuo con personalità masochista, che potrebbe ricavare piacere dalla sensazione provocata da una martellata su un dito ma solo se ciò accade in un contesto erotico, mentre se si procura la medesima sensazione colpendosi per errore nell'esecuzione di un lavoro, essa è spiacevole esattamente come per le persone che non sono masochiste (De Ridder *et al.*, 2021).

Il punto di partenza dei percorsi ascendenti che dal corpo portano al cervello informazioni sul dolore è costituito dai *nocicettori*, cioè recettori sensoriali che si trovano sulla pelle e nelle strutture sottocutanee (per esempio, muscoli e giunture) e vengono attivati da stimoli nocivi. Ci sono tre classi principali di nocicettori che rispondono rispettivamente a stimoli nocivi di tipo *termico* (temperatura troppo alta o troppo bassa), *meccanico* (pressione eccessiva sulla pelle) o *polimodale*. Questi ultimi, oltre a essere sensibili agli aspetti termici e meccanici, includono anche gli stimoli nocivi di tipo chimico, per esempio la presenza di sostanze irritanti sulla pelle. Esistono poi i nocicettori *silenti*, presenti soprattutto nei visceri e sensibili a situazioni di sofferenza dei tessuti, in particolare l'infiammazione.

L'attivazione dei nocicettori trasmette segnali che, attraverso i nervi, raggiungono il cervello, dando origine al *dolore nocicettivo*. Il *dolore neuropatico* si manifesta invece anche se i nocicettori non stanno segnalando alcuna situazione nociva, per esempio una persona può sentire una sensazione bruciante o tagliente sulla pelle anche se la temperatura della pelle è normale, nulla la sta premendo o scalfendo e i nocicettori stanno correttamente considerando la situazione come non nociva. L'origine del dolore neuropatico può avere una localizzazione periferica in una

lesione a un nervo che può causare l'invio di segnali anormali al cervello, ma anche centrale, per esempio a causa di un ictus, trauma cranico o malattia che ha causato una lesione e/o infiammazione nel cervello (Rosner *et al.*, 2023). Una manifestazione particolarmente impressionante del dolore neuropatico è quella dell'*arto fantasma*, nella quale la persona percepisce dolore localizzato a un braccio o una gamba, nonostante quell'arto non sia più presente nel corpo a causa di un'amputazione.

Dalla periferia (nocicettori oppure nervi lesionati), l'informazione sul dolore raggiunge il cervello attraverso diversi percorsi ascendenti. In (Kandel *et al.*, 2021), viene qualificato come percorso più prominente il *tratto spinotalamico*, che ha un ruolo cruciale nella trasmissione dell'informazione proveniente dai nocicettori, attraversa il midollo spinale e raggiunge la parte del cervello denominata *talamo*, che a sua volta la trasmette alla corteccia cerebrale. Gli altri tratti ascendenti attraversano il midollo spinale e raggiungono altre aree del cervello.

Gli studi di neuroimmagini hanno mostrato che non c'è una regione unica del cervello che elabora e crea l'esperienza del dolore. Diverse regioni si attivano quando proviamo dolore, ma l'insula (v. Sezione 2.2.1) e la corteccia cingolata anteriore (v. Sezione 2.3) sono fortemente associate alla percezione del dolore. In particolare, la corteccia cingolata anteriore (ACC) è coinvolta nell'elaborazione degli stati emotivi associati al dolore, mentre i neuroni dell'insula elaborano informazioni sullo stato interno del corpo e i dati di diverse ricerche suggeriscono che l'insula sia un'area in cui i componenti sensoriali, emotivi e cognitivi del dolore vengono integrati (Kandel *et al.*, 2021; Ray, 2024).

L'insieme di strutture cerebrali attivate da stimoli dolorosi è stato chiamato *matrice del dolore* (*pain matrix*) e le ricerche di neuroimmagini hanno portato all'identificazione di tre reti principali al suo interno, associate a elaborazioni diverse che vengono denominate *di primo, secondo e terzo ordine*. Come riassunto da (Garcia-Larrea & Peyron, 2013; Tobimatsu, 2021), la localizzazione sensoriale degli stimoli nocicettivi (*primo ordine*) viene associata alla cosiddetta *matrice corticale nocicettiva*, che fra le sue parti include l'insula, ma per rendere cosciente il dolore sono necessarie ulteriori elaborazioni. La *matrice del dolore di secondo ordine* contribuisce a creare l'esperienza cosciente delle sensazioni di dolore e fra le sue parti, oltre all'insula, si ritrovano anche l'ACC e una parte della

corteccia prefrontale. La *matrice del dolore di terzo ordine*, fra le cui parti si ritrova la corteccia prefrontale, si ritiene operi nel modulare le emozioni suscitate dal dolore, infondere un significato cognitivo al dolore e innescare una risposta comportamentale a esso, anche in base alle informazioni ricevute dalle matrici di primo e secondo ordine. L'attività del terzo ordine può modificare le percezioni immediate guidate dalle matrici di primo e secondo ordine, anche in funzione di credenze, emozioni e aspettative della persona, e influire sul controllo del dolore.

Infatti, oltre al procedere delle informazioni sul dolore dalla periferia al cervello, esiste anche un percorso discendente con il quale il cervello può esercitare una modulazione del dolore, per esempio ordinando il rilascio degli oppioidi naturali prodotti dall'organismo o modificando le informazioni sul dolore che arrivano dal basso attraverso dei processi cognitivi di alto livello. In tal modo, pensieri, emozioni, ricordi e attenzione possono influenzare la percezione del dolore (Freberg, 2024) sia nella direzione di amplificarla che di attenuarla. Per esempio, è noto che attività cognitive come distrarsi dal dolore oppure accettarlo, oppure notare e cambiare i pensieri negativi che generiamo sul dolore, possono ridurre l'intensità del dolore percepito e aumentare la tolleranza al dolore (Bascour-Sandoval *et al.*, 2019; Kohl *et al.*, 2013; McCracken *et al.*, 2022). Al contrario, la catastrofizzazione del dolore (*pain catastrophizing*), cioè la tendenza a rimuginare sul dolore, anche descrivendolo in toni peggiorativi, e avere un atteggiamento di impotenza verso il dolore attualmente provato o solo mentalmente anticipato, è associata in diversi studi all'intensità del dolore riportato, in varie patologie caratterizzate da dolore cronico (Galambos *et al.*, 2019).

Anche le *aspettative* della persona giocano un ruolo nella percezione del dolore, per esempio, gli studi sull'*effetto placebo* hanno ampiamente mostrato che alcuni pazienti con livelli molto intensi di dolore possono riportarne la scomparsa dopo la somministrazione di una pillola di zucchero che gli viene descritta come "potente analgesico" (Wiech, 2016) oppure se, pur non avendo ricevuto una suggestione verbale esplicita, credono di stare ricevendo lo stesso trattamento di altri pazienti che vedono migliorare (Tu *et al.*, 2022). Similmente, aspettative negative possono causare o aumentare il dolore (*effetto nocebo*), sia attraverso una suggestione indotta da parole o informazioni negative fornite alla persona sia vedendo peggiorare delle

persone che si crede stiano ricevendo lo stesso trattamento medico (*Ibid.*). Addirittura, può accadere che l'effetto di un vero farmaco analgesico assunto dal paziente venga bloccato se si informa falsamente il paziente che il farmaco aumenterà il dolore oppure se si fa credere falsamente al paziente che ciò che sta assumendo è zucchero o che il trattamento analgesico che stava seguendo è stato sospeso (Colloca & Barsky, 2020).

Regioni chiave del cervello da cui ha origine il percorso discendente di modulazione del dolore sono la corteccia prefrontale e la corteccia cingolata (Tu *et al.*, 2022). Esse, assieme alla parte anteriore dell'insula, sono ritenute essenziali nella valutazione del dolore, nella risposta emotiva al dolore e nell'attenzione a esso prestata, mentre la parte posteriore dell'insula assieme alla *corteccia somatosensoriale*<sup>5</sup> e al talamo sono ritenute essenziali nell'identificazione della posizione e dell'intensità del dolore (Chae *et al.*, 2022).

Una cattiva regolazione delle emozioni è un altro fattore che può contribuire a peggiorare la percezione del dolore, per esempio la rassegna di studi in (Yarns *et al.*, 2022) si concentra sulla relazione fra rabbia e maggior dolore, evidenziando che in tal caso hanno un ruolo importante l'amigdala (v. Sezione 2.2.3) e la mPFC (v. Sezione 4.1), e una gestione sana della rabbia causa uno schema di attivazione nelle due aree che è opposto a quello del dolore cronico.

Numerose ricerche in neuroscienze si sono concentrate sull'identificare alterazioni strutturali del cervello associate al dolore cronico, ma i risultati, anche di diverse meta-analisi, sono però stati a volte incoerenti fra loro. La meta-analisi in (Henn *et al.*, 2023) ipotizza che ciò possa esser causato dal fatto che molti studi si focalizzano su persone con malattie specifiche o su tipi di dolore specifico e possono ottenere risultati diversi da altri studi che considerano malattie diverse o tipi di dolore diverso. Inoltre, alcuni studi si sono limitati a considerare un numero ristretto di aree del cervello. Henn e colleghi (*Ibid.*) si sono quindi concentrati sull'identificare quale sottoinsieme di cambiamenti possa essere indipendente dalla malattia specifica e dal tipo di dolore specifico, esaminando 103 studi di neuroimmagini che hanno considerato il cervello nella sua interezza. Le conclusioni raggiunte suggeriscono che il dolore cronico possa essere associato in generale ad alterazioni, ma molto piccole e diffuse

spazialmente, della struttura del cervello, concernenti in particolare riduzioni di ACC e insula, ippocampo, talamo e di due parti della corteccia prefrontale (giro frontale inferiore e superiore) che si ritiene siano coinvolte nel percorso di modulazione del dolore.

La rassegna di studi in (De Ridder *et al.*, 2021) mira invece a fornire una base neurale alla distinzione fra dolore e sofferenza che abbiamo visto nella sezione precedente. Gli autori definiscono la sofferenza come una risposta alle sensazioni dolorose, che viene elaborata a livello cognitivo, emotivo, e anche del sistema nervoso autonomo (in quanto le sensazioni dolorose sono a tutti gli effetti uno stressore) e che si esprime attraverso aspetti quali la catastrofizzazione, il tipo di attenzione riservato alle sensazioni dolorose, la paura, la rabbia, l'ansia o la frustrazione provata di fronte a quelle sensazioni. La rassegna si concentra su quali aree sono maggiormente implicate rispettivamente nella componente sensoriale del dolore, in quella emotiva della sofferenza e nella capacità di inibizione del dolore del percorso discendente. Per i tre casi, essa identifica percorsi neurali diversi, ma evidenzia anche che i correlati neurali più frequenti, sia per il percorso ascendente che discendente del dolore, sono alcune sottoparti di insula e ACC, che hanno quindi un ruolo nel funzionamento di entrambi i percorsi. Gli autori suggeriscono esplicitamente che gli approcci basati sull'esercizio fisico e lo yoga possano essere efficaci nel modulare meglio il funzionamento dei percorsi (*Ibid.*).

### *5.3 Ruolo ed effetti dello yoga nel dolore*

Il Capitolo 2 ha esaminato le relazioni generali fra yoga e aree del cervello, fra cui l'insula. Lo studio in (Villemure *et al.*, 2014) ha voluto approfondire, alla luce della primaria importanza dell'insula nel dolore menzionata nella sezione precedente, se la relazione fra yoga e insula gioca effettivamente un ruolo protettivo nel dolore. Per far ciò, i ricercatori hanno reclutato un gruppo di praticanti, rimanendo aperti ai diversi tipi di yoga, ma verificando che i partecipanti includessero tutti gli elementi della triade nella loro pratica individuale. I tipi di yoga praticati dai partecipanti allo

studio erano Vinyasa, Ashtanga, Iyengar, Kripalu e Sivananda, e alcuni partecipanti praticavano più d'uno di questi stili. L'età media nel gruppo era di 37 anni, il periodo di tempo medio da cui praticavano era 9,6 anni, mentre il numero di ore di pratica settimanale medio era di circa 8,6 ore. Un secondo gruppo di partecipanti allo studio era invece costituito da persone che non praticavano né yoga né meditazione, reclutate in modo tale che non ci fossero differenze significative fra i due gruppi per quanto riguarda invece età, genere, indice di massa corporea (BMI), livello di istruzione e numero di ore settimanali dedicate a esercizio fisico diverso dallo yoga. Dato che uno degli obiettivi dell'esperimento era di provocare dolore fisico ai partecipanti per misurarne la tolleranza al dolore, i ricercatori si sono assicurati che tutti i partecipanti non soffrissero già di qualche tipo di dolore e non stessero assumendo analgesici e altre sostanze che interferiscono con la percezione del dolore. Per provocare sensazioni dolorose, l'esperimento applicava dapprima sulla pelle degli utenti dei dispositivi controllati da un computer che la portavano sia a temperature sempre più alte, sia a temperature sempre più basse. Durante questi stimoli i partecipanti dovevano premere un tasto ogni volta che si accorgevano di una variazione di temperatura e un altro tasto non appena il livello di riscaldamento (o di raffreddamento) della pelle gli faceva male. In tal modo, si misuravano le soglie di rilevamento e di dolore individuali. Successivamente, veniva eseguito un test di tolleranza al dolore chiedendo ai partecipanti di tenere la mano immersa in un flusso d'acqua gelida circolante a 5°C fino a quando resistevano. Ognuno dei partecipanti veniva sottoposto a una risonanza magnetica per analizzarne la struttura del cervello. I risultati sulla tolleranza al dolore hanno evidenziato una notevole differenza: mentre praticanti e non praticanti erano in grado di rilevare allo stesso modo i cambiamenti di temperatura applicati alla loro pelle, i praticanti yoga tolleravano il dolore causato dall'immersione nell'acqua gelida per un tempo che era più del doppio di quello dei non praticanti. I dati ottenuti con la risonanza magnetica confermano l'associazione già nota dal Capitolo 2 (il volume della materia grigia dell'insula era più grande nei praticanti yoga confrontati con i non praticanti), ma la arricchiscono con il collegamento al dolore: più grande era il volume di materia grigia delle regioni destra e sinistra dell'insula, più alta era la tolleranza al dolore. Inoltre, il volume di materia grigia della corteccia insulare sinistra correlava

positivamente con il numero di anni di pratica yoga, suggerendo un contributo della pratica nelle differenze anatomiche riscontrate. L'analisi considerava anche la materia bianca, trovando un aumento di connettività interna alla parte sinistra dell'insula nei praticanti yoga. Infine, gli autori dello studio (*Ibid.*) ritengono che queste differenze anatomiche siano coerenti con le differenze di strategia adottate per tollerare il dolore, emerse nelle interviste ai partecipanti eseguite dopo l'esperienza: mentre i non praticanti cercavano di distrarsi o ignorare il dolore, i praticanti riportavano invece di concentrarsi sul respiro, focalizzarsi sulla sensazione dolorosa osservandola senza reagire e accettandola, rilassarsi nella mente o nel corpo. Le strategie utilizzate dai praticanti hanno quindi coinvolto la consapevolezza interocettiva e l'attivazione del sistema nervoso parasimpatico, nelle quali l'insula gioca un ruolo importante.

Il miglioramento della consapevolezza interocettiva viene evidenziato come fattore chiave nella gestione del dolore dall'analisi della letteratura in (Voss *et al.*, 2023), che si è focalizzata sui correlati neurali di diverse pratiche "mente-corpo", incluso lo yoga, nel dolore. I suoi autori concludono che chi pratica regolarmente, oltre a sviluppare una miglior capacità di elaborazione interocettiva (associata fortemente all'insula) dei segnali ascendenti del dolore, la integra con una miglior capacità di elaborazione cognitiva e regolazione emozionale nel percorso discendente (associata all'ACC e ad aree della corteccia prefrontale), e tale integrazione viene favorita e si manifesta in un atteggiamento di accettazione delle sensazioni corporee, incluso il dolore.

Come visto nella sezione precedente, stress, ansia e depressione giocano un ruolo negativo nel dolore e nella sofferenza da esso generata, ma alla luce delle diverse evidenze scientifiche disponibili, analizzate in dettaglio in capitoli precedenti del libro, lo yoga può contribuire a mitigare sia stress e ansia (Capitolo 3) sia la depressione (Capitolo 4). Di conseguenza, lo yoga può contribuire positivamente alla gestione del dolore anche attraverso i miglioramenti nei livelli di stress, ansia e depressione.

Il fatto che la triade dello yoga includa una componente meditativa è un altro importante contributo alla gestione del dolore. Esiste infatti un'ampia letteratura che ha studiato specificamente il beneficio della meditazione nel contesto del dolore, anche svelando alcuni meccanismi neurali con la quale essa lo apporta. La rassegna di studi di neuroscienze su mindfulness e

attenuazione del dolore in (Zeidan & Vago, 2016) identifica due principali meccanismi che si sviluppano in fasi temporali diverse. Dapprima, quando una persona è un mediatore principiante, si assiste alla capacità di reclutare una parte della corteccia prefrontale, della corteccia cingolata, e dell'insula per regolare al ribasso, attraverso degli spostamenti dell'attenzione, l'informazione sul dolore che dai nervi raggiunge il talamo, riducendo così sia la componente sensoriale che emotiva del dolore. Quando la persona diventa una meditatrice esperta, si riscontra poi l'instaurarsi di una diversa capacità che consiste nel disaccoppiare la componente sensoriale del dolore, con un incremento dell'attivazione della corteccia somatosensoriale, da quella della valutazione del dolore e dell'influenza del contesto, con un'attenuazione dell'attivazione della vmPFC, area della corteccia prefrontale che è collegata alla componente emotiva del dolore (*Ibid.*). La minor attivazione della vmPFC nei meditatori esperti di fronte al dolore è stata ulteriormente confermata da studi successivi, che l'hanno anche interpretata in termini di una minor identificazione soggettiva del mediatore con il proprio dolore, in quanto la vmPFC è fortemente coinvolta nell'esperienza di sé (Riegner *et al.*, 2023).

Lo yoga può infine esercitare un ruolo benefico nel dolore anche attraverso la componente fisica della triade, che può migliorare postura, equilibrio, forza e flessibilità. In tal senso, sono diverse le linee guida mediche che raccomandano l'esercizio fisico ai fini della riduzione del dolore in un'ampia varietà di patologie (International Association for the Study of Pain, 2020). L'analisi di diverse rassegne su esercizio fisico e dolore cronico in (Geneen *et al.*, 2017), per un totale di 381 studi, conclude che l'attività fisica e l'esercizio fisico sono un intervento che può portare miglioramenti sia nell'intensità del dolore che nella funzionalità fisica e di conseguenza nella qualità della vita. Viene anche messo in evidenza che la maggior parte di effetti avversi riportati consistono in aumenti del dolore o comparsa di dolori muscolari che si risolvono però dopo poche settimane. La parte fisica dello yoga non è esente da tali rischi, soprattutto quando viene praticata senza rispettare i limiti del proprio corpo, e la letteratura ha anche riportato casi di lesioni e fratture che suggeriscono di prestare particolare attenzione nell'esecuzione delle āsana, in special modo se caratterizzate da flessione o estensione estrema (Lee *et al.*, 2019). Una caratteristica fondamentale di una buona pratica yoga è proprio quella di

imparare ad ascoltare il proprio corpo e farsi guidare dai suoi limiti, per non eccederli. Tuttavia, la scelta di un programma yoga deve essere appropriata per le caratteristiche fisiche della persona e quindi valutata caso per caso (*Ibid.*).

Gli studi in letteratura sull'uso dello yoga nel dolore sono decisamente numerosi e considerano un ampio spettro di patologie. Sono quindi disponibili rassegne e meta-analisi, anche focalizzate su un tipo di dolore o patologia specifica. Un tentativo di integrare le informazioni provenienti dalle diverse rassegne è stato compiuto in (Crevelário De Melo *et al.*, 2021) e ha riguardato 10 rassegne pubblicate fino al 2019. Gli autori concludono con pareri favorevoli allo yoga rispetto ai trattamenti standard, con le evidenze più forti nei casi di lombalgia e dolore cervicale, ma con evidenze anche per il dolore associato alla fibromialgia, artrosi, artrite reumatoide, sindrome del tunnel carpale e sindrome del colon irritabile.

Rassegne pubblicate dopo il 2019 hanno poi contribuito a raffinare le conoscenze su specifiche patologie. È questo il caso della lombalgia (dolore alla bassa schiena). La lombalgia è la patologia muscoloscheletrica più comune a livello mondiale, è la principale causa di limitazione delle attività delle persone e assenteismo dal lavoro, e ha quindi un enorme costo sociale, sanitario ed economico (A. Wu *et al.*, 2020). Non stupisce quindi che a tale problematica venga dedicata una quantità imponente di studi scientifici, anche facendo uso dello yoga fra le possibili opzioni, tanto che sono disponibili meta-analisi del possibile ruolo dello yoga per alleviare il dolore lombare. La meta-analisi in (Zhu *et al.*, 2020) ha considerato 18 studi con gruppo di controllo che confrontavano lo yoga con approcci che non includono l'esecuzione di esercizi fisici (assistenza convenzionale e interventi educativi) oppure con l'esercizio fisioterapico. Nel confronto con gli approcci non basati sull'esercizio fisico, lo yoga si è dimostrato superiore sia nel mitigare il dolore che nel ridurre il livello di disabilità funzionale delle persone con lombalgia. Nel confronto fra yoga ed esercizio fisioterapico, non è invece emersa superiorità di uno dei due approcci rispetto all'altro. Una meta-analisi più corposa degli studi con gruppo di controllo su yoga e lombalgia è successivamente apparsa in (Anheyer *et al.*, 2022) e ha riguardato 27 studi. I tipi di yoga specificati erano Hatha (7 studi), Iyengar (7 studi), Vini (2 studi), Kundalini (1 studio), mentre 7 studi lo descrivevano come un programma di yoga terapeutico e i rimanenti 3

studi non specificavano un tipo particolare di yoga. Nei confronti con condizioni di controllo inattive (assistenza convenzionale o lista di attesa) lo yoga ha diminuito sia dolore che disabilità funzionale a breve termine, e tali effetti si sono poi mantenuti anche a lungo termine. Nei confronti con condizioni di controllo attive (varie forme di esercizio fisico per la lombalgia), non ci sono state differenze significative nei risultati ottenuti a breve o lungo termine. L'appropriatezza dello yoga per la lombalgia è sancita anche dalle linee guida ufficiali dell'associazione americana di medicina interna (American College of Physicians, ACP) che già dal 2017 raccomanda fortemente come primo approccio alla lombalgia quello non farmacologico e include lo yoga fra gli approcci non farmacologici impiegabili (Qaseem *et al.*, 2017).

Lo yoga è di crescente interesse anche nell'ambito delle malattie reumatologiche (per esempio, artrosi, fibromialgia, artrite reumatoide, spondilite anchilosante,...) che possono colpire cartilagini, tendini, legamenti e ossa e che comportano serie problematiche di dolore e infiammazione, con limitazioni al movimento e alle attività della vita quotidiana (Kocyigit *et al.*, 2023). Tale interesse è motivato dai meccanismi multipli con cui lo yoga potrebbe portare beneficio ad alcune di queste condizioni (*Ibid.*): il rafforzamento dei muscoli riduce il carico sulle giunture; l'aumento di flessibilità può attenuare le limitazioni alla libertà di movimento in gradi (*range of motion* o *ROM*) che le articolazioni possono esprimere; le tecniche di respirazione e rilassamento aumentano l'attivazione del sistema nervoso parasimpatico riducendo la connessione stress-dolore tipica di queste malattie croniche; infine, le relazioni positive che sono state finora scoperte tra yoga e sistema immunitario (esaminate in capitoli precedenti) potrebbero aiutare a mitigare l'infiammazione.

La malattia reumatologica più diffusa è l'artrosi, che colpisce circa il 19% della popolazione e la cui diffusione aumenta con l'età raggiungendo circa il 54% nella popolazione dai 75 anni in su (Elgaddal *et al.*, 2024), manifestandosi con una distruzione degenerativa delle articolazioni associata a dolore, rigidità, gonfiore, limitazioni al movimento e alla deambulazione. La meta-analisi in (Lu *et al.*, 2024) ha esaminato 8 studi con gruppo di controllo (nella maggior parte dei casi attivo) dei possibili effetti dello yoga sull'artrosi del ginocchio. Quattro studi impiegavano Hatha yoga, uno studio utilizzava esercizi yoga eseguiti su una sedia, gli

altri tre non specificavano un tipo particolare di yoga. I risultati complessivi hanno indicato miglioramenti significativi nel dolore, nella rigidità e nella funzionalità fisica rispetto ai gruppi di controllo. La più ampia meta-analisi in (Biswas *et al.*, 2024), non limitandosi al ginocchio, è riuscita ad analizzare 14 studi con gruppo di controllo (sia di tipo farmacologico sia non farmacologico). I risultati indicano un'efficacia dello yoga per l'artrosi nel miglioramento del dolore e della funzionalità. Gli autori si sono poi concentrati sull'analizzare in dettaglio che āsana specifiche venivano fatte praticare nei 10 studi che hanno avuto successo. Come accennato in precedenza, lo yoga praticato in situazioni di dolore fisico deve essere adattato alla patologia specifica e l'analisi dei 10 studi ha catalogato un totale di 34 āsana con una prevalenza di quelle sedute (12) e in piedi (10) e una minor presenza di quelle supine (8) e prone (4). È stato poi riscontrato l'uso complessivo di 8 esercizi di respirazione e di 3 tecniche classificate come meditazione o rilassamento. In quattro programmi, le singole āsana erano state anche modificate per tenere conto delle caratteristiche dell'artrosi. Dei 10 programmi, 3 includevano l'intera triade dello yoga, 3 utilizzavano le componenti āsana e prāṇāyāma, uno faceva ricorso ad āsana e meditazione, e uno includeva soltanto la parte di āsana. L'utilità dello yoga per l'artrosi è confermata anche dalle indicazioni ufficiali delle due più importanti organizzazioni scientifico-sanitarie in reumatologia: la statunitense American College of Rheumatology e l'europea EULAR (quest'ultima rappresenta sia i sanitari che i pazienti che le società scientifiche reumatologiche di tutti i paesi europei). Infatti, nel 2019, in base alle evidenze fino a quel momento disponibili, l'American College of Rheumatology ha incluso lo yoga fra le pratiche che raccomanda per l'artrosi del ginocchio (Kolasinski *et al.*, 2020). Qualche anno più tardi, nel 2022, ha poi incluso lo yoga anche fra le pratiche raccomandabili per l'artrite reumatoide (England *et al.*, 2023), una malattia autoimmune che affligge circa lo 0,5%-1% della popolazione, colpendo buona parte delle articolazioni, in particolare quelle delle mani e dei piedi, e deformandole nel tempo con gravi problemi di dolore cronico e perdita irreversibile di funzionalità. Da parte sua, EULAR ha incluso lo yoga nelle pratiche considerabili per l'artrite reumatoide e più in generale per le artriti infiammatorie croniche (Nikiphorou *et al.*, 2021), la fibromialgia (Macfarlane *et al.*, 2017) e l'artrosi del ginocchio (Moseng *et al.*, 2024).

Un altro tipo di dolore che è stato approfondito in alcuni studi sullo yoga è la cefalea (mal di testa). La meta-analisi in (Anheyer *et al.*, 2020) ha esaminato 5 studi con gruppo di controllo, traendo la conclusione che lo yoga può ridurre la frequenza, la durata e l'intensità del dolore ma i risultati significativi degli studi sono stati ottenuti con le cefalee di tipo tensivo. Sorge quindi l'interrogativo se lo yoga possa essere utile anche in caso di emicrania. Dato che le evidenze in tal senso sono controverse, la meta-analisi in (Q. Wu *et al.*, 2022) ha esaminato 5 studi con gruppo di controllo condotti su pazienti che soffrono di emicrania, concludendo che lo yoga può contribuire a ridurre la frequenza degli episodi di emicrania, mentre non sono emersi miglioramenti nell'intensità del dolore.

La sindrome del colon irritabile è una patologia che fra i suoi sintomi include anche dolore cronico viscerale, ed è caratterizzata da relazioni bidirezionali con la sfera psicologica. Alcuni studi si sono concentrati sull'impiego dello yoga in questo specifico contesto e la rassegna in (Schumann *et al.*, 2016) ha esaminato 6 studi con gruppo di controllo. I tipi di yoga impiegati erano Hatha (2 studi), Iyengar (2 studi), Hatha e Iyengar assieme (1 studio) e un programma di āsana senza uno stile dichiarato (1 studio). Gli autori concludono a favore dello yoga: le evidenze esaminate suggeriscono che esso possa avere maggiori benefici per i sintomi della sindrome del colon irritabile rispetto alle terapie convenzionali, sebbene l'eterogeneità dei 6 studi non consenta di pervenire a una raccomandazione clinica. La successiva rassegna in (D'Silva *et al.*, 2020) è in linea con le conclusioni della precedente e descrive lo yoga come apportatore di maggiori benefici rispetto alla terapia farmacologica e come equivalente agli interventi basati sulla dieta o sulla camminata di intensità moderata per la sindrome del colon irritabile, rimarcando che il numero di studi in letteratura è però ancora limitato.

L'efficacia dello yoga in ulteriori e diversi tipi di dolore è indicata dalla sua inclusione come attività suggerita nelle linee guide ufficiali per altre patologie specifiche, oltre a quelle sopra menzionate. Per esempio, nel dolore oncologico, lo yoga è stato ufficialmente incluso nelle linee guida della società americana di oncologia clinica (ASCO) fra i rimedi che possono essere offerti al paziente che soffre di dolore dopo il trattamento per cancro al seno, alla testa o al collo (Mao *et al.*, 2022). L'associazione americana di malattie infettive (Infectious Disease Society of America)

include lo yoga negli approcci non farmacologici al dolore per i pazienti affetti dal virus HIV (Bruce *et al.*, 2017). Le linee guida cliniche dell'associazione americana delle ostetriche e ginecologi (ACOG) indicano che lo yoga può essere considerato per il dolore pelvico cronico se di origine muscoloscheletrica (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2020). L'uso dello yoga nel dolore viene poi visto favorevolmente dal CDC, l'organismo di controllo della salute pubblica statunitense, le cui linee guida sulla gestione del dolore raccomandano di massimizzare l'uso di trattamenti non farmacologici, citando poi come approcci non farmacologici adottabili l'esercizio fisico e interventi "mente-corpo" ai quali appartiene anche lo yoga (Centers for Disease Control and Prevention, 2022). Infine, i comportamenti della popolazione indicano una tendenza di costante crescita nel ricorso alla yoga come approccio non farmacologico per il dolore. In particolare, dai censimenti ufficiali degli Stati Uniti sull'uso di terapie complementari nel periodo dal 2002 al 2022, risulta che lo yoga è l'approccio che ha conosciuto una maggiore crescita nel ventennio: più specificamente, all'interno della popolazione che usa approcci complementari alla salute, la percentuale di chi ricorre allo yoga per la mitigazione del dolore è stata 11,4% nel 2002, 22,8% nel 2012 e 28.8% nel 2022 (Nahin *et al.*, 2024.).

## Riferimenti

- American College of Obstetricians and Gynecologists. (2020). Chronic Pelvic Pain. *ACOG Practice Bulletin*, 135(3), e98–e109.
- Anheyer, D., Haller, H., Lauche, R., Dobos, G., & Cramer, H. (2022). Yoga for treating low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Pain*, 163(4), e504–e517. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002416>
- Anheyer, D., Klose, P., Lauche, R., Saha, F.J., & Cramer, H. (2020). Yoga for Treating Headaches: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of General Internal Medicine*, 35(3), 846-854. <https://doi.org/10.1007/s11606-019-05413-9>
- Bascour-Sandoval, C., Salgado-Salgado, S., Gómez-Milán, E., Fernández-Gómez, J., Michael, G.A., & Gálvez-García, G. (2019). Pain and Distraction According to Sensory Modalities: Current Findings and Future Directions. *Pain Practice*, 19(7), 686-702. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/papr.12799>

- Biswas, I., Nalbant, G., Lewis, S., & Chattopadhyay, K. (2024). Key characteristics of effective yoga interventions for managing osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Rheumatology International*. <https://doi.org/10.1007/s00296-024-05652-y>
- Bruce, R. D., Merlin, J., Lum, P. J., Ahmed, E., Alexander, C., Corbett, A.H., Foley, K., Leonard, K., Treisman, G.J., & Selwyn, P. (2017). 2017 HIV Medicine Association of Infectious Diseases Society of America Clinical Practice Guideline for the Management of Chronic Pain in Patients Living With Human Immunodeficiency Virus. *Clinical Infectious Diseases*, 65(10), 1601-1606. <https://doi.org/10.1093/cid/cix848>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2022). *Nonopioid Therapies for Pain Management*. <https://www.cdc.gov/overdose-prevention/hcp/clinical-care/nonopioid-therapies-for-pain-management.html>
- Chae, Y., Park, H.-J., & Lee, I.-S. (2022). Pain modalities in the body and brain: Current knowledge and future perspectives. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 139, 104744. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104744>
- Colloca, L., & Barsky, A.J. (2020). Placebo and Nocebo Effects. *New England Journal of Medicine*, 382(6), 554-561. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1907805>
- Crevelário De Melo, R., Victoria Ribeiro, A.Â., Luquine Jr, C.D., De Bortoli, M.C., Toma, T.S., & Barreto, J.O.M. (2021). Effectiveness and safety of yoga to treat chronic and acute pain: A rapid review of systematic reviews. *BMJ Open*, 11(12), e048536. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-048536>
- De Ridder, D., Adhia, D., & Vanneste, S. (2021). The anatomy of pain and suffering in the brain and its clinical implications. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 130, 125-146. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.08.013>
- D'Silva, A., MacQueen, G., Nasser, Y., Taylor, L.M., Vallance, J.K., & Raman, M. (2020). Yoga as a Therapy for Irritable Bowel Syndrome. *Digestive Diseases and Sciences*, 65(9), 2503-2514. <https://doi.org/10.1007/s10620-019-05989-6>
- Elgaddal, N., Kramarow, E., Weeks, J., & Reuben, C. (2024). *Arthritis in Adults Age 18 and Older: United States, 2022*. National Center for Health Statistics (U.S.). <https://doi.org/10.15620/cdc:145594>
- England, B.R., Smith, B.J., Baker, N.A., Barton, J.L., Oatis, C.A., Guyatt, G., Anandarajah, A., Carandang, K., Chan, K.K., Constien, D., Davidson, E., Dodge, C.V., Bemis-Dougherty, A., Everett, S., Fisher, N., Fraenkel, L., Goodman, S.M., Lewis, J., Menzies, V., ... Treadwell, J.R. (2023). 2022 American College of Rheumatology Guideline for Exercise, Rehabilitation, Diet, and Additional Integrative Interventions for Rheumatoid Arthritis. *Arthritis Care & Research*, 75(8), 1603-1615. <https://doi.org/10.1002/acr.25117>
- European Pain Federation. (2022). *What is the biopsychosocial model of pain?* <https://europeanpainfederation.eu/what-is-the-bio-psycho-social-model-of-pain/>
- Freberg, L. (2024). *Discovering behavioral neuroscience: An introduction to biological psychology* (Fifth edition). Cengage.
- Galambos, A., Szabó, E., Nagy, Z., Édes, A.E., Kocsel, N., Juhász, G., & Kökönyei, G. (2019). A systematic review of structural and functional MRI studies on pain

- catastrophizing. *Journal of Pain Research*, Volume 12, 1155-1178. <https://doi.org/10.2147/JPR.S192246>
- Garcia-Larrea, L., & Peyron, R. (2013). Pain matrices and neuropathic pain matrices: A review. *Pain*, 154(Supplement 1), S29-S43. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.09.001>
- Geneen, L.J., Moore, R.A., Clarke, C., Martin, D., Colvin, L.A., & Smith, B.H. (2017). Physical activity and exercise for chronic pain in adults: An overview of Cochrane Reviews. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2020(2). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011279.pub3>
- Gilam, G., Gross, J.J., Wager, T.D., Keefe, F.J., & Mackey, S. C. (2020). What Is the Relationship between Pain and Emotion? Bridging Constructs and Communities. *Neuron*, 107(1), 17-21. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2020.05.024>
- Henn, A.T., Larsen, B., Frahm, L., Xu, A., Adebimpe, A., Scott, J.C., Linguiti, S., Sharma, V., Basbaum, A.I., Corder, G., Dworkin, R.H., Edwards, R.R., Woolf, C.J., Habel, U., Eickhoff, S.B., Eickhoff, C.R., Wagels, L., & Satterthwaite, T.D. (2023). Structural imaging studies of patients with chronic pain: An anatomical likelihood estimate meta-analysis. *Pain*, 164(1), e10–e24. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002681>
- IASP Subcommittee on Taxonomy. (1979). Pain terms: A list with definitions and notes on usage. Recommended by the IASP Subcommittee on Taxonomy. *Pain*, 6, 249-252.
- International Association for the Study of Pain. (2020). Physical Activity for Pain Prevention. *IASP Fact Sheet*. <https://www.iasp-pain.org/resources/fact-sheets/physical-activity-for-pain-prevention/>
- International Association for the Study of Pain. (2021). *Acute pain*. <https://www.iasp-pain.org/resources/topics/acute-pain/>
- Kandel, E.R., Koester, J., Mack, S., & Siegelbaum, S. (A c. Di). (2021). *Principles of neural science* (Sixth edition). McGraw Hill.
- Kocyigit, B.F., Sagtaganov, Z., & Yessirkepov, M. (2023). The effectiveness of yoga as a form of exercise in the management of rheumatic diseases. *Rheumatology International*, 43(5), 795-801. <https://doi.org/10.1007/s00296-023-05291-9>
- Kohl, A., Rief, W., & Glombiewski, J.A. (2013). Acceptance, Cognitive Restructuring, and Distraction as Coping Strategies for Acute Pain. *The Journal of Pain*, 14(3), 305-315. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2012.12.005>
- Kolasinski, S.L., Neogi, T., Hochberg, M.C., Oatis, C., Guyatt, G., Block, J., Callahan, L., Copenhaver, C., Dodge, C., Felson, D., Gellar, K., Harvey, W.F., Hawker, G., Herzig, E., Kwoh, C.K., Nelson, A.E., Samuels, J., Scanzello, C., White, D., ... Reston, J. (2020). 2019 American College of Rheumatology/Arthritis Foundation Guideline for the Management of Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee. *Arthritis & Rheumatology*, 72(2), 220-233. <https://doi.org/10.1002/art.41142>
- Lee, M., Huntoon, E.A., & Sinaki, M. (2019). Soft Tissue and Bony Injuries Attributed to the Practice of Yoga: A Biomechanical Analysis and Implications for Management. *Mayo Clinic Proceedings*, S0025619618309406. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2018.09.024>
- Loeser, J.D. (2000). Pain and Suffering: *The Clinical Journal of Pain*, 16(Supplement), S2–S6. <https://doi.org/10.1097/00002508-200006001-00002>

- Lu, J., Kang, J., Huang, H., Xie, C., Hu, J., Yu, Y., Jin, Y., & Wen, Y. (2024). The impact of Yoga on patients with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLOS ONE*, *19*(5), e0303641. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303641>
- Luque-Suarez, A., Martinez-Calderon, J., & Falla, D. (2019). Role of kinesiophobia on pain, disability and quality of life in people suffering from chronic musculoskeletal pain: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, *53*(9), 554-559. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098673>
- Macfarlane, G.J., Kronisch, C., Dean, L.E., Atzeni, F., Häuser, W., Fluß, E., Choy, E., Kosek, E., Amris, K., Branco, J., Dincer, F., Leino-Arjas, P., Longley, K., McCarthy, G.M., Makri, S., Perrot, S., Sarzi-Puttini, P., Taylor, A., & Jones, G. T. (2017). EULAR revised recommendations for the management of fibromyalgia. *Annals of the Rheumatic Diseases*, *76*(2), 318-328. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2016-209724>
- Mao, J.J., Ismaila, N., Bao, T., Barton, D., Ben-Arye, E., Garland, E.L., Greenlee, H., Leblanc, T., Lee, R. T., Lopez, A.M., Loprinzi, C., Lyman, G. H., MacLeod, J., Master, V.A., Ramchandran, K., Wagner, L.I., Walker, E. M., Bruner, D.W., Witt, C.M., & Bruera, E. (2022). Integrative Medicine for Pain Management in Oncology: Society for Integrative Oncology–ASCO Guideline. *Journal of Clinical Oncology*, *40*(34), 3998-4024. <https://doi.org/10.1200/JCO.22.01357>
- McCracken, L.M., Yu, L., & Vowles, K.E. (2022). New generation psychological treatments in chronic pain. *British Medical Journal*, e057212. <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-057212>
- Moseng, T., Vliet Vlieland, T.P.M., Battista, S., Beckwée, D., Boyadzhieva, V., Conaghan, P.G., Costa, D., Doherty, M., Finney, A.G., Georgiev, T., Gobbo, M., Kennedy, N., Kjekten, I., Kroon, F.P.B., Lohmander, L. S., Lund, H., Mallen, C.D., Pavelka, K., Pitsillidou, I. A., ... Østerås, N. (2024). EULAR recommendations for the non-pharmacological core management of hip and knee osteoarthritis: 2023 update. *Annals of the Rheumatic Diseases*, *83*(6), 730-740. <https://doi.org/10.1136/ard-2023-225041>
- Nahin, R.L., Rhee, A., & Stussman, B. (2024). Use of Complementary Health Approaches Overall and for Pain Management by US Adults. *Journal of the American Medical Association*. <https://doi.org/10.1001/jama.2023.26775>
- Nicholas, M.K. (2022). The biopsychosocial model of pain 40 years on: Time for a reappraisal? *Pain*, *163*(S1), S3–S14. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002654>
- Nicolardi, V., Simione, L., Scaringi, D., Malinowski, P., Yordanova, J., Kolev, V., Mauro, F., Giommi, F., Barendregt, H. P., Aglioti, S.M., & Raffone, A. (2024). The Two Arrows of Pain: Mechanisms of Pain Related to Meditation and Mental States of Aversion and Identification. *Mindfulness*, *15*(4), 753-774. <https://doi.org/10.1007/s12671-021-01797-0>
- Nikiphorou, E., Santos, E.J. F., Marques, A., Böhm, P., Bijlsma, J. W., Daien, C. I., Esbensen, B.A., Ferreira, R.J. O., Fragoulis, G. E., Holmes, P., McBain, H., Metsios, G. S., Moe, R.H., Stamm, T. A., De Thurah, A., Zabalán, C., Carmona, L., & Bosworth, A. (2021). 2021 EULAR recommendations for the implementation of self-management

- strategies in patients with inflammatory arthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 80(10), 1278-1285. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2021-220249>
- Qaseem, A., Wilt, T.J., McLean, R.M., Forciea, M.A., & for the Clinical Guidelines Committee of the American College of Physicians. (2017). Noninvasive Treatments for Acute, Subacute, and Chronic Low Back Pain: A Clinical Practice Guideline From the American College of Physicians. *Annals of Internal Medicine*, 166(7), 514. <https://doi.org/10.7326/M16-2367>
- Raja, S.N., Carr, D.B., Cohen, M., Finnerup, N.B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F.J., Mogil, J.S., Ringkamp, M., Sluka, K. A., Song, X.-J., Stevens, B., Sullivan, M. D., Tutelman, P. R., Ushida, T., & Vader, K. (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: Concepts, challenges, and compromises. *Pain*, 161(9), 1976-1982. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>
- Ray, W.J. (2024). *Fundamentals of brain and behavior: An introduction to human neuroscience*. Routledge.
- Riegner, G., Posey, G., Oliva, V., Jung, Y., Mobley, W., & Zeidan, F. (2023). Disentangling self from pain: Mindfulness meditation–induced pain relief is driven by thalamic–default mode network decoupling. *Pain*, 164(2), 280-291. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002731>
- Rosner, J., De Andrade, D.C., Davis, K.D., Gustin, S.M., Kramer, J.L.K., Seal, R. P., & Finnerup, N.B. (2023). Central neuropathic pain. *Nature Reviews Disease Primers*, 9(1), 73. <https://doi.org/10.1038/s41572-023-00484-9>
- Schumann, D., Anheyer, D., Lauche, R., Dobos, G., Langhorst, J., & Cramer, H. (2016). Effect of Yoga in the Therapy of Irritable Bowel Syndrome: A Systematic Review. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 14(12), 1720-1731. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2016.04.026>
- Tobimatsu, S. (2021). Understanding cortical pain perception in humans. *Neurology and Clinical Neuroscience*, 9(1), 24-29. <https://doi.org/10.1111/ncn3.12378>
- Treede, R.-D., Rief, W., Barke, A., Aziz, Q., Bennett, M.I., Benoliel, R., Cohen, M., Evers, S., Finnerup, N.B., First, M.B., Giamberardino, M.A., Kaasa, S., Korwisi, B., Kosek, E., Lavand'homme, P., Nicholas, M., Perrot, S., Scholz, J., Schug, S., ... Wang, S.-J. (2019). Chronic pain as a symptom or a disease: The IASP Classification of Chronic Pain for the International Classification of Diseases (ICD-11). *Pain*, 160(1), 19-27. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001384>
- Tu, Y., Zhang, L., & Kong, J. (2022). Placebo and nocebo effects: From observation to harnessing and clinical application. *Translational Psychiatry*, 12(1), 524. <https://doi.org/10.1038/s41398-022-02293-2>
- Vandael, K., Vervliet, B., Peters, M., & Meulders, A. (2023). Excessive generalization of pain-related avoidance behavior: Mechanisms, targets for intervention, and future directions. *Pain*, 164(11), 2405-2410. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002990>
- Villemure, C., Eko, M., Cotton, V.A., & Bushnell, M.C. (2014). Insular Cortex Mediates Increased Pain Tolerance in Yoga Practitioners. *Cerebral Cortex*, 24(10), 2732-2740. <https://academic.oup.com/cercor/article/24/10/2732/307000>

- Vlaeyen, J.W.S., Crombez, G., & Linton, S. J. (2016). The fear-avoidance model of pain. *Pain*, 157(8), 1588-1589. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000574>
- Voss, S., Boachie, D.A., Nieves, N., & Gothe, N. P. (2023). Mind-body practices, interoception and pain: A scoping review of behavioral and neural correlates. *Annals of Medicine*, 55(2), 2275661. <https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2275661>
- Wiech, K. (2016). Deconstructing the sensation of pain: The influence of cognitive processes on pain perception. *Science*, 354(6312), 584-587. <https://doi.org/10.1126/science.aaf8934>
- Wu, A., March, L., Zheng, X., Huang, J., Wang, X., Zhao, J., Blyth, F. M., Smith, E., Buchbinder, R., & Hoy, D. (2020). Global low back pain prevalence and years lived with disability from 1990 to 2017: Estimates from the Global Burden of Disease Study 2017. *Annals of Translational Medicine*, 8(6), 299-299. <https://doi.org/10.21037/atm.2020.02.175>
- Wu, Q., Liu, P., Liao, C., & Tan, L. (2022). Effectiveness of yoga therapy for migraine: A meta-analysis of randomized controlled studies. *Journal of Clinical Neuroscience*, 99, 147-151. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2022.01.018>
- Yarns, B.C., Cassidy, J.T., & Jimenez, A.M. (2022). At the intersection of anger, chronic pain, and the brain: A mini-review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 135, 104558. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104558>
- Zeidan, F., & Vago, D.R. (2016). Mindfulness meditation–based pain relief: A mechanistic account. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1373(1), 114-127. <https://doi.org/10.1111/nyas.13153>
- Zhu, F., Zhang, M., Wang, D., Hong, Q., Zeng, C., & Chen, W. (2020). Yoga compared to non-exercise or physical therapy exercise on pain, disability, and quality of life for patients with chronic low back pain: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLOS ONE*, 15(9), e0238544. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238544>

- 
- 1 con riferimento ai tessuti organici che costituiscono il corpo.
  - 2 La nocicezione è il processo con cui il sistema nervoso codifica gli stimoli nocivi, cioè gli stimoli che danneggiano o minacciano di danneggiare i normali tessuti del corpo (<https://www.iasp-pain.org/resources/terminology/>).
  - 3 Per esempio, spingendo la persona a proteggersi dagli stimoli nocivi.
  - 4 I sei tipi specifici identificati dall'ICD-11 sono: (i) dolore oncologico cronico, causato dal cancro o dai trattamenti per il cancro (chirurgici, chemioterapici e radioterapici), (ii) dolore cronico a seguito di intervento chirurgico o trauma fisico, (iii) dolore cronico neuropatico, cioè originato da una lesione o una malattia che ha colpito il sistema nervoso (per esempio, trauma a un nervo, diabete, ictus,...), (iv) emicrania secondaria cronica o dolore orofacciale cronico, (v) dolore viscerale cronico secondario, che ha origine da organi interni nelle cavità collo/testa, toracica o pelvica, (vi) dolore cronico secondario muscolo-scheletrico. Si noti che ci possono

essere sovrapposizioni fra alcune categorie, per esempio un dolore neuropatico può avere origine da una patologia oncologica o dai trattamenti per tale patologia.

- 5 La parte della corteccia cerebrale che riceve le informazioni dei nocicettori ed è organizzata come una mappa del corpo: le diverse parti del corpo hanno precise e diverse localizzazioni nella corteccia somatosensoriale.

## CAPITOLO 6

# LO YOGA E IL CORPO NELLA SOCIETÀ DIGITALE DEL TECHNOSTRESS

Questo capitolo esamina come le trasformazioni introdotte dalla moderna società dell'informazione, invece che rendere meno attuale la disciplina dello yoga, la arricchiscano di nuove prospettive e ruoli. Dapprima, viene considerata la particolare forma di stress (technostress) che caratterizza un uso non equilibrato di strumenti digitali, riassumendo ricerche sull'argomento nell'area scientifica specifica della “human-computer interaction” e anche delle neuroscienze. Viene poi illustrato il ruolo che lo yoga può assumere nel mitigare il technostress, uno dei fattori che può contribuire a spiegare il crescente interesse verso la pratica nella popolazione. La discussione viene successivamente estesa al più ampio tema dell'esperienza del corpo (embodiment) nella società digitale, mostrando che anche in tal caso lo yoga può giocare un ruolo importante nella direzione di un embodiment positivo. Infine, vengono brevemente considerate nuove opportunità che il digitale offre per l'apprendimento dello yoga.

### *6.1 Il technostress*

Durante i primi decenni del XXI secolo, si è verificato un rapidissimo cambiamento in tutte le società industrializzate che ha visto le persone affidarsi sempre più a tecnologie digitali nell'eseguire gran parte dei propri compiti, non solo nelle attività professionali ma anche nella vita privata, per

esempio a fini di intrattenimento o socializzazione. Uno degli indicatori di quanto vertiginosa sia stata questa trasformazione è dato dalle statistiche ufficiali della Banca Mondiale sulla percentuale di popolazione che usa Internet (World Bank, 2024): in Italia, tale percentuale era un mero 1% nel 1996, saliva poi drasticamente fino a raggiungere il 23% nel 2000, continuando poi a crescere senza sosta fino a raggiungere il 54% nel 2010, 70% nel 2020, 85% nel 2022. La [figura 6.1](#) illustra graficamente questa crescita. Se poi si considerano le statistiche sulle famiglie residenti in Italia con almeno un componente di 16-74 anni, il tasso di diffusione di Internet nel 2023 raggiungeva il 91,9% (ISTAT, 2023).

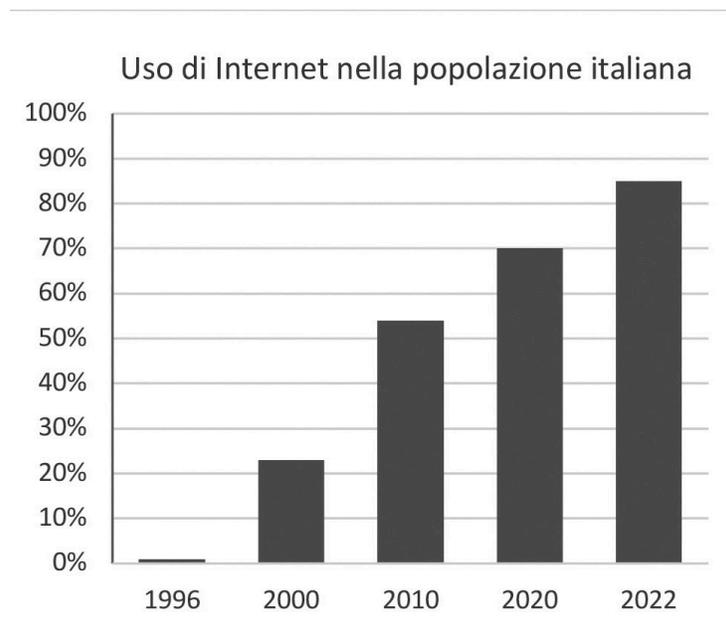


Figura 6.1. Uso di Internet nella popolazione italiana. Fonte: Banca Mondiale (World Bank, 2024)

Sebbene la trasformazione digitale abbia chiari vantaggi nel rendere molto più pratiche, economiche ed efficienti le attività che in precedenza si svolgevano con mezzi non digitali<sup>1</sup>, l'altra faccia della medaglia è che i cambiamenti nei metodi di lavoro e di relazione fra esseri umani, e l'accelerazione che il digitale imprime, costituiscono per molte persone nuove fonti di stress, tanto che è stato coniato il termine specifico "technostress" per caratterizzarle. Più precisamente, il *technostress* viene

definito come una forma particolare di stress associata alle tecnologie della comunicazione e dell'informazione quali Internet, i dispositivi mobili (per es., smartphone) e i social media (American Psychological Association, 2018). Sebbene inizialmente il technostress fosse considerato una forma di stress di tipo occupazionale (cioè legata alla vita lavorativa delle persone, sempre più dominata dall'uso di computer) e studiato quindi all'interno di contesti organizzativi e aziendali, la crescente diffusione nei diversi aspetti della vita privata dell'uso di strumenti digitali, per esempio i social media, ha esteso il fenomeno del technostress anche alla vita non lavorativa della persone.

Per comprendere meglio il technostress, che sfortunatamente può andare a sommarsi alle fonti di stress tradizionali, è utile esaminare il contesto in cui nasce e alcuni fattori specifici che lo favoriscono. Un primo aspetto da considerare riguarda il carico cognitivo imposto all'utente dal contesto digitale, spesso eccessivo rispetto alle capacità di attenzione, memoria ed elaborazione delle informazioni dell'essere umano (Klingberg, 2009). In tale *sovraccarico cognitivo*, le informazioni e stimoli che la persona riceve sono troppi per poter essere tutti considerati e anche per poter essere utilizzati in maniera proficua per la realizzazione dei propri obiettivi, portandola ad agire in modalità cognitivamente subottimali e favorendo scelte e comportamenti automatici, non consapevoli (Parlangeli, 2012). Inoltre, il flusso elevato di continua nuova informazione che caratterizza il technostress può portare le persone a sentirsi ansiose e sopraffatte (American Psychological Association, 2018). Tale situazione è esacerbata dal fatto che la quantità di informazioni e stimoli digitali disponibili è in continuo aumento, per esempio nel social media Facebook venivano condivisi 684000 contenuti al minuto nel 2013 e tale numero è salito negli anni fino a raggiungere 1700000 contenuti al minuto nel 2023 (Domo Inc., 2023).

La situazione viene ulteriormente compromessa dalla pressione temporale che si percepisce nell'uso di computer e smartphone (Chittaro & Castiglione, 2024), in parte dovuta alla tecnologia (per esempio, applicazioni digitali che operano velocemente e che, implicitamente o esplicitamente, richiedono tempi di risposta veloci all'utente) e in parte alle interazioni con altri utenti (per esempio, la ricezione di messaggi da persone

che si aspettano una risposta immediata e che interpretano negativamente eventuali ritardi).

Nel cercare di reagire a questa situazione, l'utente adotta spesso la strategia del multitasking, cioè svolgere più compiti contemporaneamente, che viene favorita dai dispositivi digitali anche con funzioni apposite. Ciò porta però cognitivamente la persona in uno stato di *attenzione divisa* (Klingberg, 2009). L'attenzione è una risorsa limitata: se la dividiamo tra più compiti che richiedono ragionamento, siamo costretti a operare continui cambiamenti di contesto mentale (e recupero del contesto di ogni compito sul quale si riprende a ragionare) quando spostiamo l'attenzione da un compito all'altro. Ciò diminuisce la qualità di esecuzione dei compiti e aumenta la possibilità di errori, nonché lo stress.

Tentare di seguire più flussi informativi digitali nella speranza di non perdere nulla, svolgendo più compiti contemporaneamente per gestire tali flussi (*media multitasking*, MMT), è un comportamento talmente diffuso che ha portato alla nascita di un filone di ricerca specifico delle neuroscienze. Uno studio pionieristico molto citato (Ophir *et al.*, 2009) ha confrontato, su varie dimensioni cognitive, persone che ricorrono cronicamente al MMT (*heavy media multitasker*) e persone che vi ricorrono più occasionalmente (*light media multitasker*), mostrando che i primi hanno più difficoltà dei secondi a svolgere compiti che contengono elementi distraenti e risultano più suscettibili a interferenze da parte di stimoli irrilevanti, facendo così pensare che il MMT abbia effetti negativi sul controllo esecutivo. Studi successivi hanno cercato di identificare una possibile base neurale, mostrando differenze strutturali nel cervello (Loh & Kanai, 2014): a prescindere dalla personalità dell'utente, un elevato MMT è associato a densità di materia grigia più bassa nell'ACC, l'area del cervello definita nel Capitolo 2 e che abbiamo poi reincontrato nei Capitoli 4 e 5. I diversi studi sull'MMT sono esaminati in due rassegne della letteratura (Uncapher *et al.*, 2017; Uncapher & Wagner, 2018), che evidenziano correlazioni fra MMT e aspetti cognitivi (per esempio, maggior difficoltà di memoria), psicosociali (per esempio, maggior impulsività) e strutturali (per esempio, il minor volume dell'ACC).

### 6.1.1 *Il caso dei social media*

Fra i vari strumenti digitali esistenti, un imponente numero di ricerche si focalizza sui social media, in quanto molto usati dalla maggioranza della popolazione. Ciò ha permesso di scoprire decine di fattori specifici ai social che sono in relazione con il livello di benessere dell'utente (Chittaro & Castiglione, 2024). Questa sezione ne riassume alcuni fra i principali.

Un primo aspetto riguarda il tipo di contenuti di cui ci si nutre sui social. Per esempio, è stato mostrato che la ricerca e consultazione di notizie e contenuti negativi da parte dell'utente si associa emotivamente a una maggior ansia (Sharma *et al.*, 2022). Uno studio particolarmente ampio in tal senso (più di 69000 utenti coinvolti) è stato realizzato in Francia (Wathelet *et al.*, 2020). Lo studio si è svolto durante il periodo del lockdown COVID-19, mostrando che chi dedicava più tempo a consultare notizie online sul COVID-19 riportava anche maggior livello di ansia, disagio, stress o sintomi depressivi.

La dimensione emotiva dei social, che non riguarda solo i post che si esaminano ma anche le interazioni che si hanno con gli altri utenti, può tradursi per alcuni in uno stato di “esaurimento emotivo”, cioè la sensazione di essere emotivamente sovraesposti e prosciugati. La ricerca in (Sheng *et al.*, 2023) ha mostrato che tanto più l'utente percepiva il sovraccarico di informazioni e stimoli tipico del contesto social, tanto più era probabile provasse la sensazione di esaurimento emotivo. Inoltre, la stessa cosa accadeva quando l'utente percepiva altri stressori tipici dei social, in particolare un sovraccarico di funzioni e opzioni possibili da parte dell'interfaccia social, la sensazione di invasione della propria privacy o l'essere oggetto di comportamenti aggressivi o di abuso da parte di altri utenti.

Molti studi hanno esplorato le possibili associazioni fra uso di social e sintomi depressivi. Una meta-analisi di 33 studi (Yoon *et al.*, 2019) ha confermato la correlazione. Tuttavia, la misurazione del solo *tempo d'uso* dei social è un'informazione troppo limitata e le ricerche più recenti evidenziano l'importanza di considerare anche *che tipo di uso* fa l'utente del social. Una distinzione molto studiata è quella fra *uso attivo*, cioè usare il social per condividere e per interagire con amici, contatti e altre persone,

e *uso passivo*, cioè esaminare i contenuti presenti sul social senza condividere e senza interagire con le persone. Per esempio, uno studio su adulti statunitensi (Escobar-Viera *et al.*, 2018) ha mostrato che a un incremento di uso passivo si associava un aumento di sintomi depressivi e accadeva invece l'opposto con l'uso attivo, mentre uno studio su adolescenti islandesi (Thorisdottir *et al.*, 2019) ha evidenziato che l'uso passivo era in relazione con maggiore ansia e umore depresso e per l'uso attivo la relazione era, anche in questo caso, opposta. Va però considerato che non è un uso attivo qualsiasi a permettere di migliorare il proprio benessere. Come si può immaginare, un utente può fare un uso molto attivo ma controproducente del social, per esempio scrivendo post inappropriati che offendono gli altri utenti, allontanandoli sempre di più da sé, con un conseguente ostracismo e isolamento sociale non certamente raccomandabile per migliorare il proprio benessere (Chittaro & Castiglione, 2024).

Un tipo di uso specifico molto diffuso che si associa particolarmente a sintomi depressivi è il confrontare se stessi con gli altri profili social (Yoon *et al.*, 2019). Gli studi sui diversi effetti del confronto sociale verso l'alto, cioè con profili di persone che si percepisce essere migliori di sé, sono numerosi. La meta-analisi in (McComb *et al.*, 2023) ha considerato i risultati di 48 studi sull'esposizione a profili social che si prestino al confronto verso l'alto. In generale, è emerso un effetto complessivo negativo del confronto verso l'alto rispetto al confronto verso il basso sui social, per quanto riguarda le valutazioni che gli utenti esprimevano su sé stessi e le emozioni che provavano. Il confronto sociale verso l'alto aveva effetti negativi su immagine corporea, autostima, benessere percepito e indicatori di salute mentale.

Anche il livello di dipendenza dell'utente dall'uso del social è più importante del semplice tempo d'uso per quanto riguarda la relazione con i sintomi depressivi, come evidenziato da un'ampia meta-analisi di 531 studi (Shin *et al.*, 2022). Tale meta-analisi ha anche individuato altri fattori che possono giocare un ruolo nel contribuire ai sintomi, in particolare il fatto che alcuni utenti che usano molto i social riducono la quantità di tempo dedicata al sonno e all'esercizio fisico e/o allo stare assieme ad amici e parenti oppure che attraverso i social si trovano a essere più frequentemente vittime di atti di bullismo.

Nell'uso dei social, molti utenti vivono anche una forma di disagio denominata *Fear of Missing Out* (o più brevemente *FoMO*), cioè un timore esagerato di essere esclusi da ciò che sta accadendo sul social, perdendo opportunità di esperienze gratificanti che altri potrebbero star vivendo. La FoMO può arrivare al livello di ansia sociale e spingere a comportamenti problematici come il controllare continuamente cosa sta accadendo nella propria rete sociale digitale. In (Rozgonjuk *et al.*, 2020), la FoMO è stata associata ad un impatto negativo dell'uso dei social sulla produttività lavorativa e sulle attività non lavorative della vita quotidiana (lavori di casa, fare la spesa, prendersi cura dei bambini, attività fisica...). In (Baker *et al.*, 2016), il livello di FoMO è stato associato a maggiori sintomi depressivi e fisici, mentre la ricerca in (Weaver & Swank, 2021) ha mostrato associazioni negative tra FoMO e autostima e tra FoMO e soddisfazione per la vita.

Nella direzione di un maggior benessere della persona nel contesto specifico dei social, la rassegna di (Reinecke *et al.*, 2022) identifica l'autoregolazione come caratteristica cruciale dell'uso equilibrato dei social. Lo studio in (Du *et al.*, 2021) ha seguito utenti social nell'arco di 8 mesi, mostrando che la difficoltà a esercitare autocontrollo rispetto ai social ha un'associazione negativa, e stabile nel tempo, con la vitalità percepita dalla persona. Più in generale, diversi studi hanno mostrato che il livello di mindfulness di una persona svolge un fattore protettivo sui potenziali effetti negativi derivanti dall'uso di strumenti digitali (Chittaro, 2023). Il lettore interessato ad approfondire le diverse dinamiche psicologiche che entrano in gioco nell'uso dei social media, può trovarne un'ampia trattazione divulgativa in (Chittaro & Castigliero, 2024).

## 6.2 Yoga, technostress e interocezione

Il ruolo dello yoga come pratica utile nel contesto di stress, ansia e depressione è già stato discusso in dettaglio nei Capitoli 3 e 4. In tal senso, lo yoga appare come uno strumento che può essere usato nell'affrontare lo scenario moderno del technostress precedentemente riassunto in questo

capitolo. La popolarità dello yoga (v. Sezione 1.4) è cresciuta di pari passo con l'espandersi del digitale nella vita delle persone a cui ha accennato la sezione precedente. Non è irragionevole pensare che al continuo aumento dei praticanti yoga nei primi decenni del XXI secolo abbia contribuito anche il veloce ampliarsi della platea di persone che, nel medesimo periodo di tempo, hanno visto aggiungersi il technostress alle altre pressioni sperimentate nella propria vita quotidiana. Questa congettura si rafforza se si considera il fatto che la mitigazione dello stress è proprio il beneficio più frequentemente riportato dai praticanti yoga in merito al proprio stato di salute (v. Sezione 1.6).

La discussione in merito allo yoga nel contesto del technostress deve però considerare anche un ulteriore fattore, non esaminato nei precedenti capitoli e caratteristico di una vita sempre più "digitale", rispetto al quale lo yoga potrebbe giocare un ruolo speciale. L'interazione con dispositivi digitali quali computer e smartphone richiede di prestare grande attenzione a stimoli e informazioni che appaiono sullo schermo e alla loro elaborazione cognitiva, mentre si rimane in gran parte immobili, riducendo l'attenzione verso il corpo. Vi può essere capitato di rendervi empiricamente conto di questo fenomeno, per esempio riguardo alla percezione dell'attività respiratoria vi potrebbe essere capitato di distogliere per un attimo l'attenzione dallo schermo e scoprire che eravate in uno stato di inconsapevole apnea, oppure considerando la percezione muscolare, vi può essere capitato di percepire dolore al termine dell'uso dello schermo, dopo aver inconsapevolmente mantenuto per ore una postura contratta. Secondo (Wallman-Jones *et al.*, 2023), con l'andare del tempo, questa "riduzione nella comunicazione cervello-corpo" potrebbe portare a una discrepanza tra stato reale e stato percepito del corpo. Nella loro ricerca (*Ibid.*), Wallman-Jones e colleghi hanno quindi studiato gli effetti sull'interocezione (definita in Sezione 2.2.1) percepiti dai partecipanti a seguito dello svolgimento delle diverse attività compiute durante le loro comuni giornate. Da un lato, i risultati hanno confermato l'effetto positivo già noto in letteratura dell'attività fisica (è stata associata con miglioramento negli effetti percepiti sull'interocezione), ma la novità della ricerca è stata di evidenziare che, fra i comportamenti sedentari, lo stare di fronte a schermi digitali era quello associato ad una minor conseguente interocezione percepita. Infatti, gli altri tipi di comportamenti sedentari (sia con sia senza interazioni sociali) erano

associati ad una migliore interocezione percepita rispetto all'uso degli schermi.

In generale, decine di anni di ricerche hanno mostrato che la consapevolezza corporea, e più precisamente l'interocezione, ha un ruolo cruciale anche per la consapevolezza delle emozioni, come argomentato in (Craig, 2016). Una più recente meta-analisi (Parrinello *et al.*, 2022) ha inoltre concluso, considerando studi in cui vengono sperimentalmente indotte emozioni nei partecipanti, che c'è una relazione fra l'accuratezza interolettiva delle persone e la percezione di intensità delle emozioni che provano. Viene quindi spontaneo considerare di estendere alla consapevolezza emozionale le ricerche sull'interocezione nell'ambito della vita digitale delle persone. Questo nuovo percorso di ricerca è solo agli inizi, ma i risultati preliminari estendono quelli di (Wallman-Jones *et al.*, 2023), indicando un'associazione tra un uso poco equilibrato degli strumenti digitali e minor capacità sia interolettive sia di discriminazione delle emozioni. In particolare, lo studio in (Di Carlo *et al.*, 2024) ha collegato il livello di dipendenza da Internet delle persone con una minor consapevolezza interolettiva ed un maggior livello di *allessitimia*, termine che indica un'incapacità a identificare ed esprimere le emozioni. Per quanto riguarda la consapevolezza interolettiva, sono emerse più in dettaglio minor fiducia verso le proprie sensazioni corporee, maggiore tendenza a rispondere in modi eccessivi a sensazioni corporee sgradevoli con preoccupazione, maggior tendenza a negare tali sensazioni. A partire da questi risultati, gli autori (*Ibid.*) teorizzano che sia presente uno "squilibrio nelle interazioni fra mente e corpo" ("imbalance in mind-body interactions") in chi fa un uso non equilibrato della rete e ritengono che la promozione di pratiche che favoriscano sane abilità propriolettive possa aiutare a risolvere o mitigare l'uso problematico di Internet<sup>2</sup>. In tal senso, lo yoga potrebbe essere una pratica particolarmente utile: come sottolineato in (Pascoe *et al.*, 2021), l'interocezione è una parte integrale ed intrinseca della pratica yoga e quindi qualsiasi programma che usi lo yoga include una parte di allenamento interolettivo. Inoltre, nelle sezioni 2.1.1 e 5.3, abbiamo visto come l'interocezione sia una funzione chiave dell'insula e quali siano le relazioni positive fra yoga e insula e fra yoga e abilità interolettive. Quanto visto sulla vita digitale in questa sezione può quindi aggiungere

ulteriore rilevanza a tali relazioni e all'uso dello yoga per affrontare lo specifico contesto del technostress.

### 6.3 *Embodiment, immagine corporea e mondi digitali*

In aggiunta ad una minore interocezione, i comportamenti degli utenti nei mondi digitali sono stati associati anche ad altri aspetti indicativi di una disconnessione dal corpo. Questo tipo di ricerche fanno riferimento ai concetti di *embodiment*, termine ampio con cui si riferiscono all'intera esperienza che abbiamo del nostro corpo, e di *body image* (immagine corporea), con cui si riferiscono all'immagine che formiamo delle apparenze esteriori e funzioni del nostro corpo.

L'*embodiment* è caratterizzato da una pluralità di aspetti (Piran & Neumark-Sztainer, 2020):

– *Connessione con il corpo e comfort*. Mentre nella percezione di connessione con il corpo ritroviamo il tema già trattato della consapevolezza interocezionale, che può essere più o meno sviluppata, il comfort aggiunge una considerazione di valenza: la percezione interocezionale del proprio corpo può essere vissuta positivamente (comfort) o negativamente (disagio). Nel caso positivo, la persona può provare emozioni positive verso il proprio corpo (per esempio, gratitudine, affetto, gioia,...). Nel caso negativo, può provare emozioni verso il corpo quali vergogna, paura, rabbia o odio.

– *Agentività e funzionalità*. Questi due concetti fanno rispettivamente riferimento alla sensazione di poter controllare intenzionalmente le azioni del corpo e alla percezione di ciò che esso può fare. Anche in questo caso, si può andare da un estremo positivo in cui la persona percepisce senso di controllo e competenza fisica all'estremo opposto in cui tale percezione diventa invece di senso di inefficacia e incompetenza fisica.

– *Cura sintonizzata di sé*. La capacità di sentirsi “in sintonia” con il proprio corpo e prendersene conseguentemente cura. Se questa capacità viene a mancare, la persona trascura se stessa (anche in aspetti comuni

come l'igiene o la qualità dell'alimentazione o l'eccessiva sedentarietà) e nei casi più gravi può arrivare a forme di autolesionismo.

– *Abitare il corpo come un luogo soggettivo.* Quanto la persona sente coincidere il proprio corpo con il proprio sé, quanto si sente presente nel corpo, immersa in prima persona nell'esperienza corporea. All'opposto, troviamo l'*auto-oggettivazione*, in cui per la persona il corpo diventa un oggetto da guardare e usare (spesso con l'intento di uniformarlo ad aspettative di apparenza), e può anche vederlo dall'esterno, in terza persona.

– *Esperienza ed espressione dei desideri corporei.* La capacità di percepire ciò che il corpo fisiologicamente desidera (per esempio, fame, sete, riposo, contatto fisico,...) e saperlo comunicare ad altri o soddisfare attraverso azioni opportune e positive. Se tale capacità manca, si crea una rottura fra la persona e i desideri del proprio corpo che porta ad azioni ed emozioni negative.

Come sopra evidenziato, ogni aspetto dell'embodiment può presentarsi in modi positivi o negativi e si può quindi parlare di embodiment positivo o negativo. Il concetto di *immagine corporea* è più circoscritto di quello di embodiment in quanto si focalizza sulle apparenze esteriori del corpo e come la persona le vive, quindi i pensieri, sensazioni, emozioni, atteggiamenti che tali apparenze le suscitano. Tuttavia, l'immagine corporea è in relazione con alcuni aspetti dell'embodiment: più precisamente, si dice che una persona ha un'*immagine corporea positiva* di sé nella misura in cui accetta, apprezza, rispetta e ha opinioni favorevoli sul proprio corpo (Mahlo & Tiggemann, 2016). Al contrario, più queste caratteristiche vengono a mancare, più l'immagine corporea che la persona ha di sé si sposta verso il neutro e poi il negativo.

Le esperienze e i contesti di vita che possono portare a un'immagine corporea negativa e a un embodiment negativo sono di vari tipi e non di certo limitate al solo uso poco equilibrato di strumenti digitali. Quest'ultimo costituisce però una recente importante influenza che si è andata ad aggiungere a quelle già operanti prima della trasformazione digitale della società. La ricerca si era precedentemente concentrata per decenni sull'evidenziare come certi contenuti proposti dai mass media tradizionali, quali televisione e giornali, possano influenzare negativamente l'immagine corporea delle persone. Le più recenti ricerche hanno invece considerato gli strumenti digitali interattivi, focalizzandosi in special modo sul caso dei

social media. La meta-analisi di 56 studi in (Saiphoo & Vahedi, 2019) ha considerato vari aspetti dell'insoddisfazione per il proprio corpo (cognitivi, emotivi, comportamentali), evidenziando un'associazione fra uso di social media e disturbi nell'immagine corporea, influenzati da caratteristiche individuali quali il tipo di uso dei social e l'età. Per quanto riguarda il tipo di uso, la rassegna di 40 studi in (Ryding & Kuss, 2020) ha collegato un uso di tipo passivo del social e il confronto con gli altri basato sulle apparenze social ad una maggior insoddisfazione per la propria immagine corporea, mentre una successiva rassegna della letteratura (Vandenbosch *et al.*, 2022) ha sottolineato come alcuni comportamenti, in particolare guardare immagini di corpi idealizzati sui social e/o alterare i propri selfie perché appaiano più esteticamente attraenti, siano da considerare a rischio. La meta-analisi di 45 studi in (De Valle *et al.*, 2021) riguarda invece le possibili relazioni causali del guardare particolari tipi di post sui social. Gli autori concludono che i post con immagini che raffigurano apparenze fisiche idealizzate hanno un effetto negativo sull'immagine corporea di chi le guarda e che sono più dannose di altri tipi di immagini legate all'apparire che si trovano sui social.

Diverse ricerche hanno anche considerato possibili legami con i disturbi alimentari. La rassegna di 20 studi in (Holland & Tiggemann, 2016) ha mostrato un'associazione dell'uso di social media a disturbi alimentari, con riferimento a particolari tipi d'uso che non sono possibili con i mass media tradizionali (caricare proprio foto, ricevere commenti negativi da altri utenti, guardare le foto degli altri utenti del social media e confrontarsi con esse), a prescindere dal genere della persona. La rassegna di 50 studi provenienti da 17 nazioni diverse in (Dane & Bhatia, 2023) ha concluso che certi tipi di uso dei social media da parte degli utenti (esporsi a contenuti molto legati all'apparire, eseguire confronto sociale, internalizzare gli ideali corporei raffigurati e auto-oggettivarsi, pubblicare e alterare immagini che raffigurano se stessi) rafforzano la relazione con i disturbi alimentari. Infine, la meta-analisi in (Ioannidis *et al.*, 2021) ha esteso l'attenzione all'uso di Internet (non solo social media), concludendo per un'associazione fra uso problematico di Internet da un lato e insoddisfazione corporea e disturbi alimentari dall'altro, a prescindere dal genere della persona.

## 6.4 *Yoga, embodiment e immagine corporea*

La letteratura suggerisce che lo yoga possa aiutare nel raggiungimento di un embodiment positivo e un'immagine corporea positiva, contrastando quindi i fenomeni avversi sopra descritti. Considerando il più ampio concetto di embodiment nelle sue diverse dimensioni, le caratteristiche dello yoga che influenzano positivamente ognuna di esse sono (Piran & Neumark-Sztainer, 2020):

– *Connessione con il corpo e comfort*. Abbiamo visto in precedenza che lo yoga può migliorare la consapevolezza interocettiva. L'osservazione e la sintonizzazione con il corpo sono una parte centrale della pratica, che invita ad osservare il respiro e tutti i cambiamenti nell'esperienza del corpo durante l'esecuzione delle āsana e durante specifiche pause volte a favorire tale percezione. Inoltre, lo yoga tipicamente invita a non forzare i limiti attuali del proprio corpo, favorendo una percezione di comfort con il corpo, e la pratica viene anche spesso adattata alle caratteristiche di particolari situazioni fisiche o psicologiche della persona (per esempio, abbiamo visto il caso del trauma-sensitive yoga nel [Capitolo 4](#) e dello yoga adattato a problematiche di dolore muscoloscheletrico nel [Capitolo 5](#)). Infine, anche in una lezione di yoga destinata ad una classe eterogenea di persone, è frequente che l'insegnante descriva diverse opzioni di esecuzione di un'āsana, così da evitare che essa possa spingere il praticante verso una situazione di disagio.

– *Agentività e funzionalità*. Nello yoga, si assumono delle posizioni che simboleggiano forza, flessibilità e assertività (a titolo di esempio rappresentativo, si osservi la posizione del “guerriero 1” nella [Figura 1.1](#)). Un aspetto importante della disciplina è che non impone vincoli al percorso con cui si giunge ad assumerle, invitando a procedere in modo graduale e nel tempo, nel rispetto delle caratteristiche individuali di ogni persona. In questa prospettiva, un senso di realizzazione o di maggiore capacità di azione può derivare anche dal semplice provare una nuova posizione, o dall'eseguire una posizione già conosciuta un millimetro più in profondità del solito o semplicemente dal provare una sensazione positiva nel muoversi.

– *Cura sintonizzata di sé.* Oltre alla maggior consapevolezza interocettiva già esaminata, lo yoga invita a percepire ed esplorare ciò che accade non solo nel proprio corpo ma anche nel proprio mondo interiore. Ciò è specialmente evidente nella componente meditativa della triade dello yoga e una più chiara visione del proprio stato fisico e psichico e delle relazioni fra i due può guidare la persona nel prendersi cura di sé con maggior sintonia.

– *Abitare il corpo come un luogo soggettivo.* Le diverse parti della triade dello yoga sono focalizzate sul vivere il momento presente nel proprio corpo, anche attraverso movimenti integrati con il respiro e il riconoscimento delle connessioni tra le proprie sensazioni fisiche e il mondo interiore delle emozioni e pensieri. Inoltre, alcuni insegnanti, durante l'esecuzione delle āsana, invitano esplicitamente i propri allievi a non confrontarsi con i corpi degli altri, la loro apparenza e performance, ma a rimanere focalizzati sul sentire se stessi nel corpo, senza pretendere di essere diversi da come si è nel momento presente. Ciò può inoltre aiutare nel prevenire o mitigare l'auto-oggettivazione. In questa direzione, molti insegnanti scelgono anche di non collocare specchi nella stanza dove svolgono le lezioni.

– *Esperienza ed espressione dei desideri corporei.* La gran parte delle caratteristiche descritte nei quattro punti precedenti è utile anche nel riconoscere meglio i desideri che emergono dal proprio corpo. Inoltre, la disciplina dello yoga invita a portare le capacità di consapevolezza che si esercitano durante le sessioni anche al di fuori del tappetino, nella vita di ogni giorno. Ciò può favorire una scelta più equilibrata delle azioni volte a soddisfare i desideri fisici, per esempio riconoscendo correttamente la fame espressa dal corpo e soddisfacendola attraverso un'alimentazione appropriata nella quantità e nella qualità.

Per verificare che lo yoga sia realmente efficace nel migliorare il rapporto delle persone con il proprio corpo, sono stati eseguiti diversi studi. La ricerca in (Mahlo & Tiggemann, 2016) ha confrontato un gruppo di praticanti yoga (124 Hatha, 69 Bikram) con un gruppo di non praticanti. Il gruppo di praticanti yoga è risultato avere valori più alti di embodiment positivo e di immagine corporea positiva rispetto ai non praticanti. Inoltre, il livello di auto-oggettivazione dei praticanti era inferiore a quello dei non praticanti. La ricerca in (Cox *et al.*, 2017) ha studiato gli effetti di due corsi

da 12 settimane per adolescenti, uno di yoga e l'altro di educazione fisica tradizionale, riscontrando delle differenze rispetto a due variabili importanti nell'immagine corporea. Lo yoga era di tipo Anusara e veniva presentato con particolare attenzione a incoraggiare verbalmente i partecipanti a sentire il proprio corpo e i suoi movimenti. Nei partecipanti al corso yoga si assisteva ad una diminuzione dei comportamenti di "body surveillance", cioè il monitorare costantemente ed esaminare le apparenze del proprio corpo, e ad un piccolo aumento in positivo della valutazione complessiva del proprio corpo (physical self-worth). Questi due cambiamenti, che indicano un miglioramento nell'immagine corporea, non si verificavano invece nel gruppo assegnato all'educazione fisica tradizionale.

Lo studio in (Neumark-Sztainer *et al.*, 2018) ha considerato un campione numeroso (1664 partecipanti), che includeva sia praticanti yoga sia non praticanti, intervistati due volte a distanza di 5 anni. Nella seconda intervista, i ricercatori consideravano come praticanti yoga le persone che riportavano di aver praticato per almeno 30 minuti alla settimana nell'ultimo anno (il 16,2% del campione risultava praticante yoga secondo questo criterio). Il confronto di queste persone con il resto del campione ha indicato valori più alti di soddisfazione per il proprio corpo nei praticanti, misurata con domande su 13 parti diverse del corpo. Nell'analizzare i dati, i ricercatori hanno poi considerato i valori di soddisfazione corporea che le persone avevano riportato nella precedente intervista per escludere la possibilità che il gruppo di praticanti li avesse già alti a prescindere dall'aver praticato nell'ultimo anno. Anche questo secondo tipo di analisi maggiormente controllata ha confermato l'associazione fra pratica dello yoga e miglior soddisfazione corporea. La ricerca in (Halliwell *et al.*, 2019) ha invece valutato un breve corso di yoga di 4 lezioni, seguito da un campione di donne. Il corso era basato su diversi stili (Vinyasa, Iyengar e Anusara) e l'insegnante poneva particolare attenzione a invitare a sperimentare le dimensioni dell'embodiment. Un gruppo di controllo si limitava invece a leggere alcuni materiali scritti sullo yoga, senza praticarlo. Nelle partecipanti al corso yoga, si riscontravano miglioramenti significativi nella connessione, apprezzamento e soddisfazione per il proprio corpo, e anche nell'umore, rispetto alle partecipanti del gruppo di controllo. Gli autori concludono che uno yoga con una forte focalizzazione corporea come quella impartita in questo caso, può produrre risultati positivi sull'immagine

corporea anche se somministrato in dosi relativamente basse. Sempre considerando un campione femminile, lo studio in (Alleva *et al.*, 2020) confrontava un gruppo che seguiva un corso di Hatha yoga di 10 settimane con un gruppo di controllo che nel medesimo periodo non praticava yoga. Le partecipanti che seguivano il corso mostravano livelli più alti di embodiment positivo e livelli più bassi di auto-oggettivazione, rispetto al gruppo di controllo.

Il numero di questi studi è in crescita ed una recente rassegna della letteratura ne ha esaminati 29, di cui 7 concernenti persone con un'insoddisfazione per il corpo a livelli clinici o subclinici, eseguiti su adulti (Rupani *et al.*, 2024). Gli autori concludono che le evidenze disponibili indicano un'associazione tra la pratica dello yoga ed un miglioramento nella soddisfazione e apprezzamento per il proprio corpo, riscontrabile anche nella popolazione con livelli di insoddisfazione corporea di tipo clinico e subclinico, e giudicano lo yoga come un intervento promettente per migliorare l'immagine corporea. Dal punto di vista clinico, la possibilità di sviluppo di embodiment positivo e di immagine corporea positiva attraverso lo yoga ha attratto l'attenzione anche di ricercatori che lavorano sui disturbi alimentari. Le ricerche sullo yoga in tale ambito patologico sono ancora poche, ma i risultati preliminari suggeriscono che lo yoga potrebbe essere un'attività aggiuntiva utile nei programmi di trattamento dei disturbi alimentari (Perey & Cook-Cottone, 2020).

## *6.5 Il digitale per lo yoga: nuovi strumenti di diffusione e apprendimento*

Come tutte le tecnologie, anche gli strumenti digitali sono duali: possono essere usati in modi sia positivi sia negativi. Per esempio, nel caso dei social, la persona può usarli nella direzione di un crescente scollegamento dal proprio corpo e dagli altri (per esempio, limitandosi a guardare in modo passivo la rappresentazione delle loro vite scorrere sullo schermo o alienandoli attivamente attraverso comportamenti social aggressivi e inappropriati). Al contrario, l'utente può usare il social per

avvicinarsi ad altri, riallacciando o rafforzando connessioni con persone conosciute, così come ricercando nuove opportunità di amicizia con persone sconosciute, relazionandosi positivamente e combattendo la solitudine attraverso il social (Chittaro & Castiglione, 2024).

Queste considerazioni possono essere estese anche alla presenza e rappresentazione dello yoga all'interno dei mondi digitali. In tal senso, uno degli usi positivi del digitale riguarda la diffusione e l'apprendimento della pratica: sono infatti molte le persone che si sono avvicinate e si avvicinano allo yoga attraverso la rete, per esempio iscrivendosi a corsi online oppure seguendo lezioni registrate che sono pubblicamente condivise su alcuni social (per esempio, YouTube) oppure installando sul proprio smartphone o tablet delle app che insegnano lo yoga. Queste opportunità si sono dimostrate particolarmente preziose durante l'emergenza pandemica del COVID-19, in cui era venuta a mancare la possibilità di praticare in gruppo nel mondo fisico. Per esempio, lo studio in (Luo & Huang, 2023) ha seguito un gruppo di studentesse che durante il lockdown in Cina seguiva un corso yoga online, riscontrando miglioramenti fisici nella loro flessibilità ed equilibrio fisico rispetto ad un gruppo di controllo che non seguiva il corso.

Più in generale, le possibilità di usare internet e app per lo yoga sono preziose per tutte quelle persone che vogliono avvicinarsi allo yoga ma per i più diversi motivi (posizione geografica, orari lavorativi, mezzi di trasporto, impegni familiari, età, stato di salute fisico e/o psichico, preferenze personali,...) non riescono a frequentare un gruppo nel mondo fisico. Nonostante il grande uso di internet e app nel praticare yoga, al momento il numero di ricerche volte a valutare l'efficacia di questi ausili tecnologici per la pratica è ancora limitato, ma in crescita. Per esempio, in ambito medico, lo studio in (Huberty *et al.*, 2018) ha valutato un corso online di yoga su un gruppo di pazienti con una grave patologia oncologica, mostrando che essi apprezzavano molto la possibilità di poter praticare a casa consentita dal digitale e che la partecipazione al corso online aiutava a migliorare alcuni dei sintomi di cui soffrivano (affaticamento, percezione di stress, disturbi del sonno). Nell'ambito della salute mentale, lo studio in (Uebelacker *et al.*, 2018) ha invece valutato la fattibilità di un corso di yoga online per pazienti con disturbi dell'umore diagnosticati, incontrando anche in questo caso il favore della maggior parte dei partecipanti e contribuendo a mitigare le emozioni negative che provavano. Recentemente, lo studio in (Sundstrom *et*

*al.*, 2024) si è concentrato sul creare un programma yoga online adattato a persone con disabilità, mostrandone la fattibilità su un gruppo di persone in maggioranza sofferenti di paralisi cerebrale, una patologia che rende i muscoli rigidi e difficili da muovere, rendendo evidente l'utilità del poter seguire un corso da casa. Al momento, lo studio scientifico dell'uso di app per lo yoga è invece solo agli inizi. È però interessante notare che molti studi, concernenti sia corsi online che le app, sono stati eseguiti per la mindfulness e i risultati ottenuti hanno mostrato che, quando l'intervento digitale di mindfulness è progettato con la dovuta cura, può sia essere un efficace metodo di apprendimento sia portare a miglioramenti su diverse misure di benessere psicofisico (Chittaro, 2023).

In merito alla presenza dello yoga in rete, alcuni studi hanno sollevato delle perplessità su come esso viene frequentemente raffigurato, in particolar modo dagli utenti dei social media. Gli studi in (Hinz *et al.*, 2021a) e (Hinz *et al.*, 2021b) hanno rispettivamente considerato le fotografie e i video che appaiono nei post social con hashtag riguardanti lo yoga ed hanno evidenziato che le āsana vengono dimostrate in prevalenza da donne molto giovani, magre e atletiche. Inoltre, la vasta maggioranza dei video aveva più l'obiettivo di dimostrare le abilità della persona ripresa piuttosto che di istruire lo spettatore. Infine, è stata riscontrata la presenza di allineamenti fisici potenzialmente pericolosi nel 25% delle fotografie e di posizioni avanzate potenzialmente rischiose nel 60% dei video analizzati. Gli autori concludono che i social media non forniscono complessivamente una rappresentazione inclusiva dello yoga che possa essere adattata a diverse età, tipi di corpo e abilità fisiche, mentre al contrario l'inclusività è parte essenziale delle fondamenta dello yoga. Nell'accedere quindi a contenuti sullo yoga in rete e sui social, bisogna tenere consapevolmente conto di questi aspetti, orientandosi verso la scelta di contenuti che curino l'aspetto didattico e la sicurezza e che non pongano enfasi su rappresentazioni corporee idealizzate, che paradossalmente rischiano di avere un'influenza negativa sull'immagine corporea di chi le guarda, mentre (come abbiamo visto in questo capitolo) uno dei benefici dello yoga è proprio quello di contribuire a migliorare immagine corporea ed embodiment in chi pratica.

Rivolgendo lo sguardo al futuro, si possono prevedere progressi, anche sofisticati, negli ausili tecnologici per l'apprendimento dello yoga. Per

esempio, al momento della scrittura del presente libro, stanno comparando le prime proposte di applicazioni di realtà virtuale che, a differenza dei video utilizzati tradizionalmente, permettono di vedere insegnanti (umani o virtuali) in tre dimensioni e da qualsiasi angolazione si desideri, facilitando la comprensione e apprendimento di movimenti e posture. Indossare visori di realtà virtuale immersiva può però diminuire la sicurezza, impedendo alla persona di vedere l'ambiente fisico in cui si trova, con il conseguente rischio di perdere l'equilibrio durante l'esecuzione delle āsana per mancanza di adeguati punti di riferimento al mondo reale. Inoltre, l'utente non vede fedelmente riprodotta la posizione delle diverse parti del proprio corpo nell'avatar che lo rappresenta nel mondo virtuale immersivo.

Per tali motivi, nel nostro laboratorio di ricerca universitario, abbiamo realizzato il primo studio di sistema di realtà aumentata (invece che virtuale immersiva) per lo svolgimento di sessioni yoga (Chittaro, 2024). Grazie alla tecnologia della realtà aumentata, l'utente può vedere il mondo reale in cui si trova e anche il proprio corpo reale, mentre un personaggio tridimensionale si materializza digitalmente nell'ambiente fisico come "ologramma" (Figura 6.2) e mostra l'esecuzione delle āsana, descrivendole anche verbalmente. Nello studio eseguito su utenti, la partecipazione a questo tipo di sessione di yoga "olografica" è stata confrontata con il tradizionale uso di un video bidimensionale della medesima sequenza di āsana. I risultati ottenuti hanno mostrato differenze statisticamente significative: la sessione con il personaggio tridimensionale in realtà aumentata è risultata essere più utile, facile, piacevole e motivante per gli utenti rispetto al tradizionale video bidimensionale.



Figura 6.2 Il primo studio di un sistema in realtà aumentata per lo yoga (Chittaro, 2024). L'utente indossa un visore che gli permette di vedere l'ambiente fisico in cui si trova, all'interno del quale si muove un personaggio virtuale che illustra le āsana da eseguire. L'immagine raffigura accuratamente la sovrapposizione del personaggio virtuale all'ambiente reale, come la può vedere l'utente.

Altri gruppi di ricerca nel mondo stanno lavorando alla creazione di sistemi di riconoscimento automatico delle *āsana* attraverso telecamere o altri sensori, ai fini di permettere in futuro all'utente di ricevere non solo istruzioni ma anche correzioni da parte del software (Saurav *et al.*, 2024). Ciò è importante perché l'esecuzione domestica delle *āsana* da parte di praticanti inesperti li può esporre al rischio di errori di esecuzione con allineamenti potenzialmente dannosi e apprendimento errato.

Attraverso l'uso di opportuni sensori fisiologici, diventerà inoltre possibile monitorare e correggere anche l'esecuzione di tecniche di *prāṇāyāma*. Per esempio, un sistema creato nel nostro laboratorio (Chittaro, Serafini, *et al.*, 2024) utilizza una sottile fascia elastica da avvolgere

sull'addome che permette al computer di rilevare l'attività respiratoria dell'utente e aiutare nell'apprendimento di una tecnica di respirazione lenta e profonda, anche con l'aiuto di visualizzazioni interattive in realtà virtuale (Figura 6.3). Ricollegandoci a temi esaminati rispettivamente nei Capitoli 3 e 5, lo studio eseguito su tale sistema ha mostrato la sua efficacia nella riduzione dell'ansia, anche attraverso un confronto con un gruppo placebo (*Ibid.*), mentre un successivo studio clinico con gruppo di controllo, svolto in un reparto ospedaliero di reumatologia, ha mostrato l'efficacia del sistema nella riduzione del dolore fibromialgico (Chittaro, Longhino, *et al.*, 2024).

In conclusione, è bene sottolineare che anche l'adozione di soluzioni tecnologiche per la diffusione e apprendimento dello yoga va operata con equilibrio, sfruttandone i benefici precedentemente evidenziati quali praticità e maggior accessibilità per molti utenti, senza però diventare dipendenti dalla tecnologia per coltivare la propria pratica e senza farsi distrarre dal percorso, anche introspettivo, di crescita in consapevolezza che tipicamente caratterizza una pratica yoga completa.



Figura 6.3 Visualizzazione interattiva in realtà virtuale che aiuta nell'apprendimento della respirazione lenta e profonda. La respirazione del partecipante (misurata da un apposito

senso) modifica in tempo reale la visualizzazione, determinando l'intensità dell'oscillazione delle foglie di alberi e cespugli, la velocità di rotazione delle pale del mulino a vento ed i suoni relativi, incluso il suono del vento. In uno degli esercizi proposti all'utente, l'ambiente grafico viene riempito di nebbia e l'utente può progressivamente spingerla via attraverso l'esecuzione corretta della tecnica di respirazione lenta e profonda (Chittaro, Serafini, *et al.*, 2024), <https://youtu.be/V8gMI3EAL18>

## Riferimenti

- Alleva, J.M., Tylka, T.L., Van Oorsouw, K., Montanaro, E., Perey, I., Bolle, C., Boselie, J., Peters, M., & Webb, J.B. (2020). The effects of yoga on functionality appreciation and additional facets of positive body image. *Body Image*, 34, 184-195. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1740144520301224?via%3Dihub>
- American Psychological Association. (2018). *Technostress*. <https://dictionary.apa.org/technostress>
- Baker, Z.G., Krieger, H., & LeRoy, A.S. (2016). Fear of missing out: Relationships with depression, mindfulness, and physical symptoms. *Translational Issues in Psychological Science*, 2(3), 275-282. <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2Ftps0000075>
- Chittaro, L. (2023). Mindfulness e mondi digitali. In *Gli interventi basati sulla mindfulness* (seconda edizione, pp. 439-456). Giovanni Floriti Editore.
- Chittaro, L. (2024). Yoga in Augmented Reality: Comparison of a 3D experience vs. Traditional video of a lesson. *articolo in preparazione*. <http://hclab.uniud.it>
- Chittaro, L., & Castigliero, G. (2024). *Le illusioni dei social media. Maschere e specchi della nostra personalità*. Mimesis Edizioni.
- Chittaro, L., Longhino, S., Serafini, M., Cacioppo, S., & Quartuccio, L. (2024). Efficacy of Immersive Virtual Reality-based Biofeedback on Chronic Pain and Daily Life Impact in Fibromyalgia: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Arthritis & Rheumatology*, 76 (suppl 9).
- Chittaro, L., Serafini, M., & Vulcano, Y. (2024). Virtual reality experiences for breathing and relaxation training: The effects of real vs. placebo biofeedback. *International Journal of Human-Computer Studies*, 188, 103275. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2024.103275>
- Cox, A.E., Ullrich-French, S., Howe, H.S., & Cole, A.N. (2017). A pilot yoga physical education curriculum to promote positive body image. *Body Image*, 23, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2017.07.007>
- Craig, A.D. (2016). Interoception and Emotion: A neuroanatomical perspective. In *Handbook of Emotions* (4th ed., pp. 215-234). Guilford Press.

- Dane, A., & Bhatia, K. (2023). The social media diet: A scoping review to investigate the association between social media, body image and eating disorders amongst young people. *PLOS Global Public Health*, 3(3), e0001091. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0001091>
- De Valle, M.K., Gallego-García, M., Williamson, P., & Wade, T.D. (2021). Social media, body image, and the question of causation: Meta-analyses of experimental and longitudinal evidence. *Body Image*, 39, 276-292. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2021.10.001>
- Di Carlo, F., Vicinelli, M.C., Pettorruso, M., De Risio, L., Migliara, G., Baccolini, V., Trioni, J., Grant, J.E., Dell’Osso, B., & Martinotti, G. (2024). Connected minds in disconnected bodies: Exploring the role of interoceptive sensibility and alexithymia in problematic use of the internet. *Comprehensive Psychiatry*, 129, 152446. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2023.152446>
- Domo Inc. (2023). Data never sleeps. *D*. <https://www.domo.com/data-never-sleeps>
- Du, J., Kerkhof, P., & van Koningsbruggen, G.M. (2021). The reciprocal relationships between social media self-control failure, mindfulness and wellbeing: A longitudinal study. *PLOS ONE*, 16(8), e0255648. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255648>
- Escobar-Viera, C.G., Shensa, A., Bowman, N.D., Sidani, J.E., Knight, J., James, A.E., & Primack, B.A. (2018). Passive and Active Social Media Use and Depressive Symptoms Among United States Adults. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 21(7), 437-443. <https://doi.org/10.1089/cyber.2017.0668>
- Fineberg, N.A., Menchón, J.M., Hall, N., Dell’Osso, B., Brand, M., Potenza, M.N., Chamberlain, S.R., Cirnigliaro, G., Lochner, C., Billieux, J., Demetrovics, Z., Rumpf, H.J., Müller, A., Castro-Calvo, J., Hollander, E., Burkauskas, J., Grünblatt, E., Walitza, S., Corazza, O., ... Zohar, J. (2022). Advances in problematic usage of the internet research – A narrative review by experts from the European network for problematic usage of the internet. *Comprehensive Psychiatry*, 118, 152346. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2022.152346>
- Halliwell, E., Dawson, K., & Burkey, S. (2019). A randomized experimental evaluation of a yoga-based body image intervention. *Body Image*, 28, 119-127. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2018.12.005>
- Hinz, A., Mulgrew, K., De Regt, T., & Lovell, G. (2021a). Is this what a female yogi looks like? A content analysis of yoga images on Instagram. *Body Image*, 36, 117-126. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2020.11.003>
- Hinz, A., Mulgrew, K.E., De Regt, T., & Lovell, G. (2021b). Practice or performance? A content analysis of yoga-related videos on Instagram. *Body Image*, 39, 175-183. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2021.08.002>
- Holland, G., & Tiggemann, M. (2016). A systematic review of the impact of the use of social networking sites on body image and disordered eating outcomes. *Body Image*, 17, 100-110. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2016.02.008>
- Huberty, J., Eckert, R., Larkey, L., Gowin, K., Mitchell, J., & Mesa, R. (2018). Perceptions of Myeloproliferative Neoplasm Patients Participating in an Online Yoga Intervention:

- A Qualitative Study. *Integrative Cancer Therapies*, 17(4), 1150-1162. <https://doi.org/10.1177/1534735418808595>
- Ioannidis, K., Taylor, C., Holt, L., Brown, K., Lochner, C., Fineberg, N.A., Corazza, O., Chamberlain, S.R., Roman-Urrestarazu, A., & Czabanowska, K. (2021). Problematic usage of the internet and eating disorder and related psychopathology: A multifaceted, systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 125, 569-581. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.03.005>
- ISTAT. (2023). Competenze digitali e caratteristiche socio-culturali della popolazione. *Istituto Nazionale di Statistica*. <https://www.istat.it/wp-content/uploads/2023/12/Cittadini-e-ICT-2023.pdf>
- Klingberg, T. (2009). *The overflowing brain: Information overload and the limits of working memory*. Oxford University Press.
- Loh, K.K., & Kanai, R. (2014). Higher Media Multi-Tasking Activity Is Associated with Smaller Gray-Matter Density in the Anterior Cingulate Cortex. *PLoS ONE*, 9(9), e106698. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106698>
- Luo, X., & Huang, X. (2023). The effects of a yoga intervention on balance and flexibility in female college students during COVID-19: A randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 18(3), e0282260. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282260>
- Mahlo, L., & Tiggemann, M. (2016). Yoga and positive body image: A test of the Embodiment Model. *Body Image*, 18, 135-142. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2016.06.008>
- McComb, C.A., Vanman, E.J., & Tobin, S. J. (2023). A Meta-Analysis of the Effects of Social Media Exposure to Upward Comparison Targets on Self-Evaluations and Emotions. *Media Psychology*, 26(5), 612-635. <https://doi.org/10.1080/15213269.2023.2180647>
- Neumark-Sztainer, D., MacLehose, R.F., Watts, A.W., Pacanowski, C.R., & Eisenberg, M.E. (2018). Yoga and body image: Findings from a large population-based study of young adults. *Body Image*, 24, 69-75. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2017.12.003>
- Ophir, E., Nass, C., & Wagner, A.D. (2009). Cognitive control in media multitaskers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(37), 15583-15587. <https://doi.org/10.1073/pnas.0903620106>
- Parlangeli, O. (2012). Tecnologie Interattive, evoluzione e sostenibilità. In *Human-computer interaction: Fondamenti teorici e metodologici per lo studio dell'interazione tra persone e tecnologie*. Pearson Education.
- Parrinello, N., Napieralski, J., Gerlach, A.L., & Pohl, A. (2022). Embodied feelings - A meta-analysis on the relation of emotion intensity perception and interoceptive accuracy. *Physiology & Behavior*, 254, 113904. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2022.113904>
- Pascoe, M.C., J. De Manincor, M., Hallgren, M., Baldwin, P. A., Tseberja, J., & Parker, A.G. (2021). Psychobiological Mechanisms Underlying the Mental Health Benefits of Yoga-Based Interventions: A Narrative Review. *Mindfulness*, 12(12), 2877-2889. <https://doi.org/10.1007/s12671-021-01736-z>
- Perey, I., & Cook-Cottone, C. (2020). Eating disorders, embodiment, and yoga: A conceptual overview. *Eating Disorders*, 28(4), 315-329.

- <https://doi.org/10.1080/10640266.2020.1771167>
- Piran, N., & Neumark-Sztainer, D. (2020). Yoga and the experience of embodiment: A discussion of possible links. *Eating Disorders*, 28(4), 330-348. <https://doi.org/10.1080/10640266.2019.1701350>
- Reinecke, L., Gilbert, A., & Eden, A. (2022). Self-regulation as a key boundary condition in the relationship between social media use and well-being. *Current Opinion in Psychology*, 45, 101296. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2021.12.008>
- Rozgonjuk, D., Sindermann, C., Elhai, J.D., & Montag, C. (2020). Fear of Missing Out (FoMO) and social media's impact on daily-life and productivity at work: Do WhatsApp, Facebook, Instagram, and Snapchat Use Disorders mediate that association? *Addictive Behaviors*, 110, 106487. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2020.106487>
- Rupani, N., Miller, J., Renteria, J.A., & Kaliebe, K.E. (2024). The impact of yoga on body image in adults: A systematic review of quantitative studies. *Body Image*, 51, 101772. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2024.101772>
- Ryding, F. C., & Kuss, D. J. (2020). The use of social networking sites, body image dissatisfaction, and body dysmorphic disorder: A systematic review of psychological research. *Psychology of Popular Media*, 9(4), 412-435. <https://doi.org/10.1037/ppm0000264>
- Saiphoo, A.N., & Vahedi, Z. (2019). A meta-analytic review of the relationship between social media use and body image disturbance. *Computers in Human Behavior*, 101, 259-275. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.07.028>
- Saurav, S., Gidde, P., & Singh, S. (2024). Exploration of deep learning architectures for real-time yoga pose recognition. *Multimedia Tools and Applications*. <https://doi.org/10.1007/s11042-024-18694-y>
- Sharma, B., Lee, S.S., & Johnson, B.K. (2022). The dark at the end of the tunnel: Doomscrolling on social media newsfeeds. *Technology, Mind, and Behavior*, 3(1). <https://doi.org/10.1037/tmb0000059>
- Sheng, N., Yang, C., Han, L., & Jou, M. (2023). Too much overload and concerns: Antecedents of social media fatigue and the mediating role of emotional exhaustion. *Computers in Human Behavior*, 139, 107500. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107500>
- Shin, M., Juventin, M., Wai Chu, J.T., Manor, Y., & Kemps, E. (2022). Online media consumption and depression in young people: A systematic review and meta-analysis. *Computers in Human Behavior*, 128, 107129. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107129>
- Sundstrom, M.J., Asplund, A.L., & Nguyen-Feng, V. N. (2024). Evaluation of online adaptive yoga for psychological well-being in adults with disabilities. *Rehabilitation Psychology*, 69(1), 55-60. <https://doi.org/10.1037/rep0000520>
- Thorisdottir, I. E., Sigurvinsdottir, R., Asgeirsdottir, B. B., Allegrante, J. P., & Sigfusdottir, I. D. (2019). Active and Passive Social Media Use and Symptoms of Anxiety and Depressed Mood Among Icelandic Adolescents. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(8), 535-542. <https://doi.org/10.1089/cyber.2019.0079>
- Uebelacker, L., Dufour, S. C., Dinerman, J. G., Walsh, S.L., Hearing, C., Gillette, L.T., Deckersbach, T., Nierenberg, A.A., Weinstock, L., & Sylvia, L.G. (2018). Examining the Feasibility and Acceptability of an Online Yoga Class for Mood Disorders: A

- MoodNetwork Study. *Journal of Psychiatric Practice*, 24(1), 60-67. <https://doi.org/10.1097/PRA.0000000000000286>
- Uncapher, M.R., Lin, L., Rosen, L.D., Kirkorian, H. L., Baron, N. S., Bailey, K., Cantor, J., Strayer, D. L., Parsons, T.D., & Wagner, A.D. (2017). Media Multitasking and Cognitive, Psychological, Neural, and Learning Differences. *Pediatrics*, 140(Supplement\_2), S62–S66. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1758D>
- Uncapher, M.R., & Wagner, A.D. (2018). Minds and brains of media multitaskers: Current findings and future directions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(40), 9889-9896. <https://doi.org/10.1073/pnas.1611612115>
- Vandenbosch, L., Fardouly, J., & Tiggemann, M. (2022). Social media and body image: Recent trends and future directions. *Current Opinion in Psychology*, 45, 101289. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2021.12.002>
- Wallman-Jones, A., Nigg, C., Benzing, V., & Schmidt, M. (2023). Leave the screen: The influence of everyday behaviors on self-reported interoception. *Biological Psychology*, 181, 108600. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2023.108600>
- Wathelet, M., Duhem, S., Vaiva, G., Baubet, T., Habran, E., Veerapa, E., Debien, C., Molenda, S., Horn, M., Grandgenèvre, P., Notredame, C.-E., & D'Hondt, F. (2020). Factors Associated With Mental Health Disorders Among University Students in France Confined During the COVID-19 Pandemic. *JAMA Network Open*, 3(10), e2025591. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.25591>
- Weaver, J.L., & Swank, J.M. (2021). An Examination of College Students' Social Media Use, Fear of Missing Out, and Mindful Attention. *Journal of College Counseling*, 24(2), 132-145. <https://doi.org/10.1002/jocc.12181>
- World Bank. (2024). *Individuals using the Internet (% of population) – European Union, Italy*. <https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS?locations=EU-IT>
- Yoon, S., Kleinman, M., Mertz, J., & Brannick, M. (2019). Is social network site usage related to depression? A meta-analysis of Facebook–depression relations. *Journal of Affective Disorders*, 248, 65-72. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.01.026>

- 
- 1 Per esempio, il reperimento e l'ottenimento di copie della grande quantità di pubblicazioni scientifiche citate in questo libro avrebbe richiesto dei tempi decine di volte più lunghi se avessi dovuto ricorrere ai vecchi metodi delle biblioteche universitarie cartacee invece che far uso delle moderne biblioteche digitali in rete.
  - 2 “Uso problematico di Internet” (Problematic Internet Use) è un termine tecnico con cui la letteratura intende “un uso eccessivo di Internet che genera problemi psicologici, sociali, educativi e/o lavorativi nella vita della persona” (Fineberg *et al.*, 2022).

# CONCLUSIONI

I lettori e lettrici che mi hanno seguito lungo i capitoli di questo libro si sono trovati a esplorare un percorso la cui varietà e ampiezza probabilmente non presagivano all'inizio. Devo dire che ciò è accaduto anche a me: quando iniziai a interessarmi delle neuroscienze dello yoga, non immaginavo il numero di concetti, discussioni, e pubblicazioni scientifiche provenienti da diverse aree, che avrei dovuto considerare e approfondire né tantomeno la quantità di tempo che mi avrebbe richiesto integrare il tutto in un'opera coerente. Sotto questo punto di vista, il lettore è più fortunato, perché il libro che ha in mano riassume, nel modo più semplice e snello di cui sia stato capace, il lungo e complesso viaggio che ho affrontato attraverso lo yoga e le neuroscienze.

Il desiderio di avventurarmi in questa impresa è nato da due esperienze diverse: una puramente personale e l'altra accademica. Da un punto di vista personale, dopo 20 anni di studio e pratica della meditazione mindfulness, iniziai dapprima a interessarmi al tema emergente dell'*embodied mindfulness*, cioè una pratica di mindfulness che pone una speciale attenzione alla consapevolezza corporea e motoria e alle connessioni mente-corpo. Ciò mi portò in modo naturale a iniziare a praticare in prima persona diversi tipi di yoga, al fine di comprendere le possibili connessioni fra i due approcci. In tale contesto, iniziai a voler sapere quanto più possibile sulle evidenze scientifiche disponibili riguardo alle affermazioni sui benefici dello yoga che sentivo fare ai praticanti che incontravo.

Lo spunto accademico l'ho invece ricevuto nel ruolo di membro del consiglio direttivo e docente del Master in Meditazione e Neuroscienze dell'Università di Udine. Durante le prime sette edizioni del Master, ho avuto modo di constatare come, nelle lezioni dei numerosi docenti nazionali ed internazionali provenienti dall'area neuroscientifica, a fronte di analisi dettagliate concernenti la meditazione (in special modo la mindfulness), lo yoga risultava tipicamente assente o gli veniva dedicato uno spazio molto piccolo. Notavo poi che ciò aveva una corrispondenza anche al di fuori dell'ambito accademico: contrariamente a quanto mi aspettassi, mentre erano disponibili libri e pubblicazioni divulgative sulla meditazione dal punto di vista delle neuroscienze, non esisteva un testo che svolgesse tale compito per lo yoga. Da queste spinte, personale e accademica, è nel tempo emersa in modo naturale la motivazione a mettermi al lavoro per creare il tassello mancante, realizzando un libro che potesse rendere accessibili al pubblico i diversi aspetti delle neuroscienze dello yoga.

Nel libro, ho illustrato quali sono le relazioni tra yoga e cervello alla luce delle conoscenze attualmente disponibili in letteratura. Ho poi esaminato come, coerentemente con le relazioni generali individuate, la triade dello yoga composta da posture fisiche (āsana), respirazione controllata (prāṇāyāma) e meditazione (dhyāna), possa essere un ausilio importante per aiutare l'essere umano ad affrontare gravi problemi come lo stress cronico, l'ansia, il trauma, la depressione e il dolore. Per tale motivo, ho dedicato alcune tappe del viaggio a delle veloci introduzioni alla moderna visione di queste problematiche offerta dalle neuroscienze. Le corrispondenti sezioni potrebbero essere utili anche a chi non è interessato a praticare yoga, in quanto possono contribuire ad una miglior comprensione generale di tali problematiche.

Il viaggio esplorativo delle neuroscienze dello yoga che ho affrontato negli ultimi anni, riassunto in questo saggio, è stato per me un percorso di crescita. Ogni scoperta, ogni connessione tra la pratica dello yoga e le neuroscienze ha arricchito la mia comprensione ed esperienza personale della disciplina. Sarei molto felice di sapere che è stato almeno in parte così anche per voi. In particolare, spero che da questo percorso abbiate ricavato una visione più profonda della vostra pratica yoga individuale, che colleghi le evidenze scientifiche con le vostre esperienze quotidiane, rendendo queste ultime più chiare e significative, e che i benefici dello yoga che

sperimentate empiricamente nella vita quotidiana abbiano trovato solidità nell'approccio scientifico e siano usciti rafforzati dalla lettura.

# RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare Franco Fabbro, già professore ordinario di Psicologia Clinica e Neuropsichiatria all'Università di Udine, per i preziosi commenti forniti alla prima bozza completa di questo libro e per averne suggerito il titolo, che ho recepito con piacere.

Ringrazio inoltre Luca Quartuccio, professore associato di Reumatologia all'Università di Udine, per gli utili commenti su patologie che causano dolore cronico.

# I CONFINI DELL'ANIMA

## Neuroscienze, filosofia e spiritualità

*Collana diretta da* Franco Fabbro

1. Jean-Pierre Changeux, *L'uomo neuronale*, Prefazione all'edizione italiana di Franco Fabbro