



Ing. **SARAH BURGARELLA**

Biomedical Engineer

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI BERGAMO
COMMISSIONE BIOINGEGNERIA

Passaggio Canonici Lateranensi 1, 24121 Bergamo - n° iscrizione albo 3516
e-mail: sarah.burgarella@gmail.com, website: www.burgarella.com

Bioingegneria della Corsa: Il Runner's High – alla scoperta del piacere nella corsa

La prima via, quella biochimica

Il termine Runner's High (letteralmente, "l'euforia del corridore") si riferisce ad quella condizione psicofisica che ci regala la corsa sulle lunghe distanze e che può essere descritta come sensazione di benessere, piacere, felicità, armonia interiore, energia libera, beatitudine attiva. A partire dagli anni '80 numerosi studi sono stati effettuati per conoscere i meccanismi fisiologici in base ai quali la corsa di lunga durata aiuta a migliorare la condizione psicofisica.



Alcuni studi hanno rivelato un incremento del livello di endorfine nel sangue periferico (Wildmann et al, 1986) e nel fluido cerebrospinale (McDaniel, 2004) in conseguenza ad esercizio fisico prolungato, supportando quindi l'ipotesi di un meccanismo endorfinergico alla base del Runner's High.

Le endorfine sono composti oppiacei endogeni: ricordano gli oppiacei per il loro effetto antidolorifico e la sensazione di piacevole benessere, ma sono prodotti dal nostro stesso organismo in alcune zone del sistema nervoso centrale come l'ipofisi e l'ipotalamo. Sono state scoperte nel 1975 e chiamate "endorfine" nel senso di "morfine endogene". Ci sono 3 tipi di endorfine: β -endorfine, encefaline e dinorfine. Le β -endorfine sono prodotte dall'ipofisi e rilasciate nel flusso sanguigno; i livelli plasmatici di β -endorfine sono difficilmente correlabili agli effetti nel Sistema Nervoso Centrale (SNC) perché tali molecole, una volta rilasciate, difficilmente rientrano nei compartimenti cerebrali a causa della barriera emato-encefalica. Encefaline e dinorfine sono distribuite in diverse strutture del SNC. Le endorfine mostrano affinità per i recettori oppiacei μ , δ e κ , situati a livello presinaptico o postsinaptico. Le endorfine costituiscono un naturale sistema fisiologico contro la fatica e il dolore: nel regno animale il ruolo delle endorfine è quello di inibire i segnali di dolore causati dalle ferite, in modo che l'animale possa reagire mantenendosi attivo nella lotta o nella fuga. Maggiori livelli di endorfine sono rilasciati nella donna durante la gravidanza e soprattutto durante il parto, come sistema di controllo del dolore.

L'articolo **"The Runner's High: Opioidergic Mechanism in the Human Brain"**, Boecker et al., **Cerebral Cortex, Nov 2008; 18:2523-2531**, descrive per la prima volta il meccanismo endorfinergico alla base del Runner's High a livello del SNC e lo rapporta direttamente alla condizione psicofisica dei Runners dopo una corsa di lunga durata. Un gruppo di 10 Runners è stato sottoposto a Tomografia ad Emissione di Positroni (PET) sia a riposo che immediatamente dopo una corsa di 2 ore. Il tracciante utilizzato per la PET è il [¹⁸F]FDPN, un derivato della diprenorfina marcato con l'isotopo 18 del Fluoro che mostra una selettività per i recettori oppiacei μ , δ e κ simile a quella delle β -endorfine. Le due PET hanno permesso di confrontare i legami del [¹⁸F]FDPN con i recettori oppiacei prima e dopo la corsa: nel secondo caso il segnale del [¹⁸F]FDPN rilevato dalla PET in determinate aree cerebrali è stato minore perché ai recettori erano già legate le β -endorfine prodotte durante la corsa. Questa condizione è stata rilevata parallelamente ad una sensazione di piacere (il Runner's High) descritta dagli atleti. Di seguito i dettagli di questo studio.

La Tomografia ad Emissione di Positroni (PET)

La tomografia a emissione di positroni (o PET, dall'inglese Positron Emission Tomography) è una tecnica di medicina nucleare e di diagnostica medica utilizzato per la produzione di bioimmagini. La PET fornisce informazioni di tipo fisiologico, a differenza della Tomografia Assiale Computerizzata (TAC) e della Risonanza Magnetica Nucleare (RMN) che invece forniscono informazioni di tipo morfologico del distretto anatomico esaminato. Con l'esame PET si ottengono le mappe dei processi funzionali all'interno del corpo.



Immagine di una tipica apparecchiatura PET

La procedura inizia con l'iniezione per via endovenosa di un isotopo tracciante con emivita breve, legato chimicamente ad una molecola attiva a livello metabolico. Dopo un tempo di attesa durante il quale la molecola metabolicamente attiva (spesso uno zucchero) raggiunge una determinata concentrazione all'interno dei tessuti organici da analizzare, il soggetto viene posizionato nello scanner. L'isotopo di breve vita media decade, emettendo un positrone. Dopo un percorso che può raggiungere al massimo pochi millimetri, il positrone si annichila con un elettrone, producendo una coppia di fotoni gamma emessi in direzioni opposte fra loro. Questi fotoni sono rilevati quando raggiungono uno scintillatore, nel dispositivo di scansione, dove creano un lampo luminoso, rilevato attraverso dei tubi fotomoltiplicatori. Punto cruciale della tecnica è la rilevazione simultanea di coppie di fotoni: i fotoni che non raggiungono il rilevatore in coppia, cioè entro un intervallo di tempo di pochi nanosecondi, non sono presi in considerazione.

Dalla misurazione della posizione in cui i fotoni colpiscono il rilevatore, si può ricostruire la posizione del corpo da cui sono stati emessi, permettendo la determinazione dell'utilizzo chimico della molecola attiva all'interno delle parti del corpo investigate. Lo scanner utilizza la rilevazione delle coppie di fotoni per

mappare la densità dell'isotopo nel corpo, sotto forma di immagini di sezioni. La mappa risultante rappresenta i tessuti in cui la molecola campione si è maggiormente concentrata e viene letta e interpretata da uno specialista in medicina nucleare o in radiologia.

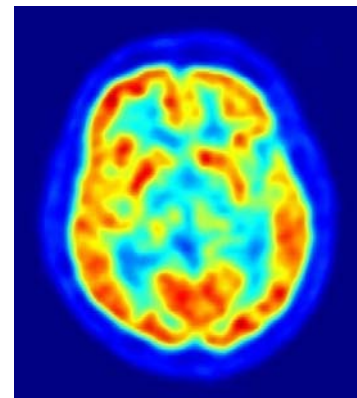
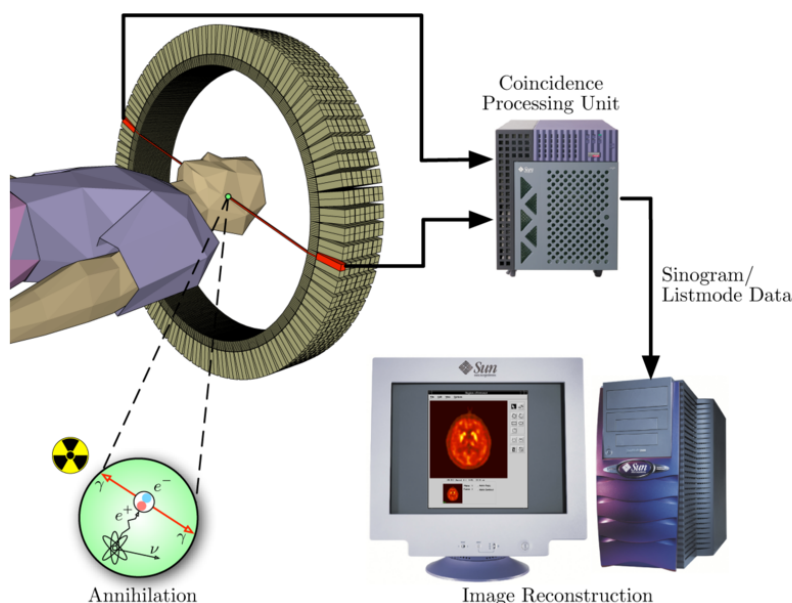


Immagine di una tipica acquisizione dell'attività cerebrale mediante PET

Schema di un processo di acquisizione PET

I radionuclidi utilizzati nella scansione PET sono generalmente isotopi con breve tempo di dimezzamento, come ^{11}C (20 min), ^{13}N (10 min), ^{15}O (2 min) e ^{18}F (110 min). Per via del loro basso tempo di dimezzamento, i radioisotopi devono essere prodotti da un ciclotrone posizionato in prossimità dello scansionatore PET. Questi radionuclidi sono incorporati in composti normalmente assimilati dal corpo umano, come il glucosio, l'acqua o l'ammoniaca, e quindi iniettati nel corpo da analizzare per tracciare i luoghi in cui vengono a distribuirsi. I composti così contrassegnati vengono chiamati radiotraccianti.

Spesso le scansioni PET sono raffrontate con le scansioni TAC, fornendo informazioni sia anatomiche che metaboliche. Per sopperire alle difficoltà tecniche e logistiche conseguenti allo spostamento del paziente per eseguire i due esami ed alle imprecisioni conseguenti, ci si avvale oramai esclusivamente dei tomografi PET-TAC, nei quali il sistema di rilevazione PET ed un tomografo TAC di ultima generazione sono assemblati in un unico gantry e controllati da un'unica consolle di comando. L'introduzione del tomografo PET-TAC ha consentito un grande miglioramento dell'accuratezza e dell'interpretabilità delle immagini ed una notevole riduzione dei tempi di esame.

Il metodo di studio

Dieci Runners ben allenati, di sesso maschile e di età compresa tra 33 e 40 anni e Body Mass Index (BMI) compreso tra 19.9 e 27.7 sono stati selezionati per lo studio da una squadra podistica di Monaco di Baviera. Le ore di corsa settimanali dei podisti selezionati erano comprese tra 4 e 10. Tutti gli atleti avevano già corso molte Mezze Maratone e 8 erano anche maratonetisti. Condizione necessaria per essere arruolati nello

studio è stata quella di aver provato o provare abitualmente sensazioni di Runner's High durante la corsa, in base alle risposte fornite dagli atleti ad un dettagliato questionario. L'autrice del presente articolo rileva come sarebbe stato interessante includere nello studio anche Runners di sesso femminile, per evidenziare eventuali differenze nei meccanismi endorfinergici tra i due sessi. Dopo la spiegazione delle procedure per l'indagine sperimentale, i podisti hanno firmato il loro consenso informato in base alla Dichiarazione di Helsinki. Tale dichiarazione, elaborata dalla World Medical Association (www.wma.net), illustra una serie di principi etici che la comunità medica è tenuta a seguire nell'ambito della sperimentazione umana.

Ogni partecipante allo studio è stato sottoposto a due scansioni cerebrali PET con tracciante [^{18}F]FDPN, la prima a riposo (ovvero trascorso un periodo maggiore di 24 ore senza attività sportiva di alcun tipo) e la seconda 30 minuti dopo il termine di una corsa di 2 ore. Prima di ciascuna scansione PET è stato eseguito un esame tossicologico delle urine per escludere l'assunzione di cannabinoidi e oppiacei. Il tracciante [^{18}F]FDPN è stato somministrato con una singola iniezione intravenosa prima di ogni scansione (radioattività per somministrazione pari a 2.5 mCi). Parallelamente a ciascuna scansione, lo stato d'animo del podista è stato valutato secondo la Visual Analog Mood Scale (VAMS; Stern et al., 1997): confusione, rabbia, tristezza, felicità, fatica, paura, energia, tensione, euforia sono i nove parametri valutati dal test su una scala da 1 a 100.

I risultati dello studio

I dieci podisti hanno corso per un tempo di 115 ± 6.8 minuti, ad una velocità di 11 ± 2.3 km/h. La frequenza cardiaca durante l'esercizio è stata di 144 ± 7 bpm (a fronte di una frequenza a riposo pari a 52 ± 11 bpm). La Figura 1 illustra i risultati del test VAMS prima e dopo la corsa, ottenuti come media dei punteggi dei dieci Runners. I parametri di felicità ed euforia hanno subito i cambiamenti di punteggio maggiore nelle due condizioni di riposo e post-corsa.

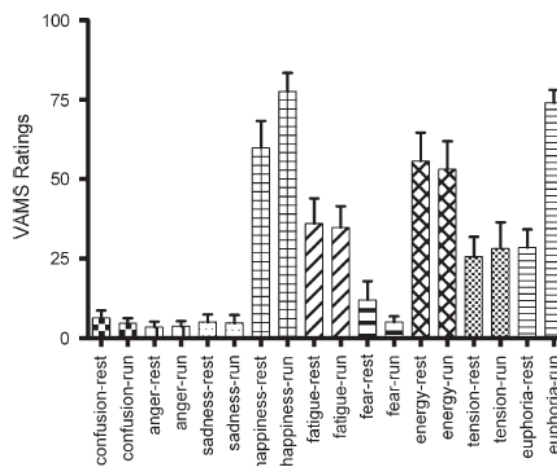


Figura 1

La Figura 2 mostra i risultati dell'indagine PET ed evidenzia le aree in cui si è osservata la riduzione del segnale del tracciante [^{18}F]FDPN, ovvero la riduzione della disponibilità di recettori oppiacei liberi dopo la corsa. La mappa di colore indica il risultato di un procedimento statistico denominato Mappatura Statistica Parametrica (Statistical Parametric Mapping, SPM) che estrae le specifiche informazioni relative alla riduzione del segnale del tracciante [^{18}F]FDPN dai voxel, i singoli volumetti esaminati dalla PET, e le sintetizza su una scala di colore per una migliore facilità di visualizzazione. La mappa di colore è sovrapposta alla mappa anatomica cerebrale standard del Montreal Neurological Institute (MNI space).

La riduzione della disponibilità di recettori si evidenzia in diverse aree cerebrali, in particolare nella corteccia orbito-frontale (orbitofrontal cortex, OFC), nell'insula (INS), nella corteccia cingolata anteriore (anterior cingulate cortex, ACC), nella corteccia dorsolaterale prefrontale (dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC), nella corteccia cingolata posteriore (posterior cingulate cortex, PCC), nella corteccia sensomotoria (sensorimotor cortex, SMC).

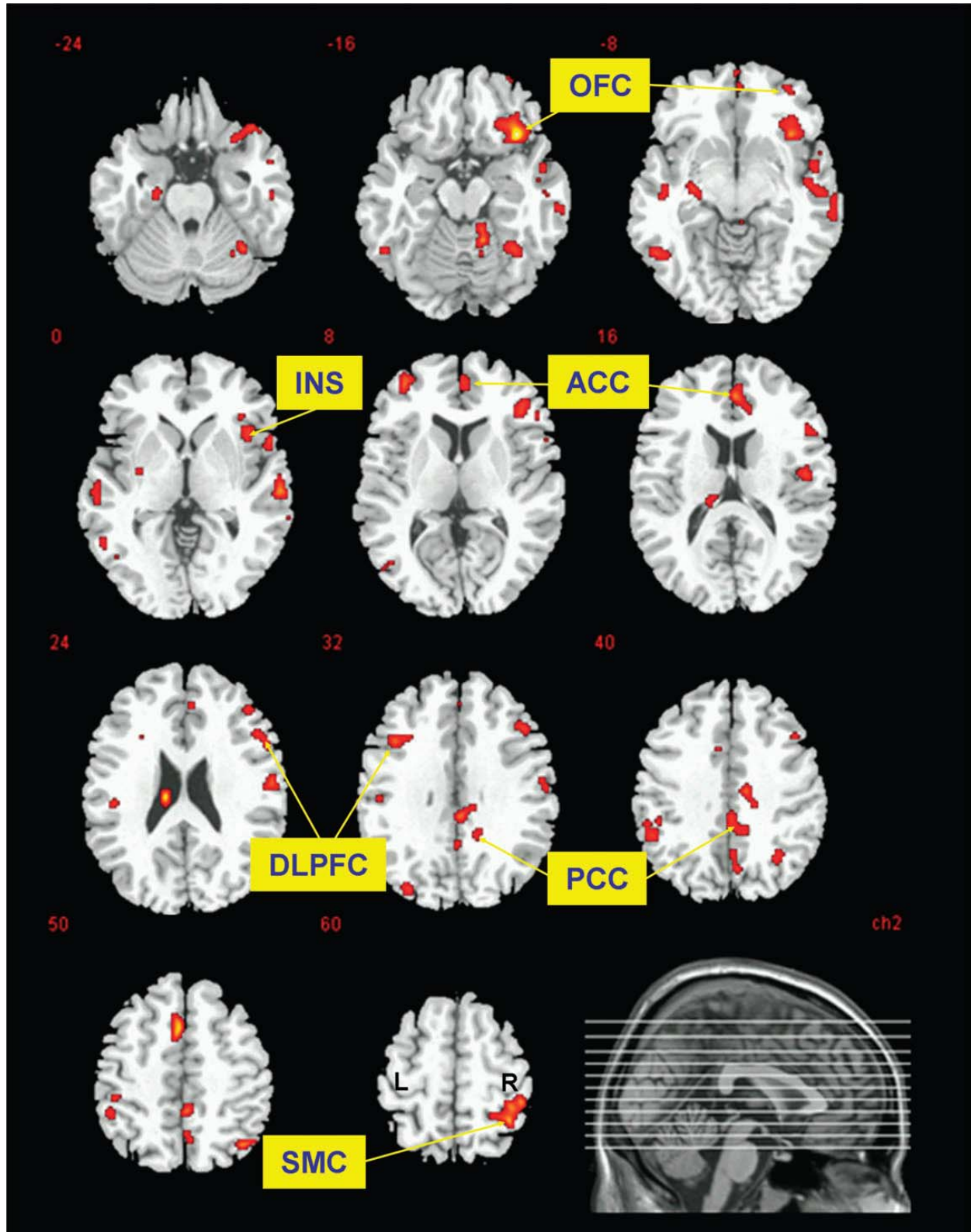


Figura 2

I risultati dell'indagine PET sono stati successivamente confrontati con quelli del test VAMS. Gli scatter plots della Figura 3 mettono in relazione la disponibilità dei recettori oppiacei (asse verticale) con i punteggi VAMS individuali del parametro euforia post corsa (asse orizzontale), per le 3 aree cerebrali evidenziate.

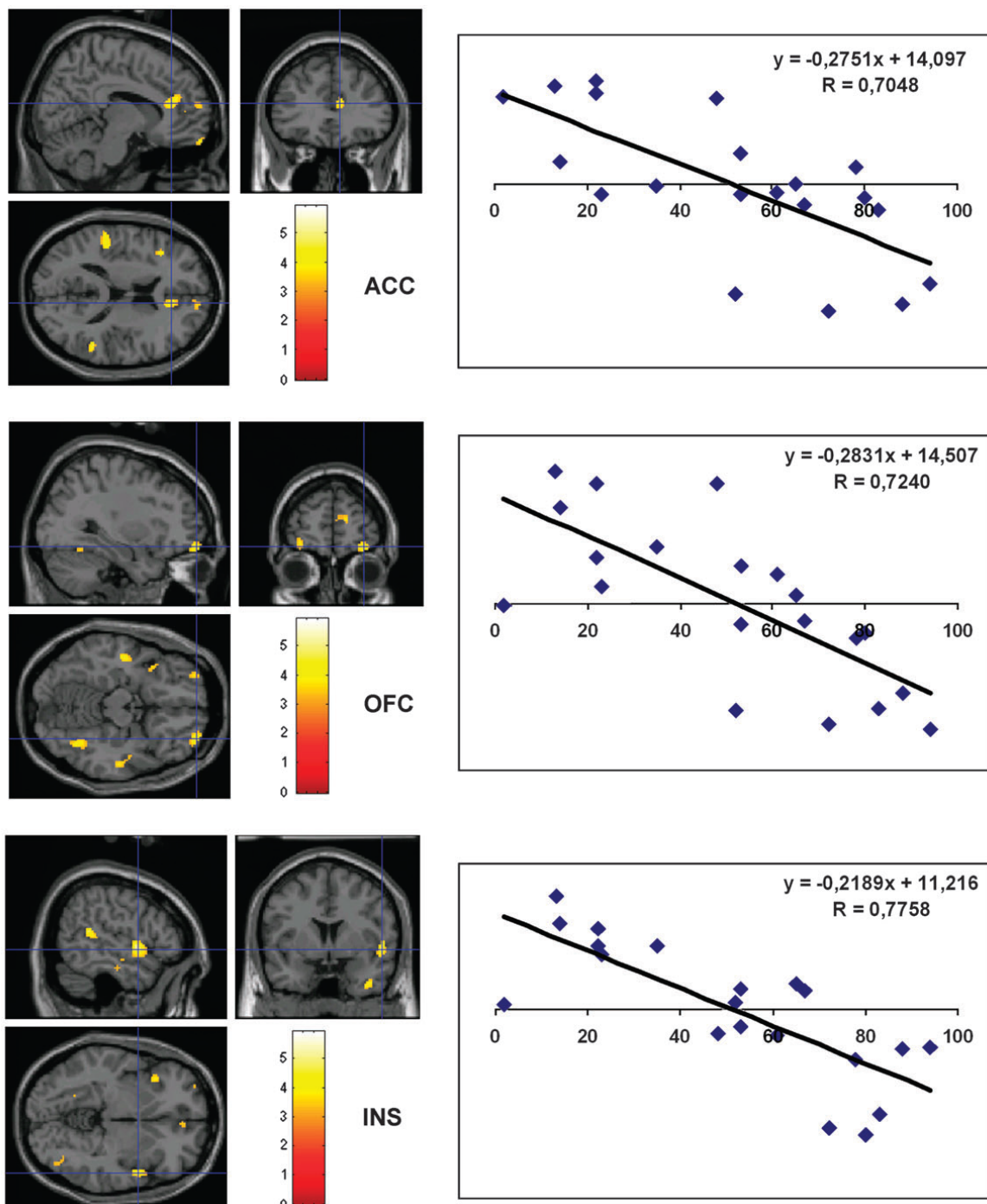


Figura 3

Si osserva come alla riduzione dei recettori disponibili corrisponda un aumento del livello di euforia. In conclusione, i risultati di questo studio rivelano l'evidenza sperimentale di un effettivo ruolo del sistema oppiaceo endogeno nella generazione della sensazione di "Runner's High" tipica dei momenti più belli della corsa.

In caso di infortunio

I risultati dello studio appena esaminato possono spiegare anche la sensazione di malessere psicofisico che avverte il Runner colto da infortunio. Il Runner che si allena regolarmente e non vorrebbe mai fare a meno della corsa sviluppa nei confronti di essa una sorta di dipendenza. Allenarsi durante quelle 3 o 4 uscite settimanali, aspettare vogliosi la domenica per l'appuntamento con il lunghissimo, significa essere abituati ad un determinato livello di endorfine. Quando arriva l' indesiderato infortunio, quello che nessun Runner vorrebbe mai avere e che inevitabilmente lo costringe ad un prolungato periodo di stop, il brusco calo del livello di endorfine può inizialmente portare il Runner in un brutto stato di malessere, causato da una sorta di crisi di astinenza. Ogni appassionato di corsa sa esattamente cosa significa. Una buona attività alternativa di cross training può aiutare a superare questa fase di transizione che porta all'abituarsi ad un nuovo e più basso livello di endorfine. Se nessun cross training è praticabile, il nostro organismo dispone comunque di buoni meccanismi di regolazione: prima si soffre, poi ci si abitua. E la sofferenza lascia il posto ad una più rassegnata e lucida gestione dell'infortunio e del percorso verso la ripresa.

La seconda via, quella bioelettrica

Sarà per la deformazione professionale, sarà perché la corsa sulle lunghe distanze l'ha provata, ma l'autrice di questo articolo non si accontenta di quanto fino ad ora esposto. Perché paragonare la corsa a poco più di "una canna" appare un po' riduttivo, oltre che diseducativo. Perché chi vive la corsa di resistenza, soprattutto quella che rapisce il pensiero e infonde la pace, sa che essa è molto di più, che tocca le note dell'animo quanto i passi della strada percorsa. Quando il ricordo delle imprese passate fa rivivere quelle stesse sensazioni, quando il sogno delle imprese future regala sensazioni di simile natura, è evidente che nessun meccanismo antifatica e antidolore entra in funzione, non ce ne sarebbe la necessità fisiologica. È probabile che altri meccanismi cerebrali siano alla base di quella sensazione di armonico piacere. E forse sono gli stessi meccanismi che durante la corsa liberano la mente, allontanano i problemi e fanno venire le idee migliori, in pace con se stessi e con il mondo.

Nel tentativo di affrontare con approccio razionale questa magia di emozioni è emersa una possibile analogia con le pratiche meditative. Dalle parole di chi si dedica con costanza alla meditazione è emersa una curiosa somiglianza tra le sensazioni di benessere e di rilassato piacere psicofisico che spingono il meditante a meditare e che spingono il Runner a correre. Possibile? L'autrice del presente articolo premette di non conoscere (almeno per il momento) la meditazione e ha pertanto cercato di avvicinare questo mondo attraverso quel più noto linguaggio della scienza e della tecnica.

Nella ricerca bibliografica di uno studio paragonabile per metodo a quello precedentemente illustrato, molto interessante è risultato l'articolo **"Meditation States and Traits: EEG, ERP and Neuroimaging Studies"**, Cahn et al., **Psychological Bulletin**, 2006, vol 132, no 2, 180-211. Si tratta di una review che

riassume i risultati di diversi studi effettuati sia a livello neuroelettrico che di imaging funzionale cerebrale su numerosi gruppi di individui praticanti diverse forme di meditazione, come Yoga, Kundalini Yoga, Zen, meditazione trascendentale, pratica buddista tibetana e recitazione della preghiera cristiana. Le misure elettroencefalografiche hanno rilevato un generale rallentamento dei segnali cerebrali conseguente alla meditazione e l'indagine funzionale ha mostrato un incremento del flusso sanguigno in determinate zone del cervello. Esaminiamo più in dettaglio questo studio.

Stati e tratti meditativi

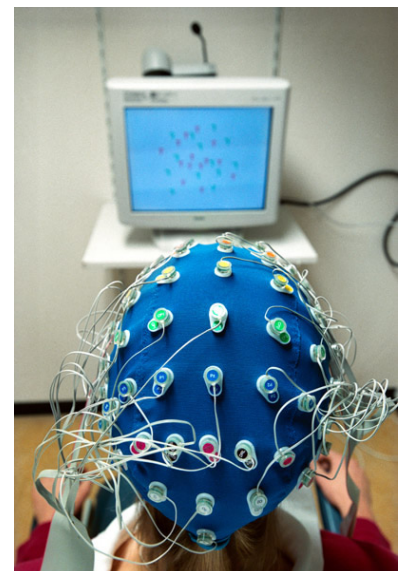
Con il termine di meditazione si intende un insieme di pratiche che consentono l'autoregolazione del proprio corpo e della propria mente. Il significato della misura della risposta cerebrale ad una pratica meditativa si basa sul fatto che differenti stati di coscienza sono accompagnati da differenti stati neurofisiologici. In concreto, la persona avverte un senso di calma profonda e un rallentamento del dialogo mentale interno. La regolare pratica della meditazione induce anche modifiche a più lungo termine, che persistono oltre il momento meditativo e sono definite tratti: essi sono descritti come una più generale condizione di serenità e una consapevolezza più pesata del proprio campo emotivo e sensoriale (ecco perché un bravo meditatore riesce a mantenersi in una condizione di assoluta immobilità fisica per un tempo molto più lungo rispetto a quello di un non-meditatore). Lo studio in oggetto mira ad ottenere una descrizione fisiologica quantitativa di stati e tratti meditativi.

Le onde del tracciato EEG

L'elettroencefalografia (EEG) è la registrazione dell'attività elettrica del cervello. La tecnica è stata inventata nel 1929 da Hans Berger, il quale scoprì che vi era una differenza di potenziale elettrico tra piccoli elettrodi metallici posti a contatto della cute sul cuoio capelluto. Le onde cerebrali sono dei tracciati grafici che evidenziano l'attività elettrica del cervello ottenute tramite la registrazione dell'elettroencefalogramma. A seconda della frequenza, le onde del tracciato EEG si dividono in:

Onde Delta: sono le onde con più bassa frequenza, fino a 4 Hz, e maggior ampiezza. Sono normalmente osservate nell'adulto come onde lente del sonno profondo (nella fasi NREM, non REM) e nei neonati.

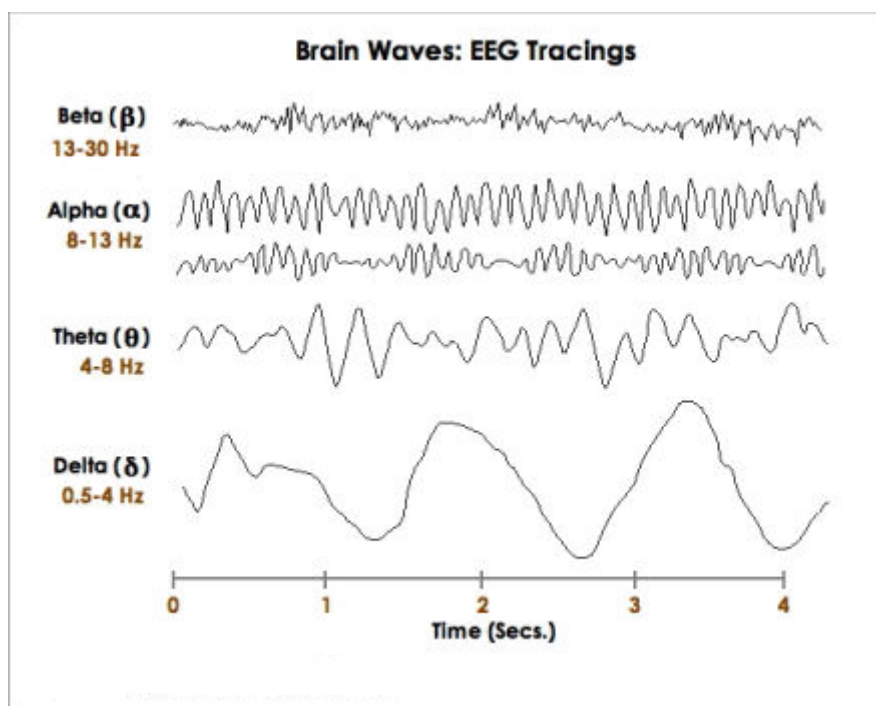
Onde Teta: hanno frequenza compresa tra 4 e 8 Hz e caratterizzano lo stadio del sonno REM. Sono osservate nei bambini e negli adulti durante la meditazione. Sono associate a stati di rilassamento, stati meditativi e stati creativi.



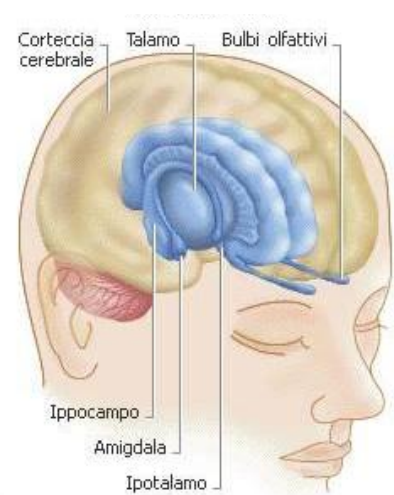
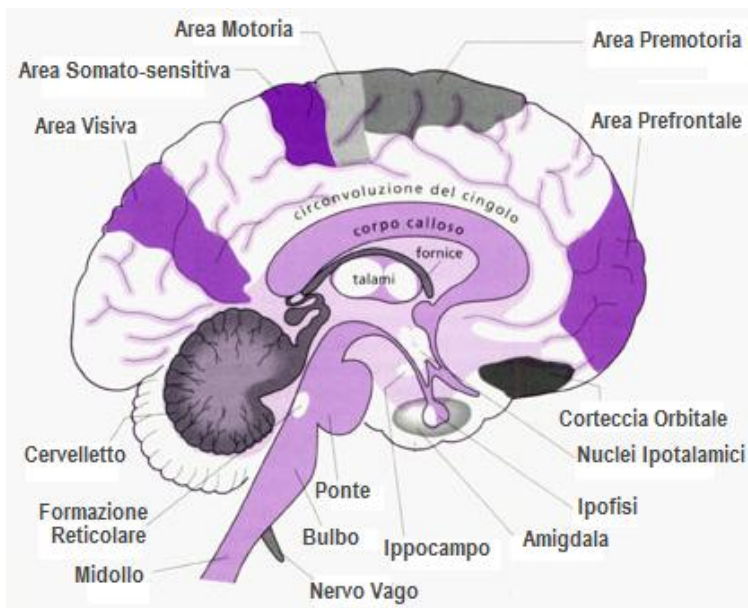
Onde Alfa: sono caratterizzate da una frequenza compresa tra 8 e 13 Hz e hanno una configurazione regolare e sincronizzata, messa in evidenza quando si chiudono gli occhi e quando si mantiene uno stato di rilassamento e attenuata quando si aprono gli occhi e quando aumenta l'attività mentale. Sono tipiche negli istanti precedenti l'addormentamento e negli stati meditativi.

Onde Beta: sono caratterizzate da una frequenza compresa tra 13 e 30 Hz e si registrano nello stato di veglia attiva di un soggetto cosciente.

Onde Gamma: sono caratterizzate da una frequenza compresa tra 30 e 42 Hz e caratterizzano gli stati di particolare reattività mentale o di tensione.



I risultati dello studio evidenziano un aumento della potenza delle onde alfa e teta del tracciato EEG durante la pratica meditativa, in corrispondenza di una sensazione di aumentata tranquillità. Meditatori esperti mostrano anche a riposo una frequenza di attività cerebrale media più bassa e una più alta potenza delle onde alfa e teta rispetto ad una popolazione di controllo costituita da non-meditatori, a evidenza dei cambiamenti a lungo termine indotti da tale pratica. In particolare, l'aumentata attività cerebrale a frequenza alfa è correlata all'attività talamica e l'aumentata attività cerebrale a frequenza teta è generata dalla corteccia cingolata anteriore e dalla corteccia dorsolaterale prefrontale (aree che abbiamo già visto essere direttamente coinvolte anche nello studio biochimico sul Runner's High). Interessante notare però come nei meditatori si osservi anche una maggiore potenza delle onde gamma, rispetto alla popolazione di controllo: sembra proprio che tale pratica migliori sia la tranquillità che la reattività.



L'indagine funzionale

Lo studio riporta i risultati di diverse tecniche di imaging funzionale cerebrale. L'indagine PET eseguita con uno zucchero marcato con ^{15}O ha evidenziato una maggiore attività metabolica nell'ippocampo, nella corteccia cingolata anteriore e nella corteccia dorsolaterale prefrontale.

Un secondo tipo di indagine funzionale è la risonanza magnetica funzionale (functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI). Quando le cellule nervose sono attive consumano l'ossigeno trasportato dall'emoglobina degli globuli rossi che attraversano i capillari sanguigni locali. Effetto di questo consumo di ossigeno è un aumento del flusso sanguigno nelle regioni a maggiore attività neurale e un conseguente aumento della concentrazione di ossiemoglobina (emoglobina ossigenata) rispetto alla deossiemoglobina (emoglobina non ossigenata). L'emoglobina è diamagnetica quando ossigenata e paramagnetica quando non ossigenata e il segnale dato dal sangue nella risonanza magnetica nucleare (RMN) varia quindi in funzione del livello di ossigenazione.

Questi differenti segnali possono essere rilevati usando un'appropriata sequenza di impulsi magnetici, ad esempio il contrasto Blood Oxygenation Level Dependent (BOLD). Incrementi del flusso sanguigno cerebrale, in proporzione superiori all'aumento del consumo d'ossigeno, portano ad un maggiore segnale BOLD; viceversa diminuzioni nel flusso, di maggiore entità rispetto alle variazioni del consumo d'ossigeno, causeranno minore intensità del segnale BOLD. Nella Figura 4 è illustrata su mappa di colore la maggiore attività di determinate zone cerebrali, rilevata con fMRI.

L'indagine funzionale con fMRI ha evidenziato un aumento dell'attività nella corteccia cingolata anteriore (zona associata all'autocontrollo) e nella corteccia dorsolaterale prefrontale (zona associata all'attenzione) dovuto alla pratica meditativa, in accordo con i risultati ottenuti dall'indagine PET e dall'esame EEG.

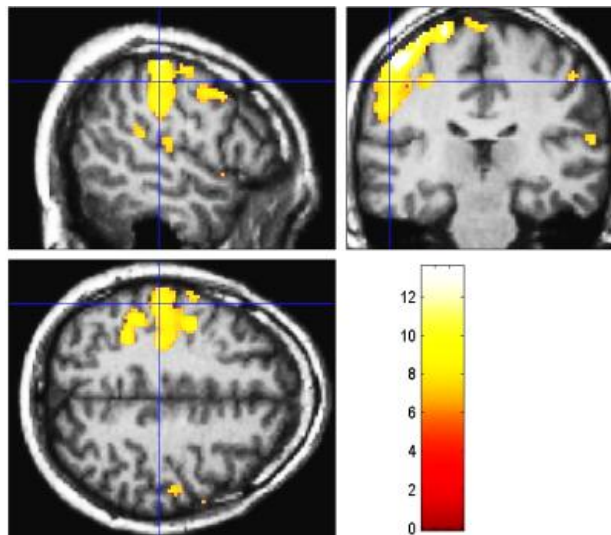


Figura 4

Tutte le strade portano a correre

Il coinvolgimento delle medesime aree cerebrali osservato nello studio sul Runner's High e nello studio sulla meditazione appena presentati porta inevitabilmente ad ipotizzare una possibile bidirezionalità tra i due fenomeni: il rilascio di endorfine dal punto di vista biochimico e l'aumento dell'attività a bassa frequenza dal punto di vista bioelettrico. La curiosità non poteva evitare di indagare questa possibile corrispondenza.

β -endorfine \rightarrow onde alfa? Rispolverando un interessante articolo di parecchi anni fa si può trovare una prima parziale risposta alla questione: **"Human EEG response to beta-endorphin", Pfefferbaum et al., Psychiatry Research, July 1979, vol 1, issue 1, 83-88**. Lo studio pone a confronto gli effetti, a livello di EEG, delle somministrazioni intravenose di β -endorfine e di soluzione salina, come controllo. L'analisi spettrale delle onde cerebrali dopo 5 e 15 minuti dalla somministrazione evidenzia un incremento della potenza delle onde alfa dopo l'iniezione di β -endorfine. L'aumento del livello di β -endorfine (condizione caratteristica del running) provoca dunque un aumento delle onde alfa del tracciato EEG (condizione caratteristica della meditazione).

Onde alfa \rightarrow β -endorfine? Sarebbe a questo punto interessante indagare l'eventuale effetto delle pratiche meditative sulla produzione di β -endorfine. Uno studio di **Ram Mishra**, Professore presso la **University of Arizona, Department of Psychology, Center for Consciousness Studies**, intitolato **"Effect of meditation on plasma beta-endorphins in humans"** e presentato durante il convegno universitario annuale nell'**aprile 2006 (abstract n. 257)**, afferma l'esistenza di tale relazione. Scopo dello studio è stato quello di confrontare una popolazione di 15 meditatori Yoga con una popolazione di controllo costituita da 15 non-meditatori. Un prelievo di sangue effettuato dopo la meditazione ha riscontrato un incremento del livello plasmatico di β -endorfine nel gruppo di meditatori. L'interpretazione fornita dal Professore costituisce un interessante e suggestivo avvicinamento tra due mondi culturali, l'Oriente e l'Occidente: il risveglio di Kundalini, fonte di energia situata nella parte più bassa della schiena, e la sua risalita verso il sistema nervoso centrale fino a

raggiungere il sistema limbico e stimolare l'ipofisi (o ghiandola pituitaria) al rilascio di β -endorfine. Non stupisce il fatto che studi di questo tipo oggi non trovino ancora spazio nelle pubblicazioni della tradizionale letteratura scientifica Occidentale.

Nella ricerca di risposte per spiegare il piacere del running, quest'ultimo articolo raccolto testimonia come le ipotesi biochimica e bioelettrica indagate abbiano un effettivo fondamento: **"The effects of running and meditation on beta-endorphin, corticotropin-releasing hormone and cortisol in plasma, and on mood", Harte et al., Biological Psychology, 1995 Jun; 40(3):251-65.** Lo studio della James Cook University of North Queensland, Townsville, Australia, ha affrontato il problema da un punto di vista più generale, osservando la relazione tra i livelli di tre ormoni dell'asse ipotalamico-pituitario-adonocorticale (hypothalamic-pituitary-adrenocortical axis, HPA) e lo stato d'animo di 11 Runners e 12 esperti meditatori. L'ipotesi da verificare era che, nonostante le differenze metaboliche tra il running e la meditazione, il miglioramento dell'umore fosse in entrambi i casi riconducibile a simili variazioni ormonali, in particolare a variazioni dei livelli di β -endorfine, ormone della corticotropina (corticotropin-releasing hormone, CRH) e cortisolo. Lo studio ha riscontrato incrementi significativi di β -endorfine e di CRH dopo la corsa e di CRH dopo la meditazione, senza significative differenze nel livello di CRH nei due gruppi. La conclusione dello studio afferma che i positivi effetti sullo stato d'animo sono in entrambi i casi associati ad un incremento del livello di CRH, che promuove a sua volta anche il rilascio di β -endorfine. È forse questo un metodo che i Runners possono adottare per "star bene" anche in caso di infortunio?

Tutte le strade portano a correre... E poi, chissà come una buona musica di sottofondo possa amplificare i fenomeni fino ad ora descritti! Ma siccome la ricerca è una strada che non ha mai fine, il resto sarà oggetto di *further investigation*.

Ai lettori che sono giunti fino a questo punto dell'articolo, seguendo quanto esposto con il massimo coinvolgimento del loro emisfero razionale, l'autrice augura ora di uscire all'aperto per abbandonarsi al piacere di una bella corsa.

Sarah Burgarella

9 Maggio 2010