



Consiglio Nazionale delle Ricerche

ADDENDUM TERAPIA FORESTALE 2



Club Alpino Italiano

in copertina: Laghetto alpino presso Rifugio Levi Molinari, alta Val di Susa - ph Francesco Meneguzzo

ADDENDUM TERAPIA FORESTALE 2

La foresta Terapeutica: nuove scoperte

di Giovanni Margheritini, Francesco Meneguzzo, Federica Zabini

Questo addendum anticipa i principali risultati ottenuti successivamente alla pubblicazione del volume "Terapia Forestale 2", avvenuta a ottobre 2022.

Da allora, grazie ai dati raccolti nel corso della campagna sperimentale condotta nel 2022, quale prosecuzione di quella dell'anno precedente, nonché a ulteriori studi mirati, abbiamo approfondito in particolare i nessi associativi tra l'esposizione agli ambienti forestali e salute umana, contribuendo non solo a compiere un deciso salto di qualità nel campo delle conoscenze e pratiche di immersione forestale, ma anche a sostanziare direttamente e definitivamente l'appellativo di "Terapia" che compare fin dal titolo del volume.

I nuovi risultati ottenuti possono portare anche un contributo importante al sistema sanitario nazionale, fornendo ulteriori e decisive motivazioni verso l'adozione delle cosiddette "prescrizioni verdi", quindi il pieno riconoscimento da parte del Servizio Sanitario Nazionale delle attività di Terapia Forestale come pratica medica a tutti gli effetti, in funzione preventiva e complementare, offrendo al contempo un'occasione importante di sviluppo economico e sociale per le comunità delle Terre Alte e delle aree interne.

La migliore comprensione dei meccanismi alla base di questo "nuovo" servizio ecosistemico fornito dalle foreste, oltre alla promozione di interventi sanitari di carattere preventivo e terapeutico, può essere funzionale all'adozione di azioni di gestione forestale che consentano di mantenerne e potenziarne le funzioni.

Gli studi di seguito brevemente presentati e che saranno più diffusamente illustrati in una nuova versione aggiornata del volume, si riferiscono alla relazione tra tratti personali e propensione alla partecipazione alle esperienze di Terapia Forestale, all'effetto distinto dell'esposizione ai monoterpeni forestali sui sintomi di ansia (e, indirettamente, sul rischio cardiovascolare), e all'effetto distinto dell'esposizione e inalazione dei monoterpeni sulle funzioni respiratorie di adolescenti e bambini affetti da asma.



Figura 1. Etna, Rifugio Casa dei Calabresi. Partecipanti a sessione di Terapia Forestale - ph F. Meneguzzo

A.1/1 - Caratteristiche demografiche, psicosociali e di stile di vita dei partecipanti alle esperienze di Terapia Forestale in Italia

Durante le sessioni sperimentali, oltre ai test psicometrici di autovalutazione su ansia e tono dell'umore, quali *State-Trait Anxiety Inventory* (STAI) e *Profile of Mood States* (POMS), sono state raccolte numerose informazioni sociodemografiche e di carattere personale sui partecipanti.

I dati, raccolti in forma anonima, sono stati oggetto di una ricerca volta a individuare le principali caratteristiche demografiche, psicosociali e legate allo stile di vita di 1.070 adulti che avevano intrapreso esperienze di Terapia Forestale tra giugno 2021 e ottobre 2022. L'obiettivo era individuare la relazione tra i tratti caratteristici individuali e la propensione alla partecipazione, così da definire sia la popolazione più facilmente e immediatamente attirabile verso le esperienze di immersione forestale professionalmente condotta, sia le fasce di popolazione verso le quali sarà necessario esercitare una più incisiva opera d'informazione.

I risultati dello studio, pubblicato sulla rivista *Healthcare* [1], individuavano alcuni tratti distintivi della popolazione maggiormente propensa alla partecipazione alle sessioni di Terapia Forestale in Italia: donne, di età compresa tra i 45 e i 54 anni, impiegate, non coniugate, con un elevato livello di istruzione, residenti prevalentemente in città, con elevata consapevolezza ambientale e amanti della natura, nonché moderati livelli di ansia di tratto. Donne in forma, come risultava dall'indice di massa corporea (BMI), e propense a uno stile di vita sano (poche fumatrici, alimentazione adeguata).

La frazione maschile del campione, minoritaria, mostrava invece abitudini alimentari meno adeguate (per esempio rispetto al consumo di frutta e verdura), e una superiore tendenza all'eccesso ponderale.

Indipendentemente dal genere, inoltre, circa il 40% dei partecipanti alla campagna di Terapia Forestale conviveva con almeno una malattia cronica, associata a trattamenti farmacologici quotidiani.

In base alla profilazione dei partecipanti, questi risultati permettono di:

- individuare le fasce di popolazione più propense a partecipare alle iniziative di Terapia Forestale;
- focalizzare le esperienze di Terapia Forestale sul miglioramento dei problemi di salute prevalenti tra i partecipanti, quindi promuovere efficacemente la salute pubblica e il benessere complessivo della comunità;
- programmare campagne informative mirate sui soggetti meno sensibili, come i maschi, le persone con inferiore livello educativo, i soggetti con stili di vita meno sani, le famiglie;
- fornire ulteriori elementi al Servizio Sanitario Nazionale per l'adozione della Terapia Forestale come regolare pratica di medicina preventiva e complementare.



Figura 2. Laghetto di San Giovanni Gualberto, Doganaccia (PT) - ph F. Meneguzzo

A.1/2 - La funzione terapeutica dell'esposizione ai monoterpeni forestali sugli stati di ansia

Le sessioni sperimentali di Terapia Forestale illustrate nel volume "Terapia Forestale 2", sono proseguite per tutto il 2022, consentendo di raccogliere una grande mole di dati. Complessivamente, fino al 2022 la ricerca sperimentale ha coinvolto circa 1300 partecipanti, con più di 50 sessioni svolte presso 39 siti: 28 siti forestali montani remoti, 3 siti boschivi collinari, 1 pineta costiera, 7 parchi urbani.

Proprio grazie ai grandi numeri della campagna sperimentale più ampia mai realizzata, è stato possibile ottenere risultati statisticamente significativi e di valore clinico. Tra questi risultati, di fondamentale importanza è stata la definizione, per la prima volta, dell'effetto specifico, indipendente da qualsiasi altro fattore, prodotto dai composti organici volatili biogenici (BVOC) disponibili nell'atmosfera forestale, in particolare i monoterpeni, sulla riduzione dei sintomi dell'ansia.

Se i monoterpeni inalati nel corso dell'esposizione ad ambienti boschivi sono spesso assunti nella letteratura scientifica come uno dei principali elementi determinanti degli effetti benefici sulla salute umana (si veda il Capitolo 2 del volume per una trattazione completa), le evidenze basate su dati misurati in contesti forestali reali e su popolazioni consistenti erano frammentarie.

I risultati della ricerca, condotta dall'Istituto per la bioeconomia del Consiglio nazionale delle ricerche di Firenze (Cnr-Ibe), dal Club Alpino Italiano (CAI), insieme alle Università di Parma e Firenze, all'Azienda unità sanitaria locale (Ausl) di Reggio Emilia, e con il sostegno del Centro di riferimento regionale per la fitoterapia (Cerfit) di Firenze, sono stati pubblicati sul *International Journal of Environmental Research and Public Health* [2].

L'applicazione di un metodo statistico avanzato usato in ambito clinico, denominato "*propensity matching*", ha permesso di ricostruire gruppi di intervento e di controllo perfettamente abbinati; sono state identificate coppie e gruppi di persone con caratteristiche analoghe (socio-demografiche, di ansia di tratto, livello di soddisfazione, peso corporeo, alcune patologie, costrutti psicologici legati a fatica, depressione e autostima, stili di vita, e altro), che inoltre hanno partecipato a esperienze di Terapia Forestale analoghe (per esempio, in foreste remote oppure in parchi urbani), ma esposte a diverse concentrazioni di terpeni. In questo modo è stato possibile escludere le variabili confondenti, legate alle caratteristiche personali ed ambientali, e di isolare l'effetto specifico dell'esposizione ai monoterpeni e, tra questi, al monoterpene α -pinene.

I risultati hanno mostrato che nel gruppo esposto a una concentrazione totale di monoterpeni superiore alla media (200 ng/m³), cioè nel gruppo di intervento, i sintomi di ansia si riducevano maggiormente, e in modo statisticamente significativo, rispetto al gruppo di controllo, e questo a prescindere da tutti gli altri parametri, sia ambientali che individuali. Lo stesso esito è stato osservato rispetto all'esposizione alla concentrazione di α -pinene, un monoterpene emesso prevalentemente da conifere come abeti e pini, superiore alla media.

Più in dettaglio, quasi il 30% della riduzione complessiva dei sintomi di ansia ottenuta a seguito di sessioni di Terapia Forestale, di durata poco superiore a 2 ore, era riconducibile alla sola esposizione a livelli di concentrazione di monoterpeni sopra la media.

Di grande importanza è stata anche la scoperta che l'esposizione a concentrazioni ancora superiori di monoterpeni totali, e di α -pinene, produceva un effetto ansiolitico significativamente maggiore, definendo così la dipendenza dell'effetto dalla dose: una caratteristica che consente di classificare i monoterpeni e l' α -pinene come veri e propri farmaci naturali, che la foresta provvede a somministrarci attraverso la semplice inalazione spontanea.

Questi risultati permettono dunque di sancire il ruolo terapeutico diretto, indipendente da ogni altro fattore, offerto dall'esposizione agli ambienti forestali rispetto ai sintomi di ansia, di conoscere le "dosi" efficaci ai fini degli effetti ansiolitici, e di definire la dipendenza dell'effetto dalla dose di monoterpeni inalati.

Sul piano delle specie forestali, è emersa la particolare funzione ansiolitica delle conifere e di altre piante emettitrici di α -pinene.

Recenti studi hanno attribuito agli attacchi di panico e all'ansia continua effetti importanti e significativi



Figura 3. Laghetto di San Giovanni Gualberto, Doganaccia (PT) - ph F. Meneguzzo

sul rischio cardiovascolare, indipendentemente da altri fattori di rischio (per esempio, fumo, sedentarietà, alimentazione), tra cui una ricerca del 2022, eseguita su mezzo milione di cinesi adulti [3].

L'esposizione agli ambienti forestali a concentrazioni sufficienti di monoterpeni e in particolare di α -pinene, attraverso il relativo effetto ansiolitico, manifesta un grande potenziale in termini di prevenzione e di riduzione del rischio cardiovascolare, e quindi di contenimento delle spese sanitarie pubbliche.

La dimostrazione che, in certe condizioni, l'esposizione all'atmosfera forestale assume un ruolo direttamente terapeutico rappresenta un traguardo importante ai fini della progressiva adozione di pratiche sanitarie verdi.

Allo stesso tempo, i risultati ottenuti consentono di definire alcuni criteri oggettivi per individuare e qualificare stazioni di Terapia Forestale in grado di fornire prestazioni di livello clinico, e di assegnare un valore terapeutico specifico a ogni sito verde, anche condizionato alla frequentazione in momenti diversi dell'anno e del giorno.

Questo definisce anche uno dei prossimi compiti della ricerca: la mappatura e la previsione delle concentrazioni atmosferiche di monoterpeni presso i siti forestali italiani.





Figura 4. Misurina (BL), Istituto Pio XII e Cime di Lavaredo sullo sfondo - ph F. Meneguzzo

A.1/3 - La funzione terapeutica dell'esposizione e dell'inalazione di monoterpeni forestali sulle funzioni respiratorie di adolescenti asmatici

Durante l'estate 2022 (luglio-settembre), grazie alla collaborazione con l'Istituto Pio XII di Misurina (Centro di diagnosi, cura e riabilitazione dell'asma infantile), è stata condotta una ricerca sperimentale presso il Lago di Misurina (Belluno), eseguendo per tutto il periodo estivo misurazioni della concentrazione e della tipologia di monoterpeni (composti organici volatili biogenici emessi dalle piante) e inquinanti organici volatili (BTEX) presenti nell'area forestale sovrastante il lago, dove i giovani pazienti asmatici svolgono le normali attività all'aperto per 5 ore al giorno, nel corso del loro soggiorno presso l'Istituto.

Complessivamente, l'analisi dei dati ambientali ha mostrato che le concentrazioni di inquinanti volatili di origine sia veicolare (traffico) che industriale, erano tra le più basse nel contesto dei siti forestali analizzati in Italia nel corso delle campagne sperimentali 2021-2022. La concentrazione di monoterpeni era mediamente inferiore rispetto agli altri siti, mostrando tuttavia ampia variabilità e, in particolare, livelli massimi tra la seconda metà di luglio e la prima metà di agosto, e livelli nettamente decrescenti durante il mese di settembre. In sintesi, l'atmosfera forestale presso il Lago di Misurina può considerarsi caratterizzata da elevata purezza e da livelli medio-bassi di concentrazione di monoterpeni. In considerazione della prevalenza di conifere, non sorprende che oltre la metà dei monoterpeni sia rappresentata da α -pinene.

Lo studio ha coinvolto 42 adolescenti asmatici, ciascuno ricoverato per un periodo di 14 giorni presso l'Istituto. Come da protocollo medico, i pazienti sono stati sottoposti a terapie standard di contrasto all'asma, e ad una serie di misure dei parametri respiratori, spirometrici e oscillometrici, al momento del ricovero e al quattordicesimo giorno di permanenza. I dati clinici raccolti sono stati quindi analizzati e associati all'esposizione ai monoterpeni forestali, grazie al lavoro congiunto con l'Istituto Pio XII e le Università di Parma, Ferrara e Verona. I risultati dello studio sono pubblicati sulla rivista *Forests* [4].

Innanzitutto è stata calcolata la concentrazione media giornaliera di monoterpeni (ADMTc) e la dose inalata totale (TID), che è dipendente da sesso, età, peso. L'applicazione del metodo statistico del "*propensity matching*", usato in ambito clinico, ha quindi permesso di isolare l'effetto dell'esposizione ai monoterpeni rispetto agli esiti clinici, indipendentemente da ogni altra variabile.

Più in dettaglio, sono emerse associazioni statisticamente significative tra la quantità di monoterpeni inalati dai pazienti durante il ricovero ed il miglioramento di importanti parametri della funzionalità polmonare, connessi alla pervietà delle piccole vie aeree.

Sono state inoltre definite le intensità degli effetti, intese come relazioni tra l'incremento dell'esposizione o dell'inalazione di monoterpeni e il miglioramento dei parametri respiratori, stabilendo – come nel caso della riduzione dei sintomi di ansia – la dipendenza degli effetti dalla dose. I miglioramenti clinici e funzionali sono stati osservati in individui sia allergici che non allergici: questo significa che

gli effetti benefici sui sintomi di asma adolescenziale non sono dovuti soltanto alla ridotta concentrazione di allergeni, quindi alla purezza dell'aria, ma anche, e in modo importante e significativo, all'esposizione ad ambienti naturali ricchi di monoterpeni. Rispetto al meccanismo che porta ad alleviare l'infiammazione sottostante l'asma, è stato ipotizzato il ruolo dei monoterpeni atmosferici nella dilatazione delle piccole vie aeree.

La Terapia Forestale, quindi, oltre che avere effetti significativi sulla riduzione dei sintomi dell'ansia, può contribuire al miglioramento delle funzioni respiratorie di bambini e adolescenti affetti da asma e sottoposti alle terapie convenzionali.

Note sugli autori

- Giovanni Margheritini - Comitato Scientifico Centrale del CAI - giomarghe@yahoo.com
- Francesco Meneguzzo - Istituto per la Bioeconomia del CNR, Comitato Scientifico Centrale del CAI - francesco.meneguzzo@ibe.cnr.it
- Federica Zabini - Istituto per la Bioeconomia del CNR - federica.zabini@ibe.cnr.it

Bibliografia

1. Antonelli, M.; Donelli, D.; Maggini, V.; Gallo, E.; Mascherini, V.; Firenzuoli, F.; Gavazzi, G.; Zabini, F.; Venturelli, E.; Margheritini, G.; et al. Demographic, Psychosocial, and Lifestyle-Related Characteristics of Forest Therapy Participants in Italy: A Multicenter Cross-Sectional Survey. *Healthcare* 2023, 11, 1627, doi:10.3390/HEALTHCARE11111627
2. Donelli, D.; Meneguzzo, F.; Antonelli, M.; Ardissino, D.; Niccoli, G.; Gronchi, G.; Baraldi, R.; Neri, L.; Zabini, F. Effects of Plant-Emitted Monoterpenes on Anxiety Symptoms: A Propensity-Matched Observational Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health* 2023, 20, 2773, doi:10.3390/IJER-PH20042773
3. Wu, M.; Zhu, Y.; Lv, J.; Guo, Y.; Yang, L.; Chen, Y.; Tang, W.; Xiang, S.; Sun, X.; Chen, J.; et al. Association of Anxiety with Cardiovascular Disease in a Chinese Cohort of 0.5 Million Adults. *J Affect Disord* 2022, 315, 291–296, doi:10.1016/j.jad.2022.08.008
4. Donelli, D.; Antonelli, M.; Baraldi, R.; Corli, A.; Finelli, F.; Gardini, F.; Margheritini, G.; Meneguzzo, F.; Neri, L.; Lazzeroni, D.; et al. Exposure to Forest Air Monoterpenes with Pulmonary Function Tests in Adolescents with Asthma: A Cohort Study. *Forests* 2023, 14, 2012, doi:10.3390/f14102012

