Copyright © FrancoAngeli This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial - NoDerivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

Crisi, corpo e salute: dalle discipline corporee alla modulazione della rete PNEI

Nicola Barsotti[1]

Ricevuto 16 novembre 2026, rivisto 23 novembre 2026, accettato 24 novembre 2026, Online first 26 novembre 2026

Per la citazione: Barsotti N. (2026). The Crisis of the Body and Health: From Body-Based Practices to the Modulation of the PNEI Network. Pnei Review. DOI: 10.3280/pnei2026oa24409

1. Osteopata D.O. - Laurea Magistrale in Scienze Riabilitative - Fisioterapista Docente a contratto in vari Master Universitari in Italia e all'estero. Docente in vari corsi e post-graduate in Italia Membro del Direttivo Nazionale SIPNEI (Società Italiana di Psiconeuroendocrinoimmunologia) Coordinatore della Commissione Nazionale di Ricerca Discipline Corporee (DIS-CO) della SIPNEI

Contatto: nicola.barsotti@cmosteopatica.it

La progressiva separazione tra corpo vissuto e corpo-oggetto ha contribuito a una visione frammentata della salute e, nella pratica clinica, alla marginalizzazione dell'esame obiettivo. L'articolo esamina questa crisi sul piano epistemologico e sanitario e, attraverso una revisione narrativa della letteratura, approfondisce il contributo delle discipline corporee alla regolazione integrata dell'organismo secondo il modello psiconeuroendocrinoimmunologico (PNEI). Le evidenze considerate riguardano gli effetti degli interventi corporei e corpo-mente sulla risposta allo stress, sulla salute psicologica, sull'attività nervosa e sui processi immunitari e infiammatori. Vengono inoltre discussi i meccanismi di meccanotrasduzione attraverso cui gli stimoli fisici interagiscono con cellule e matrice extracellulare. Ne emerge un razionale biologico per integrare, quando sostenuti da evidenze pertinenti, gli interventi corporei nei percorsi di cura, senza contrapporli alla medicina basata sulle evidenze. Restano necessari studi che colleghino più precisamente meccanismi, trattamenti ed esiti clinici.

Parole chiave: Corpo vissuto; Discipline corporee; Psiconeuroendocrinoimmunologia; Regolazione neuroendocrina; Meccanotrasduzione; Medicina integrata.

Le origini della "crisi del corpo" in Occidente

La crisi contemporanea del corpo nella cultura occidentale può essere sintetizzata come una progressiva separazione tra il corpo-oggetto, indagato attraverso misurazioni e rappresentazioni biologiche, e il corpo vissuto, dimensione costitutiva dell'esperienza soggettiva. Tale

Copyright © FrancoAngeli This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial - NoDerivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

dualismo mente-corpo, se da un lato ha contribuito allo sviluppo delle scienze biomediche, dall'altro ha favorito una lettura frammentata dei rapporti tra processi biologici, psiche e contesto socio-ambientale. Le prospettive dell'*embodiment* e dell'*enazione* contribuiscono a superare questa separazione, riconoscendo il ruolo attivo del corpo nei processi cognitivi. La prima sottolinea come la conoscenza sia profondamente influenzata dalle esperienze sensoriali, motorie, percettive e affettive, mentre la seconda evidenzia come essa emerga dall'interazione continua tra organismo e ambiente, attraverso la percezione e l'azione (Barsotti et al., 2018). Pertanto, conoscere non significa soltanto elaborare mentalmente informazioni, ma costruire significati attraverso l'esperienza corporea e la relazione con il mondo (Edwards, 1998; Kirmayer & Gómez-Carrillo, 2019).

Questa crisi presenta almeno tre dimensioni interconnesse. La prima è epistemologica: il corpo viene frequentemente considerato un supporto della mente anziché una componente attiva dei processi cognitivi e relazionali. La seconda riguarda il progressivo distacco dal corpo vissuto, quando le sensazioni corporee, le emozioni e la percezione di sé perdono centralità nella comprensione della propria esperienza e nel rapporto con l'ambiente e le altre persone. La terza concerne l'oggettivazione estetica e prestazionale, accentuata dai modelli veicolati dai media digitali: una revisione di 50 studi in 17 Paesi ha documentato associazioni tra uso dei social media, insoddisfazione corporea e comportamenti alimentari disfunzionali nei giovani, con il confronto sociale e l'interiorizzazione degli ideali estetici tra i principali processi mediatori (Dane & Bhatia, 2023).

In medicina, questa contrapposizione emerge quando l'attenzione si concentra prevalentemente sui parametri biologici e strumentali, trascurando l'esperienza soggettiva del paziente, la sua storia e la dimensione relazionale della cura. Non si tratta di contrapporre esperienza soggettiva e conoscenza scientifica, ma di riconoscerne la complementarità. La progressiva marginalizzazione della valutazione corporea diretta costituisce una delle espressioni più concrete di questa separazione (SmithBattle & L'Ecuyer, 2025).

La "crisi del corpo" in medicina: la perdita dell'esame obiettivo

Nella pratica sanitaria contemporanea, questa trasformazione si manifesta anche attraverso la crescente centralità delle tecnologie diagnostiche e digitali, che stanno modificando le modalità di incontro tra professionista e paziente. L'esame obiettivo, infatti, sta perdendo centralità rispetto agli accertamenti strumentali. Il problema, chiaramente, non è l'impiego delle tecnologie, ma la mancata integrazione delle informa-

Copyright © FrancoAngeli This work is released under Creative
Commons Attribution - Non-Commercial - NoDerivatives License.
For terms and conditions of usage please see:
http://creativecommons.org

zioni strumentali con quelle ricavabili dalla valutazione clinica diretta. Un primo elemento di questa trasformazione riguarda le modalità di interazione tra medico e paziente: un'indagine recente, effettuata in Italia, ha rilevato che i contatti da remoto, comprendenti attività cliniche e amministrative, rappresentano ormai oltre il 60% delle interazioni (Broccolo et al., 2024). Questa evoluzione favorisce accessibilità e continuità assistenziale, ma richiede di distinguere le situazioni gestibili digitalmente da quelle che necessitano di una valutazione in presenza (Longo & Ricci, 2025).

La frequente omissione dell'esame obiettivo emerge anche negli studi sulla diagnostica per immagini. In 275 pazienti sottoposti a risonanza magnetica, il 70,9% ha riferito di non aver ricevuto un esame obiettivo prima della richiesta (Alquraish, Arita & Kwee, 2026). Analogamente, l'omissione è stata riportata nel 55,6% di 302 pazienti sottoposti a ecografia (Pavel et al., 2025) e nel 47,7% di 288 pazienti indirizzati a PET/TC (Alqahtani et al., 2026). Queste ricerche, condotte in contesti specifici, documentano la frequenza del fenomeno. Le possibili conseguenze cliniche sono illustrate da un'analisi di 208 segnalazioni di errori o eventi avversi associati a carenze nell'esame obiettivo. Nel 63% dei casi non era stato eseguito l'esame pertinente, nel 76% erano riportate diagnosi mancate o ritardate, nel 42% trattamenti assenti o ritardati, nel 25% costi diagnostici non necessari e nel 17% esposizioni evitabili a radiazioni o mezzi di contrasto (Verghese et al., 2015). Nel complesso, questi risultati evidenziano come l'omissione dell'esame obiettivo possa contribuire a conseguenze cliniche rilevanti e a un utilizzo potenzialmente inappropriato delle risorse sanitarie.

La perdita di centralità dell'esame obiettivo rappresenta quindi una manifestazione operativa della crisi del corpo in medicina: quando l'osservazione diretta viene sostituita dalla sola rappresentazione tecnologica, il rischio è che il paziente venga conosciuto attraverso i suoi dati prima ancora di essere incontrato e valutato. Recuperare la centralità dell'esame obiettivo non significa contrapporsi all'innovazione, ma integrare valutazione fisica, esperienza clinica e conoscenza strumentale in un processo diagnostico più completo, appropriato e centrato sulla persona.

L'epistemologia tradizionale del corpo in Occidente

Il recupero della dimensione corporea nella pratica clinica richiede anche una riflessione sul ruolo del corpo nei processi di conoscenza, relazione e adattamento. La concezione dell'organismo come sistema unitario, presente in diverse tradizioni del pensiero occidentale, trova nuove formulazioni nelle teorie contemporanee della cognizione incarnata. Conoscere non equivale soltanto a rappresentare una realtà ester-

Copyright © FrancoAngeli This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial - NoDerivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

na: la conoscenza emerge dall'attività dell'organismo e dalla sua storia di interazioni con l'ambiente. Percezione, movimento e organizzazione biologica partecipano quindi alla costruzione dell'esperienza e del significato (Maturana & Varela, 1992; Varela, Thompson & Rosch, 1991).

L'organismo esplora continuamente le possibilità dell'ambiente, incontra limiti, modifica le proprie risposte e sviluppa capacità di adattamento. Il corpo non è perciò un semplice strumento attraverso cui la mente agisce, ma una dimensione costitutiva dell'azione e dell'identità. Una prospettiva affine, pur fondata su presupposti differenti, è presente nella riflessione sulla cura di sé: la persona non è soltanto destinataria di conoscenze e interventi, ma soggetto attivo nella propria trasformazione (Foucault, 2011). Questa partecipazione attiva si esprime anche attraverso la corporeità: il sistema muscoloscheletrico contribuisce all'espressione dell'individualità mediante movimento, postura, gestualità e mimica, rendendo possibili la comunicazione e la partecipazione sociale (Korr, 2003). In ambito sanitario, tale concezione invita a considerare il corpo non esclusivamente come sede di alterazioni da correggere, ma come componente attiva dei processi di regolazione, relazione e adattamento. Il modello PNEI permette di approfondire questa concezione sul piano biologico, indagando le interazioni tra esperienza corporea, comportamento e funzioni nervose, endocrine e immunitarie (Barsotti et al., 2018). Diventa quindi importante comprendere attraverso quali meccanismi le esperienze e gli interventi corporei possano influenzare questi sistemi e contribuire ai processi di salute.

Il corpo come via di accesso alla salute

Le discipline corporee possono interagire con diversi sistemi di regolazione dell'organismo, con effetti che non si limitano all'apparato locomotore, ma possono estendersi ai processi fisiologici coinvolti nel dolore persistente, nelle patologie croniche e nelle condizioni associate allo stress. Tale interazione trova una chiave interpretativa nel modello PNEI, che considera il sistema muscoloscheletrico in rapporto dinamico con le funzioni nervose, circolatorie, endocrine e immunitarie (Barsotti et al., 2018). L'interdipendenza tra questi sistemi emerge anche nella risposta agli stimoli stressanti, che possono generare risposte locali, comprendenti infiammazione e riparazione, e risposte sistemiche che coinvolgono circuiti neuroendocrini, autonomici e immunitari. Il modello storico della sindrome generale e locale di adattamento consente di descrivere questa interdipendenza, oggi approfondita attraverso lo studio delle reti di segnalazione biologica (Selye, 1976). Questa interazione tra risposte sistemiche e processi tissutali coinvolge anche la fascia, i cui fibroblasti, miofibroblasti e componenti della matrice extracellulare

Copyright © FrancoAngeli This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial - NoDerivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

(MEC) possono rispondere a glucocorticoidi, catecolamine, mediatori infiammatori e segnali meccanici (Barsotti et al., 2021).

Gli effetti sullo stress

La risposta allo stress coinvolge una complessa interazione tra sistema nervoso autonomo (SNA), asse ipotalamo-ipofisi-surrene (HPA) e sistema immunitario, attraverso la quale l'organismo mobilita le proprie risorse per adattarsi alle richieste dell'ambiente. Quando le condizioni stressanti si protraggono nel tempo, questi meccanismi possono andare incontro ad alterazioni della regolazione, con modificazioni della reattività autonomica, dei ritmi secretori del cortisolo e dei processi metabolici e infiammatori. Poiché la risposta allo stress coinvolge anche la dimensione somatica, attraverso modificazioni del tono muscolare, della respirazione e dell'attività cardiovascolare, il corpo rappresenta non soltanto una sede di espressione dello stress, ma anche una possibile via di intervento sui sistemi che lo regolano (Barsotti et al., 2018).

Le discipline corporee possono infatti influenzare la risposta allo stress attraverso l'integrazione tra stimolazione somatosensoriale, regolazione autonomica e attività neuroendocrina. Gli effetti delle pratiche di mindfulness e rilassamento sui livelli di cortisolo, documentati da Rogerson et al. (2024), trovano ulteriore sostegno in una metanalisi di 89 studi randomizzati che ha evidenziato modificazioni della funzione neuroendocrina e di alcuni mediatori immunitari in seguito a interventi corpo-mente (Lee et al., 2025). Questi risultati indicano che l'esperienza corporea può partecipare alla modulazione di risposte biologiche che coinvolgono diversi sistemi dell'organismo, coerentemente con il modello di regolazione integrata proposto dalla PNEI.

Anche il trattamento manipolativo osteopatico (OMT) può intervenire su questi processi attraverso la stimolazione dei tessuti e delle afferenze somatosensoriali. In condizioni di stress mentale acuto, il trattamento ha mostrato la capacità di attenuare l'incremento della frequenza cardiaca, la riduzione della modulazione vagale e la risposta del cortisolo, evidenziando un'interazione tra stimolazione manuale, attività autonomica e regolazione endocrina (Fornari, Carnevali & Sgoifo, 2017). Le modificazioni della variabilità della frequenza cardiaca, della conduttanza cutanea e della temperatura periferica osservate in ulteriori ricerche confermano il coinvolgimento di differenti componenti della regolazione autonomica (si veda ad esempio Cerritelli et al., 2020). A questi risultati si affiancano le evidenze relative alla risposta endocrina, con una riduzione significativa del cortisolo salivare osservata dopo un ciclo di sei settimane di OMT (Valencia et al., 2025). Una recente revisione sistematica ha inoltre raccolto risultati favorevoli sull'impiego dell'OMT nella gestione dello stress e dei sintomi psicologici associati (Lorenz et al., 2026).

Copyright © FrancoAngeli This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial - NoDerivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

Le evidenze delineano quindi un possibile ruolo delle discipline corporee nella modulazione della risposta allo stress, non limitato alla dimensione muscolare o al rilassamento percepito, ma esteso alle interazioni tra sistemi autonomici, neuroendocrini e immunitari. Il corpo emerge così come una componente attiva dei processi di adattamento, attraverso la quale è possibile influenzare sia le risposte fisiologiche sia l'esperienza soggettiva dello stress.

Gli effetti sulla psiche

La dimensione psicologica costituisce un ulteriore ambito nel quale le esperienze corporee possono interagire con i processi di regolazione dell'organismo. Distress psicologico, ansia e depressione accompagnano frequentemente le patologie croniche, rendendo particolarmente rilevante l'interazione tra esperienza somatica, regolazione emotiva e processi fisiologici. In oncologia, una revisione ombrello ha stimato prevalenze complessive del 33,16% per la depressione e del 30,55% per l'ansia (Getie, Ayalneh & Bimerew, 2025).

Le discipline corporee comprendono interventi molto differenti: psicoterapie orientate al corpo, movimento meditativo, pratiche di respirazione, esercizio e trattamenti manuali. Alcune agiscono prevalentemente sull'attenzione interocettiva e sull'esperienza emotiva, mentre altre si propongono di modificare il dolore, la funzione motoria o la risposta autonomica. Una revisione delle terapie corporee nei disturbi alimentari ha individuato possibili miglioramenti della regolazione emotiva, della consapevolezza interocettiva e dell'esperienza soggettiva del corpo (Lucas et al., 2025).

In ambito oncologico, le linee guida congiunte della Society for Integrative Oncology e dell'American Society of Clinical Oncology raccomandano, con differenti livelli di evidenza, mindfulness, Yoga e altri interventi integrativi per la gestione dei sintomi ansiosi e depressivi durante o dopo i trattamenti (Carlson et al., 2023).

Per l'OMT, una metanalisi di 20 studi randomizzati ha documentato una riduzione dei sintomi depressivi, più evidente nelle popolazioni con dolore, insieme a variazioni di alcuni indicatori psicofisiologici (Gordon et al., 2025). A questi risultati si affiancano quelli di uno studio pilota randomizzato nel quale un ciclo di trattamenti miofasciali e linfatici è stato associato a miglioramenti dei sintomi ansioso-depressivi e della consapevolezza corporea, accompagnati da una riduzione della dissociazione corporea e dello stress percepito (Levy & Jung, 2026). Nel complesso, queste evidenze sostengono il possibile contributo delle discipline corporee alla salute mentale attraverso l'integrazione tra percezione somatica, interocezione, regolazione autonomica e partecipazione attiva ai processi di cura.

Copyright © FrancoAngeli This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial - NoDerivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

Gli effetti sul sistema nervoso e sui processi di neuromodulazione

I processi di regolazione emotiva e di percezione corporea descritti finora coinvolgono circuiti nervosi che partecipano anche alla modulazione del dolore e delle risposte adattative. Il sistema nervoso integra continuamente le informazioni provenienti dai tessuti corporei con quelle relative all'ambiente, contribuendo alla costruzione dell'esperienza percettiva e alla regolazione delle funzioni fisiologiche. Movimento, respirazione e stimolazione somatosensoriale possono influenzare questi processi attraverso l'attivazione delle afferenze periferiche e la loro elaborazione centrale (Barsotti et al., 2018).

Tra le afferenze coinvolte assumono particolare rilievo quelle tattili, propriocettive e interocettive, che partecipano alla regolazione del movimento, della percezione corporea e delle risposte affettive. Anche gli interventi manuali, attraverso la stimolazione meccanica dei tessuti e dei recettori sensoriali, possono influenzare questi processi. Una revisione di mappatura delle risposte biologiche agli interventi osteopatici ha individuato modificazioni in differenti sistemi fisiologici, comprese risposte neurofisiologiche e autonomiche, evidenziando il coinvolgimento di molteplici meccanismi nella stimolazione manuale (Dal Farra et al., 2024).

Tra i sistemi coinvolti nella comunicazione tra corpo e sistema nervoso assume particolare interesse quello endocannabinoide, che partecipa alla modulazione del dolore, delle emozioni e delle risposte neuroendocrine e immunitarie. In uno studio randomizzato su 31 soggetti sani, una singola seduta osteopatica è stata associata a un incremento medio del 168% dell'anandamide sierica (McPartland et al., 2005). Il risultato suggerisce che la stimolazione manuale possa interagire anche con sistemi di segnalazione neurochimica implicati nella regolazione dell'esperienza dolorosa e affettiva.

Le tecniche di neuroimaging e di registrazione elettroencefalografica hanno permesso di documentare modificazioni dell'attività cerebrale associate al trattamento osteopatico. Una revisione ha identificato cambiamenti dell'attività e della connettività cerebrale in soggetti sani e in pazienti con dolore muscoloscheletrico cronico (Bonanno et al., 2024). Le modificazioni osservate comprendono variazioni della perfusione cerebrale (Tamburella et al., 2019) e della connettività funzionale in reti coinvolte nell'elaborazione sensoriale, nel controllo motorio e nelle risposte emotive (Tramontano et al., 2020). Nei pazienti con lombalgia cronica sono state inoltre identificate modificazioni della connettività cerebrale dopo OMT, spazialmente associate alla distribuzione dei recettori μ-oppioidi (Tomaiuolo et al., 2025). Le evidenze neurofisiologiche e neurochimiche, pertanto, mostrano come gli effetti delle discipline corporee possano estendersi oltre la dimensione meccanica dei tessuti,

Copyright © FrancoAngeli This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial - NoDerivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

interessando i sistemi di comunicazione tra periferia e cervello. L'esperienza corporea assume così un ruolo attivo nella modulazione delle funzioni nervose e dei processi di adattamento dell'organismo.

Gli effetti sui processi infiammatori e immunitari

La risposta immunitaria costituisce un'ulteriore componente dei processi di regolazione dell'organismo. Neurotrasmettitori, ormoni e mediatori infiammatori partecipano a una comunicazione bidirezionale attraverso la quale gli stimoli corporei possono influenzare l'attivazione e la risoluzione dell'infiammazione. Le discipline corporee e gli interventi corpo-mente possono influenzare alcuni di questi processi attraverso risposte neuroendocrine, autonomiche e comportamentali, con possibili modificazioni di indicatori immunitari e infiammatori (Barsotti et al., 2018).

Una metanalisi di 34 studi controllati, comprendenti 2.219 partecipanti, ha documentato una riduzione della proteina C-reattiva dopo Yoga, Tai Chi, Qigong e meditazione (Morgan et al., 2014). Ulteriori evidenze provengono da una metanalisi di 19 studi randomizzati, comprendenti 1.686 partecipanti, che ha rilevato miglioramenti di alcuni indicatori cellulari della risposta immunitaria dopo pratiche di Tai Chi e QiGong (Oh et al., 2020). Anche gli studi sullo Yoga hanno individuato effetti favorevoli su alcuni mediatori infiammatori, tra cui l'IL-1β, e possibili modificazioni di componenti dell'immunità mucosale e cellulo-mediata (Estevao, 2022; Falkenberg, Eising & Peters, 2018).

Le ricerche sull'espressione genica hanno inoltre descritto modificazioni di vie coinvolte nella regolazione dell'infiammazione. Una revisione sistematica di 18 studi ha identificato una ridotta attività di programmi trascrizionali associati al fattore nucleare NF-ϰB dopo interventi corpo-mente, suggerendo un possibile meccanismo molecolare attraverso cui queste pratiche possono influenzare la risposta infiammatoria (Buric et al., 2017).

Per l'OMT, particolare interesse rivestono le tecniche di pompa linfatica (LPT), attraverso le quali la stimolazione meccanica può influenzare il trasporto di componenti cellulari e molecolari coinvolte nella risposta immunitaria. In cinque cani, due applicazioni di LPT hanno aumentato transitoriamente il flusso linfatico del dotto toracico da circa 0,3 a 6 mL/min, insieme al trasporto di leucociti, citochine e chemochine (Schander et al., 2013). In un modello sperimentale di polmonite pneumococcica nel ratto, l'associazione delle LPT alla terapia antibiotica ha inoltre determinato una maggiore riduzione della carica batterica polmonare rispetto al trattamento antibiotico associato a una procedura simulata (Hodge et al., 2015). Questi risultati documentano come la stimolazione manuale possa influenzare la circolazione linfatica e, in condizioni sperimentali, contribuire alla risposta dell'organismo alle infezioni.

Copyright © FrancoAngeli This work is released under Creative
Commons Attribution - Non-Commercial - NoDerivatives License.
For terms and conditions of usage please see:
http://creativecommons.org

La modulazione dei mediatori infiammatori, dell'espressione genica e del trasporto linfatico amplia ulteriormente il razionale biologico delle discipline corporee, evidenziando il loro possibile contributo alle interazioni tra sistemi nervoso, endocrino e immunitario.

Gli effetti meccanobiologici: dai tessuti alle cellule

Accanto alle interazioni con i sistemi nervoso, endocrino e immunitario, le discipline corporee possono agire anche attraverso meccanismi che coinvolgono direttamente le cellule e il loro microambiente. Le sollecitazioni fisiche prodotte dal movimento, dall'esercizio e dalle discipline corporee possono infatti modificare il comportamento dei tessuti attraverso processi di meccanosensibilità e meccanotrasduzione. La fascia non è soltanto una struttura di sostegno e trasmissione delle forze, ma un microambiente biologicamente attivo nel quale cellule e MEC rispondono alle proprietà meccaniche del tessuto. Una revisione di 20 studi in vivo, comprendenti 405 partecipanti, sostiene l'esistenza della trasmissione miofasciale delle forze nell'essere umano (Ajimsha et al., 2022). La fascia è stata inoltre descritta come un ambiente meccanosensibile coinvolto nel rimodellamento della MEC e nella riparazione tissutale (Pirri et al., 2025).

La conversione di stimoli fisici in segnali biologici coinvolge integrine, canali ionici meccanosensibili, citoscheletro e vie intracellulari quali FAK, RhoA/ROCK e YAP/TAZ. Attraverso queste reti, variazioni di tensione, rigidità e organizzazione della matrice possono influenzare espressione genica, proliferazione, differenziazione e metabolismo cellulare. In fibroblasti derivati dalla fascia toracolombare umana, la stimolazione mediante onde d'urto focalizzate è stata associata a una maggiore attivazione di YAP e a modificazioni dell'espressione di geni coinvolti nel rimodellamento della matrice (Pirri et al., 2023).

L'interazione tra cellula e MEC è bidirezionale: le cellule percepiscono le proprietà meccaniche del proprio ambiente e, al tempo stesso, contribuiscono a modificarlo mediante sintesi, degradazione e riorganizzazione dei suoi componenti. I processi di riparazione dipendono quindi non soltanto dalle sollecitazioni meccaniche, ma anche dall'integrazione nel tempo di segnali meccanici e biochimici (Barsotti et al., 2021; Pirri et al., 2025).

La risposta cellulare a questi meccanismi non è tuttavia uniforme, ma dipende dall'intensità e dalla durata dello stimolo, dalla frequenza delle sollecitazioni e dalle proprietà meccaniche del substrato. La meccanotrasduzione, pertanto, non implica una risposta biologica univoca: stimoli differenti possono attivare programmi cellulari distinti e talvolta opposti. Il rapporto tra MEC e segnali neuroendocrini costituisce un

Copyright © FrancoAngeli This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial - NoDerivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

ulteriore livello di integrazione, poiché mediatori dello stress e dell'infiammazione possono influenzare fibroblasti, miofibroblasti e processi fibrotici (Barsotti et al., 2021).

La possibilità di modificare le proprietà biomeccaniche dei tessuti mediante interventi manuali trova riscontro in uno studio randomizzato su 59 soggetti sani, che ha documentato variazioni del tono muscolare a riposo, della rigidità e di alcuni parametri viscoelastici dopo tecniche osteopatiche miofasciali, a energia muscolare e sui tessuti molli (Bohlen et al., 2022).

La meccanobiologia coinvolge anche gli organi endocrini, come le ghiandole surrenali, nella cui corteccia la MEC contribuisce all'organizzazione del microambiente cellulare e alla regolazione della funzione steroidogenica, offrendo un possibile substrato biologico per l'azione degli stimoli meccanici (Kremer et al., 2024). A sostegno di questa ipotesi, assumono particolare interesse gli stretti rapporti anatomici dei surreni con i pilastri del diaframma e il muscolo grande psoas (Saadi et al., 2021). La mobilità respiratoria delle ghiandole, associata alla presenza di sistemi di meccanotrasduzione, rende infatti plausibile che le sollecitazioni meccaniche trasmesse dall'attività diaframmatica possano contribuire alla modulazione della funzione endocrina.

Un ambito di particolare rilievo è rappresentato dall'oncologia. Le proprietà meccaniche del microambiente tumorale (rigidità della MEC, compressione, tensione e organizzazione del tessuto) possono influenzare proliferazione, invasività, disseminazione metastatica e risposta ai trattamenti. Le cellule neoplastiche non interpretano soltanto segnali genetici e biochimici, ma rispondono anche alle caratteristiche fisiche dell'ambiente circostante attraverso circuiti di meccanosensibilità e trasduzione (Massey et al., 2024).

La meccanobiologia offre quindi un collegamento tra stimoli corporei, comportamento cellulare e processi biologici rilevanti per la rete PNEI. Attraverso la meccanotrasduzione, le sollecitazioni fisiche possono influenzare l'organizzazione dei tessuti e l'attività cellulare, contribuendo alle interazioni tra sistemi muscoloscheletrico, nervoso, endocrino e immunitario (Barsotti et al., 2018).

Conclusioni

Le evidenze esaminate suggeriscono che le discipline corporee possano contribuire ai percorsi di promozione, mantenimento e recupero della salute attraverso interventi che coinvolgono differenti livelli dell'organizzazione biologica. Stress, regolazione autonomica e neuroendocrina, processi infiammatori e meccanotrasduzione rappresentano ambiti di ricerca promettenti, nei quali ulteriori approfondimenti potranno consolidare le conoscenze sui meccanismi biologici e sulle loro implicazioni cliniche.

Copyright © FrancoAngeli This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial - NoDerivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

Questa impostazione è coerente con l'Evidence-Based Medicine, fondata sull'integrazione tra migliori evidenze disponibili, competenza clinica e valori e preferenze della persona assistita. La pratica basata sulle evidenze non consiste infatti nell'applicazione rigida di protocolli, ma richiede valutazione critica della ricerca e adattamento responsabile al contesto individuale (Sackett et al., 1996).

Nel rispetto delle competenze professionali, gli interventi corporei possono quindi affiancare le cure mediche e riabilitative quando supportati da evidenze pertinenti, contribuendo alla gestione dei sintomi, al recupero funzionale e alla partecipazione attiva della persona. Il loro valore risiede anche nel riconoscere il corpo come dimensione dell'esperienza, dell'azione e dell'adattamento. La sfida futura consiste nel collegare con maggiore precisione meccanismi biologici, caratteristiche dei trattamenti ed esiti clinici, contribuendo allo sviluppo di una medicina integrata e interdisciplinare che restituisca al corpo la sua centralità nei processi di salute e di cura.

Fondi: Questa ricerca non ha ricevuto finanziamenti esterni. Conflitti di interessi: L'autore dichiara di non avere conflitti di interesse.

Riferimenti bibliografici

Ajimsha M.S., Shenoy P.D., Surendran P.J., Jacob P., & Bilal M.J. (2022). Evidence of in-vivo myofascial force transfer in humans—A systematic scoping review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies,* 32, 183–195. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2022.05.006

Alqahtani M.A.M., Arita Y., Noordzij W., & Kwee T.C. (2026). Clinical assessment before pET/computed tomography: Frequency and diagnostic impact. *Nuclear Medicine Communications,* 47(11), 1242–1248. https://doi.org/10.1097/MNM.0000000000002195

Alquraish Z.H.M., Arita Y., & Kwee T.C. (2026). Clinical evaluation before MRI referral: Frequency and association with diagnostic yield. *Tomography*, 12(6), 82. https://doi.org/10.3390/tomography12060082

Barsotti N., Lanaro D., Chiera M., & Bottaccioli F. (2018). *La PNEI e le discipline corporee.* Milano: Edra.

Barsotti N., Chiera M., Lanaro D., & Fioranelli M. (2021). Impact of stress, immunity, and signals from endocrine and nervous system on fascia. *Frontiers in Bioscience – Elite,* 13(1), 1–36. https://doi.org/10.2741/870

Bohlen L., Schwarze J., Richter J., Gietl B., Lazarov C., Kopyakova A., Brandl A., & Schmidt T. (2022). Effect of osteopathic techniques on human resting muscle tone in healthy subjects using myotonometry: A factorial randomized trial. *Scientific Reports*, 12, 16953. https://doi.org/10.1038/s41598-022-20452-9

Bonanno M., Papa G.A., Ruffoni P., Catalioto E., De Luca R., Maggio M.G., & Calabrò R.S. (2024). The effects of osteopathic manipulative treatment on brain activity: A scoping review of MRI and EEG studies. *Healthcare*, 12(13), 1353. https://doi.org/10.3390/healthcare12131353

Copyright © FrancoAngeli This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial - NoDerivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

Broccolo G., Guerra F., Longo F., & Zazzera A. (2024). I cambiamenti dei modelli di servizio della medicina generale. In CERGAS (Ed.), *Rapporto OASI 2024* (pp. 447–468). Milano: Egea.

Buric I., Farias M., Jong J., Mee C., & Brazil I.A. (2017). What is the molecular signature of mind–body interventions? A systematic review of gene expression changes induced by meditation and related practices. *Frontiers in Immunology,* 8, 670. https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.00670

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

Cerritelli F., Cardone D., Pirino A., Merla A., & Scoppa F. (2020). Does osteopathic manipulative treatment induce autonomic changes in healthy participants? A thermal imaging study. *Frontiers in Neuroscience,* 14, 887. https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00887

Dal Farra F., Bergna A., Lunghi C., Bruini I., Galli M., Vismara L., & Tramontano M. (2024). Reported biological effects following osteopathic manipulative treatment: A comprehensive mapping review. *Complementary Therapies in Medicine,* 82, 103043. https://doi.org/10.1016/j.ctim.2024.103043

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

Edwards S.D. (1998). The body as object versus the body as subject: The case of disability. *Medicine, Health Care and Philosophy*, 1, 47–56.

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

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

Fornari M., Carnevali L., & Sgoifo A. (2017). Single osteopathic manipulative therapy session dampens acute autonomic and neuroendocrine responses to mental stress in healthy male participants. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 117(9), 559–567. https://doi.org/10.7556/jaoa.2017.110

Foucault M. (2011). *L'ermeneutica del soggetto.* Corso al Collège de France (1981–1982) (F. Gros, Ed.; M. Bertani, Trad.). Milano: Feltrinelli.

Getie A., Ayalneh M., & Bimerew M. (2025). Global prevalence and determinant factors of pain, depression, and anxiety among cancer patients: An umbrella review of systematic reviews and meta-Analyses. *BMC Psychiatry*, 25, 156. https://doi.org/10.1186/s12888-025-06599-5

Gordon T.C., Hope-Bell J., Draper-Rodi J., MacMillan A., Miller D., & Edwards D.J. (2025). Effects of manual osteopathic interventions on psychometric and psychophysiological indicators of anxiety, depression and stress in adults: A systematic review and meta-Analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open,* 15(2), e095933. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-095933

Hodge L.M., Creasy C., Carter K., Orlowski A., Schander A., & King H.H. (2015). Lymphatic pump treatment as an adjunct to antibiotics for pneumonia in a rat model. *The Journal of the American Osteopathic Association,* 115(5), 306–316. https://doi.org/10.7556/jaoa.2015.061

Copyright © FrancoAngeli This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial - NoDerivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

Kirmayer L.J., & Gómez-Carrillo A. (2019). Agency, embodiment and enactment in psychosomatic theory and practice. *Medical Humanities*, 45, 169–182. https://doi.org/10.1136/medhum-2018-011618

Korr I.M. (2003). An explication of osteopathic principles. In R.C. Ward (Ed.), *Foundations for osteopathic medicine* (2ª ed., pp. 12–18). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Kremer J.L., Santiago V.F., Rodrigues F.B., Auricino T.B., Freitas D.H.O., Palmisano G., & Lotfi C.F.P. (2024). Extracellular matrix protein signatures of the outer and inner zones of the rat adrenal cortex. *Journal of Proteome Research*, 23(8), 3418–3432. https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.4c00071

Lee S.C., Tsai P.H., Yu K.H., & Chan T.M. (2025). Effects of Mind–Body interventions on immune and neuroendocrine functions: A systematic review and meta-Analysis of randomized controlled trials. *Healthcare*, 13(8), 952. https://doi.org/10.3390/healthcare13080952

Levy E.C., & Jung M.K. (2026). Effects of a myofascial and lymphatic osteopathic manipulative treatment protocol on mood and body connection: A randomized pilot study. *Journal of Osteopathic Medicine*, 126(1), 37–46. https://doi.org/10.1515/jom-2024-0196

Longo F., & Ricci A. (2025). La sanità italiana: narrazioni consolatorie, criticità governabili e una doppia agenda manageriale. In CERGAS (Ed.), *Rapporto OASI 2025* (pp. 3–40). Milano: Egea.

Lorenz N., Mathur M., Saleem N., Penn A., Boesler D., & Bishayee A. (2026). Osteopathic manipulative treatment as a complementary and integrative approach to mitigate stress, anxiety, and depression: A systematic review. *EXPLORE*, *22*(1), 103290. https://doi.org/10.1016/j.explore.2025.103290

Lucas G., Sin J., Cini E., & Röhricht F. (2025). Body-Oriented therapies for the treatment of eating disorders: A systematic review. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 60, 101997. https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2025.101997

Massey A., Stewart J., Smith C., Parvini C., McCormick M., Do K., & Cartagena-Rivera A.X. (2024). Mechanical properties of human tumour tissues and their implications for cancer development. *Nature Reviews Physics*, *6*, 269–282. https://doi.org/10.1038/s42254-024-00707-2

Maturana H.R., & Varela F.J. (1992). *L'albero della conoscenza* (G. Melone, Trad.; presentazione di M. Ceruti). Milano: Garzanti.

McPartland J.M., Giuffrida A., King J., Skinner E., Scotter J., & Musty R.E. (2005). Cannabimimetic effects of osteopathic manipulative treatment. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 105(6), 283–291.

Morgan N., Irwin M.R., Chung M., & Wang C. (2014). The effects of mind-Body therapies on the immune system: Meta-Analysis. *PLOS ONE*, *9*(7), e100903. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100903

Oh B., Bae K., Lamoury G., Eade T., Boyle F., Corless B., Clarke S., Yeung A., Rosenthal D., Schapira L., & Back M. (2020). The effects of Tai Chi and Qigong on immune responses: A systematic review and meta-Analysis. *Medicines*, *7*(7), 39. https://doi.org/10.3390/medicines7070039

Pavel A.M., Arita Y., Kasalak Ö., & Kwee T.C. (2025). Physical examination before diagnostic ultrasonography: Alive and kicking or a relic of the past?. *European Journal of Radiology*, 193, 112431. https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2025.112431

Pirri C., Caroccia B., Angelini A., Piazza M., Petrelli L., Caputo I., Montemurro C., Ruggieri P., De Caro R., & Stecco C. (2023). A new player in the mechanobiology of deep fascia: Yes-Associated protein (YAP). *International Journal of Molecular Sciences*, 24(20), 15389. https://doi.org/10.3390/ijms242015389

Copyright © FrancoAngeli This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial - NoDerivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

Pirri C., Pirri N., Petrelli L., De Caro R., & Stecco C. (2025). Redefining fascia: A mechanobiological hub and stem cell reservoir in regeneration—A systematic review. *International Journal of Molecular Sciences, 26*(20), 10166. https://doi.org/10.3390/ijms262010166

Rogerson O., Wilding S., Prudenzi A., & O'Connor D.B. (2024). Effectiveness of stress management interventions to change Cortisol levels: A systematic review and meta-Analysis. *Psychoneuroendocrinology, 159*, 106415. https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2023.106415

Saadi A., Mokadem S., Chakroun M., Nouioui M.A., Allouche M., Bouzouita A., Derouiche A., Ben Slama M.R., Hamdoun M., Ayed H., & Chebil M. (2021). A cadaveric anatomical study of the adrenals: Relationship with the posterior abdominal wall muscles revisited. *Morphologie*, 105(350), 210–216. https://doi.org/10.1016/j.morpho.2020.09.006

Sackett D.L., Rosenberg W.M.C., Gray J.A.M., Haynes R.B., & Richardson W.S. (1996). Evidence based medicine: What it is and what it isn't. *BMJ*, 312(7023), 71–72. https://doi.org/10.1136/bmj.312.7023.71

Schander A., Padro D., King H.H., Downey H.F., & Hodge L.M. (2013). Lymphatic pump treatment repeatedly enhances the lymphatic and immune systems. *Lymphatic Research and Biology*, 11(4), 219–226. https://doi.org/10.1089/lrb.2012.0021

Selye H. (1976). The stress of life (ed. riv.). New York: McGraw-Hill.

SmithBattle L., & L'Ecuyer K. (2025). The body speaks: What do nurses hear?. *Nursing Inquiry*, 32, e70050. https://doi.org/10.1111/nin.70050

Tamburella F., Piras F., Piras F., Spanò B., Tramontano M., & Gili T. (2019). Cerebral perfusion changes after osteopathic manipulative treatment: A randomized manual placebo-Controlled trial. *Frontiers in Physiology*, 10, 403. https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00403

Tomaiuolo F., Cerritelli F., Sestieri C., Keys J., Paolucci T., Sensi S.L., Ferretti A., & Delli Pizzi S. (2025). Acute changes in functional connectivity associated with first osteopathic manual treatment in chronic low back pain spatially overlap with opioid receptor expression. *Brain Research Bulletin*, 226, 111375. https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2025.111375

Tramontano M., Cerritelli F., Piras F., Spanò B., Tamburella F., Piras F., Caltagirone C., & Gili T. (2020). Brain connectivity changes after osteopathic manipulative treatment: A randomized manual placebo-Controlled trial. *Brain Sciences*, 10(12), 969. https://doi.org/10.3390/brainsci10120969

Valencia R., Anche G., Do Rego Barros G., Arostegui V., Sutaria H., McAllister E., Banihashem M., & Volokitin M. (2025). Stressbusters: A pilot study investigating the effects of OMT on stress management in medical students. *Journal of Osteopathic Medicine*, 125(5), 261–267. https://doi.org/10.1515/jom-2024-0020

Varela F.J., Thompson E., & Rosch E. (1991). *The embodied mind: Cognitive science and human experience*. Cambridge, MA: MIT Press.

Verghese A., Charlton B., Kassirer J.P., Ramsey M., & Ioannidis J.P.A. (2015). Inadequacies of physical examination as a cause of medical errors and adverse events: A collection of vignettes. *The American Journal of Medicine*, 128(12), 1322–1324. https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2015.06.004