

Sci Pharm. 2016; 84 (4): 724-752.

Pubblicato online il 29 novembre 2016 doi: [10.3390 / scipharm84040724]

PMCID: PMC5198031

PMID: 27916830

Influenza delle fragranze sull'attività psicofisiologica umana: con riferimento speciale alla risposta elettroencefalografica umana

Kandhasamy Sowndhararajan e Songmun Kim *

Scuola di Risorse Naturali e Scienze dell'Ambiente, Kangwon National University

Chuncheon 24341, Korea; sowndhar1982@gmail.com

* Corrispondenza: perfume@kangwon.ac.kr; Tel.: +82-33-250-6447; Fax: +82-33-241-6440

Helmut Viernstein, Editore accademico

Informazioni sull'autore - Note sull'articolo - Informazioni sul copyright e licenza clausola di esclusione di responsabilità

Questo articolo è stato citato da altri articoli in PMC.

Astratto

L'influenza delle fragranze come i profumi e i deodoranti per ambienti sulle attività psicofisiologiche degli esseri umani è nota da molto tempo e la sua importanza sta gradualmente aumentando nelle industrie farmaceutiche e cosmetiche. Una fragranza è costituita da sostanze chimiche volatili con un peso molecolare inferiore a 300 Da che gli esseri umani percepiscono attraverso il sistema olfattivo. Nell'uomo, circa 300 geni attivi del recettore olfattivo sono dedicati alla rilevazione di migliaia di diverse molecole di fragranza attraverso una vasta famiglia di recettori olfattivi di una sequenza proteica diversa. L'olfatto gioca un ruolo importante negli effetti fisiologici dell'umore, dello stress e della capacità lavorativa. Studi elettrofisiologici hanno rivelato che varie fragranze hanno influenzato le attività cerebrali spontanee e le funzioni cognitive, che sono state misurate da un elettroencefalografo (EEG). L'EEG è una buona misura temporale delle risposte nel sistema nervoso centrale e fornisce informazioni sullo stato fisiologico del cervello sia in salute che in malattia. Lo spettro di potenza EEG è classificato in diverse bande di frequenza come delta (0,5-4 Hz), theta (4-8 Hz), alfa (8-13 Hz), beta (13-30 Hz) e gamma (30-50 Hz), e ogni banda è correlata con diverse caratteristiche degli stati cerebrali. Un EEG quantitativo utilizza software per fornire la mappatura topografica dell'attività cerebrale nelle regioni cerebrali frontali, temporali, parietali e occipitali. È noto che le diminuzioni delle attività alfa e beta e l'aumento delle attività delta e theta sono associate a patologia cerebrale e declino cognitivo generale. Negli ultimi decenni sono stati condotti numerosi studi scientifici per studiare l'effetto dell'inalazione dell'aroma sulle funzioni del cervello umano. Gli studi hanno suggerito un ruolo significativo per la stimolazione olfattiva nell'alterazione della cognizione, dell'umore e del comportamento sociale. Questa revisione mira a valutare la letteratura disponibile riguardante l'influenza delle fragranze sulle attività psicofisiologiche degli umani con particolare riferimento alle variazioni dell'EEG.

Parole chiave: aroma, onde cerebrali, elettroencefalografia, fragranza, psicofisiologia

1. Introduzione

Le componenti aromatiche provenienti dai prodotti naturali sono state usate per la guarigione mentale, spirituale e fisica sin dall'inizio della storia documentata. In aromaterapia, le sostanze profumate (aroma/odore/profumo) provenienti da varie fonti naturali sono state utilizzate per il trattamento di vari disturbi. Il trattamento di aromaterapia è un modo naturale di guarire la mente, il corpo e l'anima di una persona. Molte civiltà antiche, tra cui l'Egitto, la Cina e l'India, hanno usato l'aromaterapia come terapia complementare e

alternativa popolare per più di migliaia di anni [1]. Nella medicina tradizionale, nell'aromaterapia e nella fitoterapia gli oli essenziali e i composti profumati sono stati usati per i trattamenti di vari disturbi psicologici e fisici come mal di testa, dolore, insonnia, eczema, ansia indotta da stress, depressione e problemi digestivi [2,3]. Negli ultimi anni, diversi studi hanno rivelato che la stimolazione olfattiva attraverso l'inalazione di fragranze esercita vari effetti psicofisiologici sugli esseri umani. Esistono vari metodi disponibili per somministrare le fragranze in piccole quantità, tra cui l'inalazione, il massaggio o semplici applicazioni sulla superficie della pelle e, a volte, possono essere assunte internamente [4,5].

Nella nostra vita quotidiana, compaiono diverse fragranze e il senso dell'olfatto gioca un ruolo importante sugli effetti fisiologici dell'umore, dello stress e della capacità lavorativa. La fragranza è una componente chimica volatile con un peso molecolare di <300 Da che gli esseri umani percepiscono attraverso il sistema olfattivo. Nel processo olfattivo, le molecole odorose nell'aria si attaccano alle ciglia dei recettori olfattivi nell'epitelio olfattivo, situate nella cavità nasale. Quindi vengono attivati i recettori (GPCR) accoppiati a proteina nucleotidica guanina (proteina G) e vengono generati segnali elettrici. Successivamente, i segnali elettrici vengono trasmessi al cervello dai neuroni sensoriali olfattivi tramite il bulbo olfattivo e la corteccia olfattiva superiore [5,6]. Di conseguenza, questi segnali elettrici modulano le funzioni cerebrali, compresa la memoria, i pensieri e le emozioni. Molti studi descrivono che l'inalazione delle fragranze influisce molto sulla funzione cerebrale poiché i composti della fragranza sono in grado di attraversare la barriera emato-encefalica e interagire con i recettori nel sistema nervoso centrale [7,8]. Inoltre, molti studi hanno suggerito che la stimolazione olfattiva delle fragranze produce cambiamenti immediati in parametri fisiologici come pressione sanguigna, tensione muscolare, dilatazione della pupilla, temperatura cutanea, frequenza cardiaca e attività cerebrale [5,9,10]. Quindi, gli studi in relazione al ruolo delle fragranze nelle funzioni cerebrali di soggetti sani e malati sono aumentati significativamente negli ultimi decenni.

Esistono numerose tecniche che sono state sviluppate per esaminare la funzione cerebrale. Le alterazioni emotive e comportamentali provocate dall'inalazione della fragranza sono state valutate mediante diversi metodi elettrofisiologici come l'elettroencefalogramma (EEG), la variazione contingente negativa, la spettroscopia vicino ai raggi infrarossi e la risonanza magnetica funzionale [5,11,12]. Tra questi, l'EEG è la migliore misura temporale delle risposte nel sistema nervoso centrale ed è suscettibile di alterazione durante l'esposizione alla fragranza. Inoltre, la perfetta classificazione dell'attività elettrica per un particolare stato del cervello umano supporta la diagnosi di malattie neurologiche. Precedenti studi stimati dall'EEG riportavano che gli odori influenzavano le attività cerebrali spontanee e le funzioni cognitive [13,14,15,16,17]. Gli spettri di potenza EEG sono stati stimati utilizzando la Trasformata di Fourier Rapida che consente l'analisi quantitativa dei segnali elettrici sia nel totale che nelle singole bande di frequenza. Lo spettro EEG è un segnale complesso derivante dai potenziali postsinaptici delle cellule piramidali corticali e questi segnali possono essere registrati dagli elettrodi metallici posti sulla superficie del cuoio capelluto [18]. Sulla base delle conoscenze di cui sopra, presentiamo una panoramica della sperimentazione scientifica per quanto riguarda gli effetti psicofisiologici delle fragranze con particolare riferimento agli studi EEG.

2. Componenti della fragranza

Le fragranze sono composti organici principalmente volatili con odori caratteristici, solitamente gradevoli. Sono stati usati per migliaia di anni per offrire una varietà di benefici,

specialmente per il benessere fisico e psicologico degli umani. Negli anni '20, Rene-Maurice Gattefosse, un chimico francese, coniò il termine aromaterapia, riferendosi specificamente all'uso di oli essenziali di fragranze naturali per trattare lesioni e malattie [4]. Oggigiorno, una varietà di prodotti di consumo come candele, profumi e altri prodotti per la cura personale, deodoranti per ambienti, detergenti, ecc., sono disponibili in commercio con benefici aromaterapici. Le proprietà aromatiche di questi prodotti giocano un ruolo importante nelle funzioni psicofisiologiche degli esseri umani [1]. I materiali profumati che sono esposti ai consumatori spaziano dal contatto con la pelle all'inalazione. I componenti della fragranza hanno alcune proprietà molecolari specifiche per fornire proprietà sensoriali. Essa ha una pressione di vapore sufficientemente alta, bassa polarità, una certa capacità di dissolversi nel grasso e nell'attività in superficie. I materiali profumati variano da miscele molto complesse a sostanze chimiche singole. Le molecole di fragranza sono principalmente limitate al peso molecolare da 200 a 300 Da ma, all'interno di tale intervallo, ci sono essenzialmente un vasto numero di componenti fragranti e le loro strutture molecolari sono molto varie. I materiali di fragranza naturale sono ottenuti principalmente da piante, resine, secrezione animale e loro metaboliti [19].

Tra i vari componenti profumati naturali, gli oli essenziali sono i principali agenti terapeutici, che si dice siano una miscela volatile altamente concentrata e complessa di composti aromatici ottenuti da diversi organi della pianta. Ci sono circa 17.500 specie di piante aromatiche di diverse famiglie angiosperme che producono oli essenziali, in particolare Lamiaceae, Rutaceae, Myrtaceae, Zingiberaceae e Asteraceae. Gli oli essenziali contengono circa 20-60 componenti diversi a varie concentrazioni. Sono caratterizzati da due o tre componenti principali a livelli relativamente più alti (20% -70%) con diversi altri componenti minori (quantità in tracce) [20,21]. In generale, questi componenti principali sono responsabili dei potenziali biologici degli oli essenziali. I componenti degli oli essenziali sono classificati in due gruppi principali (terpeni e composti aromatici) in base alla loro origine biosintetica. I terpeni sono il più grande gruppo di fragranze naturali. La classificazione dei terpeni si basa principalmente sul numero di unità di isoprene presenti nella loro struttura. A seconda del numero di unità C5, i terpeni sono classificati in emiterpeni (C5), monoterpeni (C10), sesquiterpeni (C15) e diterpeni (C20). Sulla base dei gruppi funzionali, i terpeni e altri composti aromatici sono stati classificati in idrocarburi, alcoli, aldeidi, chetoni, fenoli, esteri, eteri, ecc. [19,22,23]. Migliaia di differenti terpeni e strutture aromatiche si trovano negli ingredienti dei profumi, sia naturali sia sintetici.

Tra i terpeni, i monoterpeni sono le molecole più abbondanti degli oli essenziali (circa il 90%) con una grande varietà di strutture. Geraniolo/nerolo, linalolo, citronellolo, citronellale e citrale sono i terpeni più importanti e sono ampiamente utilizzati nelle industrie dei profumi [6,21]. In aromaterapia, le piante medicinali e aromatiche tra cui bergamotto, cumino, eucalipto, geranio, ginepro, lavanda, limone, citronella, menta, arancia, menta piperita, pino, rosmarino, salvia, tea tree, timo e ylang-ylang sono state utilizzate per curare una varietà di disturbi fisici e psicologici. Queste piante contengono vari componenti bioattivi monoterpeni e sesquiterpenici insieme ad altri componenti aromatici. La Tabella 1 mostra i nomi di alcune importanti piante oleaginose con i loro principali componenti bioattivi [1,21,22]. Alcuni dei componenti di fragranza di origine animale come i chetoni e gli esteri macrociclici, nonché i composti nitro aromatici e gli aromatici policiclici (gruppo di fragranze muschiate) sono anche ampiamente utilizzati nelle industrie dei profumi. Le fragranze naturali di piante e animali furono utilizzate prevalentemente fino alla fine del XIX secolo. Allo stato attuale, le fragranze sintetiche vengono sempre più applicate a causa della qualità costante e riproducibile rispetto alle fragranze naturali [24].

Tavola 1

Alcune delle importanti piante produttrici di oli essenziali e dei loro principali componenti.

Nome delle piante	Nome Botanico	Maggiori Componenti
Bergamotto	<i>Citrus bergamia</i>	limonene, linalolo, acetato di linalile
Cumino	<i>Carum carvi</i>	carvone, limonene
Camomilla	<i>Matricaria chamomilla</i>	α -bisabololo, bisabololo ossido B, (<i>E</i>)- β -farnesene, α -bisabolone ossido
Cannella	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	cinnamalaldeide, cinnamil acetato
Menta campestre	<i>Mentha arvensis</i>	mentolo, mentone, isomentone, metil acetato
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> sps.	1,8-cineolo (eucaliptolo), limonene, aromadendrene
Geranio	<i>Pelargonium graveolens</i>	citronellolo, geraniolo, citronellil formato, linalolo
Gelsomino	<i>Jasminum</i> sps.	alcool benzilico, linalolo, benzil acetato, jasmone, geraniolo
Ginepro	<i>Juniperus</i> sps.	bornyl acetato, sabinene, α -pinene, limonene
Lavanda	<i>Lavandula angustifolia</i>	geraniolo, linalolo, acetato di linalile, β -cariofillene
Limone	<i>Citrus limon</i>	limonene, β -pinene, γ -terpinene, p-cimene
Citronella	<i>Cymbopogon citratus</i>	citrale (geraniale), neral, mircene
Origano	<i>Origanum vulgare</i>	carvacrolo, timolo, cimene
Palmarosa	<i>Cymbopogon martinii</i>	geraniolo, geranil acetato, linalolo
Menta Piperita	<i>Mentha piperita</i>	mentolo, mentone, 1,8-cineolo, mentofurano
Pino	<i>Pinus</i> sps.	α -umulene, cariofillene, β -pinene, β -cadinene
Rosa	<i>Rosa damascena</i>	citronellolo, geraniolo, β -pinene, ossido di rosa
Rosmarino	<i>Rosmarinus officinalis</i>	canfora, 1,8-cineolo, α -pinene, borneolo, camfene, β -fellandrene
Sandalo	<i>Santalum album</i>	α -santalolo, β -santalolo, β -curcumen-12-olo
Menta verde	<i>Mentha spicata</i>	carvone, 1,8-cineolo, limonene
Basilico dolce	<i>Ocimum basilicum</i>	linalolo, α -cadinolo, α -bergamotene, γ -cadinene
Timo	<i>Thymus vulgaris</i>	timolo, carvacrolo, terpinene, cimene
Ylang-ylang	<i>Cananga odorata</i>	geranil acetate, benzil benzoato, eugenolo, germacrene-d, geraniolo

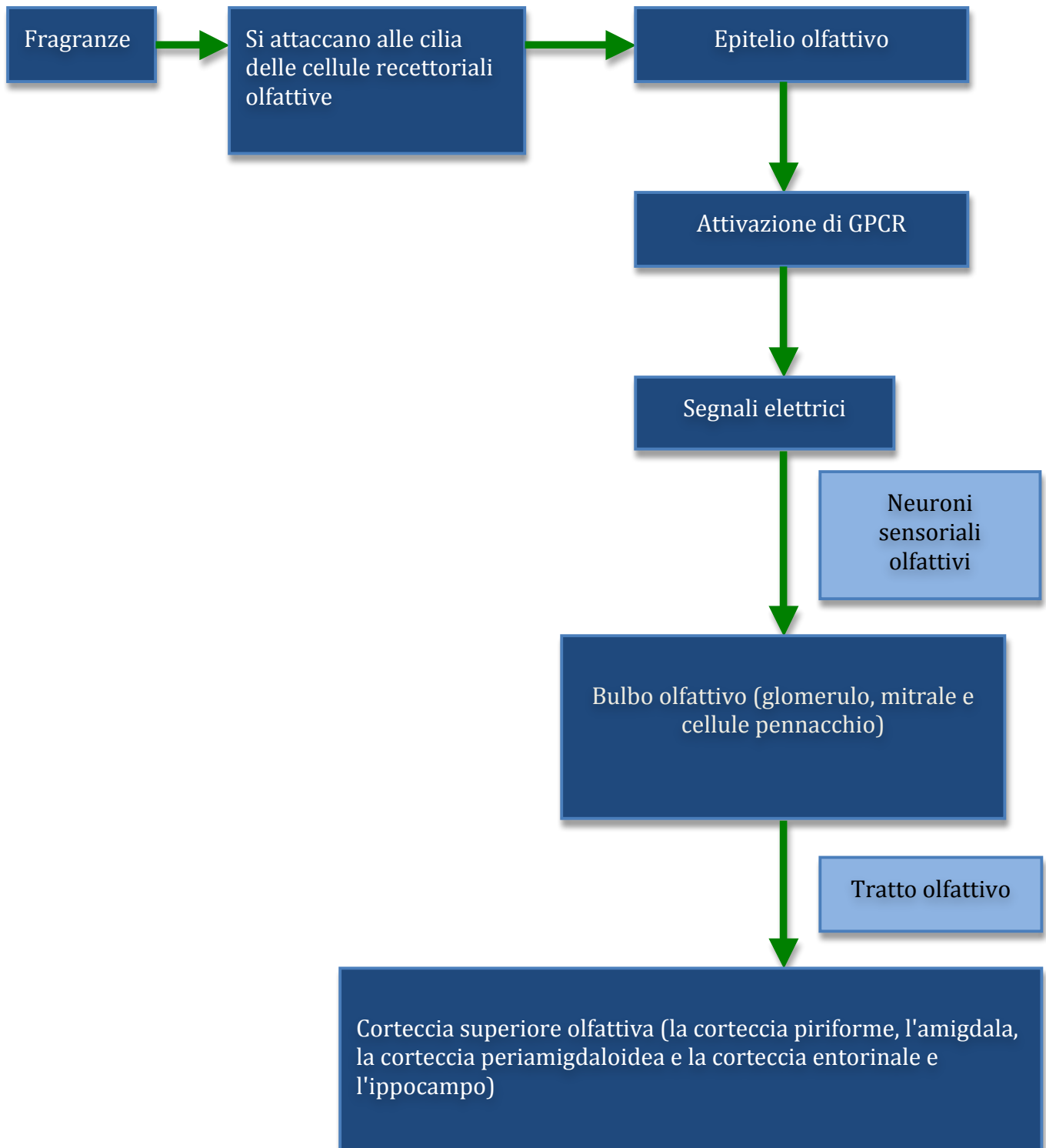
3. Il processo olfattivo

L'olfatto è un senso preistorico per uomini e animali. Permette ai vertebrati e ad altri organismi con un sistema olfattivo di identificare il cibo, i partner, i predatori e fornisce sia il piacere dei sensi sia le segnalazioni di pericolo, come il cibo avariato o i rischi chimici. Nell'uomo e negli animali, è uno dei mezzi importanti con cui il nostro ambiente comunica con noi. Precedenti studi hanno affermato che anche una piccola quantità di composti profumati assunti dalla respirazione provoca un effetto fisico indiretto attivando la memoria olfattiva. Inoltre, la fragranza e l'olfatto sono molto importanti nella direzione del comportamento umano [7,8].

Il sistema olfattivo contiene un organo sensoriale (epitelio olfattivo) e specifiche regioni olfattive del cervello (bulbo olfattivo e corteccia olfattiva superiore). La mucosa olfattiva è la regione che si trova nella parte superiore e posteriore della cavità nasale, soprattutto per la rilevazione di molecole odoranti. Comprende l'epitelio olfattivo e la lamina propria sottostante. In generale, l'epitelio olfattivo subisce un processo continuo di neurogenesi in cui i nuovi neuroni sono costantemente generati durante la vita adulta, e questo è il motivo della discontinuità e della propagazione della mucosa olfattiva [25]. Le cellule del recettore olfattivo contengono ciglia dove si verifica la ricezione molecolare con la fragranza e inizia la trasduzione sensoriale [26]. Da un lato, i neuroni del recettore olfattivo si estendono attraverso l'epitelio per contattare molecole odoranti nell'aria. All'altra estremità, le cellule del recettore olfattivo nell'epitelio formano gli assoni per penetrare nella piastra dell'osso cribriforme, raggiungendo il bulbo olfattivo del cervello dove convergono per terminare con le cellule post-sinaptiche per formare strutture sinaptiche chiamate glomeruli. Ogni glomerulo riceve input dai neuroni olfattivi sensoriali che esprimono lo stesso tipo di recettore odorizzante. I glomeruli sono collegati in gruppi che convergono in cellule mitrali e cellule a pennacchio. Le cellule mitrali e le cellule a pennacchio sono i principali neuroni di proiezione efferenti del bulbo olfattivo. Dalle cellule mitrali, l'informazione olfattiva viene trasmessa direttamente alla corteccia olfattiva superiore nella porzione dell'amigdala corticomediale del cervello attraverso il tratto olfattivo dove il processo di segnalazione è decodificato e l'interpretazione e la risposta olfattiva si verificano (Figura 1) [27,28,29].

Figura 1

Rappresentazione schematica del processo olfattivo. GPCR: recettori accoppiati a proteine nucleotidiche guanine.



Il processo olfattivo inizia quando le fragranze dall'atmosfera entrano nel naso e si attaccano alle ciglia delle cellule recettrici. In generale, la stimolazione delle fragranze delle cellule del recettore olfattivo nel naso comporta l'interazione di molecole di fragranza con le proteine del recettore olfattivo. Buck e Axel [30] trovarono la famiglia delle proteine transmembrana ritenute essere i recettori degli odori e alcuni dei geni che le codificano. Hanno scoperto che le proteine racchiudevano la struttura transmembrana a sette eliche e contenevano la somiglianza di sequenza con altri membri della famiglia di recettori accoppiati a proteine G. Gli studi precedenti hanno riportato che gli esseri umani hanno circa 350 geni attivi del recettore odorizzante e circa 560 pseudogeni del recettore odorizzante. Gli eventi olfattivi sono sottoposti a due diversi meccanismi di trasduzione accoppiati alla proteina G; un attivante adenilato ciclasi per generare adenosina monofosfato ciclico, l'altro attivante fosfolipasi C per produrre inositolo trifosfato. Quindi aprono canali che ammettono gli ioni di calcio, sodio e cloro nella cellula, portando alla depolarizzazione della membrana e ad un potenziale d'azione. Quindi i neuroni sensoriali olfattivi inviano i segnali elettrici al cervello tramite il bulbo olfattivo e la corteccia olfattiva più alta [6,27,29]. La scoperta dei geni del recettore olfattivo fornisce nuove tecniche genetiche e molecolari per perseguire l'organizzazione del percorso olfattivo nel cervello.

Il sistema olfattivo è descritto da connessioni relativamente dirette alle strutture cerebrali coinvolte nella memoria e nelle emozioni come l'ippocampo, il talamo e la corteccia frontale. Il tratto olfattivo porta gli assoni che lasciano il bulbo olfattivo e proietta alle strutture collettivamente chiamate corteccia olfattiva primaria [26]. La corteccia piriforme è la più grande delle aree olfattive e occupa una posizione centrale nella corteccia olfattiva primaria. La corteccia piriforme negli umani sembra essere coinvolta nella memoria di riconoscimento degli odori. Le altre importanti aree olfattive primarie corticali comprendono il nucleo corticale anteriore dell'amigdala, la corteccia periamigdaloidea e la corteccia entorinale [31,32]. Le informazioni olfattive vengono trasmesse dalla corteccia olfattiva primaria ad altre aree corticali e sottocorticali. Inoltre, la corteccia periamigdaloidea e quella entorinale forniscono informazioni olfattive all'amigdala e all'ippocampo [28,29].

4. Elettroencefalografia (EEG)

Un'EEG è una registrazione di forme d'onda elettriche oscillanti sul cuoio capelluto del cervello umano. Le applicazioni diagnostiche dell'EEG comprendono epilessia, disturbi della coscienza, morte cerebrale, demenza, malattie cerebrovascolari o strutturali cerebrali e altri disturbi psicologici. L'applicazione pratica dell'EEG è molto promettente per aumentare la nostra comprensione dell'attività del sistema nervoso centrale umano in relazione all'influenza delle fragranze sulla funzione cerebrale [33,34]. Negli ultimi anni sono diventate disponibili numerose tecniche avanzate per studiare l'influenza delle fragranze sulle funzioni cerebrali. Le misure psicofisiche e le tecniche d'imaging cerebrale sono ampiamente utilizzate per rilevare l'attività cerebrale. Precedenti studi hanno riportato che gli studi EEG sono efficacemente utilizzati per comprendere le attività cerebrali spontanee e le funzioni cognitive attraverso l'inalazione delle fragranze [16,17,35]. Inoltre, tali studi hanno chiaramente suggerito che l'attività EEG umana è suscettibile di alterazione durante l'esposizione alla fragranza.

Gli spettri di potenza EEG sono stati determinati dalla Trasformata di Fast Fourier Rapida che consente l'analisi quantitativa dei segnali sia nel totale che nelle singole bande di frequenza. L'attività neuronale nel cervello è stata rilevata registrando i segnali EEG dal cuoio capelluto o

dalla superficie del cervello. I segnali EEG derivano da potenziali eccitatori (depolarizzanti) e inibitori (iperpolarizzanti) post-sinaptici nelle popolazioni dei neuroni piramidali, che si trovano negli strati inferiori della corteccia cerebrale [33,36]. I gruppi di spettri di potenza EEG frequentemente utilizzati per esaminare l'attività cerebrale sono onde delta (0-4 Hz), theta (4-8 Hz), alfa (8-13 Hz) beta (13-30 Hz) e gamma (> 30 Hz) [37].

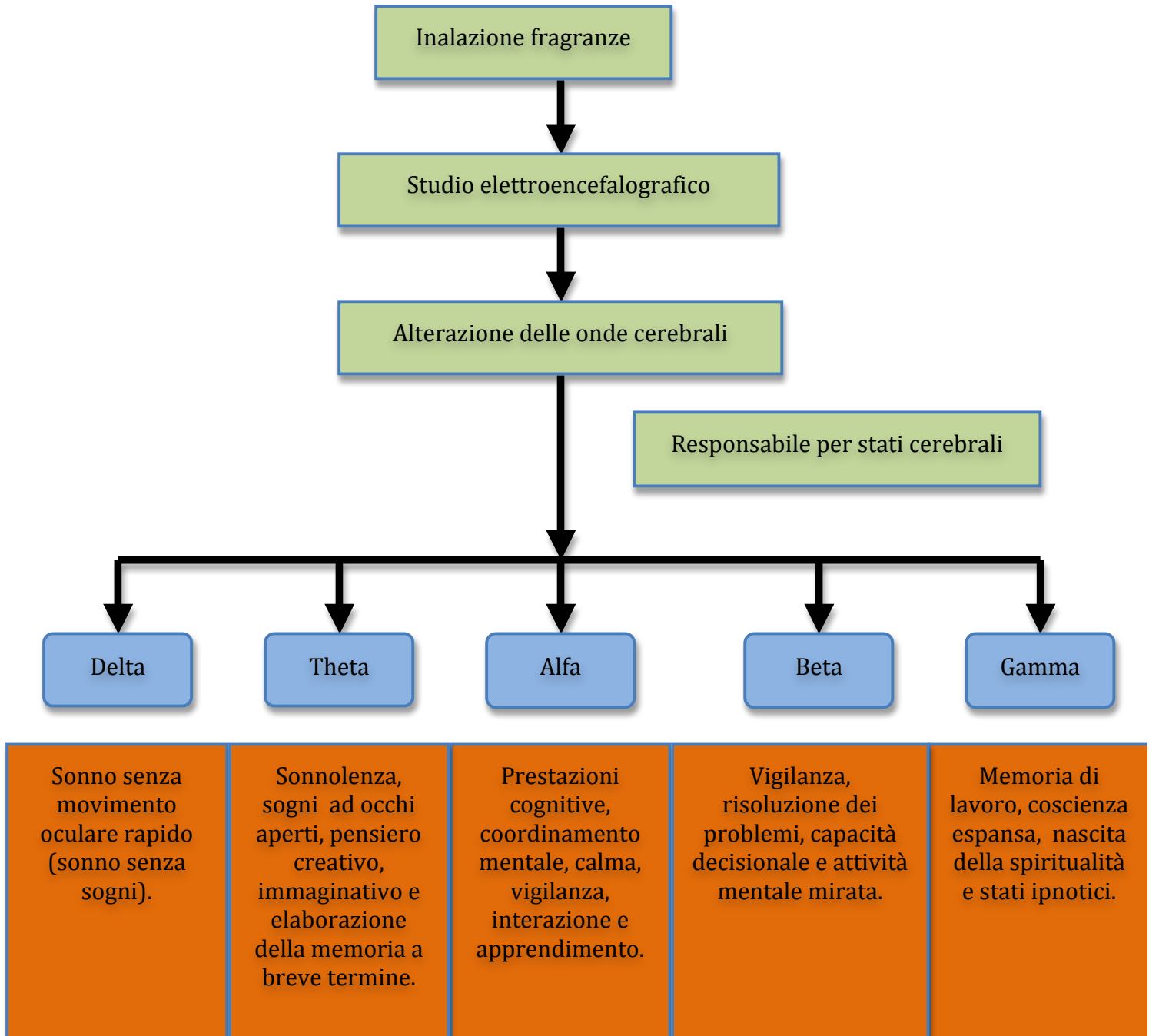
La registrazione EEG è relativamente semplice, non invasiva e potrebbe servire come metodo obiettivo per valutare il sistema olfattivo. È possibile ottenere risultati in un breve periodo di tempo e non richiede una cooperazione attiva dei soggetti [16]. Piccoli elettrodi metallici a forma di disco sono fissati in diverse posizioni sul cuoio capelluto del soggetto in base al Sistema Internazionale 10-20. Inoltre, per migliorare il contatto tra il cuoio capelluto e gli elettrodi, viene utilizzato il gel per elettrodi. L'impedenza epidermica dell'elettrodo deve essere inferiore a 5 k Ω prima di poter effettuare registrazioni affidabili. Gli elettrodi rilevano la somma di cariche positive e negative nelle loro vicinanze [36]. Gli studi sull'EEG relativa agli odori possono portare alla comprensione delle attività psicofisiologiche indotte da varie fragranze.

4.1. Onde cerebrali e loro funzioni

Le onde cerebrali appaiono naturalmente sia durante lo stato attivo sia durante il riposo. I nostri pensieri, emozioni e comportamenti sono il riflesso dell'attività neuronale nel cervello. L'attivazione delle onde cerebrali caratterizza l'attività elettrica neuronale, in particolare le oscillazioni di voltaggio dai flussi ionici dei neuroni nel cervello. L'EEG misura queste attività elettriche e le rappresenta come onde od oscillazioni. Comunemente, queste onde cerebrali sono rappresentative di funzioni specifiche in tutto il cervello. L'EEG può essere influenzata dal sonno, da disturbi cerebrali, da farmaci ed dall'età [37]. Ci sono molte bande d'onda separate che vanno da 0,05 a 500 Hz che sono state espresse operativamente in base a diversi stati della funzione cerebrale. Le onde cerebrali con frequenze più lente sono dominanti quando ci sentiamo stanchi, lenti o sognanti. D'altra parte, le frequenze più alte sono dominanti quando ci sentiamo su di giri o ipervigili [38]. Le seguenti categorie di bande di frequenza sono le più rilevanti dal punto di vista terapeutico (**Figura 2**).

Figura 2

Onde cerebrali e loro funzioni.



4.1.1. Onde Delta

Le onde Delta (0-4 Hz) sono l'aspetto EEG più lento e più importante del sonno con movimento oculare non rapido (sonno senza sogni), che sono originate negli strati corticali [39]. Questo tipo di sonno è anche chiamato sonno ad onde lente perché l'attività EEG produce onde lente con una frequenza di <1 Hz. Sono normali negli adulti e nei bambini che dormono, ma anormali nel risveglio degli adulti. Queste onde sono la forma d'onda patologica chiave più comune [40].

4.1.2. Onde Theta

Le onde Theta si verificano tra le frequenze di 4-8 Hz durante il sonno e sono anche dominanti nella meditazione profonda. Queste onde si trovano transitoriamente nel 15% della popolazione normale e si verificano in entrambe le regioni corticali e ippocampali. Rispetto agli adulti, i bambini tendono ad avere un livello significativamente più alto di attività theta. Lo stato theta è anche collegato a paure inconscie, preoccupazioni e incubi. Inoltre, queste onde indicano il sonno, la sonnolenza, il sogno ad occhi aperti, così come il pensiero creativo e immaginativo che è controllato dalla mente subconscia. Le onde theta svolgono un ruolo importante nella funzione della memoria a breve termine e del processo di costruzione di memorie [37,41,42].

4.1.3. Onde Alpha

Le onde Alfa hanno frequenze da 8 a 13 Hz. Si presentano in tutte le fasce d'età con gli occhi chiusi ma sono prominenti negli adulti. In particolare, le onde alfa si verificano mentre un individuo è temporaneamente inattivo, ma è ancora vigile. Queste onde si verificano durante livelli moderati di attività cerebrale e si trovano nella corteccia, nel lobo occipitale e nelle regioni talamiche [43]. Inoltre, le onde alfa svolgono un ruolo importante nell'interconnessione tra i neuroni. È stato riferito che la frequenza alfa è altamente associata alla performance cognitiva [44]. In particolare, gli aumenti dell'attività delle onde alfa sono stati anche correlati con una maggiore percezione della calma. Complessivamente le onde alfa sono collegate con la coordinazione mentale, la calma, la vigilanza, l'integrazione e gli stati di apprendimento del cervello [45,46].

4.1.4. Onde Beta

L'intervallo di frequenza delle onde beta è 13-30 Hz e normalmente si verifica durante uno stato di consapevolezza elevato. Sono un'attività a onda veloce e accadono quando siamo vigili, attenti e impegnati nella soluzione dei problemi, nel prendere decisioni e nell'attività mentale mirata [47]. Le onde beta sono ulteriormente suddivise in tre bande come beta bassa, beta media e beta alta. Le onde beta si verificano una volta completata un'attività e durante tutta la concentrazione attiva. L'attivazione delle onde beta è principalmente associata a benefici nelle prestazioni accademiche e queste onde aumentano significativamente le proprie capacità cognitive. Inoltre, è stato riportato che anche le onde beta influenzano le condizioni mentali. In generale, l'attività dell'onda beta diminuisce durante lo stato di sonnolenza e aumenta durante l'allerta [48].

4.1.5. Onde Gamma

Le onde gamma di solito si verificano alla frequenza di > 30 Hz e queste onde cerebrali sono principalmente coinvolte nell'attenzione cosciente con la creazione di circuiti neuronali. Queste sono le onde cerebrali più veloci e correlate con l'elaborazione simultanea di informazioni provenienti da diverse aree del cervello. Di solito si trovano durante la corrispondenza tra memoria di lavoro e coscienza espansa, lo sviluppo spirituale e anche durante gli stati ipnotici [49,50].

4.2. Lobi cerebrali (Regioni) e loro funzioni

Le regioni del cervello sono classificate in regioni frontali, temporali, parietali e occipitali e ogni regione ha funzioni specifiche. Tuttavia, molte attività richiedono il coordinamento di più aree in entrambi gli emisferi.

4.2.1. Regione frontale

La regione frontale si trova appena sotto la fronte ed è formata da tutte le aree corticali anteriori al solco centrale. Questa regione è composta da diverse aree funzionali come l'area motoria primaria, l'area premotoria e la corteccia prefrontale [51]. La regione prefrontale è la zona funzionale più importante della regione frontale. Regola le costruzioni fisiologiche della memoria, la percezione e l'azione complessa, e diversi processi cognitivi. Questa regione media una serie di funzioni corticali superiori essenziali per la pianificazione, il linguaggio, le interazioni sociali ed ha una supervisione generale esecutiva di altre regioni del cervello. Collettivamente, la regione frontale è associata ad una serie di elementi tra cui ragionamento, pianificazione, risoluzione di problemi, aree del linguaggio, intelletto, comportamento, attenzione, movimenti, senso dell'olfatto e personalità [52,53].

4.2.2. Regione parietale

La regione parietale si trova tra le regioni frontale e occipitale. Questa regione contiene la circonvoluzione postcentrale, il lobo parietale superiore, l'opercolo parietale, la circonvoluzione sopramarginale e il giro angolare. Questa regione è divisa anche in due aree funzionali: una zona anteriore (corteccia somatosensoriale) e una zona posteriore (corteccia parietale posteriore). La regione parietale svolge un ruolo importante nell'integrare le informazioni sensoriali da varie parti del nostro corpo, comprendendo l'orientamento spaziale, il riconoscimento e la percezione degli stimoli. La corteccia somatosensoriale è essenziale per elaborare le sensazioni tattili e, soprattutto, aiuta a discriminare sensazioni come la temperatura e il dolore [54,55].

4.2.3. Regione Temporale

La regione temporale si trova vicino alle orecchie ed è principalmente associata alle informazioni uditive, alla memoria, alle emozioni, alla comprensione concettuale e alla percezione del linguaggio parlato e scritto [51]. È stato riferito che l'emisfero destro di questa regione è legato all'elaborazione creativa e l'emisfero sinistro è correlato all'elaborazione logica [56,57].

4.2.4. Regione occipitale

La regione occipitale è la parte più posteriore della corteccia cerebrale umana. Questa regione è principalmente associata all'elaborazione delle informazioni visive (ricezione, orientamento, movimento e riconoscimento dei colori) e alla comunicazione con la corteccia cerebrale. L'area superficiale della regione occipitale umana è circa il 12% dell'area totale della neocorteccia del cervello [51,58].

4.3. Somministrazione delle fragranze

La stanza di misurazione EEG viene mantenuta a temperatura ambiente ed umidità costanti. I metodi di somministrazione delle fragranze per studiare l'attività EEG sono diversificati tra gli autori. In generale, la somministrazione della fragranza è stata effettuata da un noto volume

di fragranza (diluito o non diluito), è stata fatta cadere sulla carta da filtro o con strisce da test profumate e poi posta a circa 3-10 cm davanti al naso del soggetto [16,59,60]. Le fragranze sono state anche presentate al soggetto da un distributore a forma di imbuto fissato sul torace (15 cm sotto il naso) con una portata di 2000 ml di olio/min [61]. In un altro studio, tre gocce di olio essenziale sono state aggiunte su un tampone sterile dentale e poste in un contenitore di metallo forato (largo 6 cm × 6 cm di lunghezza) e collocate a circa 15 cm sopra la testa del bambino e fuori dalla vista del bambino [62]. Iijima et al. [14] hanno somministrato le fragranze ai soggetti utilizzando la camera per campioni posta a 5 cm davanti al naso. In breve, 0,05 g di fragranze sono state individuate sulla carta da filtro e posizionate all'interno di una camera di campionamento da 80 mL, quindi è stata pompata aria inodore nella camera (portata a 1 L/min).

Recentemente, alcuni autori hanno seguito il sistema di rilascio degli odori utilizzando una olfattometria a flusso costante (portata a 1,0 L/min). L'aria dalla camera è stata trasmessa attraverso un tubo aggiuntivo in acciaio ad una maschera modificata, immobilizzata a 15 cm dal naso di un soggetto [15]. Una quantità particolare di olio di fragranza è stata somministrata utilizzando un sistema di microinfusori di ossigeno attraverso un tubo di plastica con maschere respiratorie (portata a 2 L/min) [12]. In un altro rapporto, un volume noto di olio di fragranza diluito è stato aggiunto in un sacchetto di plastica e somministrato attraverso una maschera [63]. In uno studio recente, un nebulizzatore è stato utilizzato per la somministrazione di olio di fragranza. I soggetti sono stati istruiti a inalare la fragranza dal nodulo del nebulizzatore con una distanza di circa 10 cm tra il naso e il nodulo del nebulizzatore [64].

4.4. Misurazione EEG

Per lo studio EEG, il Sistema Internazionale 10-20 per il posizionamento degli elettrodi definisce 21 coordinate standard sullo scalpo derivate da quattro punti di riferimento anatomici come nasion (attaccatura superiore del naso), inion (prominenza alla base dell'osso occipitale e due punti preauricolari). Le regioni di posizionamento degli elettrodi sono prefrontale o frontopolare (Fp), frontale (F), centrale (C), temporale (T), parietale (P), occipitale (O) e auricolare (A). In questi siti, i numeri dispari sono indicati sul lato sinistro, i numeri pari sono indicati sul lato destro e zero (z) viene indicato come linea mediana sagittale (Figura 3). I siti di posizionamento degli elettrodi sul cuoio capelluto sono espressi in base al 10% o al 20% della distanza tra la nasion e l'inion, tra i due punti pre-auricolari [35,65]. La maggior parte delle registrazioni EEG si basa su forme semplificate di elaborazione dei dati del segnale, come la Trasformata di Fourier Rapida. Durante la misurazione EEG, i soggetti sono seduti su una comoda sedia e vengono istruiti a sedere in silenzio, chiudere gli occhi e respirare normalmente. Gli elettrodi d'argento rivestito di cloruro d'argento o oro sono utilizzati principalmente per lo studio EEG. Inoltre, le cuffie elettriche realizzate con un tessuto di tipo elasticizzato con elettrodi incorporati, sono spesso utilizzate al posto dei singoli elettrodi. A seconda dello scopo dello studio, le letture EEG sono registrate da diversi siti di elettrodi secondo il Sistema Internazionale 10-20 [66].

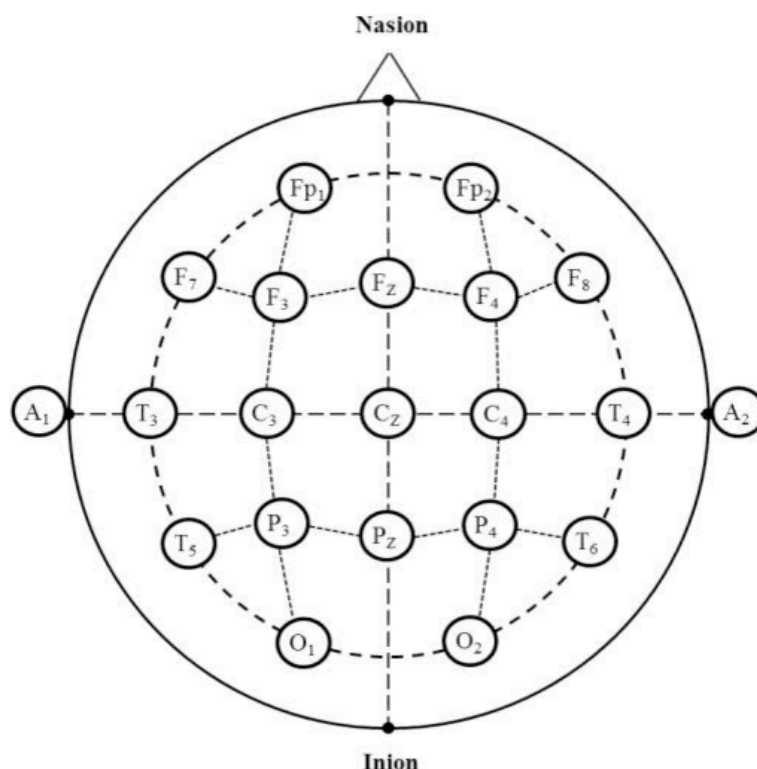


Figura 3

I siti di posizionamento degli elettrodi secondo il sistema internazionale 10-20. Fp: frontopolare (prefrontale); F: frontale; C: centrale; T: temporale; P: parietale; O: occipitale; A: auricolare; z (zero): linea mediana sagittale; numeri dispari: lato sinistro, numero pari, lato destro.

Martin ha utilizzato 28 elettrodi collegati ad una cuffia elastica posizionata sul cuoio capelluto secondo il Sistema Internazionale 10-20. I segnali EEG sono stati registrati per le bande di frequenza come delta, theta, alfa 1, alfa 2, beta 1, beta 2 e beta 3. La potenza totale è stata determinata per la gamma di frequenza 0,5-30,0 Hz [13]. Masago et al. [61] hanno registrato letture EEG da 12 posizioni dello scalpo utilizzando amplificatori biologici multicanale con un filtraggio passa-banda compreso tra 0,1 e 32 Hz. Iijima et al. [14] ha impiegato le registrazioni EEG ottenute da 21 elettrodi a coppa bassa posizionati sul cuoio capelluto. L'insieme di 31 elettrodi è stato utilizzato anche per lo studio EEG [12,16]. Gli elettrodi includevano otto canali (Fp1, Fp2, F3, F4, T3, T4, P3 e P4) ed un elettrodo di messa a terra al lobo dell'orecchio sinistro ed un elettrodo standard al lobo dell'orecchio destro erano frequentemente utilizzati nello studio EEG [60, 64].

Le registrazioni EEG con battito di palpebre o distorsioni del motore/macchina sono state rimosse per ciascun canale. Tutti gli elettrodi sono riferiti agli elettrodi del lobo dell'orecchio omolaterale. Il tempo di registrazione per lo studio di inalazione di fragranze varia a seconda degli autori (da pochi secondi a minuti). La larghezza di banda standard è 0,5-70 Hz con il filtro elimina banda a 50 o 60 Hz. Per l'EEG standard, la frequenza più alta è 70 Hz e il campionamento 200-256 Hz è sufficiente; le letture sono memorizzate in un computer mediante la conversione da analogico a digitale [14,15,61]. Il gel per elettrodi viene applicato a ciascun elettrodo per connettersi con la superficie dello scalpo in modo da eliminare la resistenza elettrica del cuoio capelluto al di sotto di 5 k Ω . I valori medi di potenza sono calcolati come microvolt al quadrato (mV²) e vengono registrate le bande di frequenza come

delta, theta, alfa, beta (bassa beta, beta medio e beta alta) e gamma assolute. La mappatura topografica (mappatura t-map) delle onde cerebrali EEG è stata costruita utilizzando pacchetti software forniti dai rispettivi produttori di strumenti EEG. Le t-map possono chiaramente illustrare differenze che sono difficili da comprendere in una tabella di valori di spettri di potenza EEG. I pacchetti software statistici sono utilizzati per l'analisi dei dati (Analisi della varianza (ANOVA)/t-test) sull'attività EEG prima e durante l'esposizione di fragranze sulla base dei valori dello spettro di potenza EEG [33,36].

5. Effetto dell'inalazione di fragranza sull'attività EEG

Diversi studi hanno dimostrato che gli effetti di varie fragranze su umore, fisiologia e comportamento sono dovuti alla capacità diretta e intrinseca della fragranza di interagire e influenzare il sistema nervoso centrale. Inoltre, le fragranze influenzano notevolmente le varie condizioni mentali e fisiche dell'essere umano. La registrazione EEG è la tecnica più semplice e precisa per comprendere l'effetto delle fragranze sulla funzione cerebrale. Nello studio EEG, il soggetto è seduto in silenzio e gli viene chiesto di inalare una fragranza di interesse per l'investigatore. Successivamente, i dati EEG vengono raccolti durante questa stimolazione olfattiva e successivamente analizzati [4,5,34]. La Tavola 2 mostra i dettagli degli studi precedenti in relazione alle influenze dell'inalazione di aroma sull'attività EEG umana.

Tavola 2

Effetto dell'inalazione dell'aroma sull'attività elettroencefalografica (EEG).

S. No.	Materiali odoranti	Modifiche dell'onda EEG	Funzioni cerebrali	Referenze
1.	Galassolide	Alfa diminuita.	Gli odori producono attenzione distolta anche se non rilevati.	[74]
2.	<i>m</i> -Xilene	Alfa aumentata.	Effetti stimolanti ed eccitatori.	[75]
3.	Catrame di betulla, galbano, eliotropina, gelsomino, lavanda, limone e menta piperita	Theta aumentata per catrame di betulla, gelsomino, lavanda e limone.	I soggetti differivano nelle risposte soggettive agli odori.	[80]
4.	5- α -Androstan-3-one, bangalol, zaffiro bianco, indolo, acetato di linalile, olio di eucalipto e ammoniac.	Alfa aumentato.	Da più elettrodi anteriori correlati alle risposte psicometriche.	[70]
5.	Alcool feniletico e acido valerico	Acido valerico: alfa 2 aumentato.	L'odore sgradevole porta ad una disattivazione corticale.	[76]
6.	Lavanda e rosmarino	Lavanda: beta aumentata. Rosmarino: alfa frontale e beta	Lavanda: sonnolenza aumentata.	[9]

S. No.	Materiali odoranti	Modifiche dell'onda EEG	Funzioni cerebrali	Referenze
		diminuite.	Rosmarino: vigilanza aumentata.	
7.	Odori sintetici: mandorla, cioccolato, menta verde, fragola, verdura, aglio, cipolla e cumino. Odori di cibi veri: cioccolato, fagioli cotti e maiale in putrefazione.	Odore di cioccolato: minore attività theta.	Livello di attenzione ridotto.	[59]
8.	Masticare gomma commerciale	Potenza aumentata di Alfa.	Risposte psicosomatiche di eccitazione.	[77]
9.	<i>Valeriana off, Lavandula off, Passiflora incarnata, Piper methysticum, Melissa off, Eschscholzia californica, Hypericum perforatum e Ginkgo biloba</i>	Estratto di Valeriana: attività delta e theta aumentata e attività beta diminuita.	La stanchezza autostimata aumenta sotto l'effetto di alcuni estratti di piante.	[13]
10.	(R)-(-)-, (S)-(+)- e (RS)-(±)-forme di linaloli	(RS)-(±)-linaloli: maggiore diminuzione dell'onda beta dopo il lavoro rispetto a prima del lavoro.	(RS)-(±)-linaloli e (R)-(-)-linalolo: impressione favorevole. (S)-(+)-linalolo: impressione sfavorevole.	[88]
11.	Masticando gomma normale o base di gomma senza aromi	Alfa-2 e beta-2 aumentati con la gomma normale e diminuiti per la base di gomma.	Rende attive diverse popolazioni neuronali del cervello.	[83]
12.	Effetti sedativi: limone, lavanda e sandalo Effetti risveglianti: gelsomino, ylang-ylang, rosa e menta piperita	Fragranze di risveglio: riduzione dell'attività alfa e beta.	Fragranze sedative: miglioramento della produttività. Fragranze risveglianti: effetto nel mitigare il carico di lavoro.	[82]
13.	Lavanda, camomilla, sandalo ed eugenolo	Alfa 1 diminuita nelle regioni parietali e posteriori temporali.	I soggetti si sentivano bene.	[61]
14.	Gomma da masticare con o senza aroma e olio aromatico profumato	Gomma da masticare con aroma e inalazione di olio aromatico aumenta	Induce concentrazione con uno stato di alta attivazione	[84]

S. No.	Materiali odoranti	Modifiche dell'onda EEG	Funzioni cerebrali	Referenze
		le onde alfa e beta.	omogenea nella funzione cerebrale.	
15.	Enantiomeri di linaloli	(R)-(-)-linalolo: beta diminuzione dopo aver ascoltato un suono ambientale. Lavoro mentale: beta aumentata.	Percezione e risposta degli odori: dipendenza chirale e dipendenza dai compiti.	[89]
16.	Aroma di semi di soia riscaldati a varie temperature	Onda alfa aumentata: riscaldamento dopo immersione nella soluzione di fruttosio-glicina.	I prodotti aromatici con reazione ammino-carbonilici aumentano le onde alfa del cervello.	[78]
17.	β -Damascenone	Tendenza non significativa per le differenze frontali a sinistra nell'EEG associate a diverse risposte di gradimento.	Risposta frontale sinistra associata a gradimento di un odore.	[91]
18.	Aroma di lavanda e rosmarino	Causano lo spostamento dell'attivazione EEG frontale sinistro negli adulti e nei bambini con linee di base maggiori rispetto all'attivazione EEG frontale destra.	Associato ad un maggiore comportamento di approccio e un interesse meno depresso.	[97]
19.	Manodopera generica, venditori di profumi e ricercatori professionisti di profumi	I ricercatori professionisti di profumi rispondono agli odori principalmente nella regione frontale.	L'accoppiamento funzionale per le persone esposte agli odori per motivi occupazionali può essere correlato alle preferenze psicologiche.	[71]
20.	Lavanda e rosmarino	Asimmetria dell'EEG frontale sinistro aumentata relativamente.	I neonati di madri depresse e non depresse rispondono in modo diverso agli odori.	[62]
21.	Para-cresolo 4-metilfenolo, 2-eptanone, methional 3-methyltiopropionaldeide e dimetiltrisolfuro.	Attivazione dell'onda theta nella regione frontale tra le diverse popolazioni.	Differenze culturali nella reattività degli odori.	[93]

S. No.	Materiali odoranti	Modifiche dell'onda EEG	Funzioni cerebrali	Referenze
22.	Odore piacevole	L'onda beta è aumentata nella regione frontale sinistra.	Potenziamento della regione del cervello frontale sinistra per un odore gradevole.	[92]
23.	Oli di Neroli e pompelmo	Attività alfa lenta (8-10 Hz) e attività theta aumentate nella regione occipitale.	Riducono la disattivazione corticale o promuovono uno stato rilassato.	[79]
24.	Alcool a basso dosaggio	La potenza theta è diminuita in entrambi gli emisferi nelle condizioni di alte dosi.	Corrispondente all'esigenza della memoria di lavoro.	[81]
25.	Odore di incenso e olio di rosa	L'attività alfa rapida è aumentata nelle regioni posteriori bilaterali durante l'esposizione all'incenso.	Funzione inibente dell'elaborazione della risposta motoria e corticale.	[14]
26.	Olio di <i>Citrus bergamia</i> (bergamotto)	Variazioni di percentuali negative del rapporto tra bassa e alta frequenza nella musica, nell'aroma e nei gruppi combinati, rispetto al gruppo di controllo.	Ascolto di musica soft e inalazione di olio essenziale di <i>Citrus bergamia</i> : un metodo efficace di rilassamento.	[90]
27.	Olio essenziale di <i>Abies sibirica</i> (Abete siberiano)	Aumento dell'attività theta dopo il lavoro al terminale display visivo.	Prevenzione della visione da display terminale: disturbi di salute mentale.	[15]
28.	<i>Lavandula angustifolia</i>	Buona qualità del sonno — alfa occipitale e parietale ridotta, aumento di beta frontale e di beta occipitale. Scarsa qualità del sonno - theta aumentata in tutte le regioni craniche.	Effetto benefico per le donne adulte con disturbi del sonno.	[98]
29.	Olio di lavanda	Attività theta e alfa aumentate.	Effetto rilassante inalando l'olio di lavanda	[12]
30.	Olio essenziale di semi di <i>Zizyphus jujuba</i> (Giuggiolo)	Velocità aumentata di alfa nelle regioni prefrontale sinistra, destra prefrontale e sinistra frontale.	Aumento dell'attenzione e rilassamento.	[99]

S. No.	Materiali odoranti	Modifiche dell'onda EEG	Funzioni cerebrali	Referenze
31.	Olio essenziale di parti aeree di <i>Mentha arvensis</i> L. f. <i>piperascens</i> (Menta campestre)	Aumento relativo con alfa veloce. Gamma e la frequenza del bordo spettrale diminuiscono del 90%.	Riduce lo stress mentale.	[100]
32.	Olio di gelsomino	L'onda beta è aumentata nel centro anteriore e nelle regioni posteriori sinistre.	Aumento della sensazione di benessere, di energia, di dolcezza e romanticismo.	[102]
33.	Olio essenziale di Ylang-ylang	Prolungate le latenze di P300	Non influisce sulle risorse di elaborazione delle informazioni nei pazienti con TLE.	[63]
34.	Odori essenziali: menta e limone Odori commerciali: criton-verbena, lize, melody e rozan	Tutti gli odori hanno influenzato le onde EEG in almeno alcuni soggetti.	Gli odori degli oli essenziali hanno stimolato più degli odori commerciali e le donne sono più sensibili degli uomini.	[35]
35.	Te verde giapponese tostato (Koushun a Kouju)	Kouju ha influenzato la beta 1 nella regione frontale destra.	Migliorate le prestazioni delle attività della memoria.	[103]
36.	Fiore di <i>Magnolia kobus</i>	Alfa totale è diminuita alla regione parietale sinistra.	Risveglia e aumenta gli stati di concentrazione del cervello.	[101]
37.	Aroma di fragola (cibo) e odore di giglio della valle (non alimentare)	Mappe specifiche del cuoio capelluto per le due condizioni.	Odore alimentare: associato con processi di gratificazione. Odore non alimentare: riflette le caratteristiche dell'odore, esclusa la ricompensa.	[104]
38.	Esposizione a ossigeno iperbarico	Diminuzione delta veloce e alfa aumentato nelle regioni posteriori.	Problemi collegati alle immersioni da tossicità di ossigeno.	[151]
39.	Limone, menta piperita e vaniglia	Theta ha mostrato risultati	Gli stimoli possono	[16]

S. No.	Materiali odoranti	Modifiche dell'onda EEG	Funzioni cerebrali	Referenze
		statisticamente significativi tra diversi stati di odore.	influenzare le caratteristiche di frequenza dell'attività elettrica del cervello.	
40.	Isomeri di limonene e terpinolene	(+)-Limonene: beta alta relativa aumentata nella regione temporale destra. Terpinolene: beta media relativa diminuita e alfa rapida relativa aumentata nella regione prefrontale destra.	Terpinolene: riduzione della tensione e aumento degli stati di rilassamento e stabilizzazione della funzione cerebrale.	[17]
41.	Olio essenziale di radice di <i>Inula helenium</i> (Enula campana)	Theta (in tutte le regioni tranne T3), beta (Fp1) e media beta (P4) e relativa theta (Fp1, Fp2, F3 and F4) sono diminuite.	Migliora lo stato di vigilanza del cervello.	[60]
42.	Lavanda e bergamotto	Theta totale è aumentata nella regione prefrontale destra. Differenze significative in alfa veloce relativa e lenta.	Sia gli stati fisici che quelli mentali sono diventati più stabili e rilassati.	[64]

Lorig [34,67] ha esaminato chiaramente l'EEG umano e la risposta all'odore e ha trattato l'associazione tra olfatto e linguaggio. Van Toller [68] ha affermato che la misurazione dell'attività elettrica del cervello tramite registrazioni EEG fornisce ora nuove interessanti informazioni su come i segnali dell'odore vengono elaborati dal cervello. Inoltre, Martin [69] ha esaminato gli effetti terapeutici degli odori sul comportamento correlato alla salute. Van Toller et al. [70] hanno suggerito che le registrazioni EEG da più elettrodi anteriori potrebbero essere correlate alle risposte psicometriche. Min et al. [71] hanno scoperto che il cervello dei ricercatori professionisti dei profumi risponde agli odori principalmente nella regione frontale, esibendo la funzione della corteccia orbitofrontale a causa del requisito professionale di questi soggetti nel discriminare o identificare gli odori. In un altro studio, la forma combinata di Tai Chi/yoga ha aumentato significativamente lo stato di rilassamento e anche la tendenza ad aumentare l'attività theta EEG [72]. Herz [4] ha esaminato gli studi scientifici che spiegano gli effetti olfattivi sull'umore, la fisiologia e il comportamento. L'autore ha chiaramente descritto le ipotesi farmacologiche e psicologiche alla base delle precedenti relazioni. Freeman [73] ha affermato che le cortecce sensoriali, motorie e ippocampali interagiscono intimamente. Il cervello crea la ricchezza contestuale della conoscenza pertinente ed esprime ricordi in modelli spaziali di modifica dell'ampiezza delle onde beta e gamma.

Gli idrocarburi aromatici sono i solventi più utilizzati nelle industrie che causano sintomi al sistema nervoso centrale nei lavoratori esposti. Lorig et al. [74] hanno condotto l'effetto dell'odore a bassa concentrazione di galassolide sull'attività del sistema nervoso centrale anche se non rilevato. Sono state osservate differenze significative nell'attività alfa tra l'odore non rilevato e le condizioni di controllo senza odori. Inoltre, gli autori hanno suggerito che gli odori possono essere fonte di distrazione o produrre attenzione distolta anche se nascosti. Seppalainen et al. [75] hanno riferito che durante l'esposizione in fase iniziale di m-xilene aumentavano la frequenza alfa dominante e la percentuale alfa. Brauchli et al. [76] hanno studiato l'effetto dell'alcol feniletico (piacevole) e dell'acido valerico (spiacevole) sull'attività EEG e hanno suggerito che l'odore di un odore sgradevole porta ad una disattivazione corticale aumentando la potenza dell'alfa 2.

Nello studio EEG, l'attivazione dell'onda alfa è il parametro più importante e principalmente influenzato dai cambiamenti psicologici positivi/negativi durante l'esposizione di molecole fragranti. Masumoto et al. [77] hanno suggerito che la crescente tendenza dell'onda alfa dopo aver masticato la gomma ha mostrato risposte psicosomatiche di eccitazione. L'inalazione di olio di lavanda ha significativamente diminuito l'attività alfa 1 (8-10 Hz) nelle regioni parietale e posteriore temporale. Alterazioni significative di alfa 1 sono state osservate anche dopo l'inalazione di eugenolo o camomilla. Questi dati hanno rivelato che la diminuzione dell'attività alfa 1 è altamente correlata con lo stato confortevole dei soggetti [61]. Konagai et al. [78] hanno studiato l'effetto dell'aroma dei semi di soia riscaldati a varie temperature al fine di comprendere la relazione dei prodotti della reazione amino-carbonile all'EEG. Questi risultati suggeriscono che i prodotti aromatici della reazione amino-carbonilica aumentano l'attività delle onde alfa. Iijima et al. [79] hanno rilevato che le attività alfa lente (8-10 Hz) e theta aumentavano significativamente nella regione occipitale durante l'esposizione a olio di neroli e olio di pompelmo rispetto alle attività prima dell'esposizione e suggerivano che questi oli riducono la disattivazione corticale o promuovono uno stato rilassato. In un altro studio, è stato riportato che l'odore dell'incenso può migliorare le attività corticali e la funzione dell'elaborazione inibitoria della risposta motoria aumentando significativamente l'attività alfa rapida nelle regioni posteriori bilaterali [14]. In generale, l'attività delle onde alfa più elevata è altamente correlata con il ridotto livello di stress.

Per quanto riguarda l'attività dell'onda theta, i cambiamenti in theta riflettono le modifiche dell'attenzione o del carico cognitivo, con una riduzione di theta che indica un livello ridotto di attenzione. E' stato studiato l'effetto della stimolazione olfattiva di odori sintetici (cioccolato, menta verde, mandorla, fragola, verdura, aglio, cipolla, e cumino) e di alimenti veri (cioccolato, fagioli al forno e carne di maiale in decomposizione) sull'attività del sistema nervoso centrale umano. Gli odori di cioccolato e menta verde hanno ridotto significativamente l'attività theta rispetto al controllo senza odore [59]. Klemm et al. [80] hanno riportato che gli odori di distillato di betulla, gelsomino, lavanda e limone aumentavano significativamente l'attività theta. Inoltre, Schulz et al. [13] hanno studiato gli effetti sedativi acuti di otto diversi estratti vegetali come *Valeriana officinalis*, *Lavandula off.*, *Passiflora incarnata*, *Piper methysticum*, *Melissa off.*, *Eschscholzia californica*, *Hypericum perforatum* e *Ginkgo biloba*. Tra i diversi estratti vegetali, l'estratto di valeriana ha aumentato significativamente le attività delta e theta e ha anche diminuito l'attività beta. Boha et al. [81] hanno studiato i cambiamenti dell'EEG legati all'attività durante l'esecuzione di un compito di aritmetica mentale, in quanto influenzati da bassi dosaggi di alcol e hanno riferito che è stato osservato un significativo aumento di potenza theta correlato all'attività, in particolare nell'area frontale. Kawakami et al. [82] hanno studiato l'influenza delle fragranze con effetti

sedativi (limone, lavanda e legno di sandalo) e con effetti di risveglio (gelsomino, ylang-ylang, rosa e menta piperita) sulle attività di compito su dispositivi visivi terminali (VDT). I risultati hanno rivelato che le fragranze influenzano la concentrazione del soggetto sul lavoro e le stabilizzano mentalmente se confrontate con il campione di controllo senza fragranza. Matsubara et al. [15] scoprirono che l'olio essenziale dell'albero di abete siberiano, *Abies sibirica* (Pinaceae) aumentava l'attività theta dopo il VDT. Questi risultati hanno mostrato che l'olio essenziale di *A. sibirica* ha ridotto significativamente i livelli di eccitazione dopo il compito VDT.

Yagyu et al. [83] hanno indagato i segnali del campo elettrico cerebrale delle percezioni soggettive dopo aver masticato regolarmente chewing gum o gomma da masticare senza aromi. Le modifiche pre-post delle aree di provenienza per la banda alfa 2 e beta 2 e del Global Field Power per delta a theta, alfa 2 e beta 1 diminuiscono a causa della masticazione del chewing gum normale e dell'aumento dovuto alla gomma da masticare. La sensazione soggettiva è cambiata in valori più positivi dopo una gomma da masticare normale rispetto alla base di gomma. Inoltre, l'autore ha suggerito che la gomma da masticare con e senza gusto o odore attiva diverse popolazioni neuronali del cervello. Inoltre, Morinushi et al. [84] hanno valutato l'effetto di una gomma da masticare con e senza sapore sull'attività EEG. Masticando la base di gomma standard aumentò l'onda alfa e diminuì l'onda beta. D'altra parte, le attività alfa e beta sono aumentate significativamente sia durante la masticazione della gomma standard aromatizzata che l'inalazione dell'olio aromatizzato. Inoltre, è stato osservato un cambiamento significativo nel rapporto dell'onda theta nell'area frontale durante la masticazione della gomma standard aromatizzata. I risultati hanno suggerito che il sapore e la masticazione potessero migliorare la concentrazione con uno stato di attivazione alto e armonioso della funzione cerebrale.

Gli isomeri dei composti aromatici possiedono diverse qualità e intensità di fragranza per gli esseri umani. Ad esempio, nel caso degli enantiomeri del 3-metilbutanale, uno ha un aroma specifico e un altro è inodore. A causa delle variazioni di fragranza tra i componenti aromatici isomeri, anche le loro proprietà medicinali e biologiche sono variate significativamente [85,86,87]. Le proprietà sedative del linalolo sono state studiate utilizzando linaloli otticamente attivi ((R) - (-) -, (S) - (+) - e (RS) - (±) -forme). Dopo aver ascoltato un suono ambientale, (RS) - (±) -linalolo ha diminuito significativamente l'attività dell'onda beta dopo il lavoro rispetto al compito precedente e la stessa attività è stata osservata anche per (R) - (-) - linalolo. Tuttavia, la funzione era inversa nel caso di (S) - (+) - linalolo [88]. In un altro studio, Sugawara et al. [89] hanno studiato gli effetti dell'inalazione di linaloli otticamente attivi sugli esseri umani al fine di determinare il loro carattere distintivo degli odori da isomeri chirali ((R) - (-) - linaloli e (S) - (+) - linaloli). Dai risultati, gli autori hanno concluso che la stereospecificità enantiomerica di linalolo ha indotto diverse percezioni degli odori con la dipendenza da attività e chirale. Sowndhararajan et al. [17] hanno studiato la stimolazione olfattiva dei componenti aromatici isomeri, (+) - limonene e terpinolene sull'attività EEG. Secondo la variazione di genere, le donne hanno risposto bene ad entrambi i composti con un significativo aumento dell'attività assoluta alfa veloce. Inoltre, gli isomeri esibiscono diversi stati della funzione cerebrale poiché interessano diversi siti del cervello.

Le registrazioni EEG sono state anche utilizzate per indagare l'influenza dell'ascolto di musica soft con/senza inalare l'aroma di *Citrus bergamia* (*bergamotto*) sull'attività del sistema nervoso autonomo. La variazione negativa del rapporto tra bassa frequenza e alta frequenza è stata osservata nel gruppo musicale, nel gruppo aromatico e nei gruppi combinati ma non nel gruppo di controllo. Ascoltare musica soft e inalare l'olio essenziale di *C. bergamia* ha

aumentato lo stato di rilassamento del cervello [90]. Owen e Patterson [91] hanno usato le registrazioni EEG per studiare le differenze nell'attivazione emisferica associate a diverse risposte edoniche ad una bassa concentrazione di un singolo composto (damascenone: fruttato, odore di bacche). Nel loro studio, i risultati hanno rivelato che una tendenza non significativa per le differenze frontali a sinistra nell'EEG erano dovute a diverse reazioni di gradimento al damascenone, e questi cambiamenti hanno suggerito la quantificazione degli effetti neurofisiologici associati al gradimento dell'odore. Watanuki e Kim [92] hanno scoperto che l'attività dell'onda beta aumentava nella regione frontale sinistra del cervello a causa di un odore gradevole. Patterson et al. [93] hanno esaminato la relazione tra le risposte agli odori dei consumatori a diversi componenti aromatici (*para*-cresolo 4-metilfenolo, 2-eptanone, metionina, 3-metilpropionaldeide e dimetiltrisolfuro). Gli autori hanno suggerito una capacità di valutazione sensoriale e tecniche di registrazione del cervello per rivelare differenze nelle risposte associate a variazioni di background e di esperienza.

Nelle proprietà psicofisiologiche dell'aroma, la lavanda è la pianta più studiata. Le quattro specie importanti di *Lavandula* sono *L. angustifolia*, *L. stoechas*, *L. latifolia* e *L. intermedia*. Le diverse lavande hanno le stesse proprietà etnobotaniche e i principali costituenti chimici (geraniolo, linalolo, acetato di linalile, β -cariofillene, β -ocimene, terpinen-4-olo e canfora) [94,95]. La lavanda viene utilizzata principalmente nei trattamenti di aromaterapia, tra cui l'inalazione, il massaggio con aromaterapia, olio in gocce e per fare bagni. Precedenti studi suggeriscono che la lavanda ha proprietà ansiolitiche, stabilizzanti dell'umore, sedative, analgesiche ed altre neuroprotettive [96]. Diego et al. [9] hanno valutato l'influenza di lavanda e rosmarino sull'attività EEG, la prontezza e l'umore. Gli autori hanno suggerito che nel gruppo con la lavanda aumentava la sonnolenza aumentando la potenza beta e nel gruppo con il rosmarino aumentava la vigilanza diminuendo la potenza alfa e beta frontale. Inoltre, la fragranza di lavanda e rosmarino può indurre lo spostamento EEG frontale sinistro negli adulti e nei bambini che mostrano maggiori valori di riferimento relativi all'attivazione EEG nella regione frontale destra [97]. Fernandez et al. [62] hanno studiato l'effetto dell'esposizione alla lavanda o rosmarino sull'attività EEG (basata sull'asimmetria EEG) e suggerito che i neonati di madri depresse e non depresse rispondono in modo diverso agli odori. Inoltre, l'effetto dell'aroma di *L. angustifolia* sull'attività elettrica del cervello nelle donne adulte con disturbi del sonno è stato studiato da Jung e Choi [98]. I risultati hanno mostrato che l'aroma di *L. angustifolia* diminuiva l'attività alfa nelle regioni occipitale e parietale e aumentava le attività theta e beta nelle regioni frontali e occipitali, rispettivamente, in soggetti con una buona qualità del sonno. D'altra parte, l'aroma di *L. angustifolia* ha aumentato l'attività theta in tutte le regioni craniche in soggetti con scarsa qualità del sonno. Questi dati hanno suggerito che l'aroma di *L. angustifolia* può avere effetti benefici per le donne adulte con disturbi del sonno.

Inoltre, l'inalazione di olio di lavanda ha portato a soggetti più attivi, più freschi e rilassati rispetto a quelli che inalavano l'olio di base. L'olio di lavanda aumentava le attività delle onde theta e alfa rispetto all'olio di base. La mappa topografica mostrava ovviamente più potere di dispersione, in particolare nell'area bilaterale temporale e centrale per le onde alfa. Questi cambiamenti hanno suggerito l'effetto rilassante di inalare l'olio di lavanda [12]. Recentemente, l'effetto d'inalazione di olio essenziale di lavanda (*L. angustifolia*) e bergamotto (*Citrus bergamia*) sulle registrazioni EEG è stato studiato da Lee [64]. L'inalazione di oli essenziali ha aumentato significativamente il theta totale nella regione destra prefrontale. C'erano anche differenze significative nel relativo alfa veloce e lento dopo l'inalazione di olio essenziale rispetto al gruppo di controllo. Questi cambiamenti EEG hanno rivelato che sia gli stati fisici che quelli mentali sono diventati più stabili e rilassati dopo

l'inalazione di olio essenziale. Inoltre, una miscela di lavanda e olio di bergamotto era più efficace del solo olio di lavanda. Questi rapporti suggeriscono chiaramente che l'olio di lavanda può essere una medicina efficace nel trattamento di vari disturbi psicofisiologici.

In altri studi, l'olio essenziale dei semi di *Zizyphus jujuba* ha ridotto significativamente l'onda theta e aumentato il relativo alfa veloce, gamma relativa e frequenza del bordo spettrale del 50%. Soprattutto l'onda alfa veloce relativa è aumentata significativamente nelle regioni frontali sinistra, destra prefrontale e sinistra durante l'inspirazione di olio essenziale di *Z. jujuba*. Questi cambiamenti hanno suggerito che l'olio di semi di *Z. jujuba* aumenta l'attenzione e gli stati di rilassamento del cervello [99]. In un altro studio, Cho et al. [100] hanno determinato l'effetto di sostanze chimiche fragranti di olio essenziale dalle parti aeree di *Mentha arvensis* L. f. *piperascens* sull'attività EEG. L'attività alfa relativamente veloce è aumentata significativamente durante l'inalazione di *M. arvensis*. D'altra parte, i valori di gamma e la frequenza del bordo spettrale del 90% erano significativamente diminuiti. Gli autori hanno suggerito che questi cambiamenti EEG erano associati alla riduzione dello stress mentale. Inoltre, Cho et al. [101] hanno valutato l'effetto dell'estratto supercritico di anidride carbonica dei boccioli di fiori di *Magnolia kobus* sui cambiamenti EEG. Durante l'inalazione della fragranza *M. kobus*, è stata osservata una significativa riduzione dell'onda alfa totale nella regione parietale sinistra. I risultati rivelano alterazioni nell'attività EEG per risvegliare e migliorare gli stati di concentrazione del cervello. Sayowan et al. [102] riportarono che l'inalazione di olio di gelsomino aumentava l'attività dell'onda beta nelle regioni centrale anteriore e posteriore sinistra. Questi cambiamenti sono stati associati all'aumento di emozioni positive come la sensazione di benessere o sentirsi attivi, freschi e romantici. Watanabe et al. [63] hanno rilevato che un'elaborazione olfattiva compromessa di ordine superiore nei pazienti con epilessia del lobo temporale può inibire gli effetti dell'aroma ylang-ylang sulla P300. Yoto et al. [103] hanno studiato le prestazioni del compito di memoria e l'attività nervosa centrale dopo aver annusato due tipi (Koushun e Kouju) di tè verde giapponese tostato per esaminare i loro effetti fisici e psicologici. I risultati hanno mostrato che l'odore di Kouju può indurre un'emozione positiva. Può anche influenzare l'attività della beta 1 nella regione frontale destra e migliorare le prestazioni del compito di memoria.

Skoric et al. [16] hanno esaminato la risposta del sistema nervoso centrale umano agli odori di limone, menta piperita e vaniglia. L'attività dell'onda theta ha mostrato una differenza significativa a causata dall'inalazione delle fragranze e ha suggerito che gli stimoli olfattivi possono influenzare le caratteristiche di frequenza dell'attività elettrica del cervello. Iannilli et al. [104] hanno studiato la risposta elettrofisiologica agli odori alimentari (fragola) e non alimentari (mughetto) in volontari sani. I risultati hanno mostrato specifiche mappe potenziali del cuoio capelluto per le due condizioni. La fonte della mappa nella condizione di cibo sembrava essere associata all'elaborazione dei premi, mentre la mappa specifica nella condizione non alimentare riflette le caratteristiche degli odori escludendo la ricompensa. Sowndhararajan et al. [60] hanno studiato l'effetto dell'inalazione di olio essenziale di radice di *Inula helenium* sull'attività EEG umana. Le attività assolute di theta (tutte le regioni tranne T3), beta (Fp1) e media beta (P4) e relative theta (Fp1, Fp2, F3 e F4) sono diminuite significativamente durante l'inalazione di olio essenziale rispetto a prima dell'inalazione. I cambiamenti nelle attività EEG dovute all'inalazione di olio essenziale di radice di *I. helenium* possono aumentare lo stato di vigilanza del cervello.

Anche la variazione sessuale gioca un ruolo importante nelle registrazioni EEG. Alcuni degli studi precedenti hanno suggerito che il cervello degli uomini e delle donne sia differenziato lateralmente in relazione alla funzione cognitiva. Inoltre, l'attività EEG di maschi e femmine a

riposo era diversa nelle dinamiche di eccitabilità delle loro reti corticali, e differenze di sesso sono state trovate anche nelle condizioni di stimolo e non-stimolo [105,106]. Corsi-Cabrera et al. [107] hanno studiato le differenze di sesso nell'EEG durante l'attività cognitiva durante il riposo e durante la soluzione di tre serie di compiti - analitici, spaziali e misti - richiedendo entrambi i tipi di elaborazione. I risultati hanno rivelato che gli uomini hanno mostrato un'attività relativa relativamente maggiore di onde beta rispetto alle donne, mentre le donne hanno mostrato un'attività di onde alfa relativa significativamente più elevata rispetto agli uomini. Inoltre, le variazioni di genere sono evidenti nelle oscillazioni legate agli eventi durante la semplice stimolazione visiva [108]. Di recente, Sowndhararajan et al. [17] hanno riportato che l'attività beta totale e relativa è cambiata significativamente più negli uomini rispetto alle donne durante l'inalazione di componenti isomeri, (+) - limonene e terpinolene. Inoltre, l'attività alfa rapida totale è aumentata significativamente più nelle donne rispetto agli uomini durante l'inalazione di questi isomeri. Le precedenti relazioni hanno rivelato chiaramente che la variazione degli studi EEG può essere attribuita a differenze nelle tecniche e condizioni di registrazione EEG, genere, così come nel tipo e qualità delle fragranze somministrate.

6. Effetto dell'inalazione della fragranza sull'attività psicofisiologica

L'effetto positivo delle fragranze è principalmente legato al comportamento umano. I risultati degli studi precedentemente riportati suggeriscono che il sistema olfattivo svolge un ruolo importante nelle funzioni del sistema nervoso centrale. Angelucci et al. [5] hanno esaminato l'effetto fisiologico degli stimoli olfattivi negli esseri umani. Hur et al. [109] hanno anche esaminato le prove per l'efficacia dell'aromaterapia nel trattamento dell'ipertensione arteriosa. Nella presente recensione, gli studi precedentemente pubblicati sulla relazione tra inalazione di aroma e funzioni psicofisiologiche umane sono presentati nella Tavola 3.

Tavola 3

Effetto dell'inalazione di aroma sulle funzioni psicofisiologiche nell'uomo

S. No.	Materiali odoranti	Cambiamenti psicofisiologici	Referenze
1.	Rosmarino e olio di geranio	Inalazione di olio di geranio—entrambi i punteggi di stato e tratto sono diventati significativamente ridotti.	[113]
2.	Ylang-ylang, arancio, geranio, cipresso, bergamotto, menta verde e ginepro	Il cipresso ha prodotto un'impressione favorevole dopo il lavoro fisico e il ginepro dopo il lavoro mentale.	[114]
3.	Arancio	Effetto rilassante—un livello più basso di stato d'ansia, di umore più positivo e un livello più alto di calma.	[115]
4.	Rosa, gelsomino e lavanda	L'inalazione degli odori preferiti sopprime l'attività vasocostrittrice del muscolo simpatico e attenua l'aumento della pressione sanguigna influenzando il sistema nervoso centrale più in alto del mesencefalo.	[116]
5.	Enantiomeri di limonene e carvone	Carvone - irrequietezza soggettiva. L'inalazione prolungata delle fragranze influenza i parametri del sistema nervoso autonomo e le condizioni mentali ed emotive.	[120]

S. No.	Materiali odoranti	Cambiamenti psicofisiologici	Referenze
6.	Menta piperita, gelsomino, ylang-ylang, 1,8-cineolo e mentolo	Gli oli essenziali o i loro componenti sulle forme base del comportamento di attenzione sono principalmente psicologici.	[119]
7.	Lavanda	Gli odori di lavanda sono associati ad una riduzione dello stress mentale e ad un aumento del tasso di eccitazione.	[122]
8.	Menta piperita	Prestazioni fisiche migliorate facendo più flessioni e corsa più veloce.	[135]
9.	Acido isovalerico, tiofenolo, piridina, L-mentolo, isoamilacetato e 1,8-cineolo	Variazioni autonome in risposta a stimoli olfattivi, lungo due dimensioni principali di piacevolezza ed eccitazione.	[118]
10.	Olio di pepe, olio di estragone, olio di finocchio o olio di pompelmo, olio di rosa o olio di patchouli	L'inalazione di profumo di olio di rosa o olio di patchouli ha causato una riduzione del 40% dell'attività relativa simpatica.	[117]
11.	Olio di lavanda	Trattamento del comportamento agitato di pazienti con demenza grave.	[123]
12.	Olio di menta piperita, olio di gelsomino e dimetilsolfuro	L'odore di menta piperita ha ridotto il carico e lo sforzo del lavoro ricevuto e ha aumentato le prestazioni fisiche e l'energia autovalutata.	[136]
13.	Oli di lavanda e rosmarino	La lavanda ha prodotto un calo significativo delle prestazioni della memoria di lavoro. Il rosmarino ha prodotto un significativo miglioramento delle prestazioni per la qualità complessiva della memoria.	[124]
14.	Oli di lavanda e rosmarino	Entrambi i profumi di rosmarino e lavanda sono stati associati a valori medi più bassi sulla sottoscala fatica-inerzia, relativa al gruppo di controllo.	[125]
15.	Lavanda e neroli	Odori rilassanti hanno ridotto la frequenza cardiaca e la conduttanza della pelle, con odori stimolanti che producono effetti inversi in condizioni equivalenti.	[126]
16.	Oli di lavanda e rosmarino	Alterano la valutazione affettiva dell'esperienza e la conseguente valutazione retrospettiva del dolore correlato al trattamento.	[127]
17.	Olio di lavanda	Aumentata la percentuale di sonno profondo o di onde lente negli uomini e nelle donne e riduzione del sonno con movimenti rapidi degli occhi.	[128]

S. No.	Materiali odoranti	Cambiamenti psicofisiologici	Referenze
18.	Olio di menta piperita	Ridotto affaticamento e umore migliorato ed è stato più piacevole, intenso, stimolante ed esaltante più dell'acqua.	[137]
19.	Odore di menta piperita sintetica	Miglioramento delle prestazioni in presenza di odore di menta piperita quando la mappatura della risposta era incompatibile ma non nella condizione compatibile.	[139]
20.	Tè al gelsomino, lavanda, (<i>R</i>)-(-)-linalolo e (<i>S</i>)-(+)-linalolo	Tè al gelsomino, lavanda e (<i>R</i>)-(-)-linalolo hanno aumentato lo stato dell'umore positivo.	[152]
21.	Arancia e lavanda	Riduzione dell'ansia e umore migliorato nei pazienti in attesa di cure odontoiatriche.	[129]
22.	Menta piperita	Sonnolenza diurna: l'olio di menta piperita può ridurre la sonnolenza diurna.	[140]
23.	Lavanda e gelsomino	Durante i recessi: livelli di concentrazione più elevati per il gruppo lavanda	[133]
24.	Olio di ylang-ylang	Più calma e rilassamento.	[142]
25.	Masticare e caffeina	La caffeina ha migliorato la velocità e l'accuratezza delle attività cognitive e aumentato la vigilanza rispetto alla masticazione	[141]
26.	Olio essenziale di camomilla Romana	Effetto sedativo	[143]
27.	Lavanda, camomilla, rosmarino e limone	Il massaggio dell'aromaterapia esercita effetti positivi sull'ansia e sull'autostima.	[134]
28.	Con o senza olio da bagno profumato alla lavanda	Madri: più rilassate e sorridenti. Neonati: piangevano meno e passavano più tempo nel sonno profondo.	[130]
29.	Lavanda	Maggiore rilassamento.	[131]
30.	Odori di lavanda e cioccolato	Presentazione dell'odore orto e retronasale: il percorso della presentazione degli odori ha implicazioni dirette per il piacere dei cibi e bevande.	[145]
31.	Aromi di Ylang-ylang e di menta piperita	La menta piperita potenzia la memoria, mentre l'ylang-ylang la altera, la menta piperita aumenta la vigilanza e l'ylang-ylang la diminuisce.	[141]
32.	Aroma di eliotropina	Riduce la sonnolenza e miglioramento del riposo al risveglio per i	[146]

S. No.	Materiali odoranti	Cambiamenti psicofisiologici	Referenze
		partecipanti che hanno sofferto di sintomi insonni.	
33.	Olio di lavanda	Riduce i livelli di stress e l'intensità del dolore da puntura d'ago.	[132]
34.	1,8-Cineolo dopo l'esposizione all'aroma di rosmarino	I compiti cognitivi sono significativamente correlati alla concentrazione di 1,8-cineolo assorbito dopo l'esposizione all'aroma di rosmarino.	[147]
35.	Olio di <i>Eucalipto</i>	Dolore e risposte infiammatorie dopo la sostituzione totale del ginocchio.	[148]
36.	Olio essenziale di bergamotto e olio sintetico	Allevia lo stress lavorativo degli insegnanti con vari carichi di lavoro e ha avuto un effetto debole sui giovani insegnanti che hanno avuto un pesante carico di lavoro.	[149]
37.	Olio di menta piperita	Rilassamento della muscolatura liscia bronchiale, aumento della ventilazione e della concentrazione di ossigeno nel cervello e diminuzione del livello di lattato nel sangue.	[138]
38.	Basilico, bergamotto, cardamomo, cannella, ginepro, limone, arancia, plamarosa, menta piperita, legno di sandalo, menta verde e ylang-ylang	Gli oli essenziali possono avere potenze psicofisiologiche versatili.	

Roudnitzky et al. [110] hanno studiato le interazioni tra la struttura e le sensazioni olfattive, utilizzando un approccio psicofisico ed elettrofisiologico. Un aroma di burro è stato presentato sia ortonasale che retronasale dopo l'elaborazione orale e prima di smaltire lo stimolo orale o in assenza di uno stimolo orale. Gli autori hanno suggerito che le interazioni percettive si sono verificate tra la consistenza del cibo e l'odore, con interazioni cross-modalità riscontrate sia per la somministrazione dell'odore sia per quella retronasale. Inoltre, queste interazioni tra consistenza e odore si verificano sia a livelli di valutazione sensoriali primarie che cognitive di elaborazione dello stimolo. Hiessl e Skrandies [111] hanno studiato l'effetto delle parole alimentari come odore, gusto, visione o consistenza somatosensoriale e hanno riferito che le dimensioni semantiche influenzano l'elaborazione neuronale delle parole in relazione alla percezione multisensoriale. Sugawara et al. [112] descrivono chiaramente la relazione tra il cambiamento dell'umore, l'odore e i suoi effetti fisiologici in relazione ai cambiamenti verbali e non verbali nell'uomo indotti dall'inalazione di oli essenziali e componenti individuali (linalolo e suoi enantiomeri).

Morris et al. [113] hanno studiato gli effetti ansiolitici dell'inalazione di geranio e rosmarino. Sugawara et al. [114] hanno riportato il cambiamento percettivo della fragranza di oli essenziali come ylang-ylang, arancio, geranio, cipresso, bergamotto, menta verde e ginepro in relazione al tipo di lavoro (lavoro mentale, lavoro fisico e ascoltare suoni ambientali). I dati

hanno confermato che l'inalazione di olio essenziale ha influenzato una diversa sensibilità soggettiva della fragranza a seconda del tipo di lavoro. Nel loro studio, l'inalazione di cipresso dopo il lavoro fisico ha prodotto un'impressione molto più favorevole di prima del lavoro. Per il lavoro mentale, l'inalazione del ginepro sembrava creare un'impressione favorevole dopo il lavoro. Lehrner et al. [115] hanno affermato che l'odore di arancio riduceva l'ansia e aumentava il buon umore e la tranquillità nelle donne. Nagai et al. [116] hanno studiato gli effetti dell'inalazione di aromi (rosa, gelsomino e lavanda) di preferenza durante l'esercizio fisico negli studenti universitari. I risultati hanno rivelato che l'inalazione di aromi preferiti sopprimeva l'attività vasocostrittrice simpatica muscolare. Per quanto riguarda l'attività simpatica dell'aroma, gli oli essenziali di pepe, estragone, finocchio o pompelmo hanno aumentato l'attività relativa simpatica rispetto ad un solvente inodore (trietilcitrato). D'altra parte, gli oli essenziali di rosa o di patchouli diminuivano l'attività relativa simpatica del 40% [117]. Oltre agli aromi dell'olio essenziale, i singoli componenti dell'odore influenzano anche le risposte del sistema nervoso autonomo [118]. In generale, i comportamenti umani sono strettamente collegati ai processi di attenzione, che vanno dal sonno alla veglia. L'aroma di oli essenziali come menta piperita, gelsomino, ylang-ylang e singoli componenti dell'olio essenziale (1,8-cineolo e mentolo) hanno influenzato in modo significativo le forme base del comportamento di attenzione [119]. Heuberger et al. [120] hanno studiato l'influenza degli enantiomeri del limonene e del carvone (fragranze chirali) sul sistema nervoso autonomo umano e sull'autovalutazione. L'autore ha scoperto che l'inalazione prolungata di fragranze influenza i parametri del sistema nervoso autonomo e gli stati del cervello. Inoltre, la chiralità dei componenti degli odori sembra essere un fattore importante in relazione all'attività biologica delle fragranze.

Cavanagh e Wilkinson [121] hanno esaminato l'effetto degli oli di lavanda sulle proprietà psicofisiologiche. Gli oli essenziali ottenuti da varie specie di *Lavandula* sono stati usati per secoli nell'industria cosmetica e farmaceutica. Tra le varie specie, la *L. angustifolia*, *L. latifolia*, *L. stoechas* e *L. x intermedia* sono le piante più comunemente utilizzate. Motomura et al. [122] hanno suggerito anche che l'aroma di lavanda riduceva significativamente lo stress e migliorava gli stati di eccitazione cerebrale. Nei pazienti con demenza grave, un getto aromatico con olio di lavanda mostra una modesta efficacia nel trattamento del comportamento agitato [123]. Moss et al. [124] hanno valutato l'effetto olfattivo degli oli essenziali di lavanda e rosmarino sulla performance cognitiva e sull'umore. Nel loro studio, sia i membri del gruppo di controllo che di quello esposto alla lavanda erano molto meno vigili di quelli condizionati dal rosmarino. È stato riferito che i profumi di rosmarino e lavanda erano associati a valori medi più bassi sulla sottoscala di fatica-inerzia [125].

Campenni et al. [126] hanno studiato gli effetti della lavanda (odore rilassante) e del neroli (odore stimolante) sull'umore. L'odore rilassante diminuiva la frequenza cardiaca e la conduttanza della pelle, mentre l'odore stimolante produceva gli effetti opposti in condizioni equivalenti. Gedney et al. [127] hanno riferito che la lavanda ha ridotto l'intensità del dolore e la sofferenza spiacevole dopo il trattamento. Inoltre, la lavanda funge da lieve sedativo e viene utilizzata per migliorare il sonno profondo nei giovani uomini e donne [128]. L'influenza di oli essenziali di arancio e lavanda su ansia, umore, vigilanza e calma nei pazienti odontoiatrici è stata studiata da Lehrner et al. [129]. I risultati hanno rivelato che, rispetto alle condizioni di controllo, sia gli odori dell'arancio che della lavanda riducevano l'ansia e miglioravano l'umore nei pazienti in attesa di cure odontoiatriche. In un altro studio è stato riportato l'impatto dell'olio da bagno profumato alla lavanda sulle madri e sui loro bambini. Durante il bagno con olio profumato alla lavanda, le madri hanno toccato i loro bambini per un periodo più lungo, erano più rilassati e sorridevano di più. Inoltre, i loro bambini piangevano meno e

passavano più tempo nel sonno profondo dopo il bagno. Questi dati comportamentali suggeriscono che la lavanda aumentava lo stato di rilassamento delle madri e dei loro bambini [130,131]. Kim et al. [132] hanno riportato che la lavanda ha significativamente ridotto i livelli di stress e i valori dell'indice bispettrale, nonché l'intensità del dolore dell'inserimento dell'ago. Sakamoto et al. [133] hanno valutato se l'esposizione agli aromi (gelsomino e lavanda) durante i periodi di pausa influenzasse le prestazioni lavorative. Nel loro studio, la lavanda ha aumentato significativamente i livelli di concentrazione, ma il gelsomino non ha prodotto un tale effetto. Inoltre, Rho et al. [134] hanno riferito che il massaggio con aromaterapia (lavanda, rosmarino, limone e camomilla) ha prodotto effetti benefici sull'ansia e sull'autostima nelle donne anziane coreane.

Nelle prestazioni del programma di atletica, l'odore di menta piperita ha aumentato significativamente la velocità di corsa, la forza dell'impugnatura e il numero di flessioni, ma non ha avuto alcun effetto sui compiti relativi alle abilità [135]. Raudenbush et al. [136] hanno studiato gli effetti della somministrazione dell'odore (olio di menta piperita, olio di gelsomino e dimetil solfuro) sulle misure oggettive e soggettive delle prestazioni fisiche degli atleti. Dai risultati, l'odore di menta piperita dimostrava più sonno ad onde lente e più sonno totale e produceva anche risposte differenziate per sesso [137]. Inoltre, è stato riportato l'effetto dell'olio di menta piperita sulla performance fisica in giovani studenti universitari maschi [138]. Ho e Spence [139] hanno riscontrato un significativo miglioramento delle prestazioni in presenza di odore di menta piperita. Norrish e Dwyer [140] hanno riferito che la presenza di olio di menta piperita controllava l'aumento della sonnolenza durante gli 11 minuti trascorsi in una stanza buia rispetto ad una condizione di assenza di odori. Moss et al. [141] hanno fornito le prove per l'impatto degli aromi di oli essenziali vegetali (aroma di ylang-ylang, aroma di menta piperita) su aspetti della cognizione e dell'umore. La menta piperita ha migliorato significativamente la memoria e la vigilanza. D'altra parte, l'ylang-ylang ha allungato la velocità di elaborazione e aumentato la calma.

Hongratanaworakit e Buchbauer [142] hanno studiato gli effetti dell'assorbimento transdermico dell'olio di ylang-ylang sui parametri fisiologici e l'autovalutazione nell'uomo. L'olio di ylang-ylang ha ridotto significativamente la pressione sanguigna e aumentato la temperatura della pelle. Inoltre, i soggetti del gruppo con olio di ylang-ylang si sono classificati più calmi e più rilassati rispetto ai soggetti del gruppo di controllo. Moss et al. [143] hanno esaminato l'effetto dell'aroma dell'olio essenziale di camomilla romana (*Chamaemelum nobile*) sull'umore e la cognizione nell'uomo. Gli autori hanno affermato che la vigilanza soggettiva era associata all'effetto sedativo dell'aroma e la calma soggettiva era associata sia all'effetto sedativo dell'aroma sia all'incentivata aspettativa di eccitazione. Kohler et al. [144] affermano che la caffeina migliorava in modo efficace la velocità e la precisione nei compiti cognitivi e aumentava la vigilanza rispetto alla masticazione.

Hummel e Heilmann [145] hanno studiato la percezione dell'intensità dell'odore (cioccolato e lavanda) attraverso la presentazione orto e retronasale. I risultati del loro studio hanno suggerito che la risposta era maggiore quando un odore non correlato al cibo era presentato in un sito insolito (a livello retronasale) rispetto a quello presentato in un sito ortonasale. Gli autori hanno affermato che la via della presentazione degli odori ha associazioni dirette con il godimento di cibi e bevande. Yamagishi et al. [146] hanno studiato le influenze dell'eliotropina nel sonno notturno e hanno suggerito che questo composto aromatico migliora efficacemente il sonno. Le potenziali relazioni farmacologiche tra 1,8-cineolo assorbito seguito dall'esposizione dell'aroma del rosmarino e dal comportamento mentale

sono state studiate da Moss e Oliver [147]. I dati hanno rivelato che diversi percorsi neurochimici erano responsabili della loro azione sulla cognizione e sullo stato soggettivo. Jun et al. [148] riportarono che l'inalazione di olio di eucalipto diminuiva efficacemente il dolore e la pressione arteriosa del paziente dopo un intervento chirurgico di sostituzione totale del ginocchio.

Liu et al. [149] utilizzavano l'olio essenziale di bergamotto naturale estratto dalle piante e sintetizzavano un olio essenziale chimico per studiare il loro effetto aromaterapeutico nell'alleviare lo stress correlato al lavoro. I risultati hanno mostrato che l'olio essenziale di bergamotto naturale alleviava lo stress correlato al lavoro degli insegnanti con vari carichi di lavoro. Tuttavia, il trattamento ha mostrato un effetto debole sui giovani insegnanti con un carico di lavoro pesante. Iannilli et al. [104] hanno studiato la risposta elettrofisiologica agli odori legati al cibo e a quelli non alimentari in volontari sani e le analisi hanno rivelato le specifiche mappe del potenziale dello scalpo per le due condizioni. Sugawara et al. [150] hanno chiarito l'effetto psicofisiologico dell'inalazione di 12 diversi oli essenziali e hanno suggerito che gli oli essenziali possono avere proprietà psicofisiologiche versatili.

Dalla letteratura degli studi precedenti, lavanda, menta piperita, rosmarino, gelsomino, ylang-ylang, limone, geranio, camomilla e menta verde sono le piante aromatiche più studiate. Queste piante sono state utilizzate nell'aromaterapia per il trattamento di vari disturbi psicologici e fisiologici [1].

7. Conclusioni

Basandosi sugli studi precedenti, si può concludere che le fragranze influenzano direttamente e/o indirettamente le condizioni psicologiche e fisiologiche degli esseri umani. Inoltre, gli studi elettroencefalografici hanno chiaramente rivelato che le fragranze modulano significativamente le attività delle diverse onde cerebrali e sono responsabili di vari stati del cervello. Inoltre, un certo numero di studi ha scientificamente supportato l'uso benefico di varie piante aromatiche in aromaterapia. Tuttavia, questo studio in relazione alla stimolazione della fragranza sull'attività EEG presenta alcuni limiti. Anche la concentrazione delle fragranze gioca un ruolo importante nell'attività EEG, poiché una maggiore concentrazione fornisce una maggiore densità di fragranza. Quindi, i risultati possono differire quando si usano diverse concentrazioni della fragranza. Inoltre, il tempo di registrazione EEG è un fattore molto importante per ottenere letture EEG costanti da vari laboratori. Pertanto, non è ancora noto se le fragranze mostreranno lo stesso effetto per una durata più lunga delle registrazioni EEG con diverse concentrazioni e più partecipanti. Alla luce di questi limiti, è necessario standardizzare e sviluppare una procedura operativa standard comune per l'effetto delle fragranze sull'attività EEG (come tempo di registrazione, metodo di somministrazione, concentrazione della fragranza, numero di siti di elettrodi e placebo). Solo allora saremo in grado di comprendere l'esatta azione delle fragranze sulla funzione del cervello umano in relazione ai cambiamenti dell'emisfero cerebrale EEG.

Attestazione: Questo studio è stato supportato da una borsa di studio del 2016 dalla Kangwon National University, Chuncheon, Corea e dal Ministero del Commercio/ Ministry of Trade, Industria ed energia/Industry and Energy (MOTIE), Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT) attraverso il programma di promozione/Encouragement Program per le industrie della regione di cooperazione economica/ Industries of Economic Cooperation Region (progetto n. R0004940).

Contributi degli autori: Kandhasamy Sowndhararajan ha raccolto la revisione della letteratura e redatto il manoscritto; Songmun Kim ha revisionato il manoscritto.

Conflitti di interesse: gli autori non dichiarano alcun conflitto di interessi.

Riferimenti

1. Ali, B.; Al-Wabel, N.A.; Shams, S.; Ahamad, A.; Khan, S.A.; Anwar, F. Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* 2015, 5, 601–611. [CrossRef]
2. Kako, H.; Fukumoto, S.; Kobayashi, Y.; Yokogoshi, H. Effects of direct exposure of green odour components on dopamine release from rat brain striatal slices and PC12 cells. *Brain Res. Bull.* 2008, 75, 706–712. [CrossRef] [PubMed]
3. Kiecolt-Glaser, J.K.; Graham, J.E.; Malarkey, W.B.; Porter, K.; Lemeshow, S.; Glaser, R. Olfactory influences on mood and autonomic, endocrine, and immune function. *Psychoneuroendocrinology* 2008, 33, 328–339. [CrossRef] [PubMed]
4. Herz, R.S. Aromatherapy facts and fictions: A scientific analysis of olfactory effects on mood, physiology and behavior. *Int. J. Neurosci.* 2009, 119, 263–290. [CrossRef] [PubMed]
5. Angelucci, F.L.; Silva, V.V.; Dal Pizzol, C.; Spir, L.G.; Praes, C.E.; Maibach, H. Physiological effect of olfactory stimuli inhalation in humans: An overview. *Int. J. Cosmet. Sci.* 2014, 36, 117–123. [CrossRef] [PubMed]
6. Sell, C.S. *The Chemistry of Fragrances—From Perfumer to Consumer*, 2nd ed.; Quest International: Irvine, CA, USA, 2006.
7. Kutlu, A.K.; Yilmaz, E.; Cecen, D. Effects of aroma inhalation on examination anxiety. *Teach. Learn. Nurs.* 2008, 3, 125–130. [CrossRef]
8. Touhara, K.; Vosshall, L.B. Sensing odorants and pheromones with chemosensory receptors. *Annu. Rev. Physiol.* 2009, 71, 307–332. [CrossRef] [PubMed]
9. Diego, M.A.; Jones, N.A.; Field, T.; Hernandez-Reif, M.; Schanberg, S.; Kuhn, C.; McAdam, V.; Galamaga, R.; Galamaga, M. Aromatherapy positively affects mood, EEG patterns of alertness and math computations. *Int. J. Neurosci.* 1998, 96, 217–224. [CrossRef] [PubMed]
10. Field, T.; Diego, M.; Hernandez-Reif, M.; Cisneros, W.; Feijo, L.; Vera, Y.; Gil, K.; Grina, D.; Claire He, Q. Lavender fragrance cleansing gel effects on relaxation. *Int. J. Neurosci.* 2005, 115, 207–222. [CrossRef] [PubMed]
11. Grabenhorst, F.; Rolls, E.; Margot, C. A hedonically complex odor mixture produces an attentional capture effect in brain. *Neuroimage* 2010, 55, 832–843. [CrossRef] [PubMed]
12. Sayorwan, W.; Siripornpanich, V.; Piriapunyaporn, T.; Hongratanaworakit, T.; Kotchabhakdi, N.; Ruangrunsi, N. The effects of lavender oil inhalation on emotional states, autonomic nervous system, and brain electrical activity. *J. Med. Assoc. Thai.* 2012, 95, 598–606. [PubMed]
13. Schulz, H.; Jobert, M.; Hiibner, W.D. The quantitative EEG as a screening instrument to identify sedative effects of single doses of plant extracts in comparison with diazepam. *Phytomedicine* 1998, 5, 449–458. [CrossRef]
14. Iijima, M.; Osawa, M.; Nishitani, N.; Iwata, M. Effects of incense on brain function: Evaluation using electroencephalograms and event-related potentials. *Neuropsychobiology* 2009, 59, 80–86. [CrossRef] [PubMed]
15. Matsubara, E.; Fukagawa, M.; Okamoto, T.; Ohnuki, K.; Shimizu, K.; Kondo, R. The essential oil of *Abies sibirica* (Pinaceae) reduces arousal levels after visual display terminal work. *Flavour Frag. J.* 2011, 26, 204–210. [CrossRef]
16. Skoric, M.K.; Ivan Adamec, I.; Jerbic, A.B.; Gabelic, T.; Hajnšek, S.; Habek, M. Electroencephalographic response to different odors in healthy individuals: A promising tool for objective assessment of olfactory disorders. *Clin. EEG Neurosci.* 2015, 46, 370–376. [CrossRef] [PubMed]
17. Sowndhararajan, K.; Cho, H.; Yu, B.; Kim, S. Effect of olfactory stimulation of isomeric aroma compounds, (+)-limonene and terpinolene on human electroencephalographic activity. *Eur. J. Integr. Med.* 2015, 7, 561–566. [CrossRef]
18. Achermann, P. EEG analysis applied to sleep. *Epileptologie* 2009, 26, 28–33.
19. Ashour, M.; Wink, M.; Gershenzon, J. Biochemistry of Terpenoids: Monoterpenes, Sesquiterpenes and Diterpenes. In *Annual Plant Reviews: Biochemistry of Plant Secondary Metabolism*, 2nd ed.; Wink, M., Ed.; Wiley-Blackwell: Oxford, UK, 2010; Volume 40, pp. 258–303.
20. Regnault-Roger, C.; Vincent, C.; Arnason, J.T. Essential oils in insect control: Low-risk products in a high-stakes world. *Annu. Rev. Entomol.* 2012, 57, 405–424. [CrossRef] [PubMed]
21. Pavela, R. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: A review. *Ind. Crop. Prod.* 2015, 76, 174–187. [CrossRef]
22. Bakkali, F.; Averbeck, S.; Averbeck, D.; Idaomar, M. Biological effects of essential oils—A review. *Food Chem. Toxicol.* 2008, 46, 446–475. [CrossRef] [PubMed]

23. Llana-Ruiz-Cabello, M.; Pichardo, S.; Maisanaba, S.; Puerto, M.; Prieto, A.I.; Gutiérrez-Praena, D.; Jos, A.; Cameán, A.M. *In vitro* toxicological evaluation of essential oils and their main compounds used in active food packaging: A review. *Food Chem. Toxicol.* 2015, 81, 9–27. [CrossRef] [PubMed]
24. Lange, C.; Kuch, B.; Metzger, J.W. Occurrence and fate of synthetic musk fragrances in a small German river. *J. Hazard. Mater.* 2015, 282, 34–40. [CrossRef] [PubMed]
25. Feron, F.; Perry, C.; McGrath, J.J.; Mackay-Sim, A. New techniques for biopsy and culture of human olfactory epithelial neurons. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 1998, 124, 861–866. [CrossRef] [PubMed]
26. Alan, M.S.; Royet, J.P. Structure and function of the olfactory system. In *Olfaction and the Brain*; Brewer, W.J., Castle, D., Pantelis, C., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2006; pp. 3–27.
27. Breer, K.R. Sense of smell: Recognition and transduction of olfactory signals. *Biochem. Soc. Trans.* 2003, 31, 113–116. [CrossRef] [PubMed]
28. Strous, R.D.; Shoenfeld, Y. To smell the immune system: Olfaction, autoimmunity and brain involvement. *Autoimmun. Rev.* 2006, 6, 54–60. [CrossRef] [PubMed]
29. Benarroch, E.E. Olfactory system: Functional organization and involvement in neurodegenerative disease. *Neurology* 2010, 75, 1104–1109. [CrossRef] [PubMed]
30. Buck, L.; Axel, R. A novel multigene family may encode odorant receptors: A molecular basis for odor recognition. *Cell* 1991, 65, 175–187. [CrossRef]
31. Haberly, L.B. Parallel-distributed processing in olfactory cortex: New insights from morphological and physiological analysis of neuronal circuitry. *Chem. Senses* 2001, 26, 551–576. [CrossRef] [PubMed]
32. Dade, L.A.; Zatorre, R.J.; Jones-Gotman, M. Olfactory learning: Convergent findings from lesion and brain imaging studies in humans. *Brain* 2002, 125, 86–101. [CrossRef] [PubMed]
33. MacDonald, D.B. Electroencephalography: Basic Principles and Applications. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 2nd ed.; Wright, J.D., Ed.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2015; pp. 353–363.
34. Lorig, T.S. Human EEG and odor response. *Prog. Neurobiol.* 1989, 33, 387–398. [CrossRef]
35. Pinto, R.J.C.; Xavier, I.P.P.; Calado, M.R.A.; Mariano, S.J.P.S. Analysis of the Human Reaction to Odors Using Electroencephalography Responses. Available online: http://www.iaeng.org/publication/WCE2014/WCE2014_pp243-247.pdf (accessed on 3 June 2016).
36. Jackson, A.F.; Bolger, D.J. The neurophysiological bases of EEG and EEG measurement: A review for the rest of us. *Psychophysiology* 2014, 51, 1061–1071. [CrossRef] [PubMed]
37. Desai, R.; Tailor, A.; Bhat, T. Effects of yoga on brain waves and structural activation: A review. *Complement. Ther. Clin. Pract.* 2015, 21, 112–118. [CrossRef] [PubMed]
38. Buzsaki, G.; Watson, B.O. Brain rhythms and neural syntax: Implications for efficient coding of cognitive content and neuropsychiatric disease. *Dialogues Clin. Neurosci.* 2012, 14, 345–367. [PubMed]
39. Halasz, P.; Bodizs, R.; Parrino, L.; Terzano, M. Two features of sleep slow waves: Homeostatic and reactive aspects—From long term to instant sleep homeostasis. *Sleep Med.* 2014, 15, 1184–1195. [CrossRef] [PubMed]
40. Assenza, G.; Pellegrino, G.; Tombini, M.; Di Pino, G.; Di Lazzaro, V. Wakefulness delta waves increase after cortical plasticity induction. *Clin. Neurophysiol.* 2015, 126, 1221–1227. [CrossRef] [PubMed]
41. Buzsaki, G. Theta rhythm of navigation: Link between path integration and landmark navigation, episodic and semantic memory. *Hippocampus* 2005, 15, 827–840. [CrossRef] [PubMed]
42. Lisman, J.E.; Idiart, M.A. Storage of 7 +/− 2 short-term memories in oscillatory subcycles. *Science* 1995, 267, 1512–1515. [CrossRef] [PubMed]
43. Palva, S.; Palva, J.M. New vistas for alpha-frequency band oscillations. *Trends Neurosci.* 2007, 30, 150–158. [CrossRef] [PubMed]
44. Klimesch, W.; Schmitz, H.; Pfurtscheller, G. Alpha frequency cognitive load and memory performance. *Brain Topogr.* 1993, 5, 241–251. [CrossRef] [PubMed]
45. Basar, E. A review of alpha activity in integrative brain function: Fundamental physiology, sensory coding, cognition and pathology. *Int. J. Psychophysiol.* 2012, 86, 1–24. [CrossRef] [PubMed]
46. Kim, S.C.; Lee, M.H.; Jang, C.; Kwon, J.W.; Park, J.W. The effect of alpha rhythm sleep on EEG activity and individuals' attention. *J. Phys. Ther. Sci.* 2013, 25, 1515–1518. [CrossRef] [PubMed]
47. Neuper, C.; Pfurtscheller, G. Event-related dynamics of cortical rhythms: Frequency-specific features and functional correlates. *Int. J. Psychophysiol.* 2001, 43, 41–58. [CrossRef]
48. Lee, B.G.; Lee, B.L.; Chung, W.Y. Mobile healthcare for automatic driving sleep-onset detection using wavelet-based EEG and respiration signals. *Sensors* 2014, 14, 17915–17936. [CrossRef] [PubMed]
49. Skinner, J.E.; Molnar, M.; Kowalik, Z.J. The role of the thalamic reticular neurons in alpha and gamma-oscillations in neocortex: A mechanism for selective perception and stimulus binding. *Acta Neurobiol. Exp.* 2000, 60, 123–142. [PubMed]
50. Wang, J.; Barstein, J.; Ethridge, L.E.; Mosconi, M.W.; Takarae, Y.; Sweeney, J.A. Resting state EEG abnormalities in autism spectrum disorders. *J. Neurodev. Disord.* 2013, 5, 24. [CrossRef] [PubMed]

51. Schoenemann, P.T. Evolution of the size and functional areas of the human brain. *Annu. Rev. Anthropol.* 2006, 35, 379–406. [CrossRef]
52. Bush, E.C.; Allman, J.M. The scaling of frontal cortex in primates and carnivores. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2004, 101, 3962–3966. [CrossRef] [PubMed]
53. Siddiqui, S.V.; Chatterjee, U.; Kumar, D.; Siddiqui, A.; Goyal, N. Neuropsychology of prefrontal cortex. *Indian J. Psychiatry* 2008, 50, 202–208. [PubMed]
54. Acuna, B.D.; Eliassen, J.C.; Donoghue, J.P.; Sanes, J.N. Frontal and Parietal Lobe Activation during transitive inference in humans. *Cereb. Cortex* 2002, 12, 1312–1321. [CrossRef] [PubMed]
55. Gonzalez, C.L.R.; Flindall, J.W. Parietal Lobe. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 2nd ed.; Wright, J.D., Ed.; Elsevier: Oxford, UK, 2015; pp. 506–510.
56. Mai, J.G.; Paxinos, G.; Voss, T. *Atlas of the Human Brain*, 3rd ed.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2008.
57. Kiernan, J.A. Anatomy of the temporal lobe. *Epilepsy Res. Treat.* 2012, 2012, 176157. [CrossRef] [PubMed]
58. Li, J.; Xu, C.; Cao, X.; Gao, Q.; Wang, Y.; Wang, Y.; Peng, J.; Zhang, K. Abnormal activation of the occipital lobes during emotion picture processing in major depressive disorder patients. *Neural Regener. Res.* 2013, 8, 1693–1701.
59. Martin, G.N. Human electroencephalographic (EEG) response to olfactory stimulation: Two experiments using the aroma of food. *Int. J. Psychophysiol.* 1998, 30, 287–302. [CrossRef]
60. Sowndhararajan, K.; Cho, H.; Yu, B.; Song, J.; Kim, S. Effect of inhalation of essential oil from *Inula helenium* L. root on electroencephalographic (EEG) activity of human. *Eur. J. Integr. Med.* 2016. [CrossRef]
61. Masago, R.; Matsuda, T.; Kikuchi, Y.; Miyazaki, Y.; Iwanaga, K.; Harada, H.; Katsuura, T. Effects of inhalation of essential oils on EEG activity and sensory evaluation. *J. Physiol. Anthropol.* 2000, 19, 35–42. [CrossRef]
62. Fernandez, M.; Hernandez-Reif, M.; Field, T.; Diego, M.; Sanders, C.; Roca, A. EEG during lavender and rosemary exposure in infants of depressed and non-depressed mothers. *Infant Behav. Dev.* 2004, 27, 91–100. [CrossRef]
63. Watanabe, S.; Hara, K.; Ohta, K.; Iino, H.; Miyajima, M.; Matsuda, A.; Hara, M.; Maehara, T.; Matsuura, M.; Matsushima, E. Aroma helps to preserve information processing resources of the brain in healthy subjects but not in temporal lobe epilepsy. *Seizure* 2013, 22, 59–63. [CrossRef] [PubMed]
64. Lee, I. Effects of inhalation of relaxing essential oils on electroencephalogram activity. *Int. J. New Technol. Res.* 2016, 2, 37–43.
65. Tyner, F.S.; Knott, J.R.; Mayer, W.B. *Fundamentals of EEG Technology, Basic Concepts and Methods*; Raven Press: New York, NY, USA, 1983; Volume 1, pp. 136–145.
66. Lopes da Silva, F. EEG: Origin and measurement. In *EEG-fMRI: Physiological Basis, Technique, and Applications*; Mulert, C., Lemieux, L., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2010; pp. 19–38.
67. Lorig, T.S. On the similarity of odor and language perception. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 1999, 23, 391–398. [CrossRef]
68. Van Toller, S. The application of EEG measurements to the study of sensory responses to odours. *Trends Food Sci. Technol.* 1991, 2, 173–175. [CrossRef]
69. Martin, G.N. Olfactory remediation: Current evidence and possible applications. *Soc. Sci. Med.* 1996, 43, 63–70. [CrossRef]
70. Van Toller, S.; Behan, J.; Howells, P.; Kendal-Reed, M.; Richardson, A. An analysis of spontaneous human cortical EEG activity to odours. *Chem. Senses* 1993, 18, 1–16. [CrossRef]
71. Min, B.C.; Jin, S.H.; Kang, I.H.; Lee, D.H.; Kang, J.K.; Lee, S.T.; Sakamoto, K. Analysis of mutual information content for EEG responses to odor stimulation for subjects classified by occupation. *Chem. Senses* 2003, 28, 741–749. [CrossRef] [PubMed]
72. Field, T.; Diego, M.; Hernandez-Reif, M. Tai chi/yoga effects on anxiety, heart rate, EEG and math computations. *Complement. Ther. Clin. Pract.* 2010, 16, 235–238. [CrossRef] [PubMed]
73. Freeman, W.J. Mechanism and significance of global coherence in scalp EEG. *Curr. Opin. Neurobiol.* 2015, 31, 199–205. [CrossRef] [PubMed]
74. Lorig, T.S.; Huffman, E.; DeMartino, A.; DeMarco, J. The effects of low concentration odors on EEG activity and behavior. *J. Psychophysiol.* 1991, 5, 69–77.
75. Seppäläinen, A.M.; Laine, A.; Salmi, T.; Verkkala, E.; Riihimäki, V.; Luukkainen, R. Electroencephalographic findings during experimental human exposure to *m*-xylene. *Arch. Environ. Health* 1991, 46, 16–24. [CrossRef] [PubMed]
76. Brauchli, P.; Ruegg, P.B.; Etzweiler, F.; Zeier, H. Electrocutaneous and autonomic alteration by administration of a pleasant and an unpleasant odor. *Chem. Senses* 1995, 20, 505–515. [CrossRef] [PubMed]

77. Masumoto, Y.; Morinushi, T.; Kawasaki, H.; Takigawa, M. Spectral analysis of changes in electroencephalographic activity after the chewing of gum. *Psychiatry Clin. Neurosci.* 1998, *52*, 587–592. [CrossRef] [PubMed]
78. Konagai, C.; Hamada, M.; Nguyen, V.C.; Koga, Y. The effect of the aroma from soybeans after heating on EEG. *Int. Congr. Ser.* 2002, *1232*, 119–123. [CrossRef]
79. Iijima, M.; Nio, E.; Nashimoto, E.; Iwata, M. Effects of aroma on the autonomic nervous system and brain activity under stress conditions. *Auton. Neurosci.* 2007, *135*, 97–98. [CrossRef]
80. Klemm, W.R.; Lutes, S.D.; Hendrix, D.V.; Warrenberg, S. Topographical EEG maps of human responses to odors. *Chem. Senses* 1992, *17*, 347–361. [CrossRef]
81. Boha, R.; Molnar, M.; Gaal, Z.A.; Czigler, B.; Rona, K.; Kass, K.; Klausz, G. The acute effect of low-dose alcohol on working memory during mental arithmetic: I. Behavioral measures and EEG theta band spectral characteristics. *Int. J. Psychophysiol.* 2009, *73*, 133–137. [CrossRef] [PubMed]
82. Kawakami, M.; Aoki, S.; Ohkubo, T. A study of “fragrance” on working environment characteristics in VDT work activities. *Int. J. Prod. Econ.* 1999, *60–61*, 575–581. [CrossRef]
83. Yagyu, T.; Kondakor, I.; Kochi, K.; Koenig, T.; Lehmann, D.; Kinoshita, T.; Hirota, T.; Yagyu, T. Smell and taste of chewing gum affect frequency domain EEG source localizations. *Int. J. Neurosci.* 1998, *93*, 205–216. [CrossRef] [PubMed]
84. Morinushi, T.; Masumoto, Y.; Kawasaki, H.; Takigawa, M. Effect on electroencephalogram of chewing flavored gum. *Psychiatry Clin. Neurosci.* 2000, *54*, 645–651. [CrossRef] [PubMed]
85. Weber, B.; Mosandl, A. Stereoisomeric flavor compounds LXXV: Synthesis and structure–function relationship of 3-methylthiobutanol enantiomers. *Z. Lebensm. Unters. F. A* 1997, *204*, 194–197. [CrossRef]
86. Laska, M.; Teubner, P. Olfactory discrimination ability of human subjects for ten pairs of enantiomers. *Chem. Senses* 1999, *24*, 161–170. [CrossRef] [PubMed]
87. Brenna, E.; Fuganti, C.; Serra, S. Enantio selective perception of chiral odorants. *Tetrahedron Asymmetry* 2003, *14*, 1–42. [CrossRef]
88. Sugawara, Y.; Haraa, C.; Tamuraa, K.; Fujiia, T.; Nakamura, K.; Masujimab, T.; Aoki, T. Sedative effect on humans of inhalation of essential oil of linalool: Sensory evaluation and physiological measurements using optically active linalools. *Anal. Chim. Acta* 1998, *365*, 293–299. [CrossRef]
89. Sugawara, Y.; Hara, C.; Aoki, T.; Sugimoto, N.; Masujima, T. Odor distinctiveness between enantiomers of linalool: Difference in perception and responses elicited by sensory test and forehead surface potential wave measurement. *Chem. Senses* 2000, *25*, 77–84. [CrossRef] [PubMed]
90. Peng, S.M.; Koo, M.; Yu, Z.R. Effects of music and essential oil inhalation on cardiac autonomic balance in healthy individuals. *J. Altern. Complement. Med.* 2009, *15*, 53–57. [CrossRef] [PubMed]
91. Owen, C.M.; Patterson, J. Odour liking physiological indices: A correlation of sensory and electrophysiological responses to odour. *Food Qual. Prefer.* 2002, *13*, 307–316. [CrossRef]
92. Watanuki, S.; Kim, Y.K. Physiological responses induced by pleasant stimuli. *J. Physiol. Anthropol. Appl. Hum. Sci.* 2005, *24*, 135–138. [CrossRef] [PubMed]
93. Patterson, J.; Owen, C.M.; Frank, D.; Smith, R.; Cadusch, P. Flavour sensory qualities and consumer perceptions—A comparison of sensory and brain activity responses to flavour components in different populations. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2004, *39*, 481–490. [CrossRef]
94. Woronuk, G.; Demissie, Z.; Rheault, M.; Mahmoud, S. Biosynthesis and therapeutic properties of lavandula essential oil constituents. *Planta Med.* 2011, *77*, 7–15. [CrossRef] [PubMed]
95. Koulivand, P.H.; Ghadiri, M.K.; Gorji, A. Lavender and the nervous system. *Evid. Based Complement. Altern. Med.* 2013, *2013*, 681304. [CrossRef] [PubMed]
96. Setzer, W.N. Essential oils and anxiolytic aromatherapy. *Nat. Prod. Commun.* 2009, *4*, 1305–1316. [PubMed]
97. Sanders, C.; Diego, M.; Fernandez, M.; Field, T.; Hernandez-Reil, M.; Roca, A. EEG asymmetry responses to lavender and rosemary aromas in adults and infants. *Int. J. Neurosci.* 2002, *112*, 305–320. [CrossRef]
98. Jung, H.; Choi, H. Effects of *Lavandula angustifolia* aroma on electroencephalograms in female adults with sleep disorders. *J. Life Sci.* 2012, *22*, 192–199. [CrossRef]
99. Cho, H.; Yu, B.; Sowndhararajan, K.; Jung, J.W.; Jhoo, J.W.; Kim, S. Effect of essential oil from San-Jo-In (*Zizyphus jujuba* Mill. seeds) on human electroencephalographic activity. *J. Life Sci.* 2013, *23*, 1170–1176. [CrossRef]
100. Cho, H.; Sowndhararajan, K.; Jung, J.W.; Jhoo, J.W.; Kim, S. Fragrance chemicals in the essential oil of *Mentha arvensis* reduce the level of mental stress. *J. Life Sci.* 2013, *23*, 933–940. [CrossRef]
101. Cho, H.; Sowndhararajan, K.; Jung, J.W.; Jhoo, J.W.; Kim, S. Fragrant Chemicals in the Supercritical Carbon Dioxide Extract of *Magnolia Kobus* DC. Flower Buds Increase the Concentration State of Brain Function. *J. Essent. Oil Bear. Plants* 2015, *18*, 1059–1069. [CrossRef]

102. Sayowan, W.; Siripornpanich, V.; Hongratanaworakit, T.; Kotchabhakdi, N.; Ruangrungsi, N. The effects of jasmine oil inhalation on brain wave activities and emotions. *J. Health Res.* 2013, *27*, 73–77.
103. Yoto, A.; Moriyama, T.; Yokogoshi, H.; Nakamura, Y.; Katsuno, T.; Nakayama, T. Effect of smelling green tea rich in aroma components on EEG activity and memory task performance. *Int. J. Affect. Eng.* 2014, *13*, 227–233. [CrossRef]
104. Iannilli, E.; Sorokowska, A.; Zhigang, Z.; Hähner, A.; Warr, J.; Hummel, T. Source localization of event-related brain activity elicited by food and nonfood odors. *Neuroscience* 2015, *289*, 99–105. [CrossRef] [PubMed]
105. Wada, Y.; Takizawa, Y.; Jiang, Z.Y.; Yamaguchi, N. Gender differences in quantitative EEG at rest and during photic stimulation in normal young adults. *Clin. Electroencephalogr.* 1994, *25*, 81–85. [CrossRef] [PubMed]
106. Jausovec, N.; Jausovec, K. Resting brain activity: Differences between genders. *Neuropsychologia* 2010, *48*, 3918–3928. [CrossRef] [PubMed]
107. Corsi-Cabrera, M.; Ramos, J.; Guevara, M.A.; Arce, C.; Gutierrez, S. Gender differences in the EEG during cognitive activity. *Int. J. Neurosci.* 1993, *72*, 257–264. [CrossRef] [PubMed]
108. Guntekin, S.; Basar, E. Brain oscillations are highly influenced by gender differences. *Int. J. Psychophysiol.* 2007, *65*, 294–299. [CrossRef] [PubMed]
109. Hur, M.H.; Lee, M.S.; Kim, C.; Ernst, E. Aromatherapy for treatment of hypertension: A systematic review. *J. Eval. Clin. Pract.* 2012, *18*, 37–41. [CrossRef] [PubMed]
110. Roudnitzky, N.; Bult, J.H.; de Wijk, R.A.; Reden, J.; Schuster, B.; Hummel, T. Investigation of interactions between texture and ortho- and retronasal olfactory stimuli using psychophysical and electrophysiological approaches. *Behav. Brain Res.* 2011, *216*, 109–115. [CrossRef] [PubMed]
111. Hiessl, A.K.; Skrandies, W. Evaluation of multisensory stimuli—Dimensions of meaning and electrical brain activity. *Neuropsychologia* 2013, *51*, 1330–1335. [CrossRef] [PubMed]
112. Sugawara, Y.; Shigetho, A.; Yoneda, M.; Tuchiya, T.; Matumura, T.; Hirano, M. Relationship between mood change, odour and its physiological effects in humans while inhaling the fragrances of essential oils as well as linalool and its enantiomers. *Molecules* 2013, *18*, 3312–3338. [CrossRef] [PubMed]
113. Morris, N.; Birtwistle, S.; Toms, M. Anxiety reduction by aromatherapy: Anxiolytic effects of inhalation of geranium and rosemary. *Int. J. Aromather.* 1995, *7*, 33–39. [CrossRef]
114. Sugawara, Y.; Hino, Y.; Kawasaki, M.; Hara, C.; Tamura, K.; Sugimoto, N.; Yamanishi, Y.; Miyauchi, M.; Masujima, T.; Aoki, T. Alteration of perceived fragrance of essential oils in relation to type of work: A simple screening test for efficacy of aroma. *Chem. Senses* 1999, *24*, 415–421. [CrossRef] [PubMed]
115. Lehrner, J.; Eckersberger, C.; Walla, P.; Potsch, G.; Deecke, L. Ambient odor of orange in a dental office reduces anxiety and improves mood in female patients. *Physiol. Behav.* 2000, *71*, 83–86. [CrossRef]
116. Nagai, M.; Wada, M.; Usui, N.; Tanaka, A.; Hasebe, Y. Pleasant odors attenuate the blood pressure increase during rhythmic handgrip in humans. *Neurosci. Lett.* 2000, *289*, 227–229. [CrossRef]
117. Haze, S.; Sakai, K.; Gozu, Y. Effects of fragrance inhalation on sympathetic activity in normal adults. *Jpn. J. Pharmacol.* 2002, *90*, 247–253. [CrossRef] [PubMed]
118. Bensafi, M.; Rouby, C.; Farget, V.; Bertrand, B.; Vigouroux, M.; Holley, A. Autonomic nervous system responses to odours: The role of pleasantness and arousal. *Chem. Senses* 2002, *27*, 703–709. [CrossRef] [PubMed]
119. Ilmberger, J.; Heuberger, E.; Mahrhofer, C.; Desovic, H.; Kowarik, D.; Buchbauer, G. The influence of essential oils on human attention 1: Alertness. *Chem. Senses* 2001, *26*, 239–245. [CrossRef] [PubMed]
120. Heuberger, E.; Hongratanaworakit, T.; Bohm, C.; Weber, R.; Buchbauer, G. Effects of chiral fragrances on human autonomic nervous system parameters and self-evaluation. *Chem. Senses* 2001, *26*, 281–292. [CrossRef] [PubMed]
121. Cavanagh, H.M.A.; Wilkinson, J.M. Biological activities of lavender essential oil. *Phytother. Res.* 2002, *16*, 301–308. [CrossRef] [PubMed]
122. Motomura, N.; Sakurai, A.; Yotsuya, Y. Reduction of mental stress with lavender odorant. *Percept. Motor Skill.* 2001, *93*, 713–718. [CrossRef] [PubMed]
123. Holmes, C.; Hopkins, V.; Hensford, C.; MacLaughlin, V.; Wilkinson, D.; Rosenvinge, H. Lavender oil as a treatment for agitated behaviour in severe dementia: A placebo controlled study. *Int. J. Geriatr. Psychiatry* 2002, *17*, 305–308. [CrossRef] [PubMed]
124. Moss, M.; Cook, J.; Wesnes, K.; Duckett, P. Aromas of rosemary and lavender essential oils differentially affect cognition and mood in healthy adults. *Int. J. Neurosci.* 2003, *113*, 15–38. [CrossRef] [PubMed]
125. Burnett, K.M.; Solterbeck, L.A.; Strapp, C.M. Scent and mood state following an anxiety provoking task. *Psychol. Rep.* 2004, *95*, 707–722. [CrossRef] [PubMed]

126. Campenni, C.E.; Crawley, E.J.; Meier, M.E. Role of suggestion in odor induced mood change. *Psychol. Rep.* 2004, *94*, 1127–1136. [CrossRef] [PubMed]
127. Gedney, J.J.; Glover, T.L.; Fillingim, R.B. Sensory and affective pain discrimination after inhalation of essential oils. *Psychosom. Med.* 2004, *66*, 599–606. [CrossRef] [PubMed]
128. Goel, N.; Kim, H.; Lau, R.P. An olfactory stimulus modifies nighttime sleep in young men and women. *Chronobiol. Int.* 2005, *22*, 889–904. [CrossRef] [PubMed]
129. Lehrner, J.; Marwinski, G.; Lehr, S.; Johren, P.; Deecke, L. Ambient odors of orange and lavender reduce anxiety and improve mood in a dental office. *Physiol. Behav.* 2005, *86*, 92–95. [CrossRef] [PubMed]
130. Field, T.; Field, T.; Cullen, C.; Largie, S.; Diego, M.; Schanberg, S.; Kuhn, C. Lavender bath oil reduces stress and crying and enhances sleep in very young infants. *Early Hum. Dev.* 2008, *84*, 399–401. [CrossRef] [PubMed]
131. Howard, S.; Hughes, B.M. Expectancies, not aroma, explain impact of lavender aromatherapy on psychophysiological indices of relaxation in young healthy women. *Brit. J. Health Psychol.* 2008, *13*, 603–617. [CrossRef] [PubMed]
132. Kim, S.; Kim, H.J.; Yeo, J.S.; Hong, S.J.; Lee, J.M.; Jeon, Y. The effect of lavender oil on stress, bispectral index values, and needle insertion pain in volunteers. *J. Altern. Complement. Med.* 2011, *17*, 823–826. [CrossRef] [PubMed]
133. Sakamoto, R.; Minoura, K.; Usui, A.; Ishizuka, Y.; Kanba, S. Effectiveness of aroma on work efficiency: Lavender aroma during recesses prevents deterioration of work performance. *Chem. Senses* 2005, *30*, 683–691. [CrossRef] [PubMed]
134. Rho, K.H.; Han, S.H.; Kim, K.S.; Lee, M.S. Effects of aromatherapy massage on anxiety and self-esteem in Korean elderly women: A pilot study. *Int. J. Neurosci.* 2006, *116*, 1447–1455. [CrossRef] [PubMed]
135. Raudenbush, B.; Corley, N.; Eppich, W. Enhancing athletic performance through administration of peppermint odor. *J. Sport Exerc. Psychol.* 2001, *23*, 156–160. [CrossRef]
136. Raudenbush, B.; Meyer, B.; Eppich, B. The effects of odors on objective and subjective measures of athletic performance. *Int. Sports J.* 2002, *6*, 1–15.
137. Goel, N.; Lau, R.P. Sleep changes vary by odor perception in young adults. *Biol. Psychol.* 2006, *71*, 341–349. [CrossRef] [PubMed]
138. Meamarbashi, A.; Rajabi, A. The effects of peppermint on exercise performance. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 2013, *10*, 15. [CrossRef] [PubMed]
139. Ho, C.; Spence, C. Olfactory facilitation of dual-task performance. *Neurosci. Lett.* 2005, *389*, 35–40. [CrossRef] [PubMed]
140. Norrish, M.I.K.; Dwyer, K.L. Preliminary investigation of the effect of peppermint oil on an objective measure of daytime sleepiness. *Int. J. Psychophysiol.* 2005, *55*, 291–298. [CrossRef] [PubMed]
141. Moss, M.; Hewitt, S.; Moss, L.; Wesnes, K. Modulation of cognitive performance and mood by aromas of peppermint and ylang-ylang. *Int. J. Neurosci.* 2008, *118*, 59–77. [CrossRef] [PubMed]
142. Hongratanaworakit, T.; Buchbauer, G. Relaxing effect of ylang-ylang oil on humans after transdermal absorption. *Phytother. Res.* 2006, *20*, 758–763. [CrossRef] [PubMed]
143. Moss, M.; Howarth, R.; Wilkinson, L.; Wesnes, K. Expectancy and the aroma of Roman chamomile influence mood and cognition in healthy volunteers. *Int. J. Aromather.* 2006, *16*, 63–73. [CrossRef]
144. Kohler, M.; Pavy, A.; van den Heuvel, C. The effects of chewing versus caffeine on alertness, cognitive performance and cardiac autonomic activity during sleep deprivation. *J. Sleep Res.* 2006, *15*, 358–368. [CrossRef] [PubMed]
145. Hummel, T.; Heilmann, S. Olfactory event-related potentials in response to ortho- and retronasal stimulation with odors related or unrelated to foods. *Int. Dairy J.* 2008, *18*, 874–878. [CrossRef]
146. Yamagishi, R.; Yokomaku, A.; Omoto, F.; Misao, K.; Takada, K.; Yoshimatsu, S.; Abe, A.; Hayashi, M. Sleep-improving effects of the aromatic compound heliotropin. *Sleep Biol. Rhythms* 2010, *8*, 254–260. [CrossRef]
147. Moss, M.; Oliver, L. Plasma 1,8-cineole correlates with cognitive performance following exposure to rosemary essential oil aroma. *Ther. Adv. Psychopharmacol.* 2012, *2*, 103–113. [CrossRef] [PubMed]
148. Jun, Y.S.; Kang, P.; Min, S.S.; Lee, J.M.; Kim, H.K.; Seol, G.H. Effect of eucalyptus oil inhalation on pain and inflammatory responses after total knee replacement: A randomized clinical trial. *Evid. Based Complement. Altern. Med.* 2013, *2013*, 502727. [CrossRef] [PubMed]
149. Liu, S.H.; Lin, T.H.; Chang, K.M. The physical effects of aromatherapy in alleviating work-related stress on elementary school teachers in Taiwan. *Evid. Based Complement. Altern. Med.* 2013, *2013*, 853809. [CrossRef] [PubMed]

150. Sugawara, Y.; Shigetho, A.; Yoneda, M.; Tuchiya, T.; Yamada, H.; Matumura, T.; Hirano, M. Versatile psychophysiological potencies of essential oils, when seen as a function of behavioral task assigned to the participants after inhalation. *Inter. J. Soc. Sci. Stud.* 2015, *3*, 94–113. [CrossRef]
151. Pastena, L.; Formaggio, E.; Storti, S.F.; Faralli, F.; Melucci, M.; Gagliardi, R.; Ricciardi, L.; Ruffino, G. Tracking EEG changes during the exposure to hyperbaric oxygen. *Clin. Neurophysiol.* 2015, *126*, 339–347. [CrossRef] [PubMed]
152. Kuroda, K.; Inoue, N.; Ito, Y.; Kubota, K.; Sugimoto, A.; Kakuda, T.; Fushiki, T. Sedative effects of the jasmine tea odor and (R)-(-) linalool one of its major odor components, on autonomic nerve activity and mood states. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2005, *95*, 107–114. [CrossRef] [PubMed]

© 2016 degli autori; licenziatario MDPI, Basilea, Svizzera. Questo articolo è un articolo ad accesso libero distribuito secondo i termini e le condizioni della licenza Creative Commons Attribution (CC-BY) (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).