

CIMENTI: ESPERIENZE EUDAIMONICHE IN ACQUE ALGIDE

ILARIA DEMORI, ROBERTO GIURIA, ERIKA LUZZO

CHE COSA INTENDIAMO PER “CIMENTI”

Abbiamo scelto, per trattare il nostro argomento, un titolo in forma aulica con vocaboli inconsueti, perché termini come “cimento”, “eudaimonico” e “algido”, oltre a incuriosire per il loro scarso uso nel linguaggio corrente, rappresentano aspetti di una cultura antica che sapeva sintetizzare fatti, emozioni e sentimenti.

Il termine “cimento” è desueto nel linguaggio comune e si riferisce all'affrontare una prova difficile, un rischio, un potenziale pericolo. Per quanto stravagante, è ormai anche divenuto un termine tecnico che difficilmente verrà cambiato: esso è usato per indicare una manifestazione, nella maggior parte dei casi non competitiva, in occasione della quale ci si bagna e si nuota nelle acque fredde di mari, laghi o fiumi, principalmente d'inverno, anche in condizioni meteorologiche avverse (pioggia o neve) [1].

Qualche nota storica

In Italia settentrionale tali manifestazioni hanno avuto un inizio, un luogo di nascita e un padre ben precisi, per uno scopo assai nobile. Infatti, sul finire dell'Ottocento, Amilcare Vaudano di Torino, detto Nino, colonnello dei Bersaglieri, pioniere del nuoto e fondatore della Società Sportiva Dilettantistica Rari Nantes di Torino, aveva osservato che la maggior parte delle persone che non

abitavano vicino al mare non sapeva nuotare e se qualcuno cadeva nel fiume Po nella stagione invernale inevitabilmente annegava anche sotto gli occhi di decine di spettatori, i quali, anche essendo nuotatori, non si fidavano a soccorrere il malcapitato per paura dell'acqua fredda. Nino ebbe l'idea di organizzare una pubblica manifestazione che dimostrasse ai torinesi che si poteva nuotare nel Po anche d'inverno. Il primo “cimento” italiano si svolse quindi nel Po il 19 febbraio 1899, presso il Ponte Isabella, e vide 16 partecipanti. A Torino questa tradizione si è tramandata fino ai giorni nostri con un tuffo nel Po organizzato dalla Rari Nantes e dall'Associazione Orsi Polari.

Al mare i cimenti invernali hanno avuto una grande diffusione, per numero sia di manifestazioni sia di partecipanti. Dalle ricerche del dott. Carlo Gavazzi [1], al quale dobbiamo anche le notizie precedenti, risulta che il cimento più antico nel mare si è svolto in Liguria, a Varazze (in provincia di Savona), nel 1950. Dalle ricerche condotte da Roberto Giuria [2] è risultato che a Savona, nel gennaio 1962, si è svolto il primo cimento ligure che ha avuto il carattere di manifestazione pubblica con uno scopo sociale simile a quello di Torino del 1899. Il promotore fu il dott. Giovanni Maria Selis, ortopedico e sportivo che aveva osservato nella gioventù di allora una carenza di attività sportiva che condizionava anche lo stato di salute. La disciplina sportiva del dott. Selis era la pallanuoto e in quel periodo la città di Savona non aveva una piscina in cui esercitare lo sport. Così,

il 3 gennaio 1962, il dott. Selis e un gruppo di manifestanti mandarono in scena una particolare protesta per ottenere una piscina coperta: si diedero appuntamento sulla spiaggia per un bagno in mare e diedero vita anche al primo cimento di Savona (*Figura 12.1*).

Nello stesso anno, il 26 dicembre, si fece anche il primo cimento ad Alassio, con lo scopo però di intrattenere i turisti delle vacanze natalizie con lo spettacolo di un bagno fuori stagione. Quello di Alassio è stato un appuntamento che non ha subito discontinuità (*Figura 12.2*), mentre quello di Savona fu ripetuto fino al 1992, in quanto la città aveva provveduto alla costruzione della piscina e l'interesse del dott. Selis si era rivolto alla pallanuoto.

Dopo una lunga interruzione, nel 2005, la nascente Associazione Nuotatori del Tempo Avverso (ANTA), di cui Roberto Giuria è presidente, ripropose alla città di Savona di riprendere la tradizione del cimento invernale e, nel 2006, di accompagnarla con una manifestazione a carattere culturale denominata "Settimana Blu". La prima edizione si svolse nel febbraio 2006 e comprendeva una conferenza dal titolo "Cimenti invernali, un ampliamento per la cultura dell'acqua" e una mostra fotografica nel Comune di Savona dal titolo "Cimenti invernali in Liguria", oltre al bagno sul litorale savonese che, da allora, non ha più avuto interruzioni.



Figura 12.1 Il primo cimento storico di Savona del 3 gennaio 1962, organizzato in segno di protesta per ottenere una piscina coperta. (Foto Archivio Roberto Giuria)

Nel 2009, l'ANTA si rese promotrice di un ulteriore evento culturale: la Giornata Criomare, che si tiene a Genova, attualmente all'inizio della "stagione balneare", cioè a novembre, occasione per presentare il calendario dei cimenti in Liguria e soprattutto per studiare i cimenti dal punto di vista scientifico, grazie a una conferenza pomeridiana con interventi di medici, psicologi, antropologi, filosofi, sportivi e semplici appassionati.

Nel 2017 si è quindi arrivati alla XII edizione della Settimana Blu e alla X edizione della Giornata Criomare. Questo percorso si è snodato rafforzando via via il legame con ricercatori e scienziati e ha permesso di focalizzare sempre più l'aspetto medico-scientifico del cimento e la sua divulgazione come pratica salutistica. Il paradigma PNEI inquadra perfettamente questa particolare attività, che coinvolge tutto l'organismo nella sua complessità, sia nell'aspetto fisico sia in quello psicologico.

Come si svolge un cimento?

Vediamo allora come si svolge in pratica un cimento, in particolare un bagno in mare d'inverno. I partecipanti sono persone di ogni età, sesso e condizione fisica. La manifestazione è regolamentata da norme ormai consolidate in oltre 60 anni di attività. I comuni, le pro loco, le associazioni che organizzano i cimenti devono attenersi alle seguenti regole:



Figura 12.2 Cimento di Alassio del 26 dicembre 2016. Il cimento di Alassio, a partire dal 1962, non ha mai subito interruzioni e negli ultimi anni l'affluenza è arrivata a circa 300 iscritti. (Foto Archivio Roberto Giuria)

- chiedere e ottenere i permessi delle autorità competenti di controllo delle acque;
- provvedere alla sicurezza in mare con bagnini, mezzi di salvataggio e, a terra, un'ambulanza con medico;
- provvedere all'accoglienza dei cimentisti con un'iscrizione e manleva per gli organizzatori.

All'ora prestabilita ci si raduna sul litorale per la foto di gruppo e, a un segnale convenuto, ci si immerge tutti insieme per il bagno. Certamente nel primo impatto si sente freddo, ma ciò non deve bloccare l'intenzione di immergersi: bisogna muoversi lentamente ma in modo deciso; l'importante (come specificheremo meglio in seguito) è mantenere una respirazione regolare. Dopo una manciata di secondi, sentiamo la nostra epidermide che ci trasmette una sensazione da molti descritta come "punture di spilli", ma in poco tempo, sia che si nuoti con bracciate poderose, sia che si faccia un tranquillo bagno lasciandosi trasportare dalle onde, il nostro organismo non avvertirà più il freddo, ma anzi si avrà una piacevole sensazione di calore, che paradossalmente, tanto più l'acqua sarà fredda, quanto più sarà forte. Dalle osservazioni scaturite dalla pluridecennale esperienza di Roberto Giuria, la temperatura di 17 °C è quella in cui l'organismo inizia a dare queste sensazioni. Sui 5-6 °C, come nei laghi d'inverno, la reazione di calore è più forte e si nota anche dal colore rosso acceso della pelle all'uscita dal bagno.

A un certo punto, che cambia da individuo a individuo, anche secondo l'abitudine ai bagni, si sente il bisogno di uscire dall'acqua: in media questo succede dopo 20 minuti in mare e dopo 5-10 minuti nei laghi e fiumi con temperature di circa 6 °C. All'uscita si prova un attutimento della sensibilità, descritto da molti come "anestesia" della pelle, ma soprattutto si sperimenta una piacevole sensazione di benessere, euforia, ritrovata energia e calore; tuttavia, non bisogna indugiare ed è necessario rivestirsi al più presto senza asciugarsi troppo o strofinarsi vigorosamente, perché il nostro corpo si asciuga appunto con il proprio calore.

Al rientro dal bagno i cimentisti vengono rificillati con bevande calde e generi di conforto e

vengono poi premiati con un gadget ricordo per tutti e con premi speciali, per esempio ai più anziani o ai più giovani. Si può quindi immaginare come queste manifestazioni offrano ai partecipanti un clima di notevole carica emotiva e relazionale. Per queste ragioni, il cimento è senza dubbio un evento "corale", in cui tutto il gruppo avverte le stesse sensazioni di benessere e ognuno le trasmette al compagno con approvazioni e consensi. In tale contesto, i partecipanti meno esperti sono rassicurati dalla dimensione del gruppo, che fornisce la necessaria spinta emotiva al superamento della "prova".

Dal punto di vista fisiologico, l'immersione in acqua fredda rappresenta un classico stimolo stressogeno. Ci piace fare osservare in questa sede la similitudine esistente tra le fasi del cimento e quelle descritte dallo scienziato Hans Selye riguardo alla sindrome di adattamento generale (GAS), che è la base di partenza per lo studio e la comprensione dello stress affrontato dal paradigma PNEI [3].

Osservando le tre fasi della risposta omeostatica al freddo e della conseguente termogenesi, possiamo notare:

- una prima fase breve di "allarme" (sensazioni iniziali di spilli, consapevolezza del respiro);
- quando si arriva alla compensazione del calore si ha una seconda fase più lunga di "resistenza" (sensazione di benessere che ci fa sentire perfettamente adeguati a questa nuova situazione e che mette a frutto le nostre energie richiamate dai nostri depositi);
- una terza fase di "esaurimento" se ci tratteniamo troppo in acqua, in cui il nostro organismo mette in atto strategie fisiche come il tremore, quale estremo tentativo di riscaldamento. Il cimentista esperto, tuttavia, non arriva alla terza fase.

Il cimento correttamente condotto costituisce uno stress di breve durata ad azione risolutiva, quindi uno stress positivo, o *eustress*, che, se ripetuto con una certa costanza, è potenzialmente in grado, come vedremo, di evocare risposte adattative con valenza preventiva e terapeutica.

ACQUA, FONTE DI VITA

“Acqua” è di per sé sinonimo di “vita”: ovunque vi sia una qualche forma di vita sul pianeta Terra, esiste una minima quantità di acqua liquida.

Sin dalla preistoria, le popolazioni umane hanno costruito abitazioni, villaggi e città in vicinanza di riserve d'acqua, non solo per agevolarne l'approvvigionamento, ma anche per motivi religiosi, in quanto, secondo le credenze, fonti, sorgenti, fiumi, laghi e lagune erano abitati da diverse divinità [4].

La consuetudine di portare doni votivi alle fonti fa parte di un'educazione rituale volta a diffondere il concetto di preziosità e sacralità dell'acqua: in tutte le culture sono presenti miti e immagini riguardanti pozzi sacri, abluzioni rituali, fonti della giovinezza, fonti miracolose. Nei paesi ricchi di acque termali, la fiducia della popolazione nei loro effetti terapeutici è tale da considerarle come una panacea universale e spesso la prima cura cui si ricorre. Ecco allora emergere anche la convergenza tra “sacro” e “salutare”, tra mito e idroterapia: l'acqua diventa la sostanza magica e medicinale per eccellenza, in grado di guarire, ringiovanire, donare la vita eterna, perché nell'acqua abitano la vita, il vigore e il divino [5,6].

Del resto, da sempre l'uomo ha attinto i rimedi per curarsi dall'ambiente in cui vive, adottando quindi differenti strategie terapeutiche, in base alle differenti caratteristiche climatiche, pedologiche, fitogeografiche del territorio, e già Ippocrate, nella sua opera intitolata *Sulle arie, le acque, i luoghi*, affermava che gli esseri umani sono sensibili alle influenze ambientali dal punto di vista sia fisiologico sia psicologico [7].

Idrologia medica e idroterapia

Secondo la definizione riportata nell'Enciclopedia Treccani [8], per idrologia medica si intende «lo studio degli effetti biologici e terapeutici delle acque minerali e di altri mezzi naturali di cura» (quali per esempio i fanghi e le grotte termali). In particolare, la crenoterapia si riferisce all'utilizzo terapeutico di mezzi termali e si suddivide in crenoterapia interna (ingestione di acque minerali e

oligominerali, nota come idropinoterapia) e crenoterapia esterna; in entrambi i casi, hanno particolare rilevanza le sostanze che sono disciolte nei mezzi utilizzati e che conferiscono loro le tipiche caratteristiche curative.

L'idroterapia, invece, rientra maggiormente nell'ambito della fisioterapia, in quanto il potere terapeutico è dato essenzialmente dalle caratteristiche fisiche dell'acqua: temperatura (acqua calda o fredda) e pressione alla quale è applicata (maggiore o minore pressione sul corpo, idromassaggio o stimolazioni particolari sulla superficie corporea).

L'idroterapia rappresenta senza dubbio una delle più antiche risorse dell'arte medica ed è interessante osservare come le modalità di applicazione si siano conservate pressoché immutate dalle origini ai giorni nostri. Certamente, oggi godiamo di una maggiore precisione nelle indicazioni terapeutiche e, soprattutto, di una maggiore conoscenza dei meccanismi biologici e psichici attraverso i quali le acque possono agire. L'efficacia delle pratiche idroterapiche, infatti, può essere aumentata da fattori psicosomatici legati a particolari ritualità, siano esse “sacre” o “profane” [6].

La scoperta dell'acqua fredda

È ovvio che nella pratica del cimento invernale la caratteristica fisica più importante dell'acqua che dobbiamo tenere in considerazione è la temperatura. È universalmente noto che le applicazioni di acqua fredda su parti dolenti e contuse, su parti infiammate e su ferite e ascessi, possono esplicare azioni sedative e risolventi, dovute sia alla temperatura sia a un'azione meccanica detergente, oppure alla presenza di vari principi attivi in particolari acque. Anche l'immersione dell'intero corpo in acqua fredda è una pratica idroterapica antica, che permetteva di ottenere effetti ipotermici, sedativi e antinfiammatori contro febbri, contusioni, infezioni e malattie mentali [6].

Più recentemente, l'abate Sebastian Kneipp, che negli anni Ottanta dell'Ottocento scrisse un manuale divulgativo e fondò un centro idroterapico a Wörishofen, nella Svevia, ha particolarmente contribuito alla popolarità e alla diffusione

dell'idroterapia in generale e all'uso di acqua fredda in particolare. Ancora oggi le moderne pubblicazioni divulgative riportano i principi che l'abate aveva scritto nel proprio testo *Meine Wasserkur* nella prima edizione del 1886, e in ogni centro idrotermale viene applicato il percorso Kneipp [9]. Esso consiste in camminamenti di ciottoli che si percorrono alternando rapidamente immersioni (fino circa alle ginocchia) in acqua calda e acqua fredda. La camminata sul fondo acciottolato, il massaggio operato dall'acqua e lo sbalzo termico svolgono un'azione tonificante sulle pareti dei capillari ed esplicano effetti drenanti utili in caso di ritenzione idrica.

I principi della cura Kneipp si basano sul dato che «tutte le malattie, qualunque nome esse portino, hanno la loro origine nel sangue, sia che questo quantunque sano non possa circolare regolarmente oppure sia guasto da cattivi umori». Per Kneipp la circolazione sanguigna è di vitale importanza quale causa di malattia. In che modo si ottiene la guarigione con l'uso dell'acqua? Sfruttando le sue proprietà, che sono: «disciogliere, eliminare, rinvigorire». Soprattutto per rinvigorire il corpo viene usata acqua fredda di sorgente, pozzo o fiume, somministrata con bagni freddi, docce e lavacri, ottenendo «l'attutimento della sensibilità». In ogni caso, dove non viene prescritta acqua calda, con la parola "acqua" s'intende sempre acqua fredda, osservando in base all'esperienza fatta che "quanto più è fredda, tanto è meglio" [9].

Ma cosa si intende esattamente per "acqua fredda"? Come dicevamo, il termine "algido" è stato usato nel titolo di questo capitolo soprattutto per la sua valenza evocativa. In realtà, non esiste una definizione precisa di acqua fredda. Sappiamo che in acqua la temperatura di termo-neutralità per l'uomo è circa 35 °C: ciò significa che un individuo nudo immerso in acqua a 35 °C non ha alcun bisogno di mettere in atto risposte fisiologiche per regolare la propria temperatura corporea. Il valore indicato si abbassa a circa 25 °C se la persona nuota o comunque si muove. Secondo osservazioni sperimentali, una robusta risposta fisiologica al freddo si osserva a seguito di immersione in acqua a temperatura inferiore a 15 °C [10,11].

Il regolamento tecnico (settore Nuoto di Fondo) della Federazione Italiana Nuoto afferma che in acque libere l'uso della muta è obbligatorio con temperatura dell'acqua dai 16 ai 17,9 °C, facoltativo dai 18 ai 19,9 °C, proibito se la temperatura è superiore a 20 °C [12]. La Federazione Italiana Triathlon, invece, vieta il nuoto in acque a temperature inferiori a 13 °C e obbliga gli atleti all'utilizzo della muta se la temperatura dell'acqua è di 14-16 °C, ma tale regola viene adeguata, secondo una precisa tabella, in relazione al tempo di permanenza in acqua e alla distanza da percorrere [13]. Tuttavia, esistono i nuotatori cosiddetti "gelidisti": essi nuotano senza muta in acque definite "gelide", cioè a temperatura inferiore a 5 °C, coprendo diverse distanze e secondo regole precise dettate dalla *International Ice Swimming Association*, che mira a far riconoscere questa disciplina come sport olimpico [14].

Per le caratteristiche geografiche del Mediterraneo, sulle coste italiane e su quella ligure in particolare, la temperatura dell'acqua di mare in autunno e inverno varia dai 16-17 °C di ottobre/novembre ai 10-11 °C di gennaio/febbraio [15]. L'acqua è dunque effettivamente fredda, ma mai gelida, ideale per evocare una risposta di stress positivo che possa rivelarsi utile e non dannosa per la salute umana. Per capire meglio come questo possa avvenire, occorre approfondire più nei dettagli i cosiddetti meccanismi di "lotta al freddo", ossia le risposte omeostatiche dell'organismo allo stimolo termico dato, in questo caso, dall'immersione in acqua fredda. Ed è quanto ci accingiamo a fare nei prossimi paragrafi.

GENERALITÀ SULLA TERMOREGOLAZIONE

L'uomo è un mammifero omeotermo, ovvero è in grado di mantenere la propria temperatura corporea praticamente costante anche in caso di ampie fluttuazioni della temperatura ambientale. Ciò si applica in particolare alla temperatura del "nucleo centrale" del corpo, o *core*, contenente gli organi interni, la cui omeostasi termica è mantenuta in modo particolarmente efficiente [16]. Infatti, la

temperatura interna (*core temperature*, T_c), misurata come temperatura rettale, deve mantenersi attorno ai 37 °C (lievi variazioni di circa 1 °C seguono un preciso ritmo circadiano) per permettere le normali funzioni vitali, in quanto numerose proprietà chimico-fisiche cellulari e tissutali sono termodipendenti (per esempio, velocità delle reazioni enzimatiche, velocità di diffusione, solubilità dei gas, fluidità della membrana cellulare ecc.).

Il nucleo centrale è circondato da un “guscio” periferico la cui temperatura diminuisce progressivamente allontanandosi dal *core* e approssimandosi alla superficie cutanea. Lo spessore del guscio cambia a seconda della temperatura ambientale ed è minimo in ambiente caldo, mentre aumenta in ambiente freddo, quando praticamente comprende anche gli arti, e il *core* è ridotto ai soli organi vitali [16,17].

Gli scambi di calore tra corpo e ambiente avvengono secondo le note modalità di radiazione, convezione e conduzione, seguendo il gradiente termico e a velocità proporzionale all'entità di tale gradiente. Nella radiazione o irraggiamento, il calore viene scambiato sotto forma di onde elettromagnetiche: per esempio, per radiazione noi assorbiamo l'energia elettromagnetica emessa dal sole.

La perdita o l'acquisizione di calore per convezione avviene quando tali scambi sono aiutati da movimento di aria o acqua vicino al corpo. Il movimento di aria è sempre presente, in quanto l'aria calda meno densa della fredda si sposta verso l'alto e assicura un ricambio continuo di aria fredda vicino al corpo. La convezione viene facilitata (o forzata) da vento o ventilatori.

Il corpo perde o acquista calore per conduzione quando è in contatto con superfici più fredde o più calde, incluse aria e acqua. L'entità e la velocità di tali scambi dipendono anche dalla conducibilità termica delle sostanze con cui siamo a contatto. Per esempio, l'acqua conduce meglio dell'aria, perciò in acqua fredda si perde più calore che in aria fredda.

Per completezza, ricordiamo inoltre che il corpo perde calore per evaporazione dalla pelle (soprattutto grazie ai meccanismi di sudorazione)

e dall'epitelio respiratorio. La perdita è data dal fatto che dalla superficie corporea viene condotto il calore necessario a far passare l'acqua dallo stato liquido a quello gassoso [18].

Come detto, la regolazione della temperatura corporea è un meccanismo omeostatico. Il bilancio tra produzione e perdita di calore è sottoposto a continue variazioni a causa della temperatura ambientale esterna, ma anche in seguito a cambiamenti nella velocità metabolica (come avviene, per esempio, durante l'esercizio fisico). I libri di fisiologia solitamente riferiscono che il meccanismo della regolazione termica negli omeotermi è del tutto analogo a quello di un bagno termostato, cioè un comune scaldabagno. Il termostato è presente nell'ipotalamo, segnatamente a livello dei nuclei supraottico e paraventricolare, e funziona come un servomeccanismo nel quale la T_c costituisce il valore di riferimento, o *set point*, che viene confrontato con quello misurato dai recettori sensoriali sensibili alla temperatura, i termorecettori, che fungono da termometri. L'eventuale segnale di errore, ossia l'allontanamento della temperatura misurata da quella impostata, innesca risposte mediate dal sistema nervoso vegetativo, somatico e dal sistema endocrino, atte a riportare la T_c ai valori di riferimento [19].

I termorecettori periferici si trovano nella pelle, mentre i termorecettori centrali sono situati in profondità nel corpo, negli organi addominali, e nell'ipotalamo stesso. Poiché la variabile che deve essere mantenuta costante in termini omeostatici è la T_c , i termorecettori centrali sono essenziali per il controllo a feedback (retroazione), mentre i termorecettori periferici forniscono informazioni di tipo *feedforward* sullo stato del “guscio” esterno. La segnalazione da parte dei recettori periferici, infatti, fa in modo che la risposta termoregolatrice compensatoria sia attivata prima che la variazione di temperatura esterna causi una variazione della T_c . Questo meccanismo di *feedforward*, cioè anticipatorio, riduce la possibilità di fluttuazione della variabile controllata dal *set point* [19,20].

Le risposte termoregolarie efferenti sono naturalmente di due tipi: risposta al caldo e risposta al freddo. In entrambi i casi, l'ipotalamo laterale

dirige risposte di tipo comportamentale (scoprirsi o coprirsi, stare fermi o muoversi, diminuire o aumentare l'apporto di cibo ecc.), mentre dall'area preottica mediale vengono attivati il sistema nervoso e il sistema endocrino. Gli organi effettori delle risposte comprendono ghiandole endocrine, muscolatura liscia delle arteriole periferiche, muscolo erettore del pelo, muscolo scheletrico, ghiandole sudoripare. Se il corpo deve perdere calore, le risposte termodisperse includono vasodilatazione attiva a livello cutaneo, mediata dal sistema parasimpatico, e sudorazione. Se il corpo deve reagire al freddo, le risposte includono minimizzazione delle perdite di calore, mediante vasocostrizione periferica, e massimizzazione della produzione di calore, cioè della termogenesi [20].

Naturalmente, è nostro interesse in questa sede approfondire i meccanismi termoregolatori di risposta al freddo, in particolare quelli conseguenti all'immersione in acque algide.

Meccanismi di termoregolazione nella risposta al freddo

Abbiamo già accennato al fatto che l'immersione in acqua fredda rappresenta un classico stimolo stressogeno. La segnalazione derivante dai termorecettori determina l'attivazione del braccio nervoso della risposta di stress (sistema nervoso simpatico e catecolamine della midollare del surrene), che provoca una vasocostrizione cutanea atta a minimizzare velocemente la perdita di calore. Infatti, diversamente da quanto accade in altri distretti, la principale funzione della circolazione cutanea non è dover apportare ossigeno e nutrienti, perché la cute in questo senso ha richieste relativamente basse. Al contrario, le ampie variazioni di flusso sanguigno che si verificano nella cute dipendono essenzialmente dalla necessità di mantenere costante la T_c .

Quindi, durante l'esposizione al freddo, la circolazione superficiale è minima e si sposta verso i vasi profondi. Negli arti, che vengono gradatamente a far parte del guscio esterno, la stretta vicinanza tra le principali arterie e vene consente un notevole scambio di calore controcorrente tra questi tipi di vasi, in cui il flusso del sangue ha direzione opposta.

Il sangue venoso freddo che scorre in direzione del cuore assume calore dalle arterie vicine, che si raffreddano, in modo da aumentare la conservazione del calore [21].

Per mantenere la T_c , i mammiferi marini che vivono nei mari glaciali utilizzano come strategia principale l'incremento dell'isolamento termico corporeo, che avviene grazie a uno spesso strato di tessuto adiposo sottocutaneo, normalmente non perfuso. Gli uomini, per ricorrere a una strategia equivalente, indossano invece mute subacquee e isolanti [17], ma questo non è il caso dei cimentisti. Poiché, come accennato in precedenza, l'acqua ha un'elevata conducibilità termica, il corpo umano immerso in acqua fredda perde rapidamente calore e la temperatura cutanea media si distribuisce in maniera omogenea sulla superficie corporea, divenendo praticamente uguale alla temperatura dell'acqua. Per aumentare l'isolamento termico, si verifica vasocostrizione muscolare, oltre che cutanea.

Però, con il perdurare del bagno freddo, viene indotta anche una vasodilatazione secondaria, fenomeno noto a tutti: basti pensare alle facce arrossate delle persone durante le fredde giornate invernali, magari con vento sferzante e neve. All'uscita dall'acqua, la cute dei cimentisti è infatti di un bel colore rosso acceso. Nonostante la vasodilatazione, il flusso sanguigno può essere basso e il colore rosso è dovuto in larga misura alla ridotta rimozione di ossigeno da parte della cute fredda e all'aumentata affinità dell'emoglobina per l'ossigeno (e quindi alla diminuita capacità di cederlo) provocata dalla bassa temperatura locale (deviazione verso sinistra della curva di dissociazione dell'emoglobina) [21].

Oltre alle risposte di conservazione del calore sopra descritte, ciò che ha permesso ai mammiferi omeotermi di compiere il loro salto evolutivo sono i meccanismi che consentono la produzione di calore.

La termogenesi

La produzione di calore, o termogenesi, è essenziale per l'omeotermia, anche se ha un costo energetico non indifferente. In realtà, tutti sappiamo che è la vita stessa a generare calore: negli esseri viventi,

ogni trasformazione o trasferimento di energia è accompagnato da produzione di calore, che però risulta insufficiente a mantenere la T_c se l'ambiente diventa significativamente più freddo. Perciò, l'evoluzione delle specie è stata accompagnata dal perfezionamento di meccanismi termogenetici.

Convenzionalmente la termogenesi si distingue in obbligatoria e facoltativa. La termogenesi obbligatoria si riferisce alla produzione di calore costitutiva delle specie omeoterme e origina dalla velocità metabolica di riposo, derivante cioè dalla minima spesa per vivere. Evolutivamente parlando, la velocità metabolica è aumentata: un topo ha un metabolismo più veloce di una lucertola della stessa taglia e, in generale, gli animali con un maggiore rapporto superficie/volume, e che perciò disperdono più calore, hanno un metabolismo più veloce rispetto agli animali grandi [22].

La termogenesi facoltativa, o adattativa, dipende invece da meccanismi attivi e viene ulteriormente distinta in termogenesi con brivido e termogenesi senza brivido. I brividi sono contrazioni ritmiche (con frequenza di 5-15 Hz) involontarie della muscolatura scheletrica, innescate da riflessi miotatici e atte non a produrre lavoro meccanico, ma solo a dissipare calore. La comparsa del brivido dipende dal raggiungimento di una soglia determinata dalla combinazione di temperatura cutanea e T_c . I brividi costituiscono una risposta termogenica primitiva, che consuma molta energia e non è efficace contro il freddo intenso e/o prolungato, oltre a interferire con le normali attività [17].

La termogenesi senza brivido (da qui in poi, semplicemente "termogenesi") prevede invece modificazioni metaboliche sostenute da segnali nervosi e ormonali diretti verso specifici organi bersaglio, nei quali il metabolismo ossidativo risulta aumentato [17,22]. Tessuti termogenici fondamentali sono, per esempio, il fegato, il muscolo scheletrico e il tessuto adiposo bruno (BAT). Il BAT è un tessuto altamente vascolarizzato, specializzato proprio nella produzione di calore a partire dal metabolismo dei lipidi (trigliceridi) contenuti in vacuoli localizzati nel citoplasma degli adipociti bruni, che possiedono

anche molti mitocondri. L'importanza del BAT, un tempo considerata ristretta ai mammiferi ibernanti e, nell'uomo, solo al neonato, è oggi riconosciuta anche nell'essere umano adulto, nel quale, grazie alla tomografia a emissione di positroni (PET), sono state dimostrate la presenza e la funzionalità di questo tessuto. Oggi il BAT è pertanto considerato un organo metabolicamente importante per l'omeostasi energetica nell'uomo [23].

Dal punto di vista della bioenergetica cellulare, aumentare il metabolismo per aumentare la produzione di calore significa produrre più ATP a livello mitocondriale. Pertanto, nella risposta termogenica al freddo, risultano stimolati i cicli metabolici futili, come per esempio la lipogenesi (sintesi *de novo* di lipidi) e la lipolisi (catabolismo ossidativo degli stessi), che determinano richiesta e consumo maggiori di ATP [22].

Un'altra strategia è costituita dalla diminuzione dell'efficienza metabolica, attraverso il disaccoppiamento, a livello mitocondriale, del consumo di ossigeno dalla produzione di ATP. I meccanismi di disaccoppiamento non sono ancora del tutto chiariti, ma è noto da tempo che nel BAT è espressa una proteina disaccoppiante di tipo 1 (*Uncoupling Protein 1*, UCP1), nota come "termogenina", inserita nella membrana mitocondriale interna, dove fornisce una via alternativa per la perdita di protoni verso la matrice. In pratica, se la termogenina è attiva, i protoni che si accumulano nello spazio intermembranoso dei mitocondri in seguito alla respirazione cellulare non passano attraverso l'enzima che sintetizza ATP, ma appunto "attraverso" (il meccanismo in realtà non è ancora chiaro) la proteina disaccoppiante.

Così, il gradiente protonico viene dissipato ed è necessario aumentare l'attività metabolica, come per esempio l'ossidazione dei grassi, per produrre la stessa quantità di ATP che si potrebbe ottenere senza disaccoppiamento. Il risultato è quindi una minore efficienza metabolica, che si traduce in un aumento della dissipazione di calore: effetto termogenico [22,24]. Altre UCP sono espresse in diversi tessuti e possono contribuire ai meccanismi di termogenesi, per esempio UCP3 nel muscolo scheletrico [25].

Tra i segnali nervosi e ormonali che sostengono i processi di termogenesi, ha fondamentale importanza l'attivazione del sistema simpatico e della tiroide. Il BAT stesso è un tessuto riccamente innervato da fibre noradrenergiche, attivato dal sistema simpatico e dalle catecolamine circolanti, in seguito ai segnali giunti all'ipotalamo a partire dai sensori di temperatura della pelle. Gli ormoni tiroidei (tiroxina, o T_4 , e triiodotironina, o T_3 , che rappresenta l'ormone attivo derivante in gran parte da T_4) nelle specie omeoterme fanno aumentare il metabolismo basale e la termogenesi in maniera fondamentale [26]. È noto, infatti, che gli individui ipotiroidei hanno un metabolismo basale lento e sono intolleranti al freddo, mentre il metabolismo degli ipertiroidei è elevato e la maggiore produzione di calore li rende intolleranti al caldo [27].

A livello ipotalamico, la risposta al freddo determina sia l'attivazione simpatica sia quella dell'asse ipotalamo-ipofisi-tiroide (HPT). Il fattore ipotalamico TRH (*Thyrotropin Releasing Hormone*) agisce sulle cellule tireotrope dell'adenoipofisi e le stimola a produrre e rilasciare la tireotropina (*Thyroid Stimulating Hormone*, TSH), che induce la produzione di ormoni da parte della tiroide [28]. Le risposte al freddo velocemente innescate grazie all'azione delle catecolamine sono quindi sostenute dall'azione metabolica degli ormoni tiroidei, i quali aumentano anche la sensibilità e la responsività dei tessuti alle catecolamine stesse, agendo sulla regolazione dei loro recettori. I due sistemi lavorano perciò in maniera totalmente integrata [27].

Per esempio, come visto, l'esposizione al freddo determina una vigorosa stimolazione del BAT da parte del sistema simpatico. Nel BAT, l'attivazione simpatica causa anche l'aumento di attività della deiodinasi di tipo 2, l'enzima che assicura la formazione in loco di T_3 partendo da T_4 , e amplifica perciò la capacità termogenica del tessuto stesso [29]. Gli ormoni tiroidei stimolano la termogenesi sia facendo aumentare il turnover di ATP attraverso la promozione di cicli metabolici futili, sia inducendo il disaccoppiamento mitocondriale, e quindi minore efficienza metabolica, in particolare

a livello del BAT e del muscolo scheletrico [27].

Per quanto riguarda il coinvolgimento di altri ormoni nei processi di termogenesi, in particolare insulina, leptina, glucagone e glucocorticoidi, essi possono avere effetti indiretti o permissivi, principalmente a causa del loro effetto sulla regolazione della disponibilità di substrati metabolici [22]. Però, in riferimento ai glucocorticoidi, dobbiamo affrontare il loro ruolo nella risposta al freddo in termini di stress.

IL CIMENTO COME STRESS POSITIVO

Lo studio dei meccanismi di risposta al freddo ci ha permesso di focalizzare soprattutto il ruolo svolto dal braccio nervoso della risposta di stress. Come noto, la contemporanea attivazione del braccio chimico, l'asse ipotalamo-ipofisi-surrene (HPA), causa un aumento transiente dei livelli di cortisolo in circolo, perfettamente funzionale alla risoluzione dell'emergenza [30]. Se la risposta fisiologica a un'immersione in acqua fredda è un evento acuto, ripetere periodicamente la pratica del cimento può tuttavia dare luogo a meccanismi adattativi e a conseguenti effetti sulla salute a lungo termine, con valenza clinica.

In questo senso, l'ipotesi è che esista una sorta di adattamento incrociato tra l'immersione in acqua fredda e altri tipi di stimoli stressogeni, siano essi fisici o psicologici. Riducendo con questa sorta di condizionamento l'iperattivazione dell'asse HPA, si potrebbero evitare le conseguenze negative dello stress cronico [11,31], in particolare per quanto riguarda il controllo del livello infiammatorio di base, che sappiamo essere alla base delle più disparate patologie (cardiovascolari, metaboliche, tumorali, immunitarie, neurologiche, psichiatriche) [32,33].

Esistono diverse evidenze sperimentali che supportano l'instaurarsi, nei cimentisti, di meccanismi fisiologici adattativi che li rendono più tolleranti al freddo [11]. Il principale tra questi adattamenti consiste in un aumento della termogenesi. In soggetti di controllo sani, il bagno freddo determina un brusco innalzamento del metabolismo, con

conseguente produzione di calore. Tuttavia, questa risposta raggiunge un *plateau* circa 40 minuti dopo l'immersione, quando infatti iniziano ad apparire i brividi. Al contrario, il metabolismo dei nuotatori invernali abituali aumenta più tardi rispetto all'immersione e continua ad aumentare anche a bagno terminato [34]. Ciò potrebbe dipendere almeno in parte da alterazioni della sensibilità dei centri termoregolatori ipotalamici, che diventano più "insensibili" alle segnalazioni da parte dei termorecettori cutanei, mentre rispondono più lentamente ma più a lungo a cambiamenti della T_c [35].

Il potenziamento della termogenesi nei nuotatori invernali pare dovuto a una maggiore sensibilità adrenergica dei tessuti termogenici, ossia a un aumento di espressione e attività dei recettori β -adrenergici in tali siti [36], piuttosto che a un aumento della secrezione di catecolamine in risposta al freddo. Infatti, i livelli basali di noradrenalina nel sangue di atleti abituati a nuotare in acqua fredda risultano più bassi rispetto a quelli di volontari non allenati e l'aumento di tali livelli a seguito di un bagno freddo è minore negli allenati rispetto al gruppo di controllo. Inoltre, la ripetizione delle immersioni determina una diminuzione dei picchi di ACTH e cortisolo che si hanno dopo una singola immersione [37].

La domanda, quindi, è se questi adattamenti possano risultare anche in altri effetti benefici: la revisione della letteratura che proponiamo poco più avanti sembra supportare tale ipotesi.

Cimenti, esperienze eudaimoniche

Fin qui abbiamo esaminato le risposte alla pratica del cimento in termini metabolici e neuroendocrini, ma occorre sottolineare anche la valenza psicologica di tale attività. Non esiste, nel cimento, alcuno stress psichico legato alla competizione sportiva: al contrario, come già descritto, esso è un evento corale che genera una palpabile carica emotiva collettiva. Tuttavia, il termine stesso "cimento" evoca il comportamento del "mettersi alla prova" e pare espressione di una sfida con se stessi che, se ben condotta, può rivelarsi un'esperienza ottimale o "eudaimonica".

Etimologicamente il termine "eudaimonico" deriva dal greco εὖ, che significa *bene*, e δαίμων, che significa *demone*, intendendo quest'ultimo non nel significato negativo di "demonio", ma nel senso di "sorte" o "coscienza". L'eudaimonismo (o eudemonismo) è una dottrina filosofica che considera naturale, per l'uomo, la felicità e assegna alla vita umana il compito di raggiungerla [8]. La felicità eudaimonica va distinta dalla felicità edonistica: quest'ultima si caratterizza per il raggiungimento del puro piacere immediato, mentre la prima deriva da un'esperienza complessa di crescita personale, connessa con il concetto di impegno e sforzo, ma vissuta in modo estremamente appagante e in grado di generare significati importanti per il benessere e la qualità di vita [38,39]. Sulla base di questi concetti e delle proprie osservazioni cliniche, lo psicologo ungherese Mihaly Csikszentmihályi ha elaborato, a partire dagli anni Settanta del secolo scorso, la "teoria dell'Esperienza Ottimale", chiamata anche "*Flow*" ("Flusso") nel mondo anglosassone [40].

Dal punto di vista fenomenologico, un'esperienza ottimale si può definire come uno stato soggettivo per cui l'individuo è talmente coinvolto in ciò che sta vivendo da "dimenticare" ogni altro elemento esperienziale. Si tratta di un'esperienza caratterizzata da un profondo senso di coinvolgimento e da una sensazione di benessere, e rappresenta perciò una ricompensa di tipo interno che porta a cercare di ripetere l'esperienza stessa [38-41].

Qualunque attività può essere intrapresa, sulla base delle inclinazioni individuali, ma affinché un'esperienza possa rivelarsi ottimale deve innanzitutto esistere un equilibrio tra il grado di difficoltà delle sfide intraprese e la percezione delle nostre capacità. Infatti, se siamo coinvolti in un'attività che rappresenta per noi delle difficoltà superiori rispetto alle capacità che pensiamo di avere, saremo soggetti all'ansia, mentre se stiamo svolgendo un'attività dove la difficoltà percepita è inferiore a quella delle nostre capacità, l'esperienza potrebbe rivelarsi noiosa. Questa caratteristica può essere rappresentata in un grafico che mette in relazione il grado di difficoltà della sfida intrapresa con il livello delle capacità proprie dell'individuo, evidenziando

anche, in questo modo, la dinamica temporale del rapporto difficoltà/capacità, ovvero, in ultima analisi, la capacità di adattamento [38].

Nel caso del cemento, un grafico siffatto riporta in ordinata la temperatura dell'acqua (da più alta a più bassa) e in ascissa il livello di esperienza del cimentista (da neofita a esperto).

Nel grafico della *Figura 12.3* possiamo evidenziare tre aree:

- EO, area in cui viviamo le esperienze ottimali;
- EN, area in cui viviamo l'esperienza di noia, quando le proprie capacità sono percepite come superiori rispetto alla difficoltà intrapresa;
- EA, area dell'ansia, quando le nostre capacità sono percepite come inferiori rispetto alla difficoltà dell'attività [38].

Il cimentista neofita (C1), facendo il bagno in mare a ottobre/novembre, quando l'acqua ha una temperatura di circa 14-17 °C, potrà vivere la propria esperienza ottimale (EO1). Continuando a partecipare agli eventi e inoltrandosi nell'inverno, il cimentista si troverà costretto ad affrontare un grado di difficoltà maggiore (temperature più basse), ma avendo intanto acquisito con l'esperienza

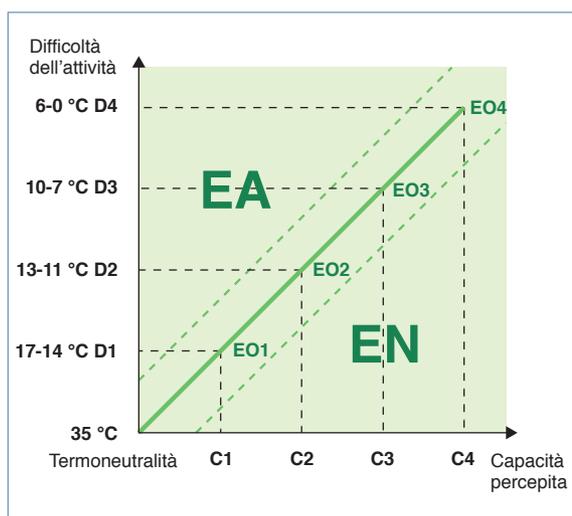


Figura 12.3 Grafico esplicativo della teoria delle esperienze ottimali applicata al cemento. C1-4 = livelli di capacità percepita; D1-4 = livello di difficoltà del cemento, corrispondente all'abbassarsi della temperatura dell'acqua; EA = esperienze ansiogene; EN = esperienze noiose; EO1-4 = esperienze ottimali.

maggiori consapevolezza e fiducia nelle proprie capacità (C2), percepirà anche un maggiore controllo della situazione, continuando a vivere esperienze ottimali (EO2 e così via), senza cadere nell'ansia o nella noia [42]. La discesa molto graduale della temperatura dell'acqua (in inverno è la temperatura dell'aria che può subire brusche variazioni) facilita molto il cimentista nel suo percorso eudaimonico e diventa un fattore fondamentale per affinare la capacità di ristabilire ogni volta quell'equilibrio, rispetto alla percezione delle nostre abilità, che ci riporta su un terreno di esperienza ottimale. Questa capacità è fortemente connessa con la resilienza individuale, ossia l'insieme di caratteristiche e risorse che un individuo ha per affrontare gli eventi della vita, che può essere implementata grazie all'azione epigenetica, appunto, dell'esperienza [43].

Negli ultimi anni i progressi delle neuroscienze, grazie alle tecniche di *neuroimaging* funzionale (che permette di correlare aree e funzioni cerebrali), hanno evidenziato le aree cerebrali che si attivano durante il *Flow*. In persone che sperimentano maggiore benessere psicofisico in seguito a eventi positivi è osservabile una maggiore attivazione del circuito dopaminergico della ricompensa, e segnatamente della corteccia prefrontale e del corpo striato, dove ha fondamentale importanza la disponibilità del recettore D2 per la dopamina [41,44,45]. Peraltro, il sistema della ricompensa è noto anche per regolare l'attivazione dell'asse dello stress, assieme al sistema limbico, cui è connesso, per esempio, attraverso il tratto mielinico che lega la corteccia prefrontale con l'amigdala [41,46]. Tale tratto è considerato la sede neurofisiologica della resilienza [47,48].

Tirando le somme, vivere esperienze ottimali dovrebbe corrispondere a una maggiore capacità di resilienza e quindi a una migliore plasticità adattativa del sistema dello stress [38].

LE EVIDENZE SCIENTIFICHE

Da quanto esposto finora risulta evidente che la temperatura dell'acqua del mare durante un bagno invernale è un fattore fisico, ma anche psicologico, in grado di sollecitare l'organismo a

un adattamento metabolico, psiconeuroendocrinoimmunitario, mediato *in primis* dall'attivazione della risposta di stress, che potrebbe essere usato a scopo terapeutico.

In letteratura sono sempre più numerosi i lavori sperimentali che ci forniscono dati sugli effetti esplicati da pratiche idroterapiche in generale e dall'immersione in acqua fredda in particolare [49]. Nonostante manchino veri e propri *trial* clinici controllati sull'utilizzo terapeutico dell'immersione in acqua fredda, esistono le basi teoriche e fisiologiche in grado di supportare tale pratica come efficace sistema di prevenzione e cura.

Nel campo della ricerca, la necessità di considerare contesti sperimentali riproducibili e specifici criteri di selezione dei partecipanti, pur essendo funzionale allo scopo di raccogliere evidenze validate secondo il metodo scientifico, non rispecchia totalmente la realtà del cimento così come noi lo abbiamo descritto finora. Per esempio, molti studi sono stati condotti su atleti sottoposti talvolta a severi cicli di allenamento; in altri casi, viene esaminata la pratica dell'esposizione al freddo dopo una sauna, o, ancora, sono studiati soggetti seduti che vengono calati in acqua, dove rimangono fermi e non hanno necessità di mantenersi a galla. Pur nella diversità dei contesti, emergono numerose evidenze a favore del bagno in acqua fredda come pratica salutistica, in senso preventivo e terapeutico. Come già affermato, la maggiore valenza clinica potrebbe risiedere nei meccanismi di adattamento incrociato a vari tipi di stressor e, conseguentemente, nell'effetto protettivo e di controllo nei confronti del tono infiammatorio di base [11].

Stress ossidativo e infiammazione

A livello mitocondriale, la formazione di radicali liberi, in particolare specie reattive dell'ossigeno (*Reactive Oxygen Species*, ROS), è fisiologica, in quanto inevitabilmente collegata alla respirazione cellulare. Inoltre, i ROS costituiscono veri e propri segnali cellulari, utilizzati, per esempio, nei meccanismi di difesa immunitaria, come la distruzione di agenti patogeni da parte di fagociti, o ancora nel controllo della senescenza cellulare

e dell'apoptosi. La concentrazione di ROS, però, deve essere mantenuta bassa, per evitare che queste molecole, molto reattive, danneggino le macromolecole cellulari come proteine, lipidi, acidi nucleici. A questo pensano le difese antiossidanti, costituite da sistemi endogeni enzimatici e non enzimatici e da sostanze esogene che possiamo assumere con il cibo. Se le difese antiossidanti non riescono a fare fronte al danno da radicali, si parla di stress ossidativo [50].

La pratica dei bagni invernali può contribuire allo stress ossidativo favorendo la produzione di ROS, in quanto stimola il metabolismo e la respirazione cellulare. Tuttavia, gli studi riportano anche un miglioramento delle difese antiossidanti, in linea con l'ipotesi che l'esposizione ripetuta a un basso livello di stress ossidativo induca una qualche forma di tolleranza. Nei nuotatori invernali, rispetto ai controlli, i livelli basali degli enzimi antiossidanti (come la superossido-dismutasi, la perossidasi e la catalasi) sono significativamente più alti, mentre l'aumento del glutatione ossidato, che si verifica dopo il bagno, è significativamente più basso [51,52]. L'aumento di 4-idrossinonenale, la principale aldeide che si produce in seguito alla perossidazione lipidica, non è comunque accompagnato da variazioni di parametri clinici quali aspartato aminotransferasi, fosfatasi alcalina, γ -glutamyl-transferasi, creatina chinasi, glucosio o potassio, a indicare una qualche forma di protezione contro il danno tissutale indotto da radicali liberi [53,54].

Per una determinata sostanza o una pratica terapeutica, gli effetti antiossidanti sono strettamente collegati a quelli antinfiammatori, in quanto un aumento dello stress ossidativo induce una sovrapproduzione di citochine infiammatorie [55]. Ripetute immersioni in acqua fredda non hanno determinato variazioni dei livelli delle principali citochine infiammatorie (TNF- α , IL-1 β e IL-6) in volontari sani, ma negli stessi, la risposta a uno stimolo infiammatorio come il trattamento con la tossina batterica LPS risultava minore rispetto ai controlli [56]. Questi dati, però, non consentono di trarre alcuna conclusione sull'eventuale effetto dei bagni freddi in pazienti con *marker* infiammatori già elevati. Occorre inoltre ricordare

che, mentre gli studi sugli adattamenti al freddo tipicamente utilizzano un *setting* sperimentale statico, nel cimento può contribuire con effetti antinfiammatori anche l'esercizio fisico, dato dal nuoto vero e proprio o dai movimenti necessari al galleggiamento [57].

Depressione

È ormai noto come, alla base dei sintomi e dei comportamenti depressivi, ci sia ancora una volta un innalzamento dello stato infiammatorio di base, molto spesso correlato con uno stato di stress cronico [58]. Le persone che fanno bagni in acqua fredda dicono di sentirsi meglio, di avere più energia e umore migliore [59]. Queste impressioni derivano da correlati biologici dimostrati grazie ad alcuni studi. Infatti, dopo l'immersione in acqua fredda sono stati registrati aumenti nei livelli di dopamina, serotonina e β -endorfine [10,60]. Anche modelli sperimentali animali sostengono il cimento come pratica antidepressiva: nei ratti, l'allenamento al nuoto in acqua fredda inibisce l'attività dell'indoleammina 2,3-diossigenasi (IDO), enzima che fa diminuire la disponibilità di serotonina degradando il triptofano, che ne è il precursore [61]. Di conseguenza, si può ipotizzare che l'adattamento all'acqua fredda, riducendo la risposta di stress e la reazione infiammatoria e aumentando la disponibilità di serotonina, possa contribuire a ridurre i sintomi depressivi [11].

Risposta immunitaria

I cimentisti affermano con risolutezza di essere più resistenti alle infezioni tipiche della stagione invernale. Ciò è plausibile se si pensa alla risposta di stress acuto che si attua in seguito al bagno invernale e alla conseguente modulazione immunitaria operata dagli ormoni dello stress. Gli studi al riguardo non sono certo conclusivi, anche perché i modelli sperimentali e i parametri biologici presi in considerazione variano molto e, soprattutto, le ricerche si riferiscono in genere a un basso numero di partecipanti. Inoltre, variazioni di parametri immunitari non sempre si traducono in una franca

modulazione della difesa immunitaria; pur tuttavia, alcune evidenze sono degne di nota.

Jansky *et al.*, nel 1996, hanno studiato la risposta immunitaria a immersioni statiche in acqua fredda ripetute tre volte alla settimana per 6 settimane. Dopo la prima immersione, è stato registrato un aumento dei leucociti totali e dei livelli di IgG [62]. Risultati simili sono stati ottenuti anche da Lombardi *et al.*, nel 2011, considerando però la risposta dopo una nuotata in acqua fredda [63].

Dopo il periodo di adattamento, Jansky ha osservato anche aumenti dei livelli di monociti e di linfociti, per quanto riguarda sia l'immunità innata sia quella adattativa. La risposta anticorpale, però, non cambiava [62].

Più recentemente, nel 2014, lo studio di Brazaitis *et al.* ha monitorato la temperatura rettale dei partecipanti sottoposti a immersione statica intermittente, dividendoli in coloro che si raffreddano più velocemente o più lentamente. Soltanto in questi ultimi è stato osservato un aumento dei leucociti totali, in particolare dei neutrofilo, mentre la percentuale di linfociti e monociti risultava diminuita [64]. La rapida leucocitosi può essere conseguente all'attivazione degli ormoni dello stress, catecolamine e cortisolo, che in modo acuto stimolano il rilascio di leucociti da organi come la milza, affinché l'organismo sia pronto ad affrontare una minaccia di tipo infettivo. Tuttavia, le cellule immunitarie dovrebbero successivamente passare dal sangue ai tessuti potenzialmente esposti al pericolo [65]. Pertanto, il reale significato dei dati riferiti sopra è incerto, né lo chiariscono altri studi effettuati sul nuoto in acque fredde (i cui risultati principali si possono reperire nella completa *review* di Tipton *et al.* del 2017 [11]), nei quali non è possibile distinguere gli effetti esplicati dalla risposta al freddo da quelli conseguenti all'esercizio fisico.

Le variazioni riscontrate riguardo alcuni parametri della risposta immunitaria in persone che fanno il bagno in acqua fredda si riflettono poi in una reale maggiore resistenza alle infezioni? Anche in questo caso esistono delle evidenze, sebbene non conclusive, basate sull'analisi della frequenza delle infezioni delle alte vie respiratorie. Queste

ultime risultano ridotte del 40% in persone che praticano regolarmente il nuoto in acqua fredda [66,67]. Tra 15 esperti nuotatori su lunga distanza in acque libere, in un periodo di 6 mesi nessuno ha subito infezioni di tal sorta [68].

Se si espongono brevemente a uno stimolo freddo (aria, doccia o pediluvio) bambini che soffrono di bronchiti asmatiche ricorrenti non si ottengono peggioramenti, ma anzi si può vedere migliorare la capacità respiratoria [69].

Stimolazioni ripetute con acqua fredda riducono la frequenza delle infezioni, aumentano la capacità respiratoria, la conta linfocitaria e l'espressione di IFN- γ , migliorando la qualità della vita dei pazienti con ostruzione polmonare cronica [70].

Malattie metaboliche

Il bagno in mare d'inverno stimola la termogenesi, il che equivale, come abbiamo visto, a stimolare il metabolismo basale e la spesa energetica. È suggestivo, a questo riguardo, il lavoro di un gruppo olandese del 2014 [71], che fa notare come l'uomo moderno viva oggi in un ambiente termicamente confortevole ma obesogeno: gli indumenti e i sistemi di riscaldamento delle abitazioni ci mantengono in termoneutralità, ma ci fanno perdere la possibilità di aumentare la spesa energetica attraverso la termoregolazione. Ciò può avere un ruolo nelle malattie metaboliche e, in primo luogo, nell'espansione delle patologie legate all'obesità. Gli autori concludono che «un po' di freddo al giorno toglie il medico di turno»: un vero e proprio invito al cimento!

A favore di questa visione vi sono studi sperimentali che riportano una migliore sensibilità all'insulina (e quindi un migliore controllo della glicemia) in donne scandinave che fanno il bagno in mare d'inverno due volte alla settimana [72], ma anche in pazienti affetti da diabete di tipo 2 sottoposti a un breve periodo di adattamento al freddo [73]. Inoltre, in soggetti obesi, l'adattamento al freddo fa aumentare la massa e l'attività metabolica del BAT [74].

Aumenti transienti dei livelli di corticotropina, tireotropina, cortisolo, vasopressina e del

metabolismo sono stati registrati dopo doccia e immersione in acqua ghiacciata a seguito di una sauna [75]. Nel lungo periodo, comunque, non sono state segnalate alterazioni endocrine a livello della funzionalità tiroidea o di altri ormoni, quali leptina, glucagone, ormone della crescita [76], che, come già ricordato, possono svolgere azioni indirette o permissive sulla termogenesi, principalmente a causa del loro effetto sulla regolazione della disponibilità di substrati metabolici [22].

Rischio cardiovascolare

Nel considerare il cimento come una particolare forma di idroterapia, dobbiamo tenere conto, oltre che del fattore termico, anche della pressione idrostatica esercitata dall'acqua, unita all'idromassaggio causato dal moto ondoso e ai movimenti necessari per mantenersi a galla. Non a caso, noi definiamo il cimento anche come un "idroterapia a onde fredde"! La pressione idrostatica dell'acqua su un corpo immerso totalmente, tranne la testa, fa diminuire il perimetro toracico e quello addominale, comprimendo i vasi sanguigni superficiali, in particolare le vene. Questa azione, assieme alla vasocostrizione termoindotta, determina un aumento del ritorno venoso verso il cuore che, ricevendo una maggiore quantità di sangue, è sottoposto a un lavoro maggiore (aumenta infatti la gittata cardiaca) [77].

Sappiamo, però, che in seguito allo stiramento i cardiociti atriali secernono ANP (*Atrial Natriuretic Peptide*), un ormone la cui funzione è quella di controbilanciare l'aumento della pressione sanguigna, agendo a diversi livelli: nel fegato, nel polmone e in modo particolare a livello renale, contrastando la produzione di renina e stimolando il rene ad aumentare la secrezione di sodio e acqua; a livello surrenale, viene inibita la produzione di aldosterone e, a livello ipotalamico, quella di vasopressina [78]. Anche in questo caso, quindi, il nostro organismo risulta protetto dalle eccessive sollecitazioni grazie alle risposte omeostatiche fisiologiche.

Ritornando agli effetti propri della temperatura, è stato osservato che il nuoto invernale e il conseguente adattamento al freddo sembrano spiegare effetti positivi sulle proprietà morfologiche,

reologiche e biochimiche del sangue, che si manifestano, per esempio, in una maggiore deformabilità degli eritrociti senza modifiche nella loro aggregazione [79,80]. Un altro studio ha indagato alcuni parametri legati a fattori di rischio cardiovascolare (come lipidemia, colesterolemia e omocisteinemia) e al bilancio ossidoriduttivo (attività di enzimi antiossidanti e parametri di stress ossidativo). Rispetto ai controlli non adattati al freddo, i nuotatori invernali presentano un profilo ematico migliore in riferimento ai parametri indicati e gli autori concludono che l'adattamento al freddo possa avere effetti positivi cardioprotettivi [81].

Dolore e fatica

L'immersione in acqua fredda è uno dei metodi più usati per diminuire significativamente l'affaticamento muscolare e il dolore e aumentare la velocità di recupero negli atleti dopo l'esercizio fisico [82-84]. I meccanismi fisiologici alla base di questi effetti ancora non sono ancora del tutto chiari, ma riguardano la diminuzione della temperatura tissutale e le azioni della pressione idrostatica. Infatti, la diminuzione di temperatura a livello dei tessuti può ridurre la produzione di acetilcolina e diminuire la velocità di conduzione nervosa, limitando così gli spasmi muscolari con effetto analgesico [85].

La pressione idrostatica può esplicare un effetto drenante e antinfiammatorio grazie all'aumento del gradiente pressorio tra l'interstizio e i vasi, che facilita il riassorbimento di fluido interstiziale agendo come fanno le calze a compressione. Nella risoluzione dell'edema, il freddo e la pressione possono agire in maniera sinergica, in quanto la vasocostrizione da freddo riduce la perfusione del muscolo e quindi la diffusione di fluido nello spazio interstiziale [86]. Inoltre, la diminuzione della temperatura a livello tissutale riduce la velocità metabolica e il consumo di ossigeno, perciò diminuisce il danno cellulare da ipossia e l'infiltrazione di leucociti e monociti, minimizzando l'infiammazione postesercizio [85].

La pratica regolare del nuoto invernale diminuisce significativamente tensione, fatica, umore

negativo, in correlazione con la durata della pratica. Nei soggetti sofferenti a causa di reumatismi, fibromialgia o asma, il dolore risulta diminuito: in generale, il senso di benessere è aumentato [59]. L'effetto antidolorifico può inoltre essere correlato con il rilascio di oppioidi endogeni (β -endorfine) che avviene in concomitanza con l'attivazione dell'asse HPA [87].

Il cemento in ottica PNEI: la nostra ricerca

Gli autori, assieme ad altri collaboratori, hanno costituito un gruppo di ricerca multidisciplinare per studiare la pratica del cemento in ottica PNEI, ossia considerando parametri psicologici, neuroendocrini e immunitari, che potrebbero essere influenzati attraverso questa peculiare disciplina corporea [88].

Sono state reclutate 228 persone, maschi e femmine, di età compresa tra 19 e 88 anni, di cui 107 cimentisti e 121 non cimentisti (gruppo di controllo). Non sono stati applicati criteri di esclusione. A tutti i soggetti è stata proposta una batteria di questionari relativi a: aspetti socio-demografici, pratica del cemento e di altri sport, percezione dello stress e della soddisfazione personale, malattie da raffreddamento contratte, più un test standardizzato di personalità (*Single Item Measure of Personality* [89]), che è servito come misura di controllo, in quanto gli aspetti di personalità possono avere un peso per quanto riguarda la percezione di benessere e soddisfazione personale.

Tra tutti i partecipanti sono stati ulteriormente selezionati 19 cimentisti, scelti tra i più anziani (età media 67 anni) e 15 controlli pari età. Questi due piccoli gruppi sono stati sottoposti a visita specialistica otorinolaringoiatrica (ORL) e a prelievo salivare per la valutazione dei livelli basali di parametri neuroendocrini e immunitari mediante dosaggi immunoenzimatici ELISA (*Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay*). Il prelievo della saliva è stato effettuato tra le ore 10 e le 11 del mattino e sono stati misurati i livelli di cortisolo, IL-1 β e immunoglobulina A secretoria (sIgA), quest'ultima presente a livello delle

mucose come prima linea di difesa immunitaria contro virus e batteri [90].

I risultati dei questionari sono stati elaborati attraverso la tecnica statistica di analisi dei componenti principali che ha permesso di calcolare un indice di benessere generale (IBG), indicativo dell'assenza di stress psicofisico nelle sue varie manifestazioni più comuni. È stata effettuata una regressione lineare utilizzando l'IBG come criterio da spiegare e le variabili socio-anagrafiche e i tratti di personalità come predittori. È risultato che praticare i cimenti è la variabile più predittiva rispetto all'IBG: in pratica, il cimentista esperisce minori sintomi psicofisici da stress e ha una migliore percezione del proprio stato di benessere.

Per quanto riguarda le patologie da raffreddamento, è stata effettuata una regressione logistica utilizzando alternativamente il numero, la durata e l'intensità delle patologie come criterio e le stesse variabili utilizzate precedentemente come predittori. I risultati statisticamente significativi riguardano l'intensità delle patologie: in pratica, i cimentisti tendono ad ammalarsi di raffreddori, bronchiti e influenze meno frequentemente e comunque in maniera meno grave, anche se non si può ipotizzare una relazione causale tra i due fattori.

Nel campione ristretto sottoposto a visita ORL non si sono evidenziate particolari patologie attribuibili alla pratica del cimento. Le misure del cortisolo e di IL-1 β salivari non hanno mostrato differenze tra i cimentisti e il gruppo di controllo, mentre si è osservato un aumento significativo dei

livelli di sIgA nei cimentisti (Figura 12.4), che potrebbe essere associato alla minore intensità delle patologie da raffreddamento descritta da questi ultimi, ed è comunque coerente con la negatività della visita ORL.

I dati raccolti in questo piccolo studio pilota sono in accordo con quanto già riportato in letteratura sulle pratiche di immersione, balneazione o nuoto in acque fredde e suggeriscono come la pratica del cimento non risulti dannosa rispetto ai parametri fisiologici indagati, neanche considerando persone anziane, alcune delle quali, non avendo applicato criteri di esclusione, erano in terapia farmacologica regolare per il controllo della pressione sanguigna e della glicemia. I cimentisti percepiscono meglio il proprio stato di benessere, vivono il bagno in acque algide come un'esperienza eudaimonica e conseguentemente risultano acquisire una maggiore plasticità nella risposta di stress.

I CIMENTI IN TUTTA SICUREZZA

Partecipare a una manifestazione organizzata di cimento invernale significa praticare questa attività nelle condizioni migliori, in quanto consente di beneficiare anche dell'aspetto ludico e corale dell'evento; inoltre, l'organizzazione prevede sempre la presenza di bagnini esperti in salvamento in acque fredde e di personale medico (ambulanza).

Indipendentemente dall'abilità natatoria, uno degli eventi più pericolosi per quanto riguarda le modalità di impatto con l'acqua fredda è il cosiddetto "shock da freddo" (*cold shock response*)

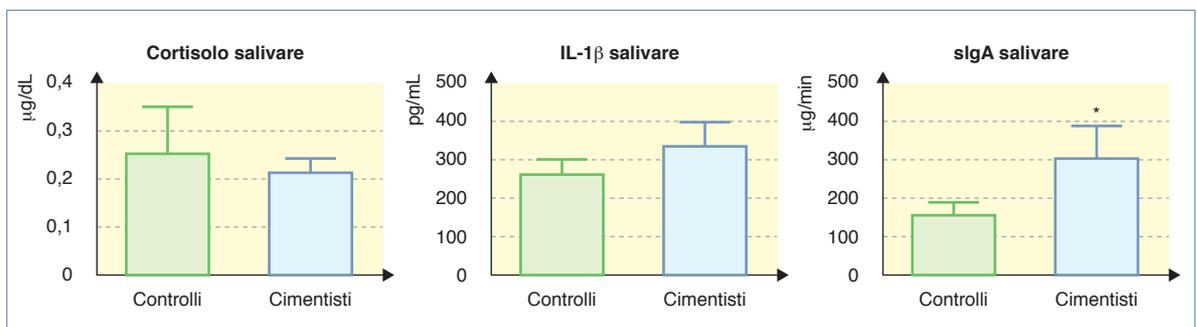


Figura 12.4 Livelli basali di cortisolo, IL-1 β e sIgA misurati nella saliva dei cimentisti e paragonati ai livelli registrati nei non cimentisti (controlli). I dati sono espressi come media \pm S.D. * = $p \leq 0,05$.

[11], che può condurre all'idrocuzione, la sincope conseguente proprio all'immersione troppo rapida in acqua fredda. Particolarmente rischioso è il contatto dell'acqua ghiacciata con naso, bocca, occhi, orecchie e regione epigastrica, in quanto in questo modo si può innescare un riflesso neurovegetativo vagale a livello del tronco dell'encefalo, che interessa sia i centri di regolazione cardiaca sia quelli respiratori, fino all'arresto cardiorespiratorio, che può anche rivelarsi fatale. Anche se i centri bulbari non fossero coinvolti in modo letale, la sincope con perdita di coscienza potrebbe comunque provocare la morte per annegamento qualora il soggetto non venisse soccorso immediatamente [91].

L'idrocuzione è comunque un evento molto raro, che generalmente si verifica in concomitanza di altri fattori, quali il consumo di un pasto abbondante e ricco di grassi, il consumo di alcol, l'uso di droghe, un eccessivo stato di eccitazione emozionale, una prolungata esposizione al sole prima dell'impatto con l'acqua [92-94]. È d'obbligo notare che, comunque, eventi di questo tipo si possono verificare anche, anzi forse più frequentemente, in estate.

L'evidenza è che i cimenti sono sempre più numerosi e sempre più persone aderiscono a questa pratica. È molto facile evitare il verificarsi dell'idrocuzione grazie ad alcuni semplici accorgimenti noti a ogni cimentista e codificati dall'ANTA per i neofiti:

- nelle belle giornate invernali, evitare di esporsi al sole per lungo tempo prima del cimento;
- spogliarsi e prepararsi con calma, immergersi poi abbastanza lentamente e di schiena, bagnando con le mani il ventre: non bagnarsi il capo ed evitare i tuffi;
- prendere coscienza che gli atti respiratori possono essere bloccati, per riflesso, nell'impatto: controllare quindi la respirazione mantenendola il più possibile regolare;
- una volta entrati in acqua, contare fino a 30 senza muoversi troppo per evitare la rapida dispersione di calore e favorire invece l'omeostasi termica;
- quando si esce dall'acqua, di solito la temperatura

fredda dell'aria non viene avvertita per effetto della termogenesi nell'ambito dell'omeostasi; questo fenomeno dura però pochi minuti, perciò occorre rivestirsi per evitare i brividi incipienti.

È poi ovvio che una permanenza troppo lunga in acqua fredda implica il rischio di ipotermia. L'ipotermia determina un ovvio rallentamento delle reazioni metaboliche, del flusso sanguigno e della conduzione degli impulsi nervosi, fino alla perdita di conoscenza. Tuttavia, anche in acqua ghiacciata, il rischio di ipotermia non si manifesta prima di 30 minuti dall'immersione [95], pertanto questa eventualità non può verificarsi durante un cimento, sia perché la temperatura del Mar Mediterraneo non è gelida, sia perché il bagno dura al massimo mezz'ora e ascoltando i propri segnali corporei sia il cimentista neofita sia quello esperto possono riconoscere il momento giusto per terminare l'esperienza con successo evitando di trasformarla in un *distress*.

CONCLUSIONI

I cimenti possono essere considerati come una particolare forma di idroterapia che agisce sul corpo sfruttando la risposta e l'adattamento dell'organismo a uno stress termico vissuto anche come momento di crescita personale, che ci permette di riscoprire capacità e potenzialità sorprendenti, in armonia con i nostri simili e con l'ambiente naturale.

La ricerca scientifica passata e presente fornisce numerose evidenze che dimostrano gli effetti positivi della balneazione in acqua fredda, condotta secondo elementari regole di sicurezza. I benefici sono a carico di tutta la rete PNEI, quindi riguardano la sfera psichica e la fisiologia, in particolare grazie a un documentato effetto antinfiammatorio (*Figura 12.5*). Non vengono riportati in letteratura effetti avversi, se non quelli legati al mancato rispetto delle regole di sicurezza.

È suggestivo applicare alla pratica del cimento l'ipotesi di Chrousos, uno dei massimi esponenti della ricerca PNEI nell'ambito della risposta di stress. Nei suoi lavori, lo scienziato greco propone,

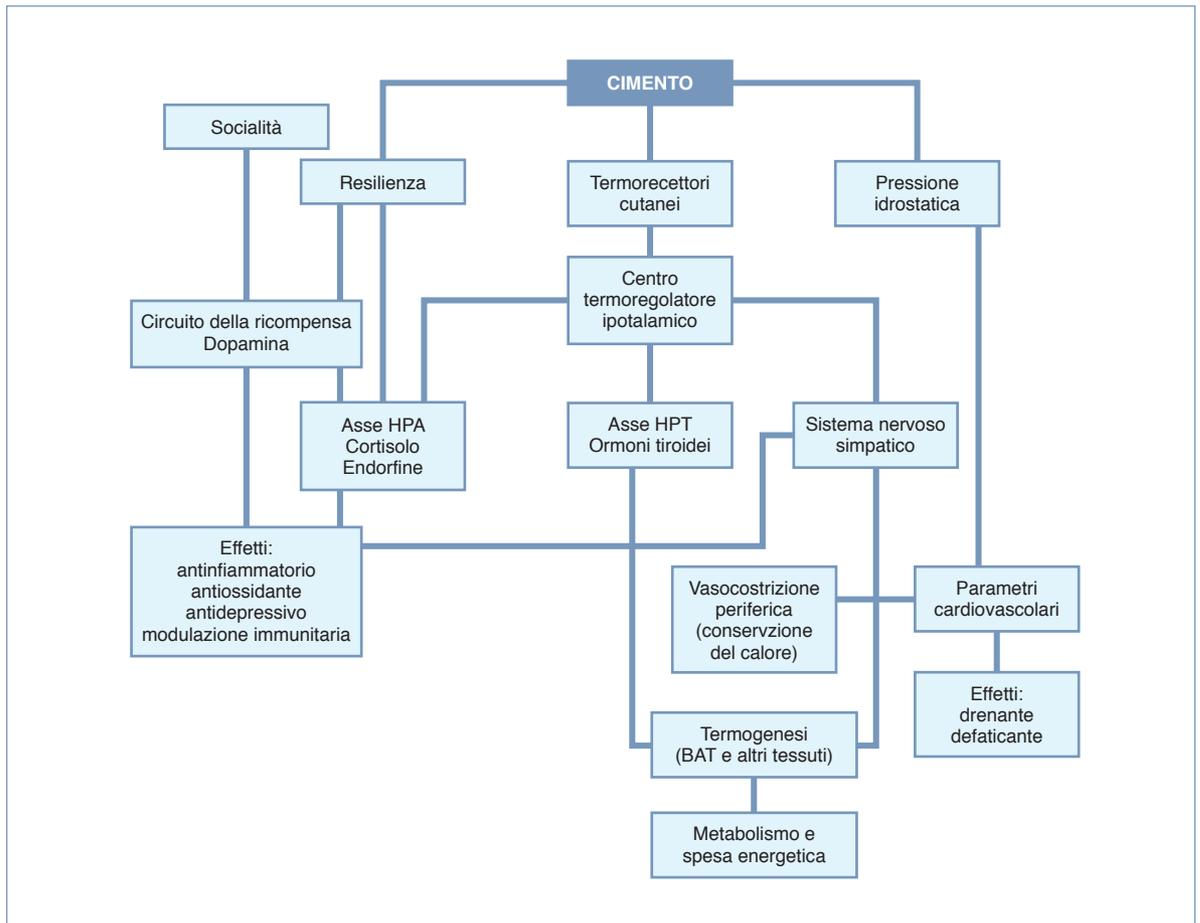


Figura 12.5 Schema riassuntivo delle principali risposte PNEI al cimento.

oltre ai concetti di *eustress*, o, nella sua definizione, “eustasi” e *distress*, o “distasi”, anche quello di “iperstasi”, che si applica alla situazione in cui l’organismo che ha affrontato lo stress guadagna da questa esperienza una nuova e migliore capacità omeostatica [96]. Tale ipotesi è in perfetto accordo con la visione del cimento come esperienza eudaimonica, che permette all’individuo di incrementare la propria crescita personale, aumentando il proprio bagaglio formativo e di strumenti e migliorando così la capacità di affrontare le difficoltà della vita.

I cimenti invernali non devono essere considerati uno “sport estremo”, né tantomeno un’esibizione da parte di eccentrici temerari. Al contrario, in particolare nel nostro Mar Mediterraneo, si tratta di una pratica accessibile a tutti, che potremmo definire anche un sano divertimento. Questa disciplina, infatti, è particolarmente apprezzata

dalle persone anziane e sole, che ritrovano negli appuntamenti settimanali occasioni di convivialità con ricadute positive sullo stato dell’umore e sul mantenimento di uno stile di vita attivo e ottimista. Il professionista che opera come terapeuta nel campo della salute umana può consigliare questa pratica in diversi contesti. Persone particolarmente sensibili alle infezioni delle alte vie respiratorie e particolarmente soggette alle malattie invernali, quali raffreddori e influenze, possono vedere rinforzata la loro risposta immunitaria in questo senso.

L’effetto antinfiammatorio, suffragato dai dati scientifici, rende il cimento adatto anche alle persone sofferenti a causa di malattie infiammatorie e metaboliche croniche o lievi forme di depressione. Dal punto di vista psicologico, affrontare e superare una prova difficile aumenta l’autostima dei praticanti e insegna a superare gli ostacoli e

i propri limiti. Nella nostra società le sensazioni del corpo sono anestetizzate dai ritmi frenetici che il nostro modo di vivere nevrotico ci impone: il cemento ci costringe a porre attenzione ai segnali interocettivi del corpo (temperatura, frequenza respiratoria, frequenza cardiaca) e ci permette di aumentare la nostra consapevolezza corporea, con possibili sblocchi anche emotivi.

In piena coerenza con il paradigma PNEI, che vede la salute umana indissolubilmente legata a quella dell'ambiente di vita [97], vorremmo anche fare riflettere sull'importanza di praticare i cimenti in un contesto ambientale naturale piuttosto che in strutture artificiali. Infatti, non solo la *green therapy*, ma anche la *blue therapy* recepisce gli effetti positivi che esercita sul tono dell'umore la possibilità di vivere a più stretto contatto con la natura, soprattutto durante la stagione invernale,

quando ciò accade meno frequentemente [98]. A questo riguardo, potremmo anche ipotizzare che i cimentisti abbiano livelli più alti di vitamina D, grazie a una maggiore sintesi endogena stimolata dall'esposizione regolare della cute di tutto il corpo alla luce anche nei mesi invernali. Non esistono, a nostra conoscenza, studi al riguardo, ma è fisiologicamente plausibile che gli effetti benefici del cemento siano dovuti, almeno in parte, anche alle azioni pleiotropiche di questo ormone [99].

Un'ultima riflessione: a nostro avviso il cemento, grazie al contatto con la natura, promuove anche una maggiore consapevolezza ecologica e un senso di appartenenza al territorio che possono contribuire al recupero di aree abbandonate o inquinate, con ricadute positive sul rapporto tra la specie umana e l'ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Gavazzi C. I cimenti invernali nell'Italia settentrionale. *Rivista Marittima mensile della Marina Militare*. 2003;2:246-60.
- [2] Nuotatori del Tempo Avverso. www.nuotatorideltempoavverso.org.
- [3] Selye H. A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature*. 1936;138:32.
- [4] Scarpa A. *Etnomedicina*. Milano: F. Lucisano; 1980.
- [5] Scarpa A. Principi razionali che hanno portato alla scoperta e all'uso delle acque salutari e sacre in etnomedicina. *Natura* 1974;65(3-4):143-50.
- [6] Guerci A. Dal mito all'idroterapia. *Geologia dell'Ambiente*. 2004;3.
- [7] Scarpa A. La biometeorologia vista da un etnoiatra. *Atti del Congresso Internazionale di Climatologia Lacustre*. 1971;829-43.
- [8] Treccani, il portale del sapere. www.treccani.it.
- [9] Kneipp S. *La mia cura idroterapica*. Torino: Carlo Clausen; 1894.
- [10] Srámek P, Simecková M, Janský L *et al.* Human physiological responses to immersion into water of different temperatures. *Eur J Appl Physiol*. 2000;81(5):436-42.
- [11] Tipton MJ, Collier N, Massey H *et al.* Cold water immersion: kill or cure? *Exp Physiol*. 2017;102(11):1335-55.
- [12] FIN – Federazione Italiana Nuoto. www.federnuoto.it.
- [13] FITRI – Federazione Italiana Triathlon. www.fitri.it.
- [14] International Ice Swimming Association. www.internationaliceswimming.com.
- [15] Meteo e previsioni del tempo. www.centrometeo.com.
- [16] Aschoff J, Wever R. Kern und Schale im Wärmehaushalt des Menschen. *Die Naturwissenschaften*. 1958;45(20):477-85.
- [17] Ferretti G, Capelli C. *Dagli abissi allo spazio. Ambienti e limiti umani*. Milano: Edi.Ermes; 2008.
- [18] Widmaier EP, Raff H, Strang KT. *Vander's human physiology. 12^a edition*. New York: McGrawHill; 2011.
- [19] Taglietti V, Casella C. *Principi di fisiologia e biofisica della cellula. Vol. I*. Pavia: La Goliardica Pavese; 2006.
- [20] Silverthorn DU. *Fisiologia umana. Un approccio integrato*. 2017. Milano-Torino: Pearson Italia; 2017.
- [21] Berne RM, Levy MN. *Principi di fisiologia. 2^a edizione*. Milano: CEA; 1998.
- [22] Silva JE. Thermogenic mechanisms and their hormonal regulation. *Physiol Rev*. 2006;86(2):435-64.
- [23] Cypess AM, Lehman S, Williams G *et al.* Identification and importance of brown adipose tissue in adult humans. *N Engl J Med*. 2009;360(15):1509-17.
- [24] Nicholls DG, Locke RM. Thermogenic mechanisms in brown fat. *Physiol Rev*. 1984;64(1):1-64.
- [25] Vidal-Puig A, Solanes G, Grujic D *et al.* UCP3: an uncoupling protein homologue expressed preferentially and abundantly in skeletal muscle and brown adipose tissue. *Biochem Biophys Res Commun*. 1997;235(1):79-82.
- [26] Thompson WO, Thompson PK, Brailey AG *et al.* The calorific action of thyroxin at different levels of basal metabolism in myxedema. *J Clin Invest*. 1929;7(3):437-63.
- [27] Silva JE. The thermogenic effect of thyroid hormone and its clinical implications. *Ann Intern Med*. 2003;139:205-13.
- [28] Costa-e-Sousa RH, Hollenberg AN. Minireview: the neural regulation of the hypothalamic-pituitary-thyroid axis. *Endocrinology*. 2012;153(9):4128-35.
- [29] Leonard JL, Mellen SA, Larsen PR. Thyroxine 5'-deiodinase activity in brown adipose tissue. *Endocrinology*. 1983;112(3):1153-5.
- [30] Nicolaides NC, Kyratzi E, Lamprokostopoulou A *et al.* Stress, the stress system and the role of glucocorticoids. *Neuroimmunomodulation*. 2015;22(1-2):6-19.
- [31] Harper CM. Extreme preconditioning: cold adaptation through sea swimming as a means to improving surgical outcomes. *Med Hypotheses*. 2012;78(4):516-9.

- [32] Franceschi C, Campisi J. Chronic inflammation (inflammaging) and its potential contribution to age-associated diseases. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;69(1):S4-9.
- [33] Lasselin J, Capuron L. Chronic low-grade inflammation in metabolic disorders: relevance for behavioral symptoms. *Neuroimmunomodulation*. 2014;2(2-3):95-101.
- [34] Teramoto S, Ouchi Y. Swimming in cold water. *Lancet*. 1999;354(9191):1733.
- [35] Vybiral S, Lesna I, Jansky L *et al*. Thermoregulation in winter swimmers and physiological significance of human catecholamine thermogenesis. *Exp Physiol*. 2000;85(3): 321-6.
- [36] Simonsen L, Stallknecht B, Bulow J. Contribution of skeletal muscle and adipose tissue to adrenaline-induced thermogenesis in man. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1993;17(3):S47-51.
- [37] Leppälouto J, Westerlund T, Huttunen P *et al*. Effects of long-term whole-body cold exposures on plasma concentrations of ACTH, beta-endorphin, cortisol, catecholamines and cytokines in healthy females. *Scand J Clin Lab Invest*. 2008;68(2):145-53.
- [38] Agnoletti M. Le esperienze ottimali, la resilienza e lo stress. *PNEI News*. 2015;1:7-10.
- [39] Delle Fave A, Massimini F, Bassi M. *Psychological selection and optimal experience across cultures: social empowerment through personal growth*. Dordrecht: Springer; 2011.
- [40] Csikszentmihályi M. *Beyond boredom and anxiety*. San Francisco: Jossey-Bass; 1975.
- [41] Benedetti F. *Il cervello del paziente*. Roma: Giovanni Fioriti Editore; 2012.
- [42] Agnoletti M. L'esperienza ottimale e le tre strategie per incrementarla. *Atti del convegno La Psicologia Positiva. Prospettive di ricerca, settori di intervento, sbocchi lavorativi. Ordine degli Psicologi del Veneto, Padova*. 26 ottobre 2013.
- [43] Trabucchi P. *Resisto dunque sono*. Milano: Corbaccio Editore; 2012.
- [44] Manzanoa Ö, Cervenkab S, Jucaitec A *et al*. Individual differences in the proneness to have flow experiences are linked to dopamine D2-receptor availability in the dorsal striatum. *Neuroimage*. 2013;67:1-6.
- [45] Nakamura J, Csikszentmihályi M. Flow theory and research. In: Snyder CR, Lopez SJ, eds. *The Oxford handbook of positive psychology*. Oxford: Oxford University Press; 2009.
- [46] Heller AS, van Reekum CM, Schaefer SM *et al*. Sustained striatal activity predicts eudaimonic well-being and cortisol output. *Psychol Sci*. 2013;24(11): 2191-200.
- [47] Davidson RJ. Affective style, psychopathology, and resilience: brain mechanisms and plasticity. *Am Psychol*. 2000;55(11):1196-214.
- [48] Davidson RJ. *The emotional life of your brain*. New York: Penguin Group; 2013.
- [49] Mooventhan A, Nivethitha L. Scientific evidence-based effects of hydrotherapy on various systems of the body. *North Am J Med Sci*. 2014;6(5):199-209.
- [50] Zuo L, Zhou T, Pannell BK *et al*. Biological and physiological role of reactive oxygen species – The good, the bad and the ugly. *Acta Physiol*. 2015;214(3):329-48.
- [51] Siems W, Brenke R. Changes in the glutathione system of erythrocytes due to enhanced formation of oxygen free radicals during short-term whole body cold stimulus. *Arctic Med Res*. 1992;51(1):3-9.
- [52] Siems WG, van Kuijk FJGM, Maass R *et al*. Uric acid and glutathione levels during short-term whole body cold exposure. *Free Rad Biol Med*. 1994;16(3):299-305.
- [53] Siems WG, Brenke R, Sommerburg O *et al*. Improved antioxidative protection in winter swimmers. *QJ Med*. 1999;92(4):193-8.
- [54] Lubkowska A, Dolegowska B, Szyguła Z *et al*. Winter-swimming as a building-up body resistance factor inducing adaptive changes in the oxidant/antioxidant status. *Scand J Clin Lab Invest*. 2013;73(4):315-25.
- [55] Zhang H, Tsao R. Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. *Curr Opin Food Sci*. 2016;8:33-42.
- [56] Dugué B, Leppänen E. Adaptation related to cytokines in man: effects of regular swimming in ice-cold water. *Clin Physiol*. 2000;20(2):114-21.
- [57] MacAuley D, Bauman A, Frémont P. Exercise: not a miracle cure, just good medicine. *Br J Sports Med*. 2016;50(18):1107-8.
- [58] Slavic GM, Irwin MR. From stress to inflammation and major depressive disorders: a social signal transduction theory of depression. *Psychol Bull*. 2014;140(3):774-815.
- [59] Huttunen P, Kokko L, Ylijukuri V. Winter swimming improves general well-being. *Int J Circumpolar Health*. 2004;63(2):140-4.
- [60] Hirvonen J, Lindeman S, Joukamaa M *et al*. Plasma catecholamines, serotonin and their metabolites and beta-endorphin of winter swimmers during one winter. Possible correlations to psychological traits. *Int J Circumpolar Health*. 2002;61(4):363-72.
- [61] Liu W, Sheng H, Xu Y *et al*. Swimming exercise ameliorates depression-like behavior in chronically stressed rats: relevant to proinflammatory cytokines and IDO activation. *Behav Brain Res*. 2013;242:110-6.
- [62] Jansky L, Pospisilova D, Honzova S *et al*. Immune system of cold-exposed and cold-adapted humans. *Eur J Appl Physiol*. 1996;72(5-6):445-50.
- [63] Lombardi G, Ricci C, Banfi G. Effect of winter swimming on haematological parameters. *Biochem Med (Zagreb)*. 2011;21(1):71-8.
- [64] Brazaitis M, Eimantas N, Daniuseviciute L *et al*. Two strategies for response to 14°C cold-water immersion: is there a difference in the response of motor, cognitive, immune and stress markers? *PLoS One*. 2014;9(9):e109020.
- [65] Dhabhar FS. Effects of stress on immune function: the good, the bad, and the beautiful. *Immunol Res*. 2014;58(2-3):193-210.
- [66] Brenke R. Winter-swimming: an extreme form of body hardening. *Therapeutikon*. 1990;4:466-72.
- [67] Collier N, Massey H, Lomax M *et al*. Cold water swimming and upper respiratory tract infection. *Extrem Physiol Med*. 2015;4(Suppl 1):A36.
- [68] Kormanovski A, Castaneda Ibarra F, Lara Padilla E *et al*. Resistance to respiratory illness and antibody response in open water swimmers during training and long distance swims. *Int J Med Med Sci*. 2010;2(3):80-7.
- [69] Iarosh AM, Kurch TK. The effect of cold exposure on the respiratory function in children suffering from inflammatory lung diseases. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult*. 1995;1:9-11.
- [70] Goedsche K, Förster M, Krögel C *et al*. Repeated cold water stimulations (hydrotherapy according to Kneipp) in patients with COPD. *Forsch Komplementmed*. 2007;14(3):158-66.
- [71] Lichtenbelt W, Kingma B, van der Lans A *et al*. Cold exposure – An approach to increasing energy expenditure in humans. *Trends Endocrinol Metab*. 2014;25(4):165-7.
- [72] Gibas-Dorna M, Checinska Z, Korek E *et al*. Variations in leptin and insulin levels within one swimming season in non-obese female cold water swimmers. *Scand J Clin Lab Invest*. 2016;76(6):486-91.
- [73] Hanssen MJW, Hoeks J, Brans B *et al*. Short-term cold acclimation improves insulin sensitivity in patients with type 2 diabetes mellitus. *Nat Med*. 2015;21(8):863-5.
- [74] Hanssen MJ, van der Lans AA, Brans B *et al*. Short-term cold acclimation recruits brown adipose tissue in obese humans. *Diabetes*. 2016;65(5):1179-89.
- [75] Kauppinen K, Pajari-Backas M, Volin P *et al*. Some endocrine responses to sauna, shower and ice water immersion. *Arctic Med Res*. 1989;48(3):131-9.

- [76] Smolander J, Lepäluoto J, Westerlund T *et al.* Effects of repeated whole-body cold exposures on serum concentrations of growth hormone, thyrotropin, prolactin and thyroid hormones in healthy women. *Cryobiology*. 2009;58(3):275-8.
- [77] Vinas F. *Idroterapia – Bagni, docce, impacchi, saune... per curare i più comuni disturbi*. Novara: Red!; 2014.
- [78] Kerkela R, Ulvila J, Magga J. Natriuretic peptides in the regulation of cardiovascular physiology and metabolic events. *J Am Heart Assoc*. 2015;4(10):e002423.
- [79] Teległów A, Dąbrowski Z, Marchewka A *et al.* The influence of winter swimming on the rheological properties of blood. *Clin Hemorheol Microcirc*. 2014;57(2):119-27.
- [80] Teległów A, Marchewka J, Tabarowski Z *et al.* Comparison of selected morphological, rheological and biochemical parameters of winter swimmers' blood at the end of one winter swimming season and at the beginning of another. *Folia Biol (Krakow)*. 2015;63(3):221-8.
- [81] Kralova Lesna I, Rychlikova J *et al.* Could human cold adaptation decrease the risk of cardiovascular disease? *J Therm Biol*. 2015;52:192-8.
- [82] Bleakley CM, Davison GW. What is the biochemical and physiological rationale for using cold-water immersion in sports recovery? A systematic review. *Br J Sports Med*. 2010;44(3):179-87.
- [83] Bleakley C, McDonough S, Gardner E *et al.* Cold-water immersion (cryotherapy) for preventing and treating muscle soreness after exercise. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;2:CD008262.
- [84] Versey NG, Halson SL, Dawson BT. Water immersion recovery for athletes: effect on exercise performance and practical recommendations. *Sports Med*. 2013;43(11):1101-30.
- [85] Wilcock IM, Cronin JB, Hing WA. Physiological response to water immersion. A method for sport recovery? *Sports Med*. 2006;36(9):747-65.
- [86] Gregson W, Black MA, Jones H *et al.* Influence of cold water immersion on limb and cutaneous blood flow at rest. *Am J Sports Med*. 2011;39(6):1316-23.
- [87] Gerra G, Volpi R, Delsignore R *et al.* Sex-related responses of beta-endorphin, ACTH, GH and PRL to cold exposure in humans. *Acta Endocrinol (Copenh)*. 1992;126(1):24-8.
- [88] Demori I, Piccinno T, Saverino D *et al.* Analisi psiconeuroendocrinoimmunitaria (PNEI) di un gruppo di "cimentisti invernali". *Atti 88° Congresso Nazionale SIBS "Biologia e salute umana. Ricerca pura e traslazionale"*. 2015:68-9.
- [89] Woods SA, Hampson SH. Measuring the Big Five with single items using a bipolar response scale. *Eur J Pers*. 2005;19(5):373-90.
- [90] Kugler J, Hess M, Haake D. Secretion of salivary immunoglobulin A in relation to age, saliva flow, mood states, secretion of albumin, cortisol, and catecholamines in saliva. *J Clin Immunol*. 1992;12(1):45-9.
- [91] Tipton MJ. The initial responses to cold-water immersion in man. *Clin Sci*. 1989;77(6):581-8.
- [92] Hayward JS, French CD. Hyperventilation response to cold water immersion: reduction by staged entry. *Aviat Space Environ Med*. 1989;60(12):1163-5.
- [93] Barwood MJ, Corbett J, Green R *et al.* Acute anxiety increases the magnitude of the cold shock response before and after habituation. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113(3):681-9.
- [94] Kolettis TM, Kolettis MT. Winter swimming: healthy or hazardous? Evidence and hypotheses. *Med Hypotheses*. 2003;61(5-6):654-6.
- [95] Bierens JJ, Lunetta P, Tipton MJ *et al.* Physiology of drowning: a review. *Physiology (Bethesda)*. 2016;31(2):147-66.
- [96] Chrousos GP. Stress and disorders of the stress system. *Nat Rev Endocrinol*. 2009;5(7):374-81.
- [97] Bottaccioli F, Bottaccioli AG. *Psiconeuroendocrinoimmunologia e scienza della cura integrata. Il Manuale*. Milano: Edra; 2017.
- [98] Nutsford D, Pearson AL, Kingham S *et al.* Residential exposure to visible blue space (but not green space) associated with lower psychological distress in a capital city. *Health Place*. 2016;39:70-8.
- [99] Stöcklin E, Eggersdorfer M. Vitamin D, an essential nutrient with versatile functions in nearly all organs. *Int J Vitam Nutr Res*. 2013;83(2):92-100.

