

# Documento Cardiologico di Consenso della Task Force Multisocietaria

## La prescrizione dell'esercizio fisico in ambito cardiologico

(Parte prima)

### **Consensus Statement of Multisocietary Task Force Prescription of physical exercise in the cardiological environment (First part)**

Franco Giada, Roberto Carlon

Per la Task Force Multisocietaria:  
Federazione Medico Sportiva Italiana (FMSI)  
Società Italiana di Cardiologia dello Sport (SIC Sport)  
Associazione Nazionale Cardiologi Extra-Ospedalieri (ANCE)  
Associazione Nazionale Medici Cardiologi Ospedalieri (ANMCO)  
Gruppo Italiano di Cardiologia Riabilitativa (GICR)  
Società Italiana di Cardiologia (SIC)

*Monaldi Arch Chest Dis 2007; 68: 13-30.*

#### Componenti / Autori

---

**Franco Giada** (Chairman)  
Dipartimento Cardiovascolare  
Ospedale Umberto I, Mestre-Venezia

**Piergiuseppe Agostoni**  
Centro Cardiologico Monzino  
IRCCS, Università di Milano, Milano

**Romualdo Belardinelli**  
Ospedali Riuniti  
Presidio Cardiologico "G.M. Lancisi"  
Ancona

**Roberto Carlon**  
Dipartimento Cardiovascolare  
Ospedale Civile, Cittadella (PD)

**Luigi D'Andrea**  
Cattedra di Patologia Clinica  
Università degli Studi Federico II, Napoli

**Antonino de Francesco**  
Servizio di Cardiologia dello Sport  
A.O. San Giovanni-Addolorata  
Roma

**Riccardo Guglielmi**  
Cardiologia Clinica di Supporto  
alla Medicina dello Sport  
Azienda Policlinico Consorziata, Bari

**Alessandro Biffi** (Chairman)  
Istituto di Medicina  
e Scienza dello Sport, CONI, Roma

**Alberto Anedda**  
Presidio Medicina dello Sport  
AUSL Parma

**Roberto Bettini**  
DH Cardiologia Riabilitativa  
Ospedale S. Giovanni  
Mezzolombardo (TN)

**Bruno Carù**  
Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Milano

**Pietro Delise**  
U.O. di Cardiologia  
Ospedale di Conegliano (TV)

**Francesco Fattirolli**  
Centro Regionale di Riferimento  
per la Riabilitazione Cardiologica  
A.O.U. Careggi, Firenze

**Umberto Guiducci**  
Dipartimento Area Critica  
Arcispedale S. Maria Nuova  
Reggio Emilia

**Antonio Notaristefano**  
Unità di Terapia Intensiva Cardiologica  
Azienda Ospedaliera, Perugia

**Maria Penco**  
Scuola di Specializzazione  
in Cardiologia - Università di L'Aquila

**Gaetano Thiene**  
Istituto di Anatomia Patologica  
Università degli Studi di Padova

**Paolo Zeppilli**  
Istituto di Medicina Interna e Geriatria  
Cattedra e Scuola di Specializzazione  
in Medicina dello Sport Università Cattolica  
del Sacro Cuore, Roma

**Antonio Pelliccia**  
Istituto di Medicina  
e Scienza dello Sport, CONI, Roma

**Francesco Perticone**  
Università Magna Graecia  
Catanzaro

**Margherita Vona**  
Riabilitazione Cardiologica  
Ospedale Beauregard, Aosta

---

### Esperti Consultati

---

**Giuseppe Maria Andreozzi**  
U.O.C. di Angiologia  
A.O. Università degli Studi di Padova

**Umberto Berrettini**  
Cardiologia, Ospedale Cardiologico  
G.M. Lancisi, Ancona

**Raffaele Calabrò**  
Cattedra di Cardiologia  
Unità delle Cardiopatie Congenite dell'Adulto  
II Università degli Studi di Napoli

**Pierluigi Colonna**  
Cardiologia Pediatrica  
Ospedale Cardiologico G.M. Lancisi, Ancona

**Roberto D'Ajello**  
Avvocato Generale  
presso la Corte d'Appello di Napoli

**Bruno De Piccoli**  
Dipartimento Cardiovascolare  
Ospedale Umberto I, Mestre-Venezia

**Simona Giampaoli**  
Istituto Superiore di Sanità  
Roma

**Elio Palombj**  
Facoltà di Scienze Politiche  
Università degli Studi Federico II  
Napoli

**Silvia Priori**  
Divisione di Cardiologia Molecolare  
Fondazione S. Maugeri  
Università degli Studi di Pavia

**Massimo Santini**  
U.O. di Cardiologia  
Ospedale San Filippo Neri, Roma

**Antonio Bonetti**  
Cattedra di Medicina dello Sport  
Università degli Studi di Parma

**Armando Calzolari**  
Medicina dello Sport  
Ospedale Pediatrico  
Bambino Gesù, Roma

**Domenico Corrado**  
Cattedra di Cardiologia  
Università degli Studi di Padova

**Francesco De Falco**  
Sost. Procuratore della Repubblica  
presso il Tribunale di Benevento

**Marcello Faina**  
Istituto di Medicina  
e Scienza dello Sport, CONI, Roma

**Alfredo Leone**  
U.O.S. di Riabilitazione Vascolare  
Casa di Cura Carmide, Catania

**Fernando Maria Picchio**  
Cardiologia Pediatrica  
e dell'Età Evolutiva  
Università degli Studi di Bologna

**Antonio Raviele**  
Dipartimento Cardiovascolare  
Ospedale Umberto I  
Mestre-Venezia

**Berardo Sarubbi**  
Cattedra di Cardiologia  
Unità delle Cardiopatie Congenite dell'Adulto  
II Università degli Studi di Napoli

**Sirio Simplicio**  
Istituto di Medicina Legale  
Università degli Studi di Bari

**Gabriele Vignati**  
Dipartimento Cardiologico "A. De Gasperis"  
Ospedale Niguarda Ca' Granda, Milano

### Revisori del Documento

**Paolo Alboni**  
Unità Operativa di Cardiologia  
Ospedale di Cento (FE)

**Giuseppe Calsamiglia**  
Unità Operativa di Cardiologia  
Fondazione S. Maugeri, Pavia

**Maurizio Casasco**  
Scuola di Specializzazione  
in Medicina dello Sport  
Università degli Studi di Brescia

**Daniele D'Este**  
U.O. di Cardiologia  
Ospedale di Mirano  
Venezia

**Marcello Disertori**  
U.O. di Cardiologia  
Ospedale di Trento

**Pantaleo Giannuzzi**  
Divisione di Cardiologia, Fondazione  
S. Maugeri, IRCCS,  
Istituto Scientifico di Veruno (NO)

**Maurizio Lunati**  
Unità Operativa di Cardiologia  
Ospedale Niguarda Ca' Granda, Milano

**Carlo Menozzi**  
Unità Operativa di Cardiologia  
Ospedale di Reggio Emilia

**Giuseppe Vergara**  
Unità Operativa di Cardiologia  
Ospedale di Rovereto (TN)

### Indirizzo per la corrispondenza:

**Franco Giada**  
Dipartimento Cardiovascolare  
Ospedale Umberto I  
Via Circonvallazione 50  
30170, Mestre-Venezia - tel. 041/2607201  
e-mail: [francogiada@hotmail.com](mailto:francogiada@hotmail.com)

**Alessandro Biffi**  
Istituto di Medicina  
e Scienza dello Sport del CONI  
Via dei Campi Sportivi, 46  
00196, Roma - tel. 06/36859185  
e-mail: [a.biffi@libero.it](mailto:a.biffi@libero.it)

### Indice (Parte prima)

M. Casasco, P. Delise	16	Prefazione <i>Presentation</i>
F. Giada, A. Biffi	16	Introduzione <i>Introduction</i>
M. Vona, S. Giampaoli, R. Belardinelli, R. Carlon	17	Attività fisica e Malattie Cardiovascolari: Aspetti Epidemiologici e Clinici <i>Physical activity and Cardiovascular diseases: Epidemiologic and Clinical aspects</i>
P. Zeppilli, M. Faina, A. Biffi	22	Classificazione delle attività fisiche e sportive <i>Classification of physical and sport activities</i>
P. Agostoni, B. Carù	24	Valutazione dell'efficienza Cardio-Respiratoria <i>Evaluation of Cardio-Respiratory efficiency</i>
A. Anedda, M. Penco, M. Vona, A. Bonetti	26	Effetti dell'esercizio fisico sui Fattori di Rischio Cardiovascolare <i>Effects of physical exercise on Risk Factors for Cardiovascular diseases</i>

**PREFAZIONE**  
**PRESENTATION**

**Maurizio Casasco** (*Presidente FMSI*), **Pietro Delise** (*Presidente SIC Sport*)

Studi epidemiologici, clinici e di laboratorio hanno fornito evidenze definitive sulle capacità dell'attività fisica di migliorare le prestazioni fisiche e di ridurre la morbilità e la mortalità cardiovascolare. L'attività fisica, inoltre, sembra in grado di ridurre significativamente il rischio di sviluppare anche altre malattie croniche, quali l'obesità, l'osteoporosi, il diabete, le neoplasie e la depressione.

Per tale ragione, l'esercizio fisico si propone come mezzo preventivo e terapeutico fisiologico, economico ed efficace in numerose condizioni cliniche. La promozione dell'attività fisica nella popolazione generale, quindi, rappresenta uno degli obiettivi primari delle nostre istituzioni sanitarie.

Nonostante i numerosi dati scientifici a nostra disposizione spingano a seguire uno stile di vita fisicamente attivo, al giorno d'oggi, solo una minoranza della popolazione italiana ed europea pratica regolarmente esercizio fisico. Con l'obiettivo primario di promuovere l'attività fisica nella popolazione generale e nei soggetti con patologie cardiovascolari, la Federazione Medico Sportiva Italiana e la Società

Italiana di Cardiologia dello Sport hanno promosso la costituzione di una Task Force della quale fanno parte le principali società scientifiche italiane impegnate in campo cardiologico e nella tutela sanitaria dell'attività fisico-sportiva. Il gruppo di lavoro ha prodotto un Documento scientifico esauriente e di facile consultazione, rivolto ai professionisti della salute, sul ruolo dell'attività fisica nella prevenzione e nel trattamento delle principali malattie cardiovascolari.

In tale Documento si esaminano gli effetti benefici dell'attività fisica sull'apparato cardiovascolare, analizzando nel contempo i possibili rischi ad essa correlati e le possibilità per evitarli; si descrivono i principi razionali e le modalità con le quali prescrivere l'attività fisica in ambito cardiologico; si discutono, infine, le strategie per contrastare la sedentarietà nella popolazione generale.

Ci auguriamo che tale iniziativa sia gradita agli esperti del settore e rappresenti un punto di partenza per futuri perfezionamenti e approfondimenti delle tematiche esaminate.

**INTRODUZIONE**  
**INTRODUCTION**

**Franco Giada, Alessandro Biffi**

***Preambolo***

Studi epidemiologici, clinici e di laboratorio hanno fornito evidenze definitive sulle capacità dell'attività fisica di ridurre la morbilità e la mortalità delle malattie cardiovascolari e di migliorare le prestazioni fisiche e la qualità di vita di chi la pratica. L'attività fisica, inoltre, sembra in grado di ridurre significativamente il rischio di sviluppare altre malattie croniche, quali l'obesità, l'osteoporosi, il diabete, alcune neoplasie e la depressione.

Per tale ragione, l'esercizio fisico si propone come mezzo preventivo e terapeutico fisiologico, efficace ed a basso costo.

Negli ultimi anni, le principali società cardiologiche nord-americane ed europee hanno prodotto numerosi documenti nei quali si raccomanda la pratica dell'attività fisica per la prevenzione e il trattamento delle malattie cardiovascolari.

In ognuno di essi viene focalizzata l'attenzione su un particolare aspetto del problema, trascurando spesso, però, una visione d'insieme.

Il presente documento riassume in modo organico ed in un unico testo i dati più recenti sul rapporto tra attività fisica e malattie cardiovascolari: esso esamina gli effetti benefici dell'attività fisica sull'apparato cardiovascolare, analizzando nel contempo i possibili rischi ad essa correlati e le possibilità per evitarli; descrive i principi razionali e le modalità con le quali prescrivere l'attività fisica nelle singole cardiopatie; discute, infine, le strate-

gie per contrastare la sedentarietà nella popolazione generale.

I membri della Task Force, esperti appartenenti al mondo della cardiologia clinica e a quello della medicina e cardiologia dello sport, sono stati selezionati dalle società scientifiche aderenti in base alla loro produzione scientifica ed esperienza personale. Al fine di garantire la massima trasparenza ed imparzialità nelle informazioni riportate nel documento, ogni componente della Task Force è stato invitato ad evidenziare eventuali relazioni esterne o interessi personali che potessero configurare possibili conflitti d'interesse. Il documento finale è stato sottoposto a revisione da parte di esperti esterni alla Task Force, nominati in base alle loro specifiche competenze.

***Obiettivi del documento***

Nonostante un'enorme mole di dati scientifici spingano a seguire uno stile di vita fisicamente attivo, al giorno d'oggi solo una minoranza della popolazione italiana ed europea pratica un'attività fisica regolare. La promozione dell'attività fisica nella popolazione generale, quindi, rappresenta uno degli obiettivi prioritari delle istituzioni sanitarie. La presente Task Force è stata costituita al fine di produrre un completo ed esauriente documento scientifico, rivolto ai professionisti della salute, che sottolinei il ruolo favorevole dell'esercizio nella prevenzione e nel trattamento delle principali malattie cardiovascolari.

scolari, fornendo gli elementi per una sua corretta prescrizione.

I membri della Task Force sono consapevoli che l'esercizio fisico, affinché risulti efficace come mezzo preventivo e terapeutico, debba accompagnarsi al trattamento degli altri fattori di rischio cardiovascolare.

### **Informazioni presenti nel documento**

Data la scarsità di informazioni provenienti da studi scientifici prospettici e randomizzati su molti degli argomenti trattati, buona parte delle raccomandazioni contenute nel documento si basano sull'esperienza personale e sull'accordo raggiunto tra gli esperti. Tali raccomandazioni, perciò, non sono da considerarsi rigide linee guida, ma un documento aggiornato e prudente sul perché e sul come prescrivere un regime di attività fisica nella popolazione generale e nei pazienti cardiopatici. Il medico curante, quindi, dovrà cercare di personalizzare ed adattare tali raccomandazioni alle caratteristiche cliniche e psicosociali del singolo individuo: valutando

l'impatto di eventuali comorbidità non considerate in dettaglio nel documento, quali l'obesità, il diabete, le patologie respiratorie e quelle di tipo ortopedico; tenendo presente che l'esercizio fisico può determinare effetti sfavorevoli non solo di tipo cardiovascolare, come verrà descritto nel presente documento, ma anche a carico di altri apparati, primo tra tutti quello locomotore.

### **Definizioni**

Per *attività fisica o esercizio fisico* si è inteso qualsiasi movimento corporeo dovuto a contrazione della muscolatura scheletrica ed associato ad un consumo energetico. L'*allenamento o training fisico* è invece l'attività fisica regolare, strutturata e finalizzata al miglioramento e/o mantenimento dell'efficienza fisica. Per *efficienza fisica* si è inteso quell'insieme di capacità (flessibilità, forza muscolare, composizione corporea e performance cardio-respiratoria) relative all'abilità di praticare attività fisica e legate ad una riduzione del rischio di mortalità e morbilità cardiovascolare.

## **ATTIVITÀ FISICA E MALATTIE CARDIOVASCOLARI: ASPETTI EPIDEMIOLOGICI E CLINICI**

### **PHYSICAL ACTIVITY AND CARDIOVASCULAR DISEASES: EPIDEMIOLOGIC AND CLINICAL ASPECTS**

**Margherita Vona, Simona Giampaoli, Romualdo Belardinelli, Roberto Carlon**

Al fine di contrastare l'impatto epidemiologico e socio-economico delle malattie cardiovascolari (MCV), rendendo sostenibili per la comunità le relative spese, emerge la necessità inderogabile di sviluppare piani di prevenzione primaria e secondaria su larga scala ed efficaci interventi terapeutici. In questo contesto, l'esercizio fisico si propone come mezzo preventivo e terapeutico ideale, in quanto fisiologico, efficace, sicuro e a basso costo.

### **Sedentarietà e Malattie Cardiovascolari**

È ormai ampiamente documentato che la sedentarietà è responsabile di un aumento significativo di morbilità e mortalità totale e cardiovascolare. Secondo le stime dell'OMS, l'inattività fisica causa annualmente nel mondo 1,9 milioni di morti [1]. Inoltre, si stima che globalmente essa sia causa del 10-16% dei casi di cancro della mammella, di cancro del colon e di diabete mellito e del 22% dei casi di cardiopatia ischemica.

È stato stimato che l'eliminazione di un fattore di rischio come la sedentarietà può portare ad una riduzione delle MCV del 15-39%, del 33% di stroke, del 22-33% del cancro del colon e del 18% di fratture ossee secondarie ad osteoporosi. La sedentarietà, quindi, si sta imponendo come il fattore di rischio principale del terzo millennio, non solo nei paesi occidentali, ma anche in quelli in via di sviluppo [2].

La ridotta performance fisica conseguente alla sedentarietà rappresenta uno dei più importanti fattori predittivi di mortalità nella popolazione genera-

le apparentemente sana [3-7]. Infatti, la ridotta tolleranza allo sforzo si associa, sia nella popolazione maschile sia in quella femminile, ad una riduzione della sopravvivenza per un aumento significativo della mortalità cardiovascolare.

I soggetti anziani, in base a questi dati, sembrerebbero quindi destinati inevitabilmente ad essere colpiti in modo pesante dalle MCV. Infatti, è noto che la performance fisica, espressa come massimo consumo d'ossigeno, si riduce del 7-10% per ogni decade di età. Tuttavia, recenti evidenze dimostrano che alcune settimane di allenamento hanno lo stesso effetto di 30 anni di età sulla tolleranza allo sforzo e che 6 mesi di training sono in grado di far recuperare la riduzione della performance fisica legata all'invecchiamento.

Non è noto attraverso quali meccanismi biologici la sedentarietà eserciti i suddetti effetti deleteri. È probabile, comunque, che essi siano il risultato di modificazioni sfavorevoli esercitate direttamente sull'apparato cardiovascolare e dell'influenza negativa sui principali fattori di rischio. È stato ampiamente documentato, infatti, che la sedentarietà espone ad un maggior rischio di sviluppare ipertensione arteriosa, ad un assetto lipidico aterogeno, ad un aumento dell'indice di massa corporea e del diabete di tipo II [8-15] e si associa ad un peggioramento del tono neurovegetativo [16]. Inoltre, è stato recentemente dimostrato che alcune settimane d'inattività fisica sono sufficienti ad alterare in maniera significativa l'attività degli enzimi responsabili dello stress ossidativo e la funzione endoteliale, la quale sembra rappresenti la conditio sine qua non nella patogenesi

si dell'aterosclerosi [17-20]. Infine, è noto che i soggetti sedentari vanno più facilmente incontro ad ansia e depressione, fattori pesantemente implicati nella patogenesi e nella prognosi delle MCV [21].

### ***Incremento dell'Attività Fisica e Riduzione delle Malattie Cardiovascolari***

In mancanza di studi randomizzati e controllati, per le evidenti difficoltà organizzative che tali studi comportano, la maggior parte dei dati disponibili sugli effetti favorevoli dell'attività fisica sulle MCV derivano da studi osservazionali o da trial sperimentali inerenti gli effetti del training sui fattori di rischio cardiovascolare [10, 14, 15]. Nonostante ciò, le evidenze attualmente disponibili sono ampiamente sufficienti, al di là di ogni ragionevole dubbio, ad indicare un effetto favorevole dell'attività fisica sulla morbilità e mortalità cardiovascolare.

#### PREVENZIONE PRIMARIA

Diversi grandi studi epidemiologici, per un totale di 25000 soggetti sani al momento dell'arruolamento, hanno valutato l'effetto sulla mortalità totale e cardiovascolare di un regime di attività fisica regolare, capace di migliorare la performance fisica [3-5]. Questi studi, in un follow-up massimo di 22 anni, hanno riportato una riduzione della mortalità totale di circa il 50%, indipendentemente dalla capacità fisica basale dei soggetti. Inoltre, i soggetti a rischio più elevato, cioè quelli più sedentari e con più bassa performance basale, erano quelli che traevano maggior vantaggio, in termini di riduzione di mortalità, dal regime di training fisico. Infine, gli studi di Blair [3] e di Erikksen [5] hanno consentito di stabilire in modo definitivo che era proprio l'incremento dell'attività fisica la causa del miglioramento della prognosi e non un bias di selezione, legato al fatto che i soggetti che avevano accettato di seguire un regime di training erano quelli con le migliori condizioni fisiche e quindi con miglior prognosi già di base. Successivi studi su larga scala hanno permesso di stabilire che un'attività fisica regolare permette di migliorare la prognosi *quoad vitam*, anche in presenza di fattori di rischio, quali l'ipertensione, il sovrappeso, l'ipercolesterolemia ed il diabete [6, 23].

Anche nelle donne l'attività fisica ha mostrato indiscutibili e importanti benefici sulla riduzione degli eventi cardiovascolari [7, 24]. Infine, svolgere attività fisica di intensità lieve-moderata ha mostrato indubbi benefici anche nei soggetti anziani.

Tema particolarmente scottante, soprattutto in prevenzione primaria, è quale sia la giusta dose di esercizio da consigliare. A questa domanda ha cercato di rispondere l'Harvard Alumni Healthy Study [22], che ha coinvolto oltre 12.000 soggetti di media età. Lo studio ha dimostrato che per ottenere una riduzione di mortalità del 20% è necessaria un'intensità d'esercizio che porti ad un consumo energetico di circa 4.200 KJoule la settimana (pari a 30 minuti di esercizio fisico al giorno, per almeno 4-5 giorni la settimana). La massima riduzione del rischio si ottiene con esercizi di intensità moderata, pari a 3-5 ore di marcia rapida, a 2-3 ore di jogging o 1-2 ore di corsa alla settimana.

#### PREVENZIONE SECONDARIA

Nella letteratura internazionale vi è una sostanziale mancanza di trial di grandi dimensioni sui benefici cardiovascolari dell'attività fisica in prevenzione secondaria. I dati disponibili, infatti, derivano da studi di piccole dimensioni. Malgrado questi limiti, sono disponibili una serie di metanalisi riguardanti i pazienti sottoposti a programmi di riabilitazione cardiologica, che hanno fornito risultati molto interessanti [25, 26]. La metanalisi più recente [27] ha analizzato i dati della Cochrane Library ed è senz'altro la più completa ed esaustiva. Dopo l'esclusione dei trial ritenuti non idonei, sono stati analizzati 48 studi (per un totale di 8.490 pazienti), effettuando una suddivisione a seconda che l'intervento fosse basato solamente sull'esercizio fisico o se fosse di tipo onnicomprensivo (esercizio più correzione degli altri fattori di rischio). I risultati della metanalisi hanno dimostrato una riduzione di circa il 20% della mortalità totale e del 26% di quella cardiovascolare nei pazienti sottoposti a training rispetto al gruppo di controllo, senza differenze significative tra i programmi basati sul solo esercizio fisico e quelli a carattere onnicomprensivo. Questa metanalisi conferma i risultati di quelle precedenti e indica una significativa riduzione della mortalità globale e cardiaca nei pazienti con cardiopatia ischemica che partecipano a programmi di riabilitazione basati sull'esercizio fisico. Lo studio ETICA (Exercise Training Intervention after Coronary Angioplasty) [28] ha dimostrato, anche nei pazienti sottoposti ad angioplastica coronarica, che 6 mesi di esercizio aerobico per 3 ore alla settimana sono capaci di ridurre significativamente gli eventi cardiovascolari. Inoltre, nei pazienti con angina stabile, il training fisico si è dimostrato più efficace della stessa angioplastica nel ridurre il numero di eventi cardiovascolari durante il follow-up.

Molteplici sono poi le evidenze di quanto l'esercizio fisico, nei pazienti con scompenso cardiaco, possa migliorare la qualità di vita e la tolleranza allo sforzo, riducendo il numero degli eventi cardiovascolari [30, 31].

### ***Rapporto Costo/Efficacia dell'Esercizio Fisico nella Prevenzione delle Malattie Cardiovascolari***

Nei soggetti sedentari il rischio di malattia coronarica è 1,9 volte maggiore rispetto ai soggetti fisicamente allenati e i costi sanitari drasticamente maggiori [2]. Inoltre, è stato calcolato che la sedentarietà è responsabile di circa 250.000 morti premature ogni anno, che si traducono in costi pari a 1.000 miliardi di dollari statunitensi (US\$) [2, 37] (tabella 1).

È stato calcolato che se il 10% dei soggetti adulti sedentari di età compresa tra 35 e 74 anni, di entrambi i sessi, iniziasse a camminare per almeno un'ora tutti i giorni, i costi annuali della spesa sanitaria per la malattia coronarica si ridurrebbero di 5,6 miliardi di US\$ [34].

#### PREVENZIONE PRIMARIA

Gli studi di economia sanitaria sul rapporto costo/efficacia (C/E) dei programmi di attività fisica in prevenzione primaria sono piuttosto scarsi. Lo stu-

Tabella 1. - Condizioni patologiche favorite dalla sedentarietà e relativi costi\*

Condizione morbosa	Costo annuale (miliardi di US \$)
• Ipertensione arteriosa	286
• Obesità	238
• Diabete mellito Tipo 2	98
• Cancro del colon	107
• Osteoporosi	6
• Lombosciatalgie	28
• Calcolosi	5

\* modificata da: Booth FW, Gordon SE, Carlson CJ, Hamilton MT. Waging war on modern chronic diseases: primary prevention through exercise biology. *J Appl Physiol* 2000; 88: 774-787.

dio ACTIVE ha valutato il rapporto C/E di un programma di training fisico, rispetto ad un programma basato sul counseling [35]. Nei primi 12 mesi il costo del training è risultato maggiore rispetto al counseling: 190,24 US\$ e 46,53 US\$ per soggetto per mese, rispettivamente. A 24 mesi, i costi si sono ridotti in entrambi i gruppi: 49,31 US\$ e 17,15 US\$ per soggetto per mese, rispettivamente. Il rapporto C/E per anno di vita salvato nel gruppo sottoposto a training è stato di circa il 50% superiore rispetto a quello dei soggetti sottoposti a counseling. L'intervento sullo stile di vita, quindi, è risultato più remunerativo, in termini di rapporto C/E, rispetto al training fisico. Il programma di training fisico, tuttavia, è risultato più efficace nell'aumentare la pratica di attività fisica intensa ed il massimo consumo d'ossigeno e nel ridurre la frequenza cardiaca sottomassimale ed il tempo trascorso in poltrona.

In un altro studio è stato analizzato il rapporto C/E dell'esercizio fisico in un gruppo di 2000 uomini di giovane età seguiti per 30 anni [36]. Un gruppo di soggetti è stato sottoposto ad attività fisica regolare con un dispendio energetico di almeno 2.000 Kcal/settimana, mentre un gruppo omogeneo di soggetti sedentari è stato utilizzato come gruppo di controllo. Il programma di esercizio fisico ha migliorato significativamente il rapporto C/E nel prevenire la malattia coronarica rispetto al gruppo di controllo. Nel gruppo che effettuava esercizio, gli autori hanno stimato 78 eventi coronarici in meno ed un guadagno di 1.138,3 anni aggiustati per la qualità di vita. Nei soggetti di età avanzata l'attività fisica programmata sembra confermare i risultati già dimostrati nei soggetti più giovani [37].

#### PREVENZIONE SECONDARIA

I pochi studi di economia sanitaria pubblicati nei cardiopatici sottoposti a training fisico sono concordi nel dimostrare una riduzione della spesa sanitaria a fronte di una riduzione dei ricoveri ospedalieri e di una serie di adattamenti e benefici clinici.

Nel 1991, uno studio randomizzato ha riportato, in un programma di cardiologia riabilitativa della durata di 8 settimane in pazienti con cardiopatia ischemica post-infartuale, un rapporto C/E di 21.800

US\$ per anno di vita salvato [38]. In altri studi non randomizzati il rapporto C/E della riabilitazione cardiologica variava tra 900 US\$ per un programma basato sul counseling, a 4.950 US\$ per un programma basato sul training fisico [39, 40].

In uno studio recente il costo di un programma supervisionato in palestra è stato di 605 US\$ per paziente per anno, per il primo anno e di 367 US\$ per ogni anno successivo [41]. Un programma non supervisionato domiciliare presentava costi nettamente inferiori, pari a 311 US\$ e 73 US\$, rispettivamente.

Il programma supervisionato aveva un rapporto C/E, per anno di vita salvato, lievemente superiore rispetto a quello non supervisionato (15.000 e 12.000 US\$, rispettivamente). Sia il programma supervisionato che quello non supervisionato avevano un rapporto C/E maggiore nei soggetti senza malattia coronarica (43.000 e 12.000 US\$, rispettivamente).

Tali risultati sono stati confermati in una meta-analisi nella quale sono stati analizzati gli studi inerenti i pazienti sottoposti a riabilitazione cardiologica dopo infarto miocardico [42]. Il trattamento riabilitativo comprendeva non soltanto il training fisico, ma anche l'intervento nutrizionale e il supporto psicologico.

I risultati indicano un rapporto C/E migliore rispetto a quello del training fisico isolato.

Esiste soltanto uno studio randomizzato sul rapporto C/E nei pazienti con scompenso cardiaco cronico [43]. Si tratta di pazienti con cardiomiopatia ischemica o con cardiopatia dilatativa idiopatica che sono stati sottoposti ad un programma di training fisico supervisionato in due fasi: 3 volte alla settimana per 8 settimane in ospedale e 2 volte alla settimana per 12 mesi a domicilio, con controlli periodici in ambiente ospedaliero. Il rapporto C/E per anno di vita salvato è stato di 3.227 US\$, nella prima fase, mentre è sceso a 1.773 US\$ nella seconda.

#### CONCLUSIONI

L'intervento riabilitativo plurifattoriale ha dimostrato un rapporto C/E più favorevole del training fisico isolato, sia in prevenzione primaria sia in prevenzione secondaria. Il training fisico, comunque, considerando che il bypass aorto-coronarico presenta un rapporto C/E medio di 27.000 US\$ per anno di vita salvato e che tale valore è preso come limite per considerare un trattamento "cost/effective", risulta un mezzo preventivo/terapeutico con un rapporto C/E favorevole, tale da giustificare il suo utilizzo nella pratica clinica. Il rapporto C/E dell'esercizio fisico, infatti, risulta confrontabile a quello di altri interventi comunemente utilizzati in ambito cardiologico, quali la fibrinolisi per via endovenosa, la terapia antiipertensiva e la terapia con farmaci ipocolesterolemizzanti (tabella 2).

#### *Prevalenza della Sedentarietà nella Popolazione*

Dai dati OMS, dallo Studio Monica e dall'indagine multiscopo sulle famiglie dell'ISTAT [1], si ricavano dati riguardanti la prevalenza della sedentarietà nella popolazione generale del nostro paese ed in Europa.

Tabella 2. - Rapporto costo/efficacia di alcuni presidi diagnostici e terapeutici comunemente utilizzati nella pratica clinica

Parametro	Rapporto Costo/Efficacia (US \$ per anno di vita salvata)
• Riduzione del colesterolo per prevenzione secondaria CI	2,000-10,000*
• Terapia antiipertensiva	4,000-93,000*
• Vaccino antipneumococcico	12,000§
• Terapia fibrinolitica nell'infarto	20,000§
• Mammografia per prevenzione neoplasia mammaria	1,000-190,000
• Bypass aortocoronarico	2,300-27,000
• Esercizio fisico per prevenzione CI	38,000*
• Aspirina per prevenzione CI	5,000*
Cessazione del fumo per prevenzione CI	13,000*

\* Range di valori tratto da ATPIII; § valore tratto da Vogel RA. Clinical implications of recent cholesterol lowering trials for the secondary prevention of coronary artery disease. *Am J Managed Care* 1997; 3: S83-S92.  
US \$ = dollari americani; CI = cardiopatia ischemica.

Nei paesi europei l'inattività fisica è il secondo fattore di rischio dopo il tabacco ed il 30% della popolazione è completamente sedentario. Nel 2000, in Italia, la percentuale dei soggetti sedentari o con attività fisica insufficiente risultava a ben oltre il 50% della popolazione. Questi dati sono in accordo con quelli dell'OMS [10], e con quelli statunitensi del Centers for Disease Control and Prevention, che riporta una percentuale del 54% [44]. Anche nei pazienti cardiopatici, la sedentarietà è prevalente. Inoltre, nei pazienti sottoposti a cicli di riabilitazione fisica in ambiente ospedaliero dopo un evento cardiovascolare, l'adesione al training nei mesi successivi è alquanto scarsa. Infatti, la percentuale di soggetti che mantengono una sufficiente attività fisica si riduce progressivamente al 45-60% ad 1 anno e addirittura al 30-50% a 2-5 anni [45].

#### BARRIERE ALL'IMPLEMENTAZIONE DELL'ATTIVITÀ FISICA

Le ragioni per questa scarsa adesione ad un regime di attività fisica sono molteplici [1]. Le motivazioni principali per cui non si pratica attività fisica sono risultate la mancanza di tempo (40,6%), la mancanza d'interesse (29,7%), l'età (24,7%), la stanchezza o pigrizia (13,5%) e i motivi di salute (13,2%). Meno importanti sono state altre motivazioni addotte, quali i motivi economici (5,3%) o la carenza di impianti sportivi (4%). Esistono comunque delle differenze tra i due sessi, nelle varie classi di età, nel grado di istruzione e nell'attività lavorativa.

Anche nei pazienti cardiopatici esistono barriere all'implementazione di un programma di esercizio fisico. In Italia solo una minoranza dei pazienti viene sottoposta ad un programma riabilitativo dopo un infarto miocardico e/o procedure interventistiche [45]. Pur essendo molteplici le motivazioni che impediscono lo sviluppo della riabilitazione cardiologica, appare prioritario intervenire sulla formazione del futuro medico e cardiologo, inserendo nel programma universitario e nei corsi di specializzazione lo studio della prevenzione primaria e secondaria e l'applicazione clinica dell'esercizio fisico [46].

#### Bibliografia

1. World Health Organization. The World Health Report 2002: reducing risk, promoting healthy life.
2. Booth FW, Gordon SE, Carlson CJ, *et al.* Waging war on modern chronic diseases: primary prevention through exercise biology. *J Appl Physiol* 2000; 88: 774-787.
3. Blair SN, Kohl HW 3rd, Barlow CE, Paffenbarger RS Jr, Gibbons LW, Macera CA. Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA* 1995; 273: 1093-1098.
4. Paffenbarger RS Jr, Kampert JB, Lee IM, Hyde RT, Leung RW, Wing AL. Changes in physical activity and other life way patterns influencing longevity. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26: 857-865.
5. Erikssen G, Liestol K, Bjornholt J, Thaulow E, Sandvik L, Erikssen J. Changes in physical fitness and changes in mortality. *Lancet* 1998; 352: 759-762.
6. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise Capacity and Mortality among Men Referred for Exercise Testing. *N Engl J Med* 2002; 346: 793-801.
7. Manson JE, Greenland P, La Croix AZ, Stefanick ML, Mouton CP, Oberman A, *et al.* Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *N Engl J Med* 2002; 347: 716-725.
8. Kokkinos PF, Narayan P, Collieran JA, Pittaras A, Notargiacomo A, Reda D, *et al.* Effects of regular exercise on blood pressure and left ventricular hypertrophy in African-American men with severe hypertension. *N Engl J Med* 1995; 333: 1462-1467.
9. Paffenbarger RS Jr, Lee IM. Intensity of physical activity related to incidence of hypertension and all-cause mortality: an epidemiological view. *Blood Press Monit* 1997; 2: 115-123.
10. Coats AJ, Adamopoulos S, Radaelli A, McCance A, Meyer TE, Bernardi L, *et al.* Controlled trial of physical training in chronic heart failure. Exercise performance, hemodynamics, ventilation, and autonomic function. *Circulation* 1992; 85: 2119-2131.
11. Tuomiletho J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, *et al.* The Finnish diabetes prevention study group. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001; 344: 1343-1350.
12. Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002; 346: 393-403.
13. American Diabetes Association. Position statement: "Physical Activity/Exercise and Diabetes Mellitus". *Diabetes Care* 2003; 26: S73-S77.



14. Wier LT, Ayers GW, Jackson AS, Rossum AC, Poston WS, Foreyt JP. Determining the amount of physical activity needed for long-term weight control. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; 25: 613-621.
15. Wagner A, Simon C, Ducimetiere P, Montaye M, Bongard V, Yarnell J, *et al.* Leisure-time physical activity and regular walking or cycling to work are associated with adiposity and 5 y weight gain in middle-aged men: the PRIME Study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; 25: 940-948.
16. Lee CD, Blair SN, Jackson AS. Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 373-380.
17. Laufs U, Wassmann S, Czech T, Munzel T, Eisenhauer M, Bohm M, *et al.* Physical inactivity increases oxidative stress, endothelial dysfunction and atherosclerosis. *Arterioscl Throm Vasc Biol* 2005; 25: 809-814.
18. Vona M, Rossi A, Capodaglio P. Impact of physical training and detraining on endothelium-dependent vasodilation in patients with recent myocardial infarction. *Am Heart J* 2004; 147: 1039-1046.
19. Abramson JL, Vaccarino V. Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older US adults. *Arch Intern Med* 2002; 162: 1286-1292.
20. Wannamethee GS, Lowe GD, Whincup PH, Rumley A, Walker M, Lennon L. Physical activity and hemostatic and inflammatory variables in elderly men. *Circulation* 2002; 105: 1785.
21. Strawbridge WJ, Deleger S, Roberts RE, Kaplan GA. Physical activity reduces the risk of subsequent depression for older adults. *Am J Epidemiol* 2002; 156: 328-334.
22. Sesso HD, Paffenbarger RS, Lee IM. Physical activity and coronary heart disease in men: the Harvard Alumni Health Study. *Circulation* 2000; 102: 975.
23. Tanasescu M, Leitzmann MF, Rimm EB, Hu FB. Physical activity in relation to cardiovascular disease and total mortality among patients with type II diabetes. *Circulation* 2003; 107: 2435-2439.
24. Franco OH, de Laet C, Peeters A, Jonker J, Mackenbach J, Nusselder W. Effects of physical activity on life expectancy with cardiovascular disease. *Arch Intern Med* 2005; 165: 2355-2360.
25. O'Connor GT, Buring JE, Yusuf S, Goldhaber SZ, Olmstead EM, Paffenbarger RS Jr., *et al.* An overview of randomized trials of rehabilitation with exercise after myocardial infarction. *Circulation* 1989; 80: 234-244.
26. Oldridge NB, Guyatt GH, Fischer ME, Rimm AA. Cardiac rehabilitation after myocardial infarction. Combined experience of randomized clinical trials. *JAMA* 1988; 260: 945-950.
27. Taylor RS, Brown A, Ebrahim S, Jolliffe J, Noorani H, Rees K, *et al.* Exercise-based rehabilitation for patients with coronary artery disease: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med* 2004; 116: 682-692.
28. Belardinelli R, Paolini I, Cianci G, Piva R, Demetrios Georgiou D, Purcaro A. Exercise training intervention after coronary angioplasty: the ETICA trial. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 1891-1900.
29. Giannuzzi P, Temporelli PL, Corrà U, Tavazzi L, for the ELVD-CHF Study Group. Antiremodeling effect of long-term exercise training in patients with stable chronic heart failure: results of the Exercise in Left Ventricular Dysfunction and Chronic Heart Failure (ELVD-CHF) Trial. *Circulation* 2003; 108: 554-559.
30. Pina IL, Apstein CS, Balady GJ, Belardinelli R, Chaitman BR, Duscha BD, *et al.* American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention: Exercise and heart failure: a statement from the American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. *Circulation* 2003; 107: 1210-1225.
31. ExTraMATCH Collaborative. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* 2004; 328: 189.
32. Stewart K, Hiatt W, Regensteiner J, Hirsch A. Exercise training for claudication. *N Engl J Med* 2002; 347: 1941-1951.
33. Keeler EB, Manning WG, Newhouse JP, Sloss EM, Wasserman J. The external costs of a sedentary life-style. *Am J Public Health* 1989; 79: 975-981.
34. Jones TF, Eaton CB. Cost-benefit analysis of walking to prevent coronary heart disease. *Arch Fam Med* 1994; 3: 703-710.
35. Sevick MA, Dunn AL, Morrow MS, Marcus BH, Chen GJ, Blair SN. Cost-effectiveness of lifestyle and structured exercise interventions in sedentary adults. Results of Project ACTIVE. *Am J Prev Med* 2000; 19: 1-8.
36. Hatzianreou EI, Koplan JP, Weinstein MC, Caspersen CJ, Warner K.E. A cost-effectiveness analysis of exercise as a health promotion activity. *Am J Public Health* 1988; 78: 1417-1421.
37. Munro J, Brazier J, Davey R, Nicholl J. Physical activity for the over 65s: could it be a cost-effective exercise for the NHS? *J Public Health Med* 1997; 19: 397-402.
38. Oldridge N, Furlong W, Feeny D. Economic evaluation of cardiac rehabilitation soon after myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1993; 72: 1093-1098.
39. Levin LA, Perk J, Hedback B. Cardiac rehabilitation: a cost analysis. *J Intern Med* 1991; 230: 427-434.
40. Ades PA, Huang D, Weaver SO. Cardiac rehabilitation participation predicts lower rehospitalization costs. *Am Heart J* 1992; 123: 916-921.
41. Lowensteyn I, Coupal L, Zowall H, Grover SA. The cost-effectiveness of exercise training for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease. *J Cardiopulm Rehab* 2000; 20: 147-153.
42. Ades PA, Pashkow FJ, James R. Cost-effectiveness of cardiac rehabilitation after myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehab* 1997; 17: 222-231.
43. Georgiou D, Chen Y, Appadoo S, Belardinelli R, Greene R, Parides MK, *et al.* Cost-effectiveness analysis of long-term moderate exercise training in chronic heart failure. *Am J Cardiol* 2001; 87: 984-988.
44. Adult participation in recommended levels of physical activity. United States, 2001 and 2003. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2005; 54: 1208-1212.
45. Urbinati S, Fattirolli F, Tramarin R, Chieffo C, Temporelli PL, Griffo R, *et al.* Gruppo Italiano di Cardiologia Riabilitativa e Preventiva. The ISYDE project. A survey on Cardiac Rehabilitation in Italy. *Monaldi Arch Chest Dis* 2003; 60: 16-24.
46. Carlon R, Maiolino P. Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention. *Monaldi Arch Chest Dis* 2003; 60: 321-323.

## CLASSIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ FISICHE E SPORTIVE CLASSIFICATION OF PHYSICAL AND SPORT ACTIVITIES

Paolo Zeppilli, Marcello Faina, Alessandro Biffi

### Introduzione

In analogia a quanto avviene per un farmaco, il medico, per prescrivere correttamente l'attività fisica ad un soggetto sedentario, sano o cardiopatico, deve conoscere la fisiologia e la fisiopatologia dei diversi tipi di esercizio fisico e di sport, con particolare riguardo agli effetti cardiovascolari acuti (aggiustamenti) e cronici (adattamenti) che essi comportano. Per tale motivo, abbiamo ritenuto utile fornire alcune informazioni fisiologiche basilari ed una classificazione delle diverse attività fisiche e sportive, in relazione alle risposte dell'apparato cardiovascolare.

Una classificazione largamente utilizzata dai medici dello sport e dai cardiologi, è quella stilata nel 1995 dagli esperti del COCIS (Comitato Cardiologico per l'Idoneità allo Sport Agonistico) ed aggiornata nel 2003. Di essa, abbiamo ritenuto utile riprendere alcuni concetti fisiologici e fisiopatologici essenziali, adattandoli alle finalità del presente documento:

- l'impegno cardiocircolatorio, può essere costante nel tempo, come nelle attività di tipo aerobico prolungate (dalla semplice camminata alla maratona, dalla passeggiata in bicicletta al ciclismo, ecc.), oppure intermittente, come nei giochi con la palla, sia individuali (tennis, squash) sia di squadra (calcio, calcio a cinque, basket, ecc.);
- l'impegno cardiocircolatorio dipende in primo luogo dalla intensità dello sforzo, a sua volta proporzionale alle richieste metaboliche dei muscoli impegnati. Una misura semplice dell'intensità metabolica è il MET o equivalente metabolico: 1 MET è pari all'ossigeno consumato ( $VO_2$ ) per le funzioni basali dei vari organi da un uomo in condizioni di riposo: esso è stato stimato in 3,5 ml di  $O_2$  per Kg di peso corporeo per minuto (ml/kg/min). Così, può essere considerato d'intensità lieve, uno sforzo che comporti un dispendio attorno ai 3 MET (ad es. camminare normalmente, o nuotare lentamente), moderata quando il dispendio metabolico è compreso tra 3 e 6 MET (ad es. camminare velocemente o in salita), da media ad elevata quando il dispendio è superiore a 6 MET (pari ad un  $VO_2$  di 21 ml/kg/minuto). Un aspetto importante per il medico è oggi rappresentato dal proliferare, accanto alle forme più tradizionali, di altre tipologie di esercizio fisico-sportivo, effettuate soprattutto nelle palestre o nei Centri Fitness e alcune delle quali ormai largamente diffuse nella popolazione (aerobica, spinning, rowing, ecc.), così come di altri sport veri e propri (es. danza sportiva). In questi casi, il medico può trovarsi in difficoltà nel "prescrivere" o "autorizzare" tali attività, mancando informazioni precise sul dispendio energetico e sull'impegno cardiocircolatorio che esse comportano;
- la risposta emodinamica allo sforzo è influenzata in misura significativa dal tipo di eserci-

zio. Nelle attività dinamiche, il gesto tecnico è ciclico (camminare, correre, pedalare, ecc...) e la forza muscolare impiegata generalmente non elevata; si tratta d'attività "aerobiche", nelle quali i muscoli, quando l'intensità dello sforzo è lieve-moderata (inferiore al 50-60% del massimale), utilizzano in prevalenza l'energia liberata dai lipidi, mentre per intensità superiori, il substrato preferenziale è rappresentato dai carboidrati (glicogeno). Da un punto di vista cardiocircolatorio, esse sono caratterizzate da un incremento della frequenza cardiaca (FC) proporzionale all'intensità dello sforzo ed una prevalente vasodilatazione periferica, con modesto o nessun aumento della pressione arteriosa (PA) media. Il miocardio aumenta il suo consumo d'ossigeno in misura proporzionale all'aumento della portata cardiaca. Le attività dinamiche sono ideali ai fini della prevenzione primaria e secondaria delle patologie cardiovascolari, anche in considerazione del fatto che la loro "prescrizione" risulta più facile di altre, potendo essere "dosata" su parametri semplici ed affidabili quali, ad esempio, la FC. Va sempre tenuto presente, tuttavia, che qualsiasi attività dinamica può essere svolta ad alta intensità, condizione che va ovviamente evitata nella pratica a fini terapeutici/preventivi. Esse si differenziano nettamente dalle attività statiche o di potenza, attività "anaerobiche", nelle quali i muscoli, utilizzano la fosfocreatina e solo in parte i carboidrati, attraverso la glicolisi anaerobica con produzione d'acido lattico. La risposta cardiocircolatoria è caratterizzata da un'importante elevazione della PA media, dovuta all'aumento delle resistenze vascolari periferiche, che pur di breve durata, può essere dannoso in pazienti ipertesi e/o con patologie dell'aorta;

- sul piano del rischio cardiovascolare (rischio di complicanze), le attività fisiche e sportive dinamiche, sia ad impegno costante sia intermittente, non sono molto diverse tra loro. Come è ormai documentato ampiamente da studi epidemiologici sulla morte improvvisa da sport, fattore chiave nel determinismo del rischio è l'intensità dell'esercizio. Infatti, fino ad un'intensità non superiore al 70-75% del massimale, la pratica regolare di un esercizio fisico è in grado di indurre effetti benefici sull'organismo e sull'apparato cardiovascolare, senza un significativo aumento del rischio. Naturalmente, tale "soglia" si modifica con l'età ed in presenza di una malattia cardiaca e, in tali casi si rende necessario definire con maggiore accuratezza l'intensità dello sforzo consigliato. Ciò è, ovviamente, meno facile con attività fisico-sportive intermittenti (tennis, calcio, calcio a cinque, ecc.), nelle quali il dispendio metabolico e l'impegno cardiocircolatorio dipendono molto dall'avversario e dalla "competizione", inevita-

Tabella 1. - Classificazione delle attività fisiche, sportive e di palestra

<b>INTENSITÀ*</b>			
	<b>Lieve</b>	<b>Moderata</b>	<b>Elevata</b>
<b>ATTIVITÀ DINAMICHE AD IMPEGNO CARDIOVASCOLARE COSTANTE</b>			
<b>Attività fisiche</b>	Camminare 3-4 km/h	6 km/h	> 6 km/h
	Pedalare < 12 km/h	12-15 km/h	> 15 km/h
	Nuoto lento	Nuoto moderato	Nuoto veloce
		Jogging < 8 km/h	> 10 km/h
		Pattinaggio (passeggiata)	Pattinaggio
<b>Attività Sportive</b>		Trekking	Canottaggio
			Mountain bike
		Sci di fondo (escurs.)	Sci di fondo
		Canoa (a. tranquilla)	Canoa
			Triathlon
		Danza Sportiva	
<b>Attività di Palestra</b>		Aerobica (bassa intensità)	Aerobica (alto impatto)
		Step	Power Step
		Total Body CV Cross training (comb. aerobica, step, slide, ecc.)	Total Body CV Cross training (comb. aerobica, step, slide)
	Indoor bike (endurance o per principianti)	Indoor bike (fitness)	Indoor bike (performance)
	Acquagym	Acquafitness	Acquafitness intenso
		Fitboxe	Aeroboxe
	Rebounding (scioltezza)	Rebounding fitness	Rebounding prestazione
<b>ATTIVITÀ DINAMICHE AD IMPEGNO CARDIOVASCOLARE INTERMITTENTE</b>			
<b>Attività Sportive</b>	Tennis (doppio)	Tennis (palleggio)	Tennis (partita)
	Golf	Calcio a 5 (ludico)	Calcio a 5 (partita)
	Bocce	Pallavolo e beachvolley	Beachvolley (2 vs 2)
	Caccia, pesca sportiva	Pallacanestro (ludico)	Pallacanestro (partita)
		Tennistavolo (ludico)	Tennistavolo (partita)
		Squash/raquetball (ludico)	Squash/raquetball (partita)
<b>Attività di Palestra</b>	Danza / Hip hop	Aerobic Circuit Training per il fitness	Aerobic Circuit training per la prestazione
	Interval Training (per principianti)	Interval Training per il fitness	Interval Training per la prestazione
<b>ATTIVITÀ STATICHE O DI POTENZA</b>			
<b>Attività Sportive</b>		Scherma	Sollevamento pesi
		Equitazione	Body building
		Windsurf	Sci alpino
			Sci nautico
			Arrampicata sportiva
<b>Attività di Palestra</b>	Corpo libero	Pump/Bodypump/Push	Body building
	Stretching	Acquafitness con galleggianti	Acquafitness con galleggianti in acqua profonda
	Body sculpture	Acquafitness con attrezzi di attrito	Acquafitness con attrezzi di attrito in acqua profonda
	Pilates/Yoga	Yoga per il fitness	Power Yoga
	Tai chi chuan		
	Qi Gong		

\* L'intensità è riferita ad un adulto di età media, sano, normopeso, non allenato.

bilmente presente. Peraltro, queste attività, caratterizzate da gesti atletici ad inizio e termine bruschi, hanno maggiore capacità di scatenare aritmie cardiache ("aritmogenicità"), rispetto a quelle di tipo costante, iniziate e terminate in modo graduale.

Sulla base di questi concetti basilari, ai fini della prescrizione dell'esercizio fisico, appare ragionevole classificare le attività sportive in tre grandi gruppi (tabella 1):

- **attività di tipo dinamico ad impegno cardiocircolatorio costante:** caratterizzate da gesti semplici quali camminare, marciare, correre all'aperto o su un tappeto ruotante, pedalare su una bicicletta o su una cyclette, nuotare in piscina, ecc... Esse si trasformano in vere e proprie attività sportive quando l'intensità dello sforzo è da media ad elevata ed il soggetto intenda effettuarle in forma agonistica. In quest'ultimo caso, peraltro, è richiesta per legge una visita d'idoneità presso lo specialista in Medicina dello Sport;
- **attività di tipo dinamico ad impegno cardiocircolatorio intermittente:** caratterizzate da gesti più complessi che presuppongono il possesso di una tecnica adeguata (tennis, calcio, calcio a cinque, ecc.). Esercitano effetti benefici sull'organismo e sull'apparato cardiovascolare ma sono più difficili da "dosare", per l'inevitabile componente "agonistica", inevitabile anche se effettuate per puro divertimento ed in forme non organizzate;
- **attività statiche o di potenza,** nelle quali l'impegno cardiocircolatorio è prevalentemente di tipo "pressorio". Ad esse appartengono molte attività di "cultura fisica" (sollevamento pesi, body-building, ecc.) praticate in palestra. Non è ancora chiaro se, a determinate condizioni (per esempio, se effettuate in forma "dinamica", con molte ripetizioni e sovraccarichi modesti), possano avere effetti benefici sull'apparato cardiovascolare. Seppur molto diffuse nella popolazione, esse non possono essere considerate di prima scelta ai fini della prevenzione cardiovascolare.

## VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA CARDIO-RESPIRATORIA EVALUATION OF CARDIO-RESPIRATORY EFFICIENCY

Piergiuseppe Agostoni, Bruno Carù

La risposta del nostro organismo all'esercizio fisico comprende aggiustamenti respiratori, cardiovascolari, umorali, del sistema nervoso autonomo, ormonali e muscolari. Essa è funzione della condizione fisica e di salute del soggetto, del tipo d'esercizio applicato, dello strumento di valutazione dello stesso e del protocollo utilizzato. In ambito clinico, esistono due grandi famiglie di protocolli, *a carico costante* e *a carico incrementale*, i quali consentono di valutare aspetti specifici di fisiologia clinica dell'esercizio.

### Protocolli a Carico Costante

Questi protocolli, con la sola eccezione del test del cammino, hanno rilevanza scientifica ma poca importanza sul piano clinico. L'informazione più utile si ottiene all'inizio dell'esercizio ed è in rapporto al tempo necessario per il raggiungimento della nuova condizione di "steady state" rispetto al basale, il quale è funzione dell'efficienza dell'apparato cardiovascolare (figura 1).

Informazioni analoghe possono essere ottenute studiando la *cinetica del consumo di ossigeno* ( $VO_2$ ) nella fase di recupero, anch'essa funzione dello stato di salute cardiovascolare. Se il carico costante è effettuato sopra la soglia anaerobica, è anche possibile studiare la differenza in  $VO_2$  tra 6° e 3° minuto dello sforzo.

Il *test del cammino* fa parte dei test a carico costante e si basa sulla distanza percorsa in un certo lasso di tempo, che nei pazienti è di solito 6 minuti.

Questo test ed altri similari devono essere condotti senza strenuo incoraggiamento e, per essere confrontabili tra loro, dovrebbero essere eseguiti dopo che il paziente si è "familiarizzato" con la prova (1). Nei pazienti con scompenso cardiaco, la distanza percorsa in 6 minuti è un indice prognostico pre-

dittivo indipendente dalla classe NYHA e dalla frazione di eiezione del ventricolo sinistro.

### Protocolli a Carico Incrementale

I protocolli a carico incrementale sono quelli più frequentemente usati per la valutazione clinica e funzionale dei pazienti nell'ambito del cosiddetto *test cardiopolmonare*. Essi forniscono informazioni circa la patologia responsabile della limitazione funzionale, la capacità funzionale stessa, la prognosi, la progressione della malattia e della disabilità, il trattamento di scelta e l'efficacia della terapia. Esistono *due tipi di protocolli a carico incrementale*: quelli nei quali il carico di lavoro aumenta in modo *continuo* (*a rampa*) e quelli nei quali l'aumento è *discontinuo* (*a gradini*).

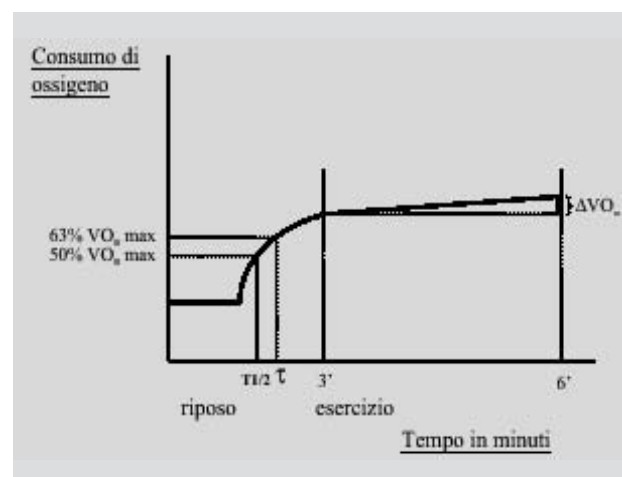


Figura 1. - Modificazioni del  $VO_2$  durante un test a carico costante.

I protocolli con incremento continuo forniscono informazioni su momenti specifici dell'esercizio, quali la soglia anaerobica o la fine del tamponamento isocapnico (la cosiddetta seconda soglia) e la cinetica della ventilazione e dei gas espirati, fra le quali la relazione ventilazione/emissione d'anidride carbonica ( $VE/VCO_2$ ) e  $VO_2$  /lavoro.

I protocolli con incremento discontinuo sono utili soprattutto quando occorrono valutazioni specifiche ad un carico determinato, quali la determinazione della gittata cardiaca (GC), della pressione polmonare, eccetera. Il parametro più frequentemente utilizzato è il  $VO_2$  di picco. Nel protocollo a rampa è indispensabile una seduta di "familiarizzazione": sono state riportate, infatti, differenze di  $VO_2$  di picco fino al 25% tra un primo ed un secondo test nello stesso soggetto. Un altro problema è la *personalizzazione dell'incremento del carico di lavoro*. Test troppo brevi (incremento troppo rapido del carico di lavoro) o troppo lunghi (incremento troppo lento) influenzano i risultati [4]. La durata ideale di un test a rampa è di 10 minuti, ma può non essere semplice identificare il carico di lavoro che permette di raggiungere il picco dell'esercizio in 10 minuti, un aspetto tuttavia importante perché, ad eccezione del  $VO_2$  alla soglia anaerobica e della relazione  $VE/VCO_2$ , tutti gli altri parametri danno risultati diversi secondo la durata del test [4].

Da un protocollo a rampa si ottengono numerosi parametri di valutazione dell'esercizio, la cui analisi combinata favorisce l'acquisizione di rilevanti informazioni fisiopatologiche.

Qui di seguito riportiamo in forma sintetica le caratteristiche dei parametri principali.

a)  *$VO_2$  massimo e al picco dell'esercizio*. Il  $VO_2$  massimo e al picco dell'esercizio sono i parametri più noti ottenuti dal *test da sforzo cardiopolmonare*. Si definisce  *$VO_2$  massimo ( $VO_2$  max)* il valore di  $VO_2$  misurato quando, nonostante un ulteriore incremento di carico di lavoro, il consumo di  $O_2$  non aumenta più e rimane costante. In ambito clinico, diversamente dal soggetto sano e dall'atleta, il  $VO_2$  max è raggiunto raramente.

Per questo motivo, nell'analisi valutativa esso è sostituito dal  $VO_2$  di picco, definito come il  $VO_2$  più alto raggiunto. È importante ricordare che il  $VO_2$  è dato da:

*Gettata cardiaca (GC) x differenza artero-venosa di  $O_2$  ( $C(a-v)O_2$ )* e, siccome nel soggetto sano l'incremento di  $C(a-v)O_2$  ha un andamento lineare con l'aumento del carico di lavoro [2], è possibile, conoscendo il  $VO_2$ , stimare l'incremento della GC.

Circa 20 anni fa, Weber e Janicki [5] hanno descritto una classificazione della capacità funzionale dei pazienti con scompenso cardiaco cronico, tuttora utilizzata, basata sul  $VO_2$  di picco normalizzato per il peso corporeo. La classificazione ha avuto il pregio indiscutibile di essere stata la prima in termini funzionali, ma ha alcuni difetti intrinseci, dovuti al fatto che non prende in considerazione età, sesso e "fitness" del soggetto. Inoltre, nonostante la normalizzazione per il peso corporeo, essa non considera che il  $VO_2$  della massa grassa è diverso da quello della massa magra. Per questo motivo, nei soggetti obesi, si ha una sottostima del  $VO_2$  pro-kg effettivamente raggiunto. In questi pazienti, conviene abbandonare

la classificazione di Weber e Janicki e ricorrere ad una valutazione basata sul percento del predetto normalizzato per la massa grassa. Tuttavia, considerando semplicemente il  $VO_2$  in ml/min/kg, si può ritenere che un  $VO_2$  di picco <10 ml/min/kg corrisponda a prognosi severa e un  $VO_2$  di picco >16 ml/min/kg ad prognosi favorevole. La valutazione dei pazienti che si collocano tra 10 e 16 ml/min/kg non può essere affidata solo a questo parametro.

b) *Il  $VO_2$  alla soglia anaerobica*. Il  $VO_2$  alla soglia anaerobica è un buon predittore della capacità d'esercizio ed è indipendente dalla durata dello sforzo. Il modo migliore per calcolare la *soglia anaerobica (SA)* è quello cosiddetto del V-slope, nella quale  $VCO_2$  e  $VO_2$  sono messi in correlazione l'uno con l'altro. Per una valutazione precisa della SA, e soprattutto per non confonderla con la fine del tamponamento isocapnico ("seconda soglia"), gli esperti raccomandano di confermare la SA calcolata con la V-slope con l'analisi degli equivalenti ventilatori per ossigeno ( $VE/VO_2$ ) e quelli per la  $CO_2$  ( $VE/VCO_2$ ). La soglia anaerobica è identificata quando  $VE/VO_2$  aumenta e  $VE/VCO_2$  rimane costante.

c) *La relazione  $VO_2$ /carico di lavoro*. La relazione  $VO_2$ /carico di lavoro è utilizzata per la valutazione della performance cardiovascolare.

Una ridotta relazione  $VO_2$ /carico di lavoro documenta una peggiore *performance cardiovascolare* perché minore è la quantità d'energia prodotta anaerobicamente. Il valore superiore della relazione  $VO_2$ /carico di lavoro sembra essere fisso, perché gli atleti sono in grado di prolungare l'esercizio

ma non di aumentare la pendenza della relazione  $VO_2$ /carico di lavoro. Questa relazione si appiattisce quando l'incremento della GC o la sua distribuzione in periferia è insufficiente. Il valore normale della relazione  $VO_2$ /carico di lavoro è ~10 ml/min/watt.

d) *Polso d'ossigeno e cardiac power*. Il polso d'ossigeno, vale a dire il rapporto tra  $VO_2/FC$  è un indice di performance cardiaca.

Il polso d'ossigeno è dato da: volume sistolico x  $C(a-v)O_2$  ed è spesso, erroneamente, usato come surrogato della gettata sistolica. Il polso d'ossigeno aumenta soprattutto nella prima parte dell'esercizio ed, in modo minore o addirittura nullo, nella seconda parte dello stesso. Infatti, nella seconda parte dell'esercizio, l'aumento della GC è funzione soprattutto dell'aumento della FC.

Il "*cardiac power*", calcolato dal prodotto di  $VO_2$  e pressione arteriosa sistolica, è anch'esso utilizzato come indicatore della performance del ventricolo sinistro. A questo parametro, recentemente è stato assegnato un forte potere predittore in caso di scompenso cardiaco cronico.

e) *Gettata cardiaca durante esercizio*. La GC e le sue variazioni durante esercizio fisico sono indicatori di severità di malattia e hanno valore prognostico, anche più potenti del  $VO_2$  di picco. Infatti, la prognosi può essere favorevole, pur in presenza di ridotto  $VO_2$  di picco, se l'aumento della GC indotto dall'esercizio è conservato, essendo probabile un concomitante importante decondizionamento muscolare. L'introduzione di metodi non invasivi per la misura della GC è una delle novità diagnostiche più importanti [6].

f) *Ventilazione, volume corrente, frequenza ventilatoria, curve flusso-volume e relazione VE/VCO<sub>2</sub>*. Durante esercizio si ha un incremento di ventilazione per l'aumento del volume corrente e della frequenza respiratoria.

L'aumento del volume corrente si osserva soprattutto nella parte iniziale dell'esercizio, mentre l'incremento della frequenza respiratoria è presente soprattutto nella parte finale.

Nei pazienti con scompenso cardiaco, si ha un abnorme aumento della ventilazione durante esercizio: esso è dovuto ad un aumento della frequenza respiratoria che compensa, in eccesso, il ridotto incremento del volume corrente [7]. Numerose sono le cause d'iperventilazione nello scompenso cardiaco: l'alterazione della meccanica toraco/polmonare, la riduzione della diffusione alveolo-capillare, l'aumento della necessità di ventilare per incremento sproporzionato della produzione di CO<sub>2</sub>, l'aumento dello spazio morto, l'eccessiva attività dei metaborecettori, dei chemorecettori e dei barorecettori.

Le curve flusso-volume permettono di studiare in modo adeguato la meccanica respiratoria durante esercizio. Con queste curve è stato possibile documentare l'esistenza di una limitazione al flusso espiratorio anche in pazienti con scompenso cardiaco che, per aumentare la ventilazione durante esercizio, devono, a differenza del soggetto normale, aumentare, dopo una iniziale fisiologica riduzione, la capacità funzionale residua [8].

## Bibliografia

1. ATS Board of Directors, March 2002. ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 111-117.
2. Stringer WW, Hansen JE, Wasserman K. Cardiac output estimated non-invasively from oxygen uptake during exercise. *J Appl Physiol* 1997; 82: 908-912.
3. Perego GB, Marenzi M, Guazzi M, Sganzerla P, Assanelli E, Palermo P, *et al.* Contribution of PO<sub>2</sub>, P50, and Hb to changes in arteriovenous O<sub>2</sub> content during exercise in heart failure. *J Appl Physiol* 1996; 80: 623-631.
4. Agostoni PG, Bianchi M, Moraschi A, Palermo P, Cattadori G, La Gioia R, *et al.* Work rate affects cardiopulmonary exercise test results in heart failure. *Eur J Heart Fail* 2005; 7: 498-504.
5. Weber KT, Janicki JS. Cardiopulmonary exercise testing for evaluation of chronic cardiac failure. *Am J Cardiol* 1985; 55: 22A-31A.
6. Agostoni PG, Cattadori G, Apostolo A, Contini M, Palermo P, Marenzi GC. Non invasive measurement of cardiac output during exercise by inert gas re-breathing technique: a new tool for heart failure evaluation. *J Am Coll Cardiol* 2005; 46: 1779-1781.
7. Wasserman K, Zhang Y, Gitt A, Belardinelli R, Koike A, Lubarsky L, *et al.* Lung function and exercise gas exchange in chronic heart failure. *Circulation* 1997; 96: 2221-2227.
8. Agostoni PG, Pellegrino R, Conca C, Rodarte J, Brusco V. Exercise hyperpnea in chronic heart failure: relation to lung stiffness and exercise flow limitation. *J Appl Physiol* 2002; 92: 1409-1416.

## EFFETTI DELL'ESERCIZIO FISICO SUI FATTORI DI RISCHIO CARDIOVASCOLARE EFFECTS OF PHYSICAL EXERCISE ON RISK FACTORS FOR CARDIOVASCULAR DISEASES

Alberto Anedda, Maria Penco, Margherita Vona, Antonio Bonetti

Un esercizio fisico regolarmente svolto è in grado di migliorare la totalità dei fattori di rischio cardiovascolare modificabili. Diversamente dai farmaci, che normalmente sono specifici per singolo fattore di rischio (antipertensivi, antidiabetici, ipolipemizzanti, eccetera), l'esercizio fisico ha effetti

favorevoli su più fattori di rischio contemporaneamente. Quando i livelli dei singoli fattori di rischio non sono particolarmente elevati, ricorrere alla terapia farmacologica in prima battuta appare ingiustificato, estremamente costoso e concettualmente errato, in quanto costituisce un intervento sintomatico e non causale. In questi casi risulta quindi preferibile adottare, almeno inizialmente, misure terapeutiche basate su modificazioni dello stile di vita (attività fisica, alimentazione corretta, cessazione del fumo, astensione dall'alcool, eccetera). Tra gli interventi non farmacologici, l'esercizio fisico risulta quello più interessante in quanto efficace nel controllare i vari fattori di rischio e capace contemporaneamente di migliorare significativamente la qualità di vita. Nel presente capitolo vengono descritti i suoi effetti sui principali fattori di rischio modificabili; quelli sull'ipertensione arteriosa sono discussi nello specifico capitolo.

### Dislipidemie

L'attività fisica provoca modificazioni favorevoli in senso antiaterogeno del profilo lipidico, ma i dati della letteratura non sono del tutto univoci per quanto riguarda il carico di lavoro e l'entità delle variazioni ottenute [1]. Risultati differenti si hanno per le diverse condizioni sperimentali: raffronto fra sedentari e allenati su ampi strati di popolazione; effetti dell'allenamento su soggetti sedentari; effetti del disallenamento; effetti di una singola seduta di esercizio fisico; impiego di carichi di lavoro diversi per tipo, intensità e durata. Ciò nonostante, la vasta mole di ricerche consente di trarre conclusioni abbastanza definitive. L'esercizio fisico di tipo aerobico induce modificazioni favorevoli del metabolismo lipidico che possiamo così riassumere:

- riduzione significativa dei trigliceridi e delle principali lipoproteine che li veicolano (VLDL);
- nessuna modificazione o lievi riduzioni della colesterolemia totale;
- aumento significativo delle HDL, prevalentemente a carico della sottofrazione HDL 2;
- lieve riduzione delle LDL (più marcata quando all'esercizio si associa un calo ponderale), ma

soprattutto variazione della loro composizione: riduzione delle particelle aterogene più piccole e dense e resistenza all'ossidazione [2].

I meccanismi attraverso i quali tali modificazioni si realizzano sono riferibili all'assetto endocrino-metabolico determinato dall'esercizio fisico aerobico:

- riduzione dell'insulinemia, aumento del somatotropo (GH), cortisolo e catecolamine;
- aumentata attività della lipoproteinlipasi, con aumento della lipolisi;
- aumento di attività dell'enzima lecitina-colesterolo-acetiltransferasi (LCAT) e ridotta attività della trigliceridilipasi epatica (HTGL) [1-4].

L'esercizio di tipo anaerobico, invece, non sembra in grado di determinare modificazioni significative dell'assetto lipidico [2].

## Diabete Mellito

### DIABETE DI TIPO 2

I benefici dell'attività fisica nei pazienti affetti da diabete mellito di tipo 2 sono stati messi in evidenza in numerosi studi. È dimostrato infatti come un programma di attività fisica a lungo termine possa determinare una riduzione delle alterazioni metaboliche associate a tale patologia e una riduzione delle sue complicanze cardiovascolari. Mentre la sedentarietà è stata associata ad un incremento di mortalità nei soggetti con diabete mellito tipo 2 [5], uno studio recente ha dimostrato che l'attività fisica determina una riduzione della mortalità cardiovascolare e globale in tali pazienti [6].

*Controllo glicemico.* Una meta-analisi di 14 trials ha dimostrato che l'esercizio fisico porta ad una riduzione dell'emoglobina glicosilata e che tale riduzione è indipendente dalle modificazioni del peso corporeo [7]. Questi effetti a lungo termine sono dovuti all'adattamento della muscolatura scheletrica, al metabolismo epatico ed alla composizione corporea [8]. La glicemia si riduce dopo una singola seduta di esercizio e questo effetto a breve termine è verosimilmente secondario ad un aumento dell'uptake del glucosio all'interno della muscolatura scheletrica [9]. Le modificazioni della tolleranza glucidica e della sensibilità all'insulina sono correlate alla quantità di esercizio e l'incremento dell'uptake del glucosio si verifica maggiormente nei muscoli allenati rispetto a quelli non allenati [8].

*Disfunzione ventricolare sinistra.* Nel diabete di tipo 2 valori elevati di glicemia, anche se a livelli non francamente patologici, risultano associati indipendentemente ad una riduzione della funzione diastolica ventricolare sinistra [10]. L'esercizio fisico sembra in grado di modificare favorevolmente questa condizione in modelli animali [11] e nei soggetti con ipertensione arteriosa [12]. Ci si può quindi aspettare che l'esercizio fisico possa migliorare la funzione diastolica anche nel paziente diabetico.

*Funzione endoteliale.* La disfunzione endoteliale è una condizione frequente nei soggetti con diabete mellito tipo 2 e nei soggetti pre-diabetici [13, 14]. L'esercizio fisico migliora la funzione endoteliale nei soggetti con diabete mellito tipo 2 così co-

me nei soggetti con sindrome metabolica [15]. Il miglioramento sembra essere secondario all'aumento dello stress di parete, il quale porta ad un aumento della liberazione di ossido nitrico endotelio-dipendente, inducendo il rilasciamento della muscolatura liscia e quindi la vasodilatazione.

*Obesità.* L'obesità, in particolare il grasso intra-addominale, è associata all'insulino-resistenza, all'intolleranza glucidica ed al diabete mellito. In uno studio recente è stato dimostrato che l'esercizio fisico determina una modesta riduzione del peso corporeo, ma una considerevole riduzione del grasso intra-addominale [16]. Inoltre, l'esercizio fisico comporta un miglioramento della composizione corporea, con una riduzione della massa grassa ed un incremento della massa magra. Nei soggetti obesi si ha un incremento dei livelli di proteina C reattiva (PCR) [17], poiché il tessuto adiposo viscerale è un importante fonte di citochine, le quali contribuiscono ad una condizione di flogosi cronica [18]. Questo comporta disfunzione endoteliale, aumento del rischio di aterosclerosi ed insulino-resistenza. Inoltre, i livelli di PCR sono associati con diverse componenti della sindrome metabolica [19] e sono predittori del rischio di evoluzione in diabete mellito tipo 2 [20]. L'esercizio fisico, mediante la sua influenza sul peso corporeo, ed in particolare sulla quantità di grasso viscerale, porta ad una riduzione degli indici di infiammazione.

*Prevenzione del diabete tipo 2.* L'attività fisica, come parte di un cambiamento dello stile di vita riguardante anche le abitudini alimentari, la riduzione del peso corporeo, l'eliminazione dell'abitudine al fumo, può essere utile nel prevenire o ritardare l'insorgenza del diabete mellito tipo 2 [21].

### DIABETE DI TIPO 1

Nei diabetici tipo 1 l'attività fisica migliora il profilo lipidico, riduce la pressione arteriosa ed in generale influisce positivamente sul sistema cardiovascolare. Tutti i tipi di attività fisica, compreso l'allenamento di potenza, possono essere svolti dai soggetti affetti da diabete mellito di tipo 1 in buon controllo dei valori glicemici ed assenza di complicanze. L'ipoglicemia che può manifestarsi durante, immediatamente dopo o a diverse ore di distanza dall'attività fisica, può essere evitata tramite un corretto uso della terapia insulinica. Questo richiede da parte del paziente un'adeguata conoscenza della propria risposta ormonale e metabolica ed una buona abilità di autogestione. In generale, per regolare la risposta glicemica durante esercizio fisico, è utile seguire alcune indicazioni:

- 1) buon controllo metabolico prima di iniziare un regime di attività fisica;
- 2) monitorare i livelli di glucosio ematico prima e dopo l'attività fisica;
- 3) assumere alimenti (carboidrati) durante attività fisica prolungata e/o ridurre di una/due unità la dose di insulina precedente la seduta di lavoro.

Nei bambini, inoltre, è richiesta un'assistenza da parte di genitori, insegnanti ed istruttori. Con le dovute istruzioni sull'autocontrollo e sull'autogestione della terapia e sul trattamento delle eventuali crisi ipoglicemiche, l'attività fisica è utile e sicura.

## Obesità e Sindrome Metabolica

Per Sindrome Metabolica si intende una serie di alterazioni del metabolismo e di fattori di rischio cardiovascolare, presenti contemporaneamente nei soggetti con insulino-resistenza [22]. Le varie classificazioni proposte prevedono criteri diagnostici diversi e diverse aggregazioni. Insulino-resistenza ed iperinsulinemia, alterazioni del metabolismo glucidico (ridotta tolleranza glucidica, iperglicemia a digiuno, diabete di tipo 2), obesità addominale, dislipidemia (triade lipidica: ipertrigliceridemia, riduzione dell'HDL colesterolo, LDL piccole e dense), ipertensione, microalbuminuria, iperuricemia, aumentata attività del sistema nervoso simpatico, condizione procoagulativa e proinfiammatoria e disfunzione endoteliale sono i fattori di volta in volta inseriti nel contesto della sindrome. Essa si configura come un insieme di complesse alterazioni metaboliche che hanno probabilmente nell'obesità viscerale e nello stato di insulino-resistenza il comune denominatore patogenetico e fisiopatologico [23].

La prevalenza di Sindrome Metabolica nel mondo occidentale è molto elevata ed è progressivamente incrementata con il dilagare dell'obesità. Sedentarietà, iperalimentazione, consumo di cibi ipercalorici ad elevato indice glicemico e alterato rapporto uomo/ambiente, sono tutti elementi che fungono da amplificatori di una probabile predisposizione, geneticamente determinata. Quali che siano i criteri diagnostici adottati, nei paesi industrializzati questa patologia pare interessare più del 25% della popolazione adulta, non risparmiando, tuttavia, nemmeno le fasce di età più giovani. Nei portatori della Sindrome Metabolica si riscontra un importante aumento di complicanze cardiovascolari [24]. D'altra parte, i difetti multipli che la caratterizzano rappresentano singolarmente fattori di rischio ormai consolidati o altri fattori cosiddetti "non classici" [25]. La Sindrome è stata inserita nella classificazione dei fattori di rischio cardiovascolari dall'American Heart Association, che ha proposto una strategia terapeutica incentrata su un'alimentazione corretta e sull'incremento dell'attività fisica [26]. Mettere sotto trattamento più di un quarto di tutta la popolazione, infatti, presenta limiti insuperabili di tipo economico e organizzativo. Quand'anche la scelta fosse indirizzata ad una percentuale più ristretta di individui, in base al grado di rischio presentato, si tratterebbe comunque di instaurare politerapie (ipoglicemizzanti, antipertensivi, ipolipemizzanti, antiossidanti, anti-trombotici, eccetera) indirizzate verso i singoli fattori, con evidenti problemi di interferenze farmacologiche e di compliance. Quella farmacologica, pertanto, deve rappresentare una scelta di seconda istanza in caso di fallimento delle altre strategie o in presenza di patologie rilevanti o di fattori di rischio di grado elevato.

Gli obiettivi del trattamento sono quelli di migliorare la sensibilità insulinica da un lato e di prevenire o correggere le alterazioni metaboliche e cardiovascolari dall'altro. Nei soggetti con Sindrome Metabolica l'esercizio fisico produce modificazioni metaboliche capaci di agire favorevolmente su tutte le alterazioni indotte dall'insulino-resistenza. Se poi all'esercizio fisico si associa l'intervento nutriziona-

le, soprattutto se in grado di determinare calo ponderale, si ha un ulteriore effetto additivo [1, 2].

L'allenamento di endurance migliora la captazione del glucosio insulino-mediata e aumenta la capacità di depositare glicogeno nei muscoli. L'esercizio agisce, inoltre, sulle singole alterazioni che caratterizzano la Sindrome con effetti favorevoli, in parte mediati dal miglioramento della sensibilità insulinica, in parte diretti [27].

L'esercizio fisico è una delle poche misure utili per evitare il recupero ponderale nel trattamento dell'obesità ed induce una preferenziale mobilitazione dei lipidi dai depositi viscerali (più sensibili allo stimolo lipolitico delle catecolamine), quelli più direttamente correlati all'insulino-resistenza. La migliore sensibilità insulinica, inoltre, si estrinseca anche con un miglioramento della sua azione vasodilatante e della funzione endoteliale.

## Funzione Endoteliale

L'endotelio è oggi considerato un vero e proprio organo dalle dimensioni molto estese (1500 m<sup>2</sup>), dal peso di circa un chilo e mezzo e dalle molteplici funzioni. Infatti, oltre a quelle tradizionalmente conosciute come la regolazione del tono vascolare e della coagulazione, è ormai chiaro che l'endotelio svolge un ruolo essenziale, grazie alla produzione e secrezione di numerose sostanze, nei processi infiammatori implicati nella patogenesi e progressione dell'aterosclerosi [29, 30] e delle malattie cardiovascolari in genere, compreso lo scompenso cardiaco.

Le evidenze scientifiche attuali mostrano che:

- 1) la disfunzione endoteliale è la *conditio sine qua non* per l'aterosclerosi nelle sue manifestazioni acute e croniche [31, 32];
- 2) la disfunzione endoteliale costituisce un indice prognostico molto sensibile di successivi eventi cardiaci [29, 32].

Tutti i principali fattori di rischio coronarici e tra essi anche la sedentarietà, provocano marcata alterazione della fisiologia endoteliale [29, 33]. Sin già dai primi anni '90, si sono accumulate evidenze scientifiche di quanto l'esercizio fisico sia un fisiologico sistema per ridurre o normalizzare la disfunzione endoteliale [34]. A questo proposito è necessario ricordare che uno dei principali meccanismi di attivazione della vasodilatazione e delle azioni antitrombotica, antinfiammatoria e antiproliferativa è rappresentato dal cosiddetto "shear stress", ovvero dalla forza esercitata dallo scorrimento del sangue parallelamente all'asse longitudinale del vaso. Molti dati sperimentali [35, 36] hanno messo in evidenza che l'esercizio, grazie all'aumento della velocità e della pulsatilità del flusso secondario all'aumentata gittata cardiaca, incrementa il flusso laminare e dunque lo shear stress, migliorando e/o ottimizzando così la funzione endoteliale. I dati della ricerca di base hanno mostrato che la quantità di ossido nitrico, sostanza chiave della fisiologia endoteliale, accresce di oltre 13 volte dopo circa 1 ora di incremento dello shear stress secondario ad attività fisica [38, 39].

Nei soggetti con fattori di rischio e dunque disfunzione endoteliale, l'esercizio fisico procura indiscutibili effetti benefici. In uno studio randomizzato di soggetti diabetici dopo 8 settimane di eserci-



zio vi era un aumento della vasodilatazione endotelio-dipendente di oltre il doppio [11]. Risultati simili sono stati osservati in soggetti con sindrome metabolica [37], con dislipidemia [40], in quelli sottoposti a procedura di angioplastica [41] e in quelli affetti da infarto miocardico recente [42]. Ma è nei pazienti con scompenso cardiaco che l'attività fisica moderata e regolare procura i maggiori benefici sulla funzione endoteliale [43, 44].

Più recentemente, l'esercizio fisico ha mostrato nell'animale e nell'uomo la capacità di aumentare le cellule progenitrici endoteliali. Il numero di tali cellule, essenziali nell'attività di riparazione endoteliale, è inversamente correlato alla prognosi cardiovascolare [45], incrementano significativamente dopo alcune settimane di esercizio fisico (46).

### Raccomandazioni

Sicuramente efficaci sono le attività fisiche ad intensità moderata, durata superiore ai 30 minuti, svolte anche non continuativamente, per 3-5 volte la settimana. Nel prescrivere un programma individualizzato bisogna tener conto del difetto metabolico prevalente: lavoro sicuramente aerobico di intensità moderata (50-70% del VO<sub>2</sub> picco), con una spesa calorica superiore alle 300 kcal (per un consumo calorico settimanale uguale o superiore alle 2000 kcal) per ottenere modificazioni dell'assetto lipidico; altrettanto efficace dell'esercizio aerobico il lavoro di resistenza per quanto concerne la sensibilità insulinica; attività di bassa intensità e di lunga durata, possibilmente con frequenza giornaliera, se l'obiettivo prioritario è il calo ponderale [28].

### Bibliografia

- Bonetti A. Diabete mellito ed esercizio fisico. *Med Sport* 2001; 54: 183-193.
- Bonetti A. Attività fisica, metabolismo lipidico e rischio cardiovascolare. *Sport Card* 2001; II(3): 159-168.
- Halbert JA, Silagy CA, Finucane P, et al. Exercise training and blood lipids in hyperlipidemic and normolipidemic adults: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Eur J Clin* 1999; 53: 514-522.
- Arquer A, Elosua R, Covas MI, et al. Amount and intensity of physical activity, fitness, and serum lipids in premenopausal women. *Int J Sports Med* DOI 10.1055/s 2006- 923790. Published online 2006. ISSN 0172-4622.
- Wei M, Gibbons LW, Kampert JB, et al: Low cardiorespiratory fitness and physical inactivity as predictors of mortality in men with type II diabetes. *Ann Intern Med* 2000; 132: 605-611.
- Tanasescu M, Leitzmann MF, Rimm EB, et al. Physical activity in relation to cardiovascular disease and total mortality among men with type II diabetes. *Circulation* 2003; 107: 2435-2439.
- Boule NG, Haddad E, Kenny GP, et al. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type II diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA* 2001; 286: 1218-1227.
- Borghouts LB, Keizer HA. Exercise and insulin sensitivity: a review. *Int J Sports Med* 2000; 21: 1-12.
- Dela F, Ploug T, Handberg A, et al. Physical training increases muscle GLUT4 protein and mRNA in patients with NIDDM. *Diabetes* 1994; 43: 862-865.
- Holzmann M, Olsson A, Johansson J, et al. Left ventricular diastolic function is related to glucose in a middle-aged population. *J Intern Med* 2002; 251: 415-420.
- Brenner DA, Apstein CS, Saupe KW. Exercise training attenuates age associated diastolic dysfunction in rats. *Circulation* 2001; 104: 221-226.
- Kelemen MH, Effron MB, Valenti SA et al. Exercise training combined with antihypertensive drug therapy. Effects on lipids, blood pressure and left ventricular mass. *JAMA* 1990; 263: 276.
- Caballero AE, Arora S, Saouaf R, et al. Microvascular and macrovascular reactivity is reduced in subjects at risk for type II diabetes. *Diabetes* 1999; 48: 1856-1862.
- Gielen S, Hmbrecht R: Effects of exercise training on vascular function and myocardial perfusion. *Cardiol Clin* 2001; 19: 357-368.
- Maiorana A, O'Driscoll G, Cheetham C, et al. The effect of combined aerobic and resistance exercise training on vascular function in type II diabetes. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38: 860-866.
- Irwin MI, Yasui Y, Ulrich CM, et al. Effect of exercise on total and intra-abdominal body fat in postmenopausal women: a randomised controlled trial. *JAMA* 2003; 289: 323-330.
- Yudkin JS, Stehouwer CD, Emeis JJ, et al. C-reactive protein in healthy subjects: associations with obesity, insulin resistance, and endothelial dysfunction: a potential role for cytokines originating from adipose tissue? *Atheroscler Thromb Vasc Biol* 1999; 19: 972-978.
- Lyon CJ, Law RE, Hsueh WA. Minireview: adiposity, inflammation, and atherogenesis. *Endocrinology* 2003; 144: 2195-2200.
- Tamakoshi K, Yatsuya H, Kondo T, et al. The metabolic syndrome is associated with elevated circulating C-reactive protein in healthy reference range, a systemic low-grade inflammatory state. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003; 27: 443-449.
- Pradhan AD, Manson JE, Rifai N, et al. C-reactive protein, interleukin 6, and risk of developing type II diabetes mellitus. *JAMA* 2001; 286: 327-334.
- Diabetes Prevention Program Research Group: Reduction in the incidence of type II diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002; 346: 393-403.
- Haffner S, Taegtmeier H. Epidemic obesity and the metabolic syndrome. *Circulation* 2003; 108: 1541-1545.
- Ford ES. Prevalence of the metabolic syndrome defined by the International Diabetes Federation among adults in the U.S. *Diabetes Care* 2005; 28: 2745-2749.
- Katzmarzyk PT, Church TS, Blair SN. Cardiorespiratory fitness attenuates the effects of the metabolic syndrome on all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Arch Intern Med* 2004; 164: 1092-1094.
- Murphy M, Nevill A, Nevill C, et al. Accumulating brisk walking for fitness, cardiovascular risk, and psychological health. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 1468-1474.
- Booth FW, Gordon SE, Carlson CJ, et al. Waging war on modern chronic diseases. Primary prevention through exercise biology. *J Appl Physiol* 2000; 88: 774-787.
- Reaven G. Metabolic Syndrome. Pathophysiology and implications for management of cardiovascular disease. *Circulation* 2002; 106: 286-288.
- Van Mechelen W, Twisk J, Kemper H. The relationship between physical activity and physical fitness in youth and cardiovascular health later in life. What longitudinal studies can tell. *Int J Sports Med* 2002; 106: 286-288.
- Verma S, Anderson TJ. Fundamentals of endothelial function for the clinical cardiologist. *Circulation* 2002; 105: 546-549.
- Schächinger V, Britten MB, Zeiher AM. Prognostic impact of coronary vasodilator dysfunction on adverse long-term outcome of coronary artery disease. *Circulation* 2000; 101: 1899-1906.
- Drexler H. Endothelium as therapeutic target in heart failure. *Circulation* 1998; 98: 2652-2655.
- Fisher D, Rossa S, Landmesser U. Endothelial dysfunction in CHF is independently associated with increased

- incidence of hospitalisation, cardiac transplantation or death. *Eur Heart J* 2005; 26: 65-69.
33. Suvorava T, Lauer N, Koyda G. Physical inactivity causes endothelial dysfunction in healthy young mice. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 1320-1327.
  34. Wang J, Wolin MS, Hintze TH. Chronic exercise enhances endothelium-mediated dilation of epicardial coronary arteries in conscious dogs. *Circ Res* 1993; 73: 829-838.
  35. Lavrencic A, Salobir BG, Keber I. Physical training improves flow-mediated dilation in patients with the poly-metabolic syndrome. *Atheroscler Thromb Vasc Biol* 2000; 20: 551-555.
  36. Niebauer J, Maxwell AJ, Lin PS, *et al.* Impaired aerobic capacity in hypercholesterolemic mice: partial reversal by exercise training. *Am J Physiol* 1999; 276: H1346-1354.
  37. Malek AM, Alper SL, Izumo S. Hemodynamic Shear Stress and Its Role in Atherosclerosis. *JAMA* 1999; 282: 2035-2042.
  38. Sessa WC, Pritchard K, Seyedi N, *et al.* Chronic exercise in dogs increases coronary vascular nitric oxide production and endothelial cell nitric oxide synthase gene expression. *Cir Res* 1994; 74: 349-353.
  39. Hambrecht R, Adams V, Erbs S, *et al.* Regular physical activity improves endothelial function in patients with coronary artery disease by increasing phosphorylation of endothelial nitric oxide synthase. *Circulation* 2003; 107: 3152-3158.
  40. Fukai T, Siegfried MR, Ushio-Fukai M, *et al.* Regulation of the vascular extracellular superoxide dismutase by nitric oxide and exercise training. *J Clin Invest* 2000; 105: 1631-1639.
  41. Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, *et al.* Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 2000; 342: 454-460.
  42. Vona M, Rossi A, Capodaglio P, *et al.* Impact of physical training and detraining on endothelium-dependent vasodilation in patients with recent acute myocardial infarction. *Am Heart J* 2004; 147: 1039-1046.
  43. Hambrecht R, Fiehn E, Weigl C, *et al.*: Regular physical exercise corrects endothelial dysfunction and improves exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Circulation* 1998; 98: 2709-2715.
  44. Linke A, Schoene N, Gielen S, *et al.* Endothelial dysfunction in patients with chronic heart failure: systemic effects of lower-limb exercise training. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 392-397.
  45. Werner N, Kosiol S, Schiegl T, *et al.* Circulating Endothelial Progenitor Cells and Cardiovascular Outcomes. *N Engl J Med* 2005; 353: 999-1007.
  46. Laufs U, Werner N, Link A, *et al.* Physical training increases endothelial progenitor cells, inhibits neointima formation, and enhances angiogenesis. *Circulation* 2004; 109: 220-226.