

PROGETTO “SOSPESI”

Relazione relativa ai risultati della prima fase

Settembre 2012

Introduzione

Da ormai due anni C.A.M.P. e l'Università degli Studi di Milano Bicocca stanno collaborando nel progetto di ricerca “SOSPESI”*, relativo alla possibilità di insorgenza di sindrome da sospensione inerte in lavoratori e arrampicatori che utilizzano l'imbracatura.

La prima fase di test è ormai stata completata e la prima parte di dati analizzati ha già portato ad alcune conclusioni che possono essere di grande interesse per tutti i lavoratori in altezza ed alpinisti.

Il team di ricerca

Il progetto “SOSPESI” è condotto da un gruppo di 8 ricercatori presso l'Ambulatorio di Fisiologia Clinica e dello Sport dell'Università degli Studi di Milano Bicocca (www.fisiologiaclinica.medicina.unimib.it).

Il team di lavoro è composto da:

Prof. Giuseppe Miserocchi, *Professore Ordinario Fisiologia Umana*

Dott.ssa Francesca Lanfranconi, *Assegnista di ricerca in Fisiologia Umana*

Dott. Luca Pollastri, *Specializzando in medicina dello sport*

Dott.ssa Manuela Bartesaghi, *Specializzanda in medicina dello sport*

Cinzia Molteni, *Laureanda in Medicina e Chirurgia*

Hayley Vergani, *Laureanda in Medicina e Chirurgia*

Dott. Massimiliano Novarina, *Laureato in Scienze Motorie, collaboratore*

Dott.ssa Leila Meroi, *Psicologa, collaboratrice*

* Gli altri sponsor del progetto di ricerca sono: “Servizi e Sistemi”, “Geoneer Group”.

Il progetto

Lo spunto per condurre questo progetto di ricerca è ascrivibile al 3° convegno su "Lavoro e Montagna, insieme per l'alta sicurezza" (Lecco, 2008) dove è emerso che il lavoratore che utilizza l'imbracatura può incorrere in rischi clinici peculiari ma ancora poco conosciuti relativamente alle caratteristiche fisiopatologiche. Il progetto di ricerca ha avuto come scopo lo studio di due grandi tematiche:

1. Riconoscimento del rischio di sindrome da sospensione inerte in imbracatura per il lavoratore.

La sindrome da sospensione inerte in imbracatura (ST, *Suspension Trauma o HSS Harness Hang Syndrome*) è un'entità la cui reale incidenza è misconosciuta, pur essendo ben nota sin dagli anni '60 a seguito del riscontro autoptico di patologie non riconducibili a traumatismo in alpinisti e speleologi morti in imbracatura. Né l'imbracatura di per sé, né l'eventuale traumatismo sono la causa principale dell'evento fatale che sembra essere invece legato ad una mancanza di ossigeno ad organi vitali (ipossia multi viscerale). L'evento sincopale (ossia un'improvvisa e transitoria perdita di coscienza) è il maggior problema a cui può andare incontro la persona sospesa ed ha insito il rischio di morte se il soccorso non è immediato. Pertanto la ST è un evento meritevole di essere conosciuto da parte di chi utilizza l'imbracatura per motivi lavorativi (e/o lo propone ad altri a scopo lavorativo o ludico). Inoltre la scarsa conoscenza degli eventi clinici legati all'insorgere della ST e delle eventuali condizioni ambientali o fisiologiche favorevoli la stessa comportano una difficile condivisione delle possibili linee guida per il soccorso di chi rimane sospeso inerte (Mortimer RB, 2011).

L'utilizzo di modelli sperimentali umani, indispensabile per verificare l'autenticità degli eventi legati alla ST, implica limiti etici dovuti ai possibili eventi patologici, anche gravi, negli individui sottoposti allo studio (Seddon P, 2002). Tuttavia più autori suggeriscono che la potenziale esistenza di ST necessita di effettuare studi, su volontari sani che utilizzino imbracature allo scopo di verificare se tale sindrome sia solo un rischio teorico o viceversa una certezza tale da meritare una legiferazione apposita in ambito di sicurezza sul lavoro (Lee C, 2007; Seddon P, 2002).

2. Il lavoro in imbracatura ha caratteristiche riconducibili al lavoro usurante?

Lavoratori che quotidianamente utilizzano l'imbracatura per parecchie ore al giorno (lavoratori su fune, disgiagisti, tree-climber, soccorritori, guide alpine, etc.) sembrano avere un aumentato rischio di eventi tromboembolici nonostante siano coscienti ed attivi durante la sospensione in fune (Pisati G, 2007). Alcune condizioni ambientali e/o fisiologiche sfavorevoli (ipotermia e disidratazione) potrebbero inoltre predisporre dunque oltre che alla ST ad altri eventi clinici avversi tanto più qualora vi fosse una concomitante patologia non nota al lavoratore. L'individuazione di patologie predisponenti, nonché la prevenzione di condizioni ambientali e fisiologiche sfavorevoli, consentirebbero una importante caratterizzazione del lavoratore adatto a questa tipologia di lavoro e della sua formazione specifica all'attività tecnica da compiersi.



Il dispendio energetico caratteristico del lavoro in imbracatura non è quantificato. I livelli di concentrazione ed attenzione necessari allo svolgimento dello stesso non sono stati analizzati. Considerando che fatica, decadimento di concentrazione potrebbero indurre un aumentato rischio di incorrere in ST appare importante verificare se il lavoro in imbracatura possa avere caratteristiche riconducibili al lavoro usurante.

Scopo

Lo scopo del progetto di ricerca “SOSPESI” è stato dunque di:

- verificare l'incidenza di ST durante sospensione inerte in imbracatura;
- gli eventi fisiopatologici che possono condurre ad evento sincopale durante sospensione inerte;
- valutare la presenza di eventuali fattori predisponenti la ST;
- indicazioni per un test di valutazione funzionale a cui sottoporre il lavoratore in imbracatura per verificarne lo stato di salute e la predisposizione a incorrere in ST;
- verifica delle caratteristiche di dispendio energetico e di attenzione e concentrazione durante lavoro in fune.

Materiali e metodi

Hanno partecipato allo studio 40 individui sani (35 uomini e 5 donne), le cui caratteristiche di età ed antropometria sono evidenziate in Tabella 1. Si noti che i valori medi per il gruppo degli uomini sono caratteristici di chi utilizza l'imbracatura (39 anni, 75 kg), pur tuttavia l'intervallo di età, di peso e di indice di massa corporea ($IMC = \text{peso}/\text{altezza}^2$) sono comprensivi di individui con età anagrafica e caratteristiche antropometriche molto differenti: l'utilizzatore di imbracatura infatti può anche avere una corporatura molto minuta sotto i 55 kg o viceversa essere robusto (più di 100 kg), ed inoltre vi sono raramente, ma non eccezionalmente, lavoratori di oltre 60 anni.

	Età	Peso	Altezza	IMC	% grasso
	anni	kg	m		
UOMINI (35)					
media	38.9	75.4	1.76	24.3	11.7
dev st	8.3	11.7	0.07	3.0	4.5
DONNE (5)					
media	28.0	54.4	1.66	19.7	13.6
dev st	8.2	5.2	0.06	0.8	1.9
range	22-59	48-115	1.6-1.9	18-33	6-24

Tabella 1



Tutti i partecipanti al progetto hanno firmato un modulo di consenso informato alla partecipazione al progetto.

Il progetto di ricerca è stato approvato dal Comitato Etico dell'Università degli studi di Milano Bicocca e risponde alle direttive della dichiarazione di Helsinki relativamente alla sperimentazione sull'uomo.

I 35 uomini sono stati suddivisi in 3 sottogruppi: persone che utilizzano l'imbracatura per lavoro e/o alpinisti (n=16), atleti aerobici (fondo e mezzofondo) (n=11) e sedentari (n=8) entrambi questi senza esperienza nell'utilizzo di imbracatura. Ogni individuo è stato sottoposto ad un totale di 4 test di valutazione suddivisi su 4 sessioni in giorni differenti: una valutazione basale con test da sforzo cardiopolmonare allo scopo di determinarne lo stato di salute ed il livello di allenamento aerobico (Figura 1a); un test di sospensione passiva (descritto più sotto in maniera dettagliata)(Figura 1b); un test di simulazione di attività lavorativa svolta in fune su apposita palestra ricostruita in laboratorio; un test di simulazione di attività lavorativa con fattori di correzione imposti dallo sperimentatore (idratazione ed esercizi di utilizzo della catena cinetica posteriore) (Figura 1c).



a



b



c

Figura 1:

- a) test da sforzo cardiopolmonare su ergometro;
- b) test di sospensione inerte in imbracatura;
- c) test di sospensione attiva su parete.



Variabili indagate:

- *consumo di ossigeno (VO₂)*. La determinazione del VO₂ è considerata una delle principali variabili per la valutazione globale della funzionalità dell'apparato muscolare, del sistema cardiovascolare e di quello respiratorio. Tale determinazione è stata possibile tramite l'utilizzo di metabolimetro con possibilità di valutare gli scambi gassosi alla bocca e la ventilazione respiro per respiro.
- *capacità di estrazione di O₂ a livello muscolare e cerebrale*. Ai metodi non invasivi di valutazione funzionale del metabolismo ossidativo a livello tissutale si è aggiunta, nel corso degli ultimi anni, la spettroscopia nel quasi infrarosso o NIRS (Near Infrared Spectroscopy). Questa metodica ha consentito di valutare, in questo progetto di ricerca, l'apporto e l'utilizzo dell'O₂ da parte di muscolo e cervello in condizioni di sospensione. La sonda NIRS è stata posizionata sul muscolo vasto laterale del quadricipite ed in sede frontale per l'encefalo.
- *frequenza cardiaca*. Tramite ECG (elettrocardiogramma) su 12 derivazioni in continuo per tutti i test effettuati.
- *saturazione arteriosa dell'O₂*. Tramite pulsossimetria in continuo al dito.
- *Pressione arteriosa sisto-diastolica*. Tramite sfigmomanometro.
- *valutazione della percezione soggettiva di fatica*. Tramite la Scala di Borg.
- *test di valutazione dell'eventuale ipossia cerebrale, delle capacità di attenzione, memoria, inibizione e concentrazione*. Sono stati somministrati differenti batterie di test neuologici tra cui Frontal Battery Assessment e Mini Mental State Examination.

Test di sospensione.

Il test di sospensione passiva è stato condotto effettuando una sospensione inerte controllata (Figura 1b): gli arti inferiore dell'individuo erano completamente immobili mentre vi era la possibilità di utilizzare i muscoli stabilizzatori dell'intera colonna.

Si è scelto inoltre di utilizzare un imbracatura da lavoro con caratteristiche di *comfort* elevate presente sul mercato (CAMP Safety Golden Top Evo Alu art.941.02). La sospensione è avvenuta sul punto di attacco ventrale (Figura 2).

Si è scelto di effettuare tale tipologia di approccio sperimentale in quanto, su indicazione del comitato etico, i partecipanti allo studio sono stati posti nelle condizioni meno svantaggiose relativamente a *comfort* ed a possibilità di soccorso da parte degli sperimentatori in caso di evento sincope, rispetto ad una normale cintura anticaduta economica.

L'orientamento del corpo ed il *comfort* della persona sospesa, determinati principalmente dalla idoneità dell'imbracatura alle caratteristiche individuali e dalla posizione di aggancio al sistema, sembrano infatti giocare un ruolo parimenti importante sulle conseguenze della sospensione (Hsiao H, 2007; Turner NL, 2008).

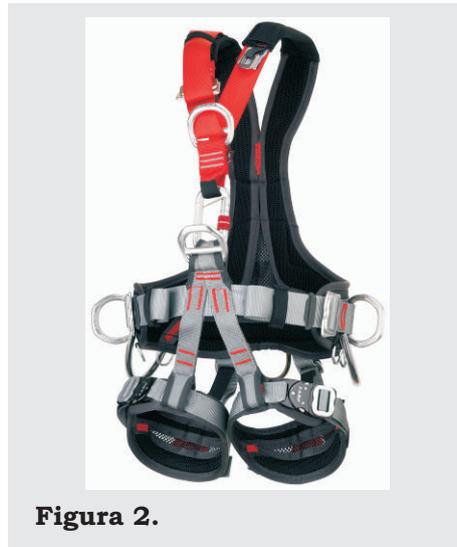


Figura 2.

Criteri di interruzione del test sono stati: segni o sintomi presincopali (pallore, nausea, vampata di calore); pressione sistolica in diminuzione di 20 mmHg rispetto alla condizione basale, pressione diastolica in diminuzione di 10 mmHg rispetto alla condizione basale; FC incrementata di 20 bpm rispetto al valore basale, FC in diminuzione di più di 10 bpm rispetto alla condizione basale; desaturazione a livello cerebrale secondo il tracciato NIRS.

Risultati parziali del test di sospensione inerte

Il tempo di sospensione medio è stato di circa 29 minuti. Non esiste una differenza statisticamente significativa con gli altri gruppi per gli individui esperti nell'utilizzo di imbracatura rispetto alla possibilità di sviluppare un evento sincopale (Figura 3). Nessun individuo è rimasto sospeso per più di 60 minuti. In ogni gruppo esiste una grande eterogeneità rispetto al tempo di tolleranza alla sospensione: alcuni individui sono rimasti sospesi per pochi minuti ed altri per più di 50.

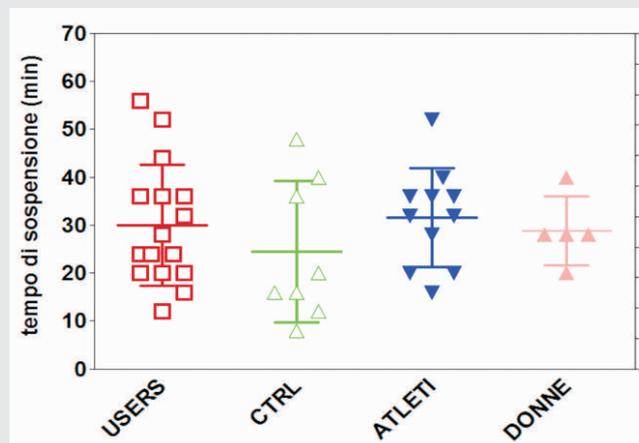


Figura 3. Tempo di sospensione nei 4 gruppi indagati. USERS = esperti nell'utilizzo di imbrago. CTRL = sedentari.



La temperatura ambientale influenza il tempo di sospensione: temperature più elevate diminuiscono il tempo di sospensione (Figura 4). Alle persone sospese a temperatura ambientale inferiore ai 18 °C è stato chiesto se avvertivano freddo e si è riscontrata una riduzione della criticità relativa al fattore ipotermico in quanto solo il 20% ha asserito di avere percezione della bassa temperatura presente in ambulatorio.

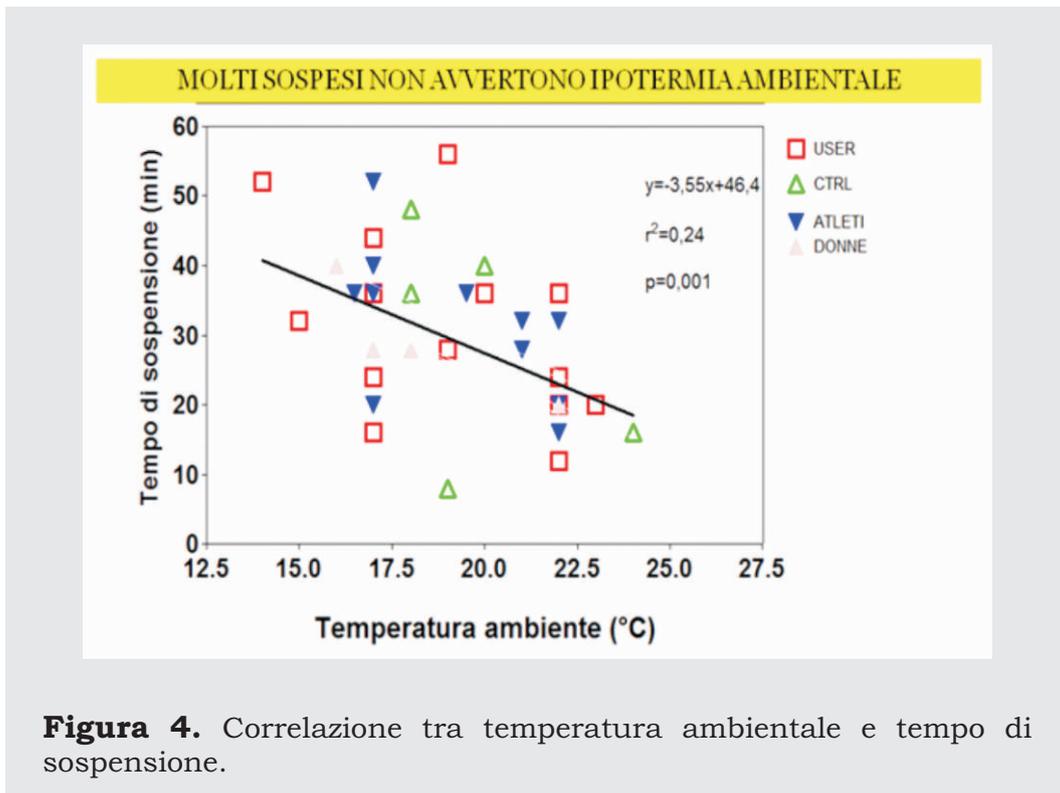
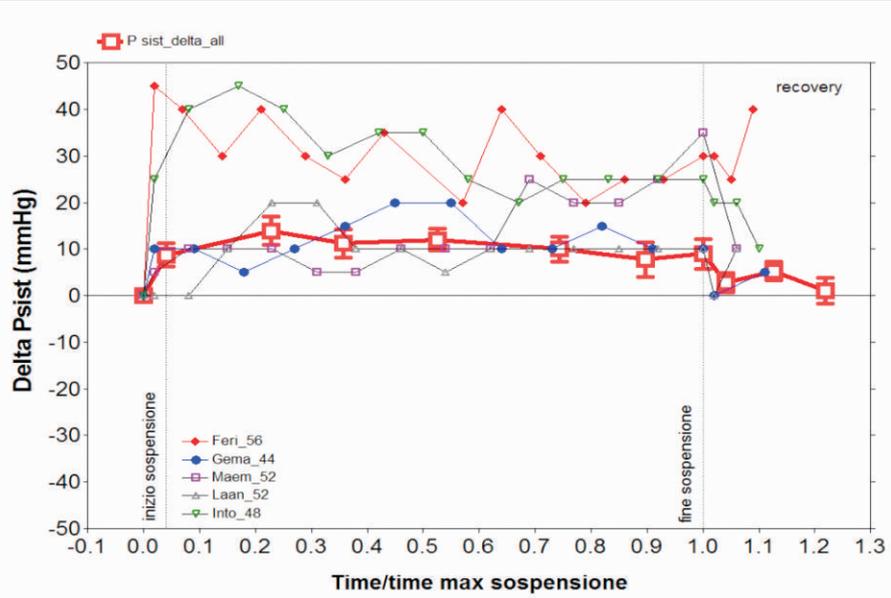
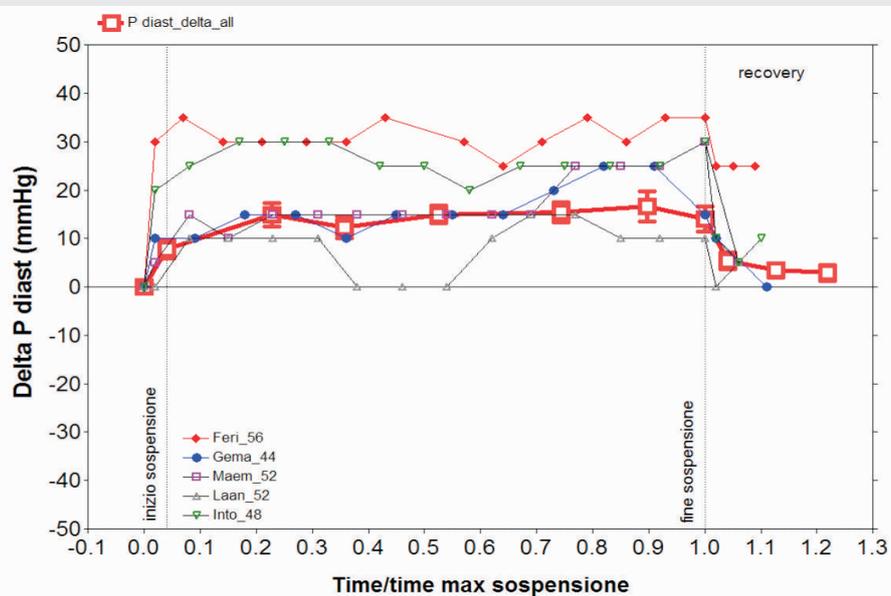


Figura 4. Correlazione tra temperatura ambientale e tempo di sospensione.

Esiste un caratteristico aumento dei valori di frequenza cardiaca e di pressione arteriosa sisto-diastolica durante il test di sospensione rispetto al valore riscontrato in condizioni basali a riposo a terra. In Figura 5a sono mostrati i valori medi di tutta la popolazione indagata (linea rossa) relativamente alla pressione sistolica. Si vedono poi i valori individuali delle 5 persone che hanno tollerato meglio la sospensione. In Figura 5b sono mostrati analogamente i valori di pressione diastolica. Due individui hanno mostrato valori ipertensivi sistolici gravi (>180 mmHg) per cui è stato necessario interrompere il test e ben il 25% dei test totali sono stati interrotti per valori ipertensivi diastolici gravi (>110 mmHg). Tale rilievo non costituisce un motivo di preoccupazione su individui giovani e sani, ma in presenza di concomitanti patologie cardiovascolari può rappresentare un pericolo. Relativamente alla capacità di estrazione di O₂ a livello tissutale tramite NIRS non c'è evidenza che l'ipossia cerebrale sia l'evento scatenante la sincope.



a



b

Figura 5 a) b) Variazione di pressione sisto-diastolica durante test di sospensione rispetto al valore basale a terra.

Conclusioni e prospettive future

L'analisi dati è ancora in corso (soprattutto per quanto riguarda i test di simulazione di attività lavorativa), ma da quanto sin qui esposto è evidente che tramite la valutazione funzionale proposta è possibile caratterizzare gli eventi che portano alla sincope in imbracatura ed eventuali fattori di rischio per il singolo lavoratore. Il 10% delle persone partecipanti al progetto SOSPESI ha avuto un evento sincopale.

I dati riportati in questa pubblicazione sono stati già esposti nell'ambito del congresso annuale di Medicina di Montagna a Trento (aprile 2012).

Ad ottobre 2012 si terrà il 4° convegno su "Lavoro e Montagna, insieme per l'alta sicurezza" a Lecco, di cui C.A.M.P. sarà sponsor, dove saranno presentati i risultati di tutta la prima fase del progetto SOSPESI e vi sarà un confronto aperto con esperti del settore.

Verrà inoltre proposta una pubblicazione scientifica su rivista medica indicizzata per valutare l'impatto dei dati emersi dal progetto SOSPESI sulla comunità scientifica.

La seconda fase del progetto ha già avuto inizio e, tenendo conto dei risultati della prima fase, si stanno effettuando test comparativi su nuovi prototipi di imbracatura sviluppati appositamente per ridurre al minimo le conseguenze della sospensione sull'organismo umano.

C.A.M.P. è fiduciosa che al termine del progetto "SOSPESI" sarà possibile presentare nuove soluzioni di prodotti specifici appositamente studiati per far fronte a questa problematica.

Tutto quanto sin qui esposto non vuole essere un disincentivo a svolgere lavoro in imbracatura ma anzi vorrebbe essere un aiuto alla formazione del lavoratore attraverso l'incoraggiamento ad incrementare la conoscenza dei rischi da sospensione abbinata alla competenza relativa al gesto tecnico.



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI
MILANO BICOCCA
FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA
Dipartimento di Medicina
Sperimentale**

Via Cadore, 48 - 20052 Monza (MI)
Tel. +39-0264488309



is a brand owned by **CAMP** SPA

CONCEZIONE ARTICOLI MONTAGNA PREMANA

Via Roma 23,
23834 Premana (LC)
ITALY

Tel. +39 0341 890117
Fax +39 0341 818010

www.camp.it
contact@camp.it