

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA
FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA
Master in Riabilitazione dei Disordini muscolo-scheletrici
In collaborazione con Libera Università di Bruxelles

*"OTS Overtraining Syndrome: definizione
cause e strategie per evitarla alla luce delle
evidenze scientifiche"*

Relatore
Matteo Grasso

Candidato
Scavizzi Andrea

La syndrome da overtraining

INDICE

• ABSTRACT.....	3
• INTRODUZIONE.....	5
• CHE COSA E' LA SINDROME DA OVERTRAINING (OTS)?.....	6
• LA TEORIA DELLE CITOCINE INFIAMMATORIE E CONSEGUENTE DISREGOLAZIONE NEUROENDOCRINA IMMUNOLOGICA.....	8
• DIAGNOSI.....	11
• ALLENAMENTO-RECUPERO-SUPERCOMPENSAZIONE..	12
• DISCUSSIONE.....	17
• BIBLIOGRAFIA.....	19

ABSTRACT. L'esercizio fisico è un tipo di carico allostatico per molti sistemi endocrini, come l'asse ipotalamico-pituitario-adrenalinico(HPA). Gli atleti sottoposti a estenuanti sedute di allenamento possono sviluppare una significativa diminuzione della performance associata a segni e sintomi sistemici: la Sindrome da Sovraallenamento o overtraining. Questa condizione collegata allo stress consiste nell'alterazione di alcune funzioni fisiologiche di adattamento alla performance e di processi psicologici, in disfunzioni immunologiche e biochimiche. Universalmente mancano ancora criteri diagnostici precisi per l'OTS. La risposta surrenale-pituitaria ad una prova di esercizio standardizzata è di solito ridotta negli atleti allenati.

L'ipotesi più valutata che rende conto dell'osservata disregolazione neuro-endocrina-immunologica è quella basata sulle citochine formulata da Smith. Questa ipotesi riassume che l'esercizio fisico può produrre sia traumi muscolari che scheletrici che generano una reazione infiammatoria locale e i maggiori protagonisti di questo processo sono le citochine, polipeptidi che modulano la funzione dell'HPA a livello cerebrale e non, a quasi ogni livello dell'attività. La moderna metodologia dell'allenamento, supportata anche da dati di laboratorio e alcuni trials clinici, punta ad ottimizzare i tempi di riposo in base al carico con il fine non solo di massimizzare la performance, ma anche di attenuare la risposta stressante dell'organismo. E' certo che l'equilibrio tra la quantità di allenamento e il riposo è spesso molto delicato un'allenamento stressante potrebbe superare la capacità dell'adattamento neuroendocrino e causare disturbi fisici e psicologici, in altre parole il carico potrebbe superare la capacità di carico.

La difficoltà nel analizzare però gli atleti e la mancanza ancora di certezze nell'identificazione della sindrome da overtraining impongono
La syndrome da overtraining

di rispettare nell'allenamento alcuni parametri che qui riporteremo per evitare la comparsa di questa sindrome e dei disturbi ad essa correlati.

INTRODUZIONE

Più di 60 anni fa Selye riconosceva il paradosso che il sistema fisiologico attivato dallo stress non proteggeva solo ma danneggiava anche il corpo. Da allora, i meccanismi responsabili delle conseguenti reazioni negative da stress sono state associate ai cambiamenti ripetitivi o funzionali dell'asse neuroendocrino coinvolto nella risposta del corpo alle condizioni stressanti. Questi effetti "cronici" sono stati riferiti come carico allostatico per molti sistemi endocrini. Gli atleti si allenano forte per ottimizzare la performance. Diversi studi con evidenza scientifica, comunque, sostengono la visione che un programma di lavoro intenso e di seria competizione sia una sorta di doppia spada affilata che ha la possibilità di causare o miglioramento o deterioramento di performance preziose. Dal punto di vista clinico, due condizioni sono state associate a questa serie di effetti negativi in atleti sottoposti ad allenamento strenuante. Queste condizioni sono riferibili rispettivamente al sovraccarico e al sovrallenamento. Il sovraccarico è una condizione in cui un calo a breve termine nella performance accade senza sintomi o segnali sistemici oltre a quelli attinenti al lavoro neuromuscolare. Dopo poche settimane di arresto o diminuzione dell'intensità dell'allenamento le condizioni di sovraccarico si possono ristabilire, e qualche volta la performance degli atleti potrebbe migliorare rispetto al livello precedente. D'altra parte, il sovrallenamento è una sindrome di gran lunga più complessa e pericolosa per l'integrità dell'organismo. Esso si impone profondamente nella qualità della vita. La diminuzione a lungo termine della performance è associata alla fatica persistente, allo stato alterato dell'umore, al danneggiamento della funzione riproduttiva, e al numero di alterazioni biochimiche e immunologiche che aumentano il rischio di infezioni.

La syndrome da overtraining

La proposta di questo articolo è di riassumere le conoscenze sull'OTS, di presentare la teoria più avvalorata su quali sono i meccanismi che portano allo sviluppo di questa sindrome, fare un breve excursus sulla metodologia dell'allenamento ed in particolar modo sulla periodizzazione e sulla supercompensazione, analizzare quindi la relazione particolare in questo caso che ci può essere tra carico e capacità di carico nella sindrome da overtraining.

CHE COSA E' LA SINDROME DA OVERTRAINING (OTS)?

L'OTS è una patologia che scaturisce dalla messa in opera dei seguenti principi sui quali si basa l'allenamento, il principio del sovraccarico e quello della progressione.

Il principio del sovraccarico stabilisce come la forza e la resistenza di un muscolo si accrescono solo se le strutture interessate vengono sottoposte a carichi superiori a quelli normalmente incontrati. I migliori risultati di allenamento si ottengono quando un muscolo si esercita ai limiti massimi della sua forza o della sua resistenza.

Il principio invece di progressione invece sancisce che solo se vi è una regolare crescita del carico di lavoro, si verifica un miglioramento di efficienza. Il livello minimo di allenamento che soddisfa il principio del sovraccarico tende di regola ad aumentare, per cui il carico dovrebbe essere gradualmente e costantemente incrementato, per un lungo periodo di allenamento.

L'esercizio effettuato a livelli che eccedono il limite attuale del soggetto, comporta una fase catabolica con modificazioni biochimiche e ormonali.
La sindrome da overtraining

reversibili e diminuita tolleranza allo sforzo cui segue una fase anabolica, detta supercompensazione, durante la quale lo stimolo allenante raggiunge il massimo della sua efficacia. Vedremo poi nello specifico nei prossimi capitoli questo concetto. L'efficienza del training dipende essenzialmente dall'intensità, dal volume del carico e dalla periodizzazione del recupero ed il rischio di OTS aumenta in rapporto all'intensità dell'allenamento e della sua durata ma anche in relazione ai periodi di recupero programmati.

Infatti, forti carichi di lavoro possono essere tollerati anche per lunghi periodi di tempo senza arrivare all'OTS alternando i carichi pesanti ai lievi e programmando un riposo adeguato.

La OTS quindi è il risultato di una risposta inadeguata ad uno stress che eccede le capacità di adattamento e che si esprime con uno squilibrio neuro-ormonale a livello ipotalamico e che in una cascata di eventi fisiologici arriva a coinvolgere aspetti che riguardano non solo il metabolismo ma anche la sfera psicologica e partecipativa.

Potremmo ora fare un breve inventario riepilogativo dei segni e sintomi della OTS in modo da rendere più facile una sua identificazione:

- Calo della performance che continua nonostante un periodo di riposo relativamente lungo.
- Fatica e dolore muscolare
- Perdita di coordinazione e decremento della ampiezza ed efficienza del movimento
- Mal di testa
- Fatica cronica
- Fluttuazioni della pressione sanguigna e del battito cardiaco a riposo e durante l'esercizio

La syndrome da overtraining

- Disturbi gastrointestinali
- Alterazione delle funzioni sessuali(nella donna specialmente : oligomenorrea e amenorrea)
- Disturbi psicologici: ansia , depressione , apatia, difficoltà di concentrazione, instabilità emotionale e perdita dell'appetito
- Alterazioni immunologiche e biochimiche

LA TEORIA DELLE CITOCINE INFIAMMATORIE E CONSEQUENTE DISREGOLAZIONE NEUROENDOCRINA IMMUNOLOGICA

Molte teorie sono state sviluppate nel corso degli anni per spiegare la OTS ed alcune hanno mantenuto una certa validità. La maggioranza di queste teorie affrontano aspetti sintomatologici della sindrome , numerosi si sono concentrati sul ruolo dell'ipotalamo(9,12), sull'attivazione del sistema nervoso autonomo, grazie all'asse ipotalamico-pituitario-surrenalico (HPA) e ipotalamico-pituitario-gonadico (HPG) evidenziato da alterazione nel sangue delle catecolamine(14) , dei glucocorticoidi(11) e dei livelli di testosterone(1,5). Sembra certo che questi sistemi siano coinvolti sicuramente nella OTS in quanto correlati alla reazione ad uno stress estremo sia fisico che psicologico ma sembra tuttavia che l'attivazione di queste vie possa essere tuttavia una conseguenza e non un meccanismo primario di insorgenza. Esistono prove che dimostrano riduzioni ematiche di glutammina nella OTS. La teoria di Newsholme's sulla glutammina sostiene che questa diminuzione sia responsabile della

La syndrome da overtraining

ridotta risposta immunitaria e quindi dell'aumento del tasso di infezioni in quanto la glutammina è uno dei principali combustibili dei linfociti. Altri autori si sono concentrati sulla riduzione dei livelli ematici di triptofano che influenza la sintesi, quale precursore, della serotonina che a sua volta influenza cambiamenti comportamentali, il ciclo sonno-veglia e la riduzione dell'appetito(16). Altra ipotesi è stata fatta sul glicogeno(11) come responsabile dei cali prestazionali, in quanto secondo questa teoria non dimostrata però alcuni atleti non sarebbero in grado di assumere abbastanza calorie in confronto a quelle richieste da allenamenti estenuanti andando in contro a un calo del suddetto glicogeno e quindi delle energie a utilizzo del muscolo. Infine Foster e Lehman suggeriscono che la mancanza di variazioni di giorno in giorno nell'allenamento possa indurre un calo delle prestazioni fisiologiche legato sia alla monotonia psicologica che al sovraccarico sempre delle stesse strutture, fattore che favorirebbe anche gli infortuni(12,2). Al momento comunque non esiste una ipotesi che comprenda tutte le seguenti o che spieghi nei minimi dettagli i meccanismi che stanno alla base della OTS né tantomeno tutte le modificazioni fisiologiche che essa comporta.

Una delle teorie più accreditate, anche se non spiega tutti i meccanismi che portano alla OTS, che sta alla base di questa sindrome è quella formulata da Smith che evidenzia come l'innescò di tutto il processo di disregolazione sia da imputare al rilascio da parte del muscolo sottoposto a stress di citochine infiammatorie(7). In effetti Smith è partito dalla considerazione che in un muscolo sottoposto ad un allenamento intenso che non abbia riposato sufficientemente si producono dei danni muscolo/scheletrici/articolari. I monociti circolanti sono quindi attivati dalle citochine rilasciate in seguito al danno tissutale e a loro volta

La syndrome da overtraining

producono grosse quantità di citochine proinfiammatorie come ad esempio Interleuchina 1(IL1) beta, Interleuchina 6(IL6) , tumor necrosis factor(TNF)-alfa, che a loro volta producono una infiammazione sistemica che è alla base dello sviluppo della OTS. Questa teoria è supportata da studi che riguardano la biopsia di muscoli in atleti con sindrome da overtraining e da studi che hanno stabilito come in effetti ci siano negli atleti affetti da questa sindrome danni tissutali anche in altre parti della catena cinetica e non solo in quelle sottoposte al maggior carico di lavoro. Questa teoria mette come aspetti aggravanti per lo sviluppo della sindrome anche lo stress psicologico e una grave infezione virale . Gli studi effettuati per dimostrare questa teoria hanno dato solamente dei risultati parziali e ancora poche evidenze , anche se ad esempio in alcuni soggetti affetti da fascite plantare cronica sono stati ritrovati valori di infiammazione fuori della norma .

Questa teoria ad onor del vero cerca però a differenza delle altre di dare una spiegazione anche ai mutamenti di ordine psicologico che caratterizzano questa sindrome , e lo fa includendo negli organi bersaglio della infiammazione sistemica che si sviluppa anche il fegato e il sistema nervoso centrale . In effetti è corretto includere nei sintomi di questa sindrome un profondo cambiamento dell'umore associato a problemi cognitivi, ansia, depressione, nonché disinteresse agli allenamenti . Questi sintomi variano come importanza da atleta a d atleta , anche se vi è un generale accordo sulla loro presenza . Alcuni ricercatori imputano la comparsa di tali sintomi ad un maggiore assorbimento del triptofano da parte del cervello con conseguente aumento della serotonina, anche se nuove teorie basate su una più completa disregolazione psiconeuroimmunologica si stanno facendo largo. Per capire come sia possibile che queste alterazioni fisiologiche creino alterazione della La syndrome da overtraining

psiche bisogna capire quali sono i messaggeri chimici che portano alcuni messaggi al SNC , senza addentrarsi nel particolare meccanismo fisiologico basti sapere che tra questi vi sono proprio le citochine infiammatorie che mettono in comunicazione proprio quest'ultimo con il sistema immunitario.

DIAGNOSI

Il sospetto diagnostico nasce sulla base del calo persistente della performance anche se la diagnosi di OT e' in genere clinica e centrata sul rilevamento dei segni del disordine ormonale. Quando i segni di OT si rendono evidenti e' gia' troppo tardi, per cui e' necessario prevenire. Gli studi fatti per identificare markers in grado di monitorizzare precocemente l'instaurarsi della sindrome da OT sono numerosi(12,11,4) e spesso contrastanti ma emergono alcuni aspetti di particolare interesse già citati prima come la glutammina, l'eccitabilità neuromuscolare, le catecolamine urinarie e la frequenza cardiaca notturna. Ma ciò che più dà speranze di trovare un semplice test di diagnosi dell' OTS riguarda l'identificazione della presenza della cosiddetta "componente lenta" nella cinetica del $\dot{V}O_2$ che costituirebbe un'indicazione veloce e precisa della sindrome da OTS in quanto essa rappresenta un costo aggiuntivo di $\dot{V}O_2$, in funzione del carico applicato , il che riduce l'efficienza del motore metabolico(18,13). In una situazione di squilibrio metabolico e di diminuita sensibilità cellulare, quale quella dell'OT, e' ipotizzabile un sensibile peggioramento della efficienza metabolica e quindi un aumento di questa componente lenta. La convalida sperimentale di questa ipotesi potrebbe offrire uno strumento di diagnosi precoce molto semplice e

preciso, non solo, risulterebbe di grande aiuto anche per il controllo delle fasi di overreaching durante l'allenamento.

ALLENAMENTO-RECUPERO-SUPERCOMPENSAZIONE

L'Allenamento Sportivo è un processo pedagogico-educativo complesso, bioeticamente fondato, che si sviluppa in lunghi archi di tempo, possibilmente a partire dall'infanzia, e che si completa con l'organizzazione sistematica dell'esercizio fisico, ripetuto in quantità, con intensità e con grado di efficacia tali da produrre carichi sempre diversificati ma progressivamente crescenti, che stimolino i processi biologici di aggiustamento, di adattamento e di supercompensazione dell'organismo e favoriscano l'incremento delle capacità fisiche, psichiche, tecniche e tattiche dell'atleta, al fine di accrescerne, consolidarne ed esaltarne ragionevolmente il rendimento in competizione. Pasquale Bellotti, 2002

Questa definizione di allenamento , universalmente riconosciuta come una delle piu' corrette , permette di comprendere a pieno che l'allenamento è un processo molto complicato , che coinvolge sia aspetti fisiologici,anatomici che psicologici dell'individuo , un lavoro organizzato che si svolge nel corso di molti anni e che fornisce all'organismo stimoli continui diversificati sempre crescenti che tendono attraverso meccanismi di aggiustamento , adattamento , di supercompensazione a far migliorare le performances del soggetto.

Vediamo ora ,in breve, cosa intende la metodologia dell'allenamento per Adattamento,Supercompensazione e Recupero:

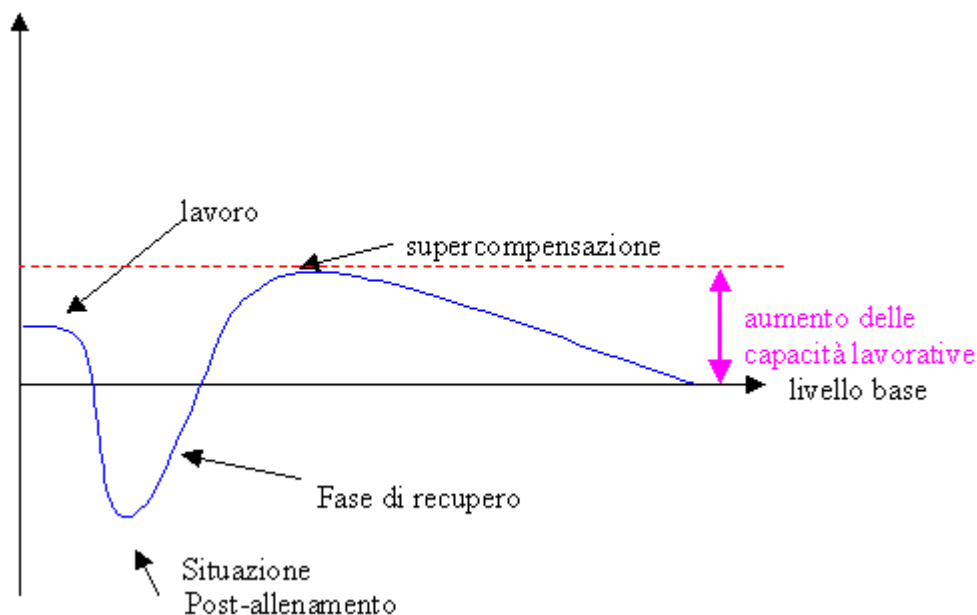
La syndrome da overtraining

ADATTAMENTO

L'adattabilità è la capacità dell'organismo umano di modificare, più o meno stabilmente, il proprio stato e il proprio equilibrio funzionale come risposta a qualsivoglia tipo di sollecitazione ambientale.

SUPERCOMPENSAZIONE

Con il termine di supercompensazione si intende quel processo fisiologico che permette all'organismo, dopo che è stato sottoposto ad uno stimolo allenante e dopo che sono stati rispettati i giusti tempi di recupero, di incrementare la capacità globale di sopportare quel determinato carico di lavoro, ovvero di migliorare le sue performances. Questo principio è quello che sta alla base della moderna metodologia dell'allenamento e può facilmente essere esemplificato dalla tabella che segue:



RECUPERO

La syndrome da overtraining

Con questo termine solitamente si indica, in generale, il recupero delle capacità prestative dell'atleta nel periodo successivo a carichi di allenamento che abbiano inficiato le risorse energetiche; nello specifico, si intende il ripristino della funzionalità ottimale dei vari singoli organi/apparati che sono stati affaticati. In relazione a quest'ultimo aspetto si devono tenere presenti almeno tre considerazioni:

- I processi di recupero dell'organismo non avvengono contemporaneamente, ma sono definiti **eterocroni**; ossia, i processi di recupero necessari ai vari apparati ed alle grandi funzioni organico – metaboliche sono caratterizzati da fasi, tempi e modalità differenti e rispondono sempre in modo specifico. Ciò significa che il recupero necessario a ripristinare i fosfati è diversissimo da quello richiesto dall'anabolismo proteico.
- La velocità con cui l'organismo provvede a recuperare i vari substrati è in strettissima relazione con il tipo di sollecitazione delle capacità motorie, e quindi con il livello di intensità e volume della singola seduta; in particolare, maggiore è il volume della seduta, maggiore sarà il tempo necessario al recupero dei substrati intaccati; secondo la teoria della supercompensazione, il recupero favorisce l'elevazione del potenziale biochimico e funzionale oltre i livelli iniziali in possesso dell'atleta prima dell'allenamento; la successione ravvicinata di due o più sedute di allenamento impedisce tale innalzamento conducendo l'atleta, laddove tale errata programmazione dovesse persistere, a fenomeni di overtraining e overreaching.
- Il tempo di recupero minimo, di conseguenza, deve essere programmato e concesso all'atleta in considerazione della tipologia di seduta a cui è stato sottoposto, al volume della stessa ed alle

La syndrome da overtraining

capacità sollecitate. Se per le esercitazioni di resistenza è possibile prevedere due sedute più ravvicinate che non consentono il recupero completo e che sollecitano l'organismo per sommazione di stimoli, gran parte della letteratura mette in guardia dal prevedere le sedute ravvicinate quando l'obiettivo delle stesse riguarda gli apprendimenti tecnici o l'allenamento della velocità e della rapidità di esecuzione. La seguente tabella raffigura i tempi di recupero da parziale a totale a seconda del tipo di lavoro realizzato in allenamento.

Tab.1

TIPO DI ALLENAMENTO	RESISTENZA AEROBICA	RESISTENZA ANAEROBICA	POTENZA (Forza esplosiva)	IPERTROFIA MUSCOLARE	VELOCITÀ – TECNICA
Sistema funzionale	Aerobico	Anaerobico	Anaerobico lattacido e alattacido	Metabolismo proteico	Sistema neuromuscolare
Recupero incompleto	-	1,5-2 ore	Circa 2-3 ore	Circa 2-3 ore	Circa 2-3 ore
Recupero 90 – 95%	Circa 12 ore	Circa 12 ore	Circa 12-18 ore	Circa 18 ore	Circa 18 ore
Recupero totale	Circa 24-36 ore	Circa 24-28 ore	Circa 48-72 ore	Circa 72-84 ore	Circa 72 ore

Analizziamo ora quali sono brevemente i tre principi fondamentali su cui si basa la metodologia dell'allenamento:

PRINCIPIO DELLA VARIAZIONE DEL CARICO. In particolare gli sport ciclici sono poveri di contenuti tecnici e standardizzando in maniera eccessiva le modalità di lavoro si causa un ristagno della prestazione. Occorre quindi, dare spazio anche ad esercizi multilaterali specifici apportando, per quanto possibile, variazioni all'allenamento, specie nell'età evolutiva.

La syndrome da overtraining

PRINCIPIO DELLA RELAZIONE OTTIMALE FRA CARICO E RECUPERO: un corretto dosaggio del recupero in rapporto al carico è fondamentale perché se non si dà il tempo all'organismo di recuperare si instaura uno stato generale di stress dovuto al sovrallenamento.

PRINCIPIO DELLA RIGENERAZIONE PERIODICA: rigenerazione soprattutto psicofisica e nervosa.

DISCUSSIONE

La syndrome da overtraining

In conclusione si può affermare che se da queste brevi e generali considerazioni sull'allenamento, sulla sua periodizzazione, sugli effetti che esso stimola e sugli adattamenti fisiologici che ne conseguono, si può comprendere come esso sia un processo molto difficile da seguire e pieno di incognite, che condiziona l'intera attività dell'organismo che viene sottoposto a questi stimoli, dai paragrafi precedenti, relativi alla sindrome da overtraining, si evince invece come questi stimoli se applicati in modo e tempi errati possono portare ad una serie di gravi conseguenze fisiologiche e psicologiche che condizionano la vita del soggetto per lungo tempo.

A tal proposito utile sarebbe considerare adeguatamente, al fine di evitare la comparsa di OTS, un concetto caro a noi terapisti manuali e in generale a chi ha un approccio scientifico alla medicina che è quello rappresentato da CARICO e CAPACITÀ di CARICO. In effetti questa sindrome così grave non solo dal punto di vista fisiologico ma anche e sicuramente da quello partecipativo, potrebbe essere ricondotta proprio ad un errato rapporto tra carico e capacità di carico, quest'ultima che abbiamo visto essere, durante il corso degli studi, condizionabile in negativo non solo da problematiche anatomiche ma anche da condizioni quali ad esempio lo stress.

E' chiaro che dalla letteratura presa in esame si evidenzia anche che la OTS non sia una condizione così facile da raggiungere, almeno per noi fisioterapisti che ci occupiamo di riabilitare soggetti sportivi e non per relativamente brevi periodi e per carichi che possono sembrare di molto al di sotto della soglia di sovrallenamento, ma la nostra azione non può comunque prescindere dalla considerazione che la capacità di carico sia locale che generale e conseguentemente il carico applicato nelle sedute riabilitative debba essere ponderato con cura anche considerando proprio la sindrome da overtraining

il fatto che essi sono soggetti patologici dove quindi c'è molto spesso una alterazione di queste capacità. Utile sarebbe riconoscere il tipo di stimolo allenante che si sta proponendo al nostro paziente e avvalendosi della tab.1 rappresentata nelle pagine precedenti rispettare i tempi di recupero delle strutture stimulate al fine di sapere sempre se si stanno rispettando i tempi di recupero delle strutture coinvolte.

In fine l'attenzione dei colleghi che si occupano in particolare di settori agonistici deve essere su questi aspetti al fine di evitare agli ad alcuno lo sviluppo di questa grave sindrome , i cui meccanismi sono ancora in parte solo supposti e non verificati , per la quale non vi sono ancora buone possibilità di diagnosi e quindi di prevenzione se non quella di rispettare la capacità di caricabilità dell'insieme ed il carico a cui viene sottoposto.

BIBLIOGRAFIA :

La syndrome da overtraining

1Fry AC. Schilling BK. Weiss LW. Chiu LZ. beta2-Adrenergic receptor downregulation and performance decrements during high-intensity resistance exercise overtraining. [Journal Article. Randomized Controlled Trial. Research Support, Non-U.S. Gov't] Journal of Applied Physiology. 101(6):1664-72, 2006 Dec.

2Gastmann UA. Lehmann MJ. Overtraining and the BCAA hypothesis. [Review] [62 refs] [Journal Article. Review] Medicine & Science in Sports & Exercise. 30(7):1173-8, 1998 Jul.

3Budgett R. Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome. [Review] [33 refs] [Journal Article. Review] British Journal of Sports Medicine. 32(2):107-10, 1998 Jun.

4Elloumi M. El Elj N. Zaouali M. Maso F. Filaire E. Tabka Z. Lac G. IGFBP-3, a sensitive marker of physical training and overtraining. [Journal Article] British Journal of Sports Medicine. 39(9):604-10, 2005 Sep.

5Maso F. Lac G. Filaire E. Michaux O. Robert A. Salivary testosterone and cortisol in rugby players: correlation with psychological overtraining items. [Journal Article] British Journal of Sports Medicine. 38(3):260-3, 2004 Jun.

6Hedelin R. Kentta G. Wiklund U. Bjerle P. Henriksson-Larsen K. Short-term overtraining: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. [Journal Article. Research Support, Non-U.S. Gov't] Medicine & Science in Sports & Exercise. 32(8):1480-4, 2000 Aug.

7Smith LL. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress?. [Journal Article. Research Support, Non-U.S. Gov't] Medicine & Science in Sports & Exercise. 32(2):317-31, 2000 Feb.

8Hartmann U. Mester J. Training and overtraining markers in selected sport events. [Journal Article] Medicine & Science in Sports & Exercise. 32(1):209-15, 2000 Jan.

9Fry AC. Kraemer WJ. Ramsey LT. Pituitary-adrenal-gonadal responses to high-intensity resistance exercise overtraining. [Journal Article] Journal of Applied Physiology. 85(6):2352-9, 1998 Dec.

10Gabriel HH. Urhausen A. Valet G. Heidelberg U. Kindermann W. Overtraining and immune system: a prospective longitudinal study in endurance athletes. [Journal Article. Research Support, Non-U.S. Gov't] Medicine & Science in Sports & Exercise. 30(7):1151-7, 1998 Jul.

11Snyder AC. Overtraining and glycogen depletion hypothesis. [Journal Article. Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S.] Medicine & Science in Sports & Exercise. 30(7):1146-50, 1998 Jul.

La syndrome da overtraining

- 12Lehmann M. Foster C. Dickhuth HH. Gastmann U. Autonomic imbalance hypothesis and overtraining syndrome. [Journal Article] Medicine & Science in Sports & Exercise. 30(7):1140-5, 1998 Jul.
- 13Tyler CM. Golland LC. Evans DL. Hodgson DR. Rose RJ. Changes in maximum oxygen uptake during prolonged training, overtraining, and detraining in horses. [Journal Article] Journal of Applied Physiology. 81(5):2244-9, 1996 Nov.
- 14Phichot V. Busso T. Roche F. Garet M. Costes F. Duverney D. Lacour JR. Barthelemy JC. Autonomic adaptation to intensive and overload training periods: a laboratory study Medicine & Science in Sport & Exercise June 2002
- 15Hynynen E. Uusitalo A. Kontinen N. Rusko H. Heart Rate Variability during Night Sleep and after Awakening in Overtrained Athletes Medicine & Science in Sport & Exercise August 2005
- 16Angeli A. Minetto M. Dovio A. Paccotti P. The overtraining syndrome in athletes: A stress-related disorder. Review Article Journal Endocrinological Invest. Novembre 2003
- 17Hedelin R. Wiklund U. Bjerle P. Henriksson-larsen K. Cardiac autonomic imbalance in a overtrained athlete Medicine & Science in Sport & Exercise Novembre 1999
- 18Billat VL. Flechet B. Petit B. Muriaux G. Koralsztejn JP. Interval training at VO₂max: effects on aerobic performance and overtraining markers. [Journal Article] Medicine & Science in Sports & Exercise. 31(1):156-63, 1999 Jan.