

## Esercizio fisico abituale e prevenzione

Tutti coloro che si occupano di scienza dello sport sentono oggi il dovere di diffondere tra il grande pubblico gli importanti risultati conseguiti dalla ricerca ufficiale, in particolare in considerazione dell'evidenziata interrelazione tra corretto esercizio fisico abituale e benessere nell'uomo.

Scopo di questa breve presentazione è quello di fornire un fattivo contributo all'interscambio delle informazioni riguardanti gli effetti dell'esercizio fisico cronico maggiormente coinvolti nella determinazione di una migliore qualità della vita, certamente più sana e presumibilmente anche più lunga. Nonostante il settore dell'informazione nell'area scientifica dell'esercizio fisico stia attraversando in Italia un primo periodo di timido dinamismo, non c'è ombra di dubbio che la circolazione delle informazioni costituisce un indispensabile piedistallo tramite il quale indurre nella popolazione una positiva significativa modificazione delle abitudini motorie. Con questo obiettivo è riportata qui sotto una sintesi conoscitiva dei principali aspetti biochimico-fisiologici provocati nell'uomo dall'attività muscolare ripetuta (allenamento).

\* Aumento del massimo consumo di ossigeno e della gettata cardiaca. Il massimo consumo di ossigeno ( $\text{VO}_2 \text{ max}$ ) è la quantità massima di ossigeno che il soggetto riesce a consumare quando viene sottoposto ad esercizio fisico dinamico di massima intensità. L'adeguato allenamento può condurre ad un aumento del  $\text{VO}_2 \text{ max}$  superiore al 20%. Gli effetti dell'allenamento sulla gettata cardiaca comprendono un aumento della massima gettata cardiaca (~10%), del massimo volume sistolico (~15%) e della massima differenza artero-venosa dell'ossigeno (~6%). Gli effetti del riposo prolungato a letto (3 settimane), inducono invece effetti contrari a quelli dell'allenamento. Questo dimostra la malleabilità del sistema cardiovascolare, i cui limiti funzionali superiori sono determinati geneticamente, poiché la massima gettata cardiaca e il massimo consumo di ossigeno negli atleti sono risultati sistematicamente più elevati rispetto ai soggetti allenati, non atleti.

\* Riduzione della frequenza cardiaca ad un dato consumo di ossigeno.

Sono numerosi ed evidenti i vantaggi apportati dall'esercizio fisico al sistema cardiocircolatorio. Essi sono ben conosciuti fin dalla fine degli anni sessanta e riguardano l'aumento del massimo consumo di ossigeno, l'aumento della massima ventilazione volontaria, la diminuzione del contenuto di O<sub>2</sub> nel sangue arterioso, l'aumento della massima gettata cardiaca e della massima gettata sistolica, l'aumento della massima differenza artero-venosa dell'ossigeno (NB: la frequenza cardiaca massima non è invece un parametro modificabile con l'allenamento, ma dipende sostanzialmente dall'età. Frequenza cardiaca mx. = 220 - il numero degli anni). Per effetto positivo di tutti questi adattamenti, il soggetto è in grado di sostenere lo stesso sforzo (lavoro meccanico espresso in watt) con una diminuzione della potenza metabolica (espressa in ml di VO<sub>2</sub> min<sup>-1</sup>).

\* Riduzione della pressione arteriosa.

Anche se non ci sono ricerche scientifiche completamente concordanti, la regolare attività fisica di tipo aerobico sembra avere effetti positivi nella riduzione della pressione arteriosa. I meccanismi coinvolti riguardano sia gli effetti diretti dell'esercizio fisico sui parametri emodinamici, sul tessuto nervoso e sul sistema umorale, sia indiretti tramite la riduzione del peso corporeo.

\* Riduzione del lavoro del cuore.

Il lavoro che il cuore effettua deriva sostanzialmente da due variabili: frequenza cardiaca e pressione arteriosa media (è la pressione diastolica, la cosiddetta minima, più 1/3 della differenziale). Gli individui correttamente attivi tendono a far lavorare di meno il cuore sia in condizioni di riposo (consumo di O<sub>2</sub> ( MVO<sub>2</sub> ) circa 20-24 ml min<sup>-1</sup>) sia in condizioni di lavoro muscolare (100-120 ml min<sup>-1</sup>). In accordo a quanto sopra citato, tutti gli adattamenti cardiovascolari indotti da un corretto allenamento determinano una riduzione della richiesta miocardica di ossigeno, quindi una riduzione del lavoro cardiaco.

\* Migliorata efficienza del muscolo cardiaco.

L'allenamento alla resistenza, contrariamente all'allenamento isometrico, conduce ad un aumento del volume telediastolico, cioè della quantità di sangue presente nelle cavità ventricolari alla fine della contrazione, senza provocare particolari modificazioni delle pareti cardiache. Non possono essere interpretati allo stesso modo per l'uomo alcuni adattamenti metabolici dell'allenamento che sono stati invece riscontrati nel cane (aumento circoli collaterali);

\* Aumentata vascolarizzazione miocardica.

Non è ancora tutt'oggi completamente chiaro se in seguito ad allenamento si verifichi anche un concomitante aumento del letto coronarico con proliferazione dei capillari. Il fenomeno, se confermato, avrebbe una indubbia efficacia nella protezione di molte malattie del cuore. Nell'uomo è stato dimostrato che il flusso coronarico, cioè la quantità di sangue che arriva al cuore, è direttamente proporzionale all'intensità dell'esercizio fisico e che nel soggetto sano non si notano fenomeni di origine ischemica, cioè di diminuita quantità di sangue al cuore rispetto alle sue necessità metaboliche.

\* Aumentata densità dei capillari nel muscolo scheletrico.

Parallelamente ad un aumentato consumo di ossigeno, nel muscolo scheletrico viene incrementata anche la densità del numero di capillari; ciò provoca un prolungamento del tempo di transito del sangue con conseguente miglioramento dello scambio di substrati, metaboliti e gas fra sangue e tessuto. Al riguardo, è stata documentata una significativa correlazione fra l'incremento del numero dei capillari nel muscolo scheletrico e la riduzione della frequenza cardiaca per un dato carico lavorativo sottomassimale. Questi rilievi sono importanti poiché dimostrano che è possibile ridurre il lavoro del cuore migliorando semplicemente la capillarizzazione nei muscoli scheletrici e la potenza aerobica in generale ( $VO_2 \text{ max}$ ).

\* Aumentata attività degli enzimi aerobici nel muscolo scheletrico.

Gli enzimi aerobici sono dei catalizzatori biologici localizzati all'interno dei mitocondri e hanno la funzione di provvedere al rifornimento di

ATP tramite l'ossidazione di zuccheri e grassi. In relazione al tipo di allenamento si determinano anche significativi aumenti degli enzimi mitocondriali secondo le seguenti percentuali: 30-40% per l'allenamento di fondo; 15-25% per l'allenamento allo sprint o ad intervalli. In relazione al tipo di allenamento, le variazioni dei principali enzimi mitocondriali avvengono comunque sempre con un rapporto costante.

\* Riduzione della produzione di acido lattico ad una data percentuale del massimo consumo di ossigeno ( $\text{VO}_2 \text{ max}$ ).

L'allenamento alla resistenza provoca nel soggetto una maggiore tolleranza allo sforzo dovuta ad un più tardivo intervento del meccanismo energetico lattacido a parità di carico lavorativo, oppure allo stesso tasso di accumulo di acido lattico per intensità lavorative più elevate.

\* Aumentata abilità ad utilizzare gli acidi grassi in corso di esercizio fisico con conseguente effetto risparmio sul glicogeno. L'individuo allenato alla resistenza utilizza proporzionalmente più acidi grassi e meno carboidrati. In questo modo, una data scorta di glicogeno durerà più a lungo migliorando conseguentemente la resistenza allo sforzo. Le cellule muscolari, infatti, sono particolarmente sensibili ai loro depositi endogeni di glicogeno e quando questi sono esauriti un lavoro abbastanza intenso non può più essere continuato.

\* Migliorata funzionalità e struttura dei legamenti, tendini e articolazioni.

Cambiamenti strutturali nelle ossa, legamenti e tendini sono stati più facilmente dimostrati in concomitanza di una diminuita piuttosto che di una aumentata attività fisica. L'immobilizzazione, per esempio, diminuisce la concentrazione di collagene nei legamenti e nei tendini. L'inattività non solo influenza negativamente la forza del muscolo, la composizione dell'osso e delle articolazioni, ma diminuisce anche le forze che sono trasmesse dai legamenti e dai tendini. Studi condotti sugli astronauti e sulle persone immobilizzate hanno costantemente dimostrato una rarefazione del tessuto osseo.

\* Aumentato rilascio di endorfine.

Le endorfine sono oppioidi endogeni prodotte dal lobo anteriore dell'ipofisi e presumibilmente anche dal sistema nervoso centrale. Esse intervengono quali co-fattori nella regolazione del sistema immunologico (attività delle cellule N.K.), dell'umore e nella modulazione della risposta endocrina allo stress. Sembra inoltre che le endorfine abbiano un certo effetto nella percezione del dolore. Alcuni studi hanno infatti dimostrato che la percezione del dolore è diminuita nei soggetti che praticano attività sportiva. Si notano incrementi significativi di endorfine nel plasma dopo esercizio fisico svolto ad una intensità del 45% del  $\text{VO}_2$  max (= offerta metabolica aerobica massima) per un periodo superiore ai 40 min.

\* Riduzione dell'aggregazione piastrinica.

Anche se permangono dubbi, sembra che la regolare attività fisica di tipo aerobico riduca l'aggregabilità e l'adesività delle piastrine. Tra i fattori che intervengono nella modulazione della coagulazione e dell'attività fibrinolitica vi sono le prostacicline, sostanze antiaggreganti, e il trombossano, sostanza avente effetti aggreganti. Dopo due mesi di corsa tipo jogging è stata documentata una diminuzione plasmatica di trombossano e una aumentata concentrazione di prostacicline.

\* Favorita normalizzazione di una ridotta tolleranza al glucosio

Nel sedentario con l'invecchiamento c'è la tendenza ad avere elevati livelli di glucosio nel sangue causati, il più delle volte, da una eccessiva concentrazione plasmatica di insulina. L'esercizio fisico abituale riduce invece l'iperinsulinemia di base sia tramite una aumentata metabolizzazione (eliminazione) dell'ormone sia per effetto di una diminuita secrezione (diminuzione del tono parasimpatico a livello delle beta cellule pancreatiche). Inoltre, in corso di esercizio fisico aumenta la permeabilità delle cellule muscolari per cui il glucosio può diffondere liberamente dal sangue all'interno delle cellule indipendentemente dal legame recettore-insulina.

\* Migliorato controllo del peso corporeo.

L'incremento del grasso corporeo è la conseguenza di uno sbilancio dell'omeostasi in cui l'introito calorico supera il dispendio. Poiché la capacità di immagazzinamento dell'energia calorica sotto forma di carboidrati è estremamente ridotta (circa 1000 Kcal), tutte le calorie in eccesso vengono depositate sotto forma di trigliceridi negli adipociti, cioè nel tessuto adiposo. L'esercizio fisico sollecitando il metabolismo aerobico a livello del muscolo scheletrico induce una aumentata mobilizzazione e utilizzazione ossidativa dei trigliceridi contenuti negli adipociti, con conseguente riduzione del peso corporeo.

\* Incremento del rapporto HDL/LDL.

Le lipoproteine plasmatiche HDL, in particolare le HDL<sub>2</sub>, hanno un effetto antiaterogeno; mentre le LDL, lipoproteine a bassissima densità, hanno un effetto aterogeno. Dopo allenamento aerobico, cioè a concentrazioni plasmatiche costanti di acido lattico, è stata riscontrata una significativa riduzione delle LDL e un consistente aumento della frazione HDL, in particolare HDL<sub>2</sub>. Molto, ovviamente, dipende dall'importante rapporto HDL/LDL. In ogni caso è auspicabile che l'esercizio fisico sia di tipo aerobico, poiché l'enzima che interviene nel catabolismo delle lipoproteine plasmatiche a livello muscolare, cioè la lipoproteina lipasi, si trova solo sui fasci muscolari rossi (fibre di tipo 1, aerobiche, con un rapporto  $ATP/O_2=37/6=16,67$ ).

\* Aumento della forza muscolare.

L'allenamento alla forza determina un aumento graduale della massa muscolare scheletrica, con conseguente incremento del diametro trasverso delle fibre senza però determinare un aumento del loro numero (ipertrofia, non neoformazione di fibre).

\* Altri importanti effetti indotti dall'esercizio fisico cronico riguardano:

a) l'andamento favorevole in caso di mortalità per incidenti cardiovascolari;

b) riduzione della sensazione di fatica ad una determinata

intensità di esercizio fisico c) aumento dello "sprouting" delle fibre; d)

contrastata osteoporosi; e) aumentata tolleranza all'ambiente caldo; f)

migliorata “endurance” in corso di lavoro muscolare; g) aumento IL-6 per intensità di esercizio superiori al 75% della  $VO_2$  max.

In conclusione. Sembra che la nota formula secondo la quale si deve cercare di ottenere “i massimi risultati col minimo sforzo” non sia applicabile soltanto al mondo degli affari. La prima legge dell'economia ha infatti i propri convinti sostenitori anche nel campo della salute. Alcuni dei maggiori effetti generali dell'attività fisica sopra descritti hanno implicazioni sul benessere fisico dell'individuo. Comunque perché la pratica sportiva risulti positiva per la salute è necessario che i cambiamenti in struttura e funzione sopra accennati avvengano nella forma energeticamente più economica: cioè paradossalmente eseguendo la minor quantità di esercizio fisico possibile.

## EFFETTI DELL'ATTIVITA' FISICA ABITUALE E DI MODERATA INTENSITA' (CAMMINO E CORSA)

*Per gentile concessione del Professor P.O. Astrand, Karolinska Institute, Fisiologia III, Stoccolma (Svezia)*

- ❖ Aumento del massimo consumo di ossigeno e della gettata cardiaca-gettata sistolica
- ❖ Riduzione della frequenza cardiaca ad un dato consumo di ossigeno
- ❖ Riduzione della pressione arteriosa
- ❖ Riduzione del prodotto frequenza cardiaca x pressione arteriosa
- ❖ Migliorata efficienza del muscolo cardiaco
- ❖ Migliorata vascolarizzazione del miocardio
- ❖ Favorevole evoluzione della morbilità e della mortalità della malattia cardiaca
- ❖ Aumentata densità capillare nel muscolo scheletrico
- ❖ Aumentata attività degli enzimi “aerobici” nei muscoli scheletrici
- ❖ Ridotta produzione di acido lattico ad una data percentuale del massimo consumo di ossigeno
- ❖ Elevata abilità di utilizzare gli acidi grassi come substrato energetico durante esercizio (effetto risparmio del glicogeno)
- ❖ Aumentata resistenza durante l'esercizio

- ❖ Aumentato metabolismo (NB: vantaggioso dal p.v. nutrizionale)
- ❖ Contrastata obesità
- ❖ Aumento del rapporto HDL/LDL
- ❖ Migliorata struttura e funzione dei legamenti, tendini e articolazioni
- ❖ Aumentata forza muscolare
- ❖ Ridotta sensazione di fatica ad una data intensità lavorativa
- ❖ Aumento del rilascio di endorfine
- ❖ Elevato “sprouting” collaterale
- ❖ Aumentata tolleranza all’ambiente caldo (aumentata velocità di sudorazione)
- ❖ Ridotta aggregazione piastrinica
- ❖ Contrastata osteoporosi
- ❖ Può normalizzare una ridotta tolleranza al glucosio
- ❖ Aumento IL-6 per intensità di esercizio superiori al 75% del VO<sub>2</sub> max (da Exercise, Muscle and metabolism; Deakin University, Australia 2001).