

La Riabilitazione cardiovascolare PERCHE', COME, QUANDO

Argomento 1

Strategie Riabilitative in Cardiologia

Perche', Come, Quando

- ***Le malattie cardiovascolari rappresentano la causa principale di morte in tutto il mondo***
- ***Un numero crescente di pazienti sopravvive all'evento cardiaco acuto: in questi pazienti morbilità e mortalità cardiovascolare a medio e lungo termine sono elevate rispetto alla popolazione generale.***

RIABILITAZIONE CARDIOVASCOLARE

- ***Somma coordinata degli interventi richiesti in pazienti con cardiopatia cronica o post-acuta per***
 - ***Rallentare la progressione della malattia***
 - ***Favorirne il recupero e la ripresa del proprio ruolo nella società***

RIABILITAZIONE CARDIOVASCOLARE

- *Per essere efficace, la riabilitazione cardiovascolare deve essere*
 - *multidisciplinare*
 - *multitarget” e rivolta alla riduzione del rischio cardiovascolare complessivo*
- *un programma di training fisico da solo non può essere considerato riabilitazione cardiologica.*

Strategie Riabilitative in Cardiologia

Perche', Come, Quando

- *La riabilitazione, se attuata con un approccio "globale", rappresenta un intervento altamente efficace nella gestione del paziente cardiopatico*

Gli effetti favorevoli della riabilitazione cardiologica

- *riduzione della mortalità dopo infarto miocardico e dopo interventi di cardiocirurgia*
- *maggiore autonomia funzionale, ridotta disabilità, miglioramento della tolleranza allo sforzo in corso di scompenso cardiaco cronico e di angina stabile*
- *miglioramento del profilo di rischio cardiovascolare*
- *più frequente ritorno all'attività lavorativa*

Patologie elegibili per la riabilitazione

- ***Infarto del miocardio***
- ***Angina stabile***
- ***Rivascolarizzazione coronarica***
- ***Procedure di angioplastica e stent***
- ***Chirurgia valvolare***
- ***Scompenso cardiaco cronico stabile***
- ***Impianto di dispositivi di assistenza ventricolare***
- ***Diabete***
- ***Trapianto cardiaco***
- ***Arteriopatia periferica***
- ***Elevato rischio di malattia coronarica***

Controindicazioni al training fisico.

- ***Angina instabile***
- ***Scompenso cardiaco cronico in fase di instabilità clinica***
- ***Aritmie ventricolari severe***
- ***Ipertensione arteriosa maligna***
- ***Stenosi aortica serrata***
- ***Cardiomiopatia ipertrofica ostruttiva***
- ***Impianto di dispositivi di assistenza ventricolare***
- ***Patologie extracardiache limitanti l'esercizio (es. tromboflebite recente)***
- ***Trombosi endocardiaca***
- ***Ipertensione polmonare severa***

Le fasi del programma di riabilitazione cardiologica

- ***Valutazione del paziente***
- ***Educazione sanitaria mirata alla correzione dei fattori di rischio e consulenza psico-sociale e occupazionale,***
- ***Training fisico ed altri esercizi riabilitativi***
- ***Follow-up per “cronicizzare” gli interventi riabilitativi.***

FASE 1

Valutazione del paziente

- **Anamnesi**
 - *mirata al tipo di cardiopatia e/o al tipo di intervento chirurgico subito*
- **Valutazione della funzione ventricolare sinistra**
- **Identificazione di comorbidità**
 - *vasculopatia periferica e/o cerebrale, broncopneumopatia cronica ostruttiva, diabete mellito, insufficienza renale, disordini neuromuscolari, depressione*
- **Valutazione della qualità della vita percepita dal paziente**
- **Stratificazione del rischio**

Stratificazione del rischio nel paziente infartuato

- **CARDIOPATIA ISCHEMICA**
 - *Ischemia residua*
 - *Funzione residua del ventricolo sinistro*
 - *Instabilità elettrica*
 - *Età*
 - *Fattori di rischio modificabili (dislipidemia, ipertensione arteriosa, tabagismo, diabete, obesità)*
 - *adeguato inquadramento di fattori psicologici e comportamentali e dell'impatto della malattia sulla qualità della vita e sull'attività lavorativa.*

- *In funzione della severità del rischio, gli interventi riabilitativi potranno assumere caratteristiche diverse per contenuti, modalità, intensità e monitoraggio*

Stratificazione del rischio nel paziente cardiocirurgico

- ***Identificazione precoce dei pazienti a possibile rischio di complicanze legate all'intervento***
 - *versamento pleurico e pericardico, complicanze respiratorie, disturbi neurologici, complicanze legate alla ferita chirurgica, anemia, aritmie*
- ***Nel caso di pazienti "valvolari" e per gli altri interventi contribuisce alla stratificazione prognostica***
 - *la valutazione della funzione ventricolare sinistra, del funzionamento dell'eventuale protesi valvolare e della capacità funzionale (mediante approccio clinico, radiologico, ecocardiografico ed ergometrico)*

Stratificazione del rischio nel paziente scompensato

- ***Analisi della stabilità clinica***
 - ***assenza di dispnea e/o angina a riposo, stabilità della tolleranza allo sforzo, assenza di aritmie ventricolari complesse sintomatiche, stabilità dell'obiettività cardiopolmonare, del peso corporeo, dei valori pressori e dei principali parametri bioumorali.***
- ***La stratificazione prognostica nello scompenso cardiaco***
 - ***età, sesso, eziologia della disfunzione, durata della cardiopatia, azotemia, creatininemia, peptidi natriuretici cardiaci, consumo di O₂, variabilità della frequenza cardiaca, frazione di eiezione, volumi ventricolari sinistri, rapporto massa/volume ventricolare sinistro.***

Le fasi del programma di riabilitazione cardiologica

- *Valutazione del paziente*
- ***Educazione sanitaria mirata alla correzione dei fattori di rischio e consulenza psico-sociale e occupazionale***
- *Training fisico ed altri esercizi riabilitativi*
- *Follow-up per “cronicizzare” gli interventi riabilitativi.*

FASE 2

Educazione sanitaria e consulenza psico-sociale e occupazionale

- ***Trasmettere al paziente e ai suoi familiari le informazioni sulla malattia di cui è affetto, sulla sua evoluzione, sui fattori destabilizzanti***
- ***Controllare i fattori di rischio cardiovascolare***
 - *ipertensione arteriosa, dislipidemia, diabete mellito, fumo e sovrappeso*
- ***Valutazione dell'effettiva limitazione funzionale in rapporto all'attività lavorativa e/o ricreativa***

Le fasi del programma di riabilitazione cardiologica

- *Valutazione del paziente*
- *Educazione sanitaria mirata alla correzione dei fattori di rischio e consulenza psico-sociale e occupazionale,*
- ***Training fisico ed altri esercizi riabilitativi***
- *Follow-up per “cronicizzare” gli interventi riabilitativi.*

FASE 3

Training fisico ed altri esercizi riabilitativi

- *Migliorare la capacità funzionale e favorendo la ripresa delle attività motorie fondamentali per la qualità della vita del paziente cardiopatico*
- *Ridurre la mortalità e morbilità sia in pazienti ischemici e scompensati*
- *Contribuire al controllo dei principali fattori di rischio cardiovascolari.*

FASE 3

Training fisico ed altri esercizi riabilitativi

■ **“Home-based”**

- **Vantaggi**

- *Applicabili ad un numero elevato di pazienti*
- *basso costo di gestione*
- *ben accettati dal paziente.*

- **Svantaggi**

- *il training fisico limitato ad esercizi fisici semplici ancorché efficaci (esercizi di ginnastica aerobica, cyclette, jogging, ecc.)*
- *Difficilmente applicabili il counselling, l’educazione sanitaria, compliance del paziente al programma riabilitativo*

FASE 3

Training fisico ed altri esercizi riabilitativi

■ **“Supervised”**

- *Effettuati in ambiente ospedaliero in centri dedicati alla riabilitazione cardiologica sia in regime di ricovero ordinario sia in day hospital o ambulatorialmente*
- *Vantaggi*
 - *possibilità di applicare i programmi riabilitativi in maniera “intensiva” e monitorare costantemente compliance e miglioramenti del paziente*
- *Svantaggi*
 - *Numero limitato di pazienti che possono essere gestiti in queste strutture rispetto al numero di potenziali candidati al programma*
 - *Costi di gestione elevati*

FASE 3

Training fisico ed altri esercizi riabilitativi

- ***La prescrizione dell'esercizio***

- *L'intensità degli esercizi deve essere fissata sul singolo paziente al fine di produrre effetto **allenante in base al risultato del test cardiopolmonare***

Le fasi del programma di riabilitazione cardiologica

- *Valutazione del paziente*
- *Educazione sanitaria mirata alla correzione dei fattori di rischio e consulenza psico-sociale e occupazionale,*
- *Training fisico ed altri esercizi riabilitativi*
- ***Follow-up per “cronicizzare” gli interventi riabilitativi.***

FASE 4

“Cronicizzazione” degli interventi riabilitativi

- ***Consolidare gli obiettivi raggiunti***

- *in termini di educazione sanitaria*
- *in termini di allenamento fisico*

allo scopo di mantenere i fattori di rischio cardiovascolare sotto controllo e conservare lo stato di fitness

FASE 4

“Cronicizzazione” degli interventi riabilitativi

- ***Adeguata procedura di follow-up***
 - ***Valutazione clinica (valutazione funzione ventricolare, riserva coronarica, aritmie, compenso emodinamico, terapia farmacologica)***
 - ***Aderenza del paziente alle prescrizioni relative ad attività fisica e norme di vita.***

L'esercizio fisico come terapia

10-5-2010

Seconda lezione

Le fasi del programma di riabilitazione cardiologica

- *Fase 1: Valutazione del paziente*
- *Fase 2: Educazione sanitaria mirata alla correzione dei fattori di rischio e consulenza psico-sociale e occupazionale*
- ***Fase 3: Training fisico ed altri esercizi riabilitativi***
- *Fase 4: Follow-up per “cronicizzare” gli interventi riabilitativi.*

FASE 3

Training fisico ed altri esercizi riabilitativi

- **AUMENTO DELLA TOLLERANZA ALL'ESERCIZIO**
 - **I PROTOCOLLI RIABILITATIVI AUMENTANO LA TOLLERANZA ALL'ESERCIZIO SENZA SIGNIFICATIVE COMPLICAZIONI CARDIOVASCOLARI.**
 - **UN LIVELLO DI ESERCIZIO COSTANTE E' RICHIESTO PER MANTENERE I BENEFICI DEI PROGRAMMI**
- **CAMBIAMENTO DELLE ABITUDINI DI VITA**
 - **LA RIABILITAZIONE MOTORIA PROMUOVE L'ABITUDINE ALL'ESERCIZIO COME MODELLO DI COMPORTAMENTO ABITUALE**
- **MIGLIORAMENTO DEI SINTOMI**
 - **L'ESERCIZIO RIDUCE LA GRAVITA' DELL'ANGINA PECTORIS E RIDUCE I SINTOMI DELLO SCOMPENSO**
 - **L'ESERCIZIO PROMUOVE UN MIGLIORE AGGIUSTAMENTO ED INTERAZIONE SOCIALE**

FASE 3

Training fisico ed altri esercizi riabilitativi

- ***L'ESERCIZIO NON MODIFICA L'ABITUDINE AL FUMO***
- ***L'ESERCIZIO NON ALTERA IN MODO DRASTICO L'ASSETTO LIPIDICO***
- ***L'ESERCIZIO DI PER SE' NON MODIFICA IL PESO CORPOREO NE' PUO' ESSERE INDICATO COME UNICO TRATTAMENTO DELLA IPERTENSIONE ARTERIOSA***
- ***L'ESERCIZIO NON MIGLIORA L'ANSIA E LA DEPRESSIONE, MA INDUCE COMUNQUE UN SENSO DI BENESSERE***

Rischi cardiovascolari dell'esercizio fisico e screening cardiologico preventivo

- ***L'esercizio fisico può rappresentare il trigger di eventi acuti, quali angina pectoris, infarto, miocardico e morte improvvisa***

L'attività fisica come terapia

- ***L'attività fisica è una componente fondamentale di tutti i programmi di prevenzione cardiovascolare, sia primaria che secondaria***

Attività fisica e malattie cardiovascolari: aspetti epidemiologici e clinici

- Le malattie cardiovascolari hanno un elevato impatto epidemiologico e socioeconomico il cui costo è elevatissimo
- Emerge pertanto la necessità inderogabile di sviluppare piani di prevenzione primaria e secondaria su larga scala ed efficaci interventi terapeutici.
- L'esercizio fisico si propone, in questo contesto, come mezzo preventivo e terapeutico ideale, in quanto fisiologico, efficace, sicuro e a basso costo.

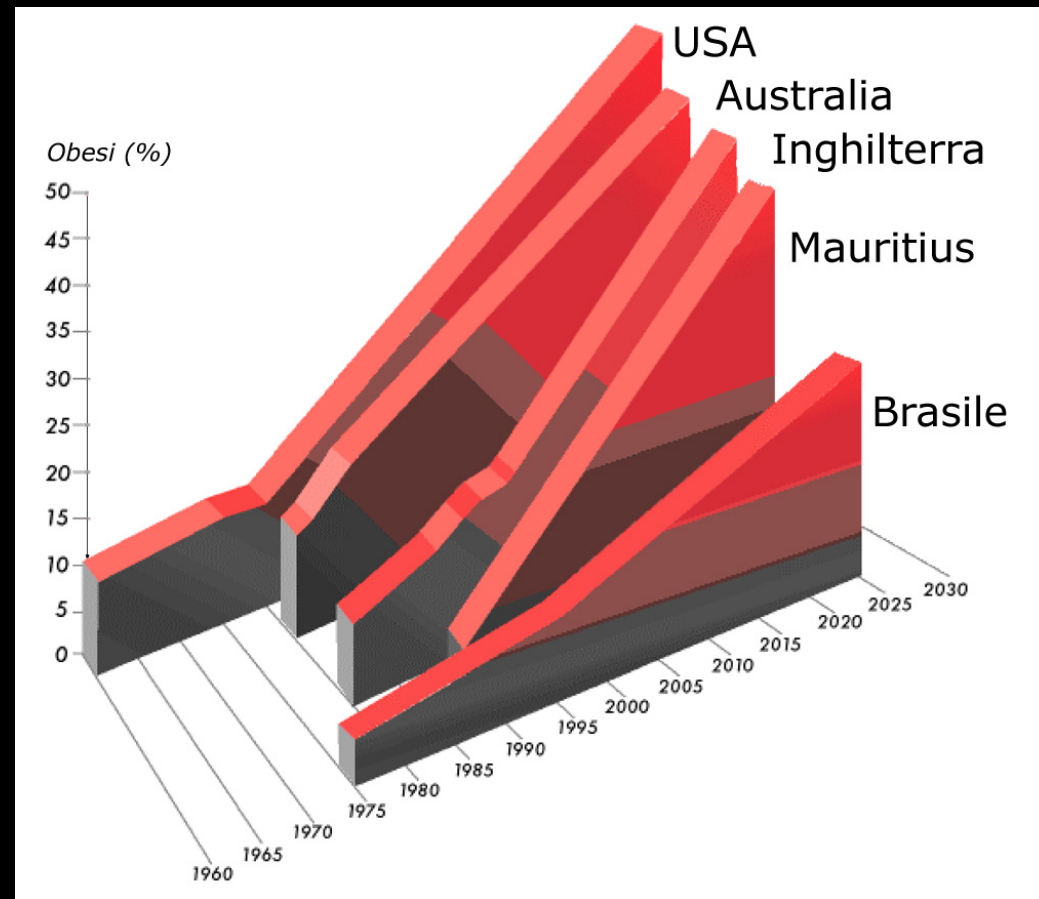
Tabella 1. Condizioni patologiche favorite dalla sedentarietà e relativi costi.

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

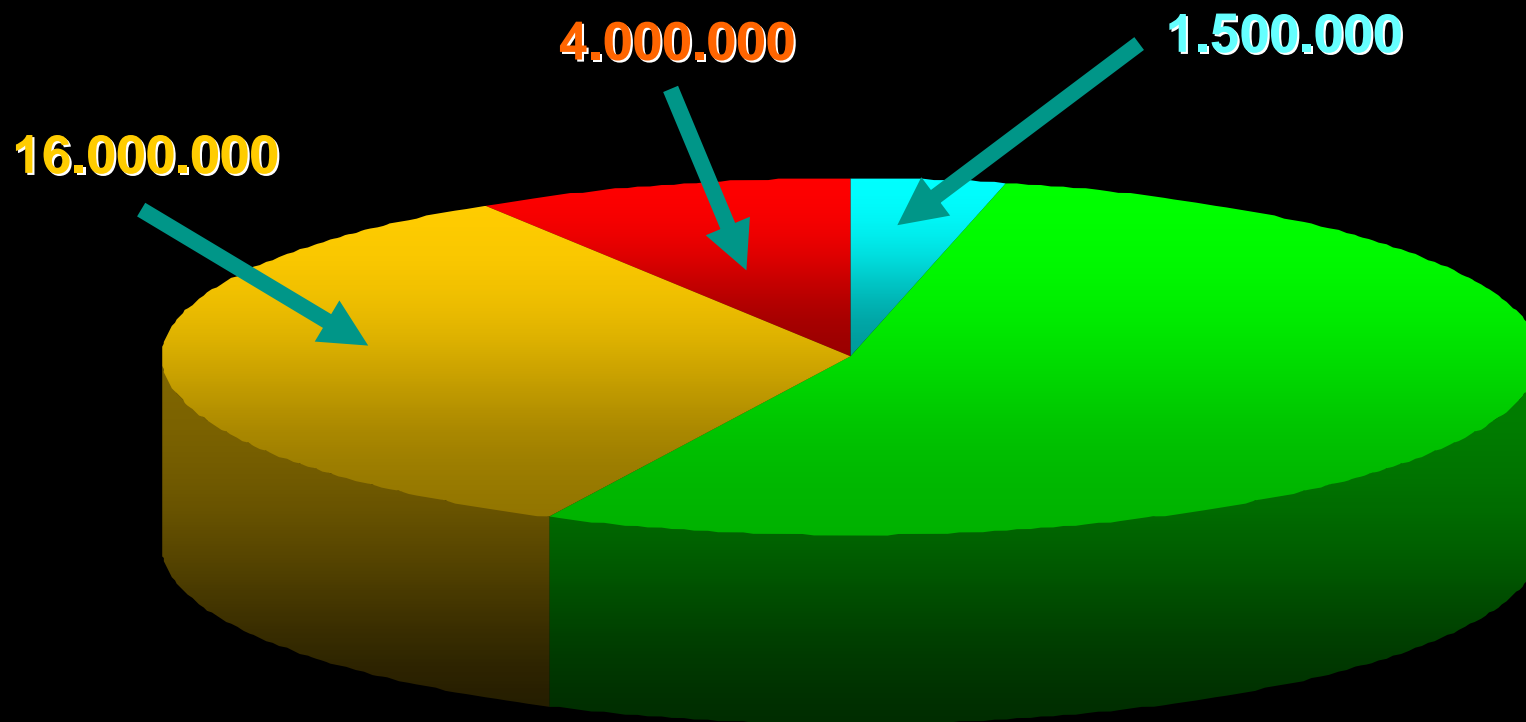
Da Booth et al.², modificata.

Sovrappeso e obesità - L'epidemia mondiale

- **Oltre 1 miliardo di adulti nel mondo sono in sovrappeso (IMC >25 kg/m²)**
- **Almeno 300 milioni sono obesi (IMC >30 kg/m²)**
- **Causa dell'incremento della prevalenza sono l'abbondanza di cibo e livelli più bassi di attività fisica**



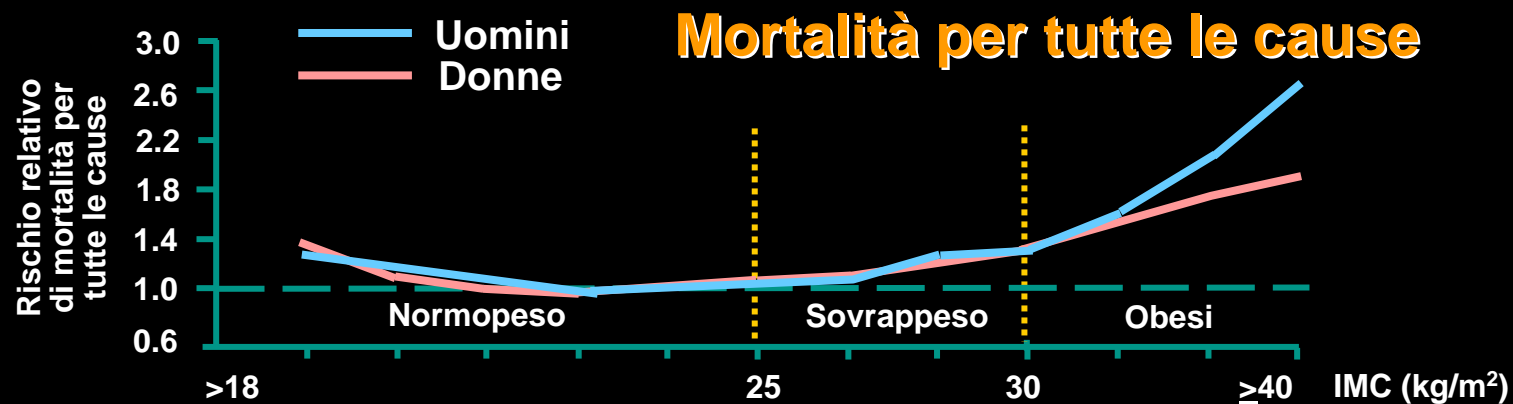
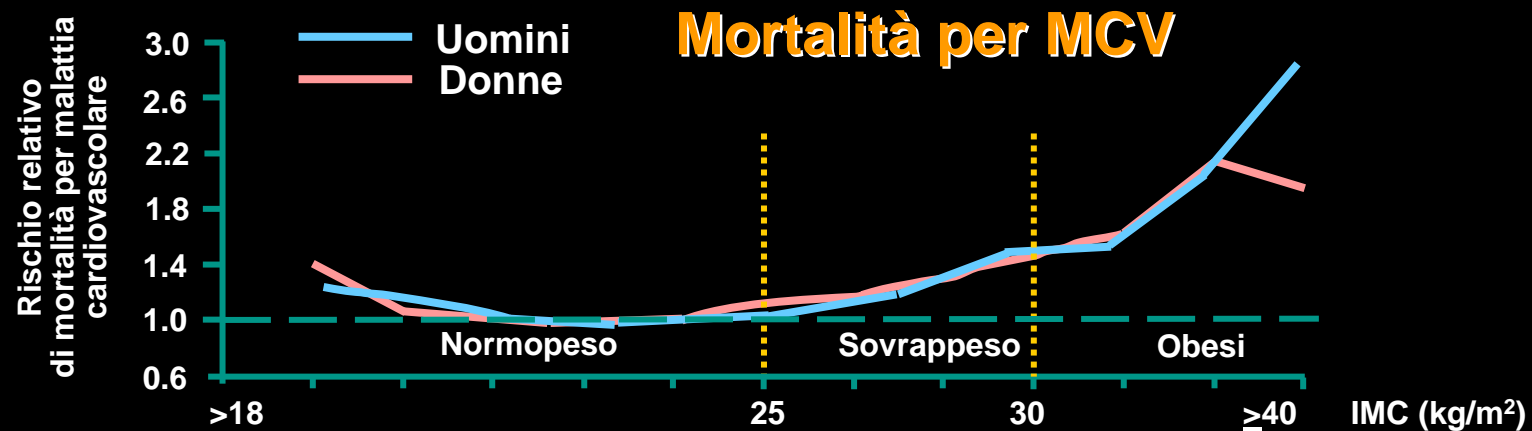
Distribuzione della popolazione italiana nelle varie condizioni di peso



■ Sottopeso ■ Normopeso ■ Sovrappeso ■ Obeso

Fonte: ISTAT, 4° Rapporto sull'Obesità in Italia, Istituto Auxologico Italiano, 2002

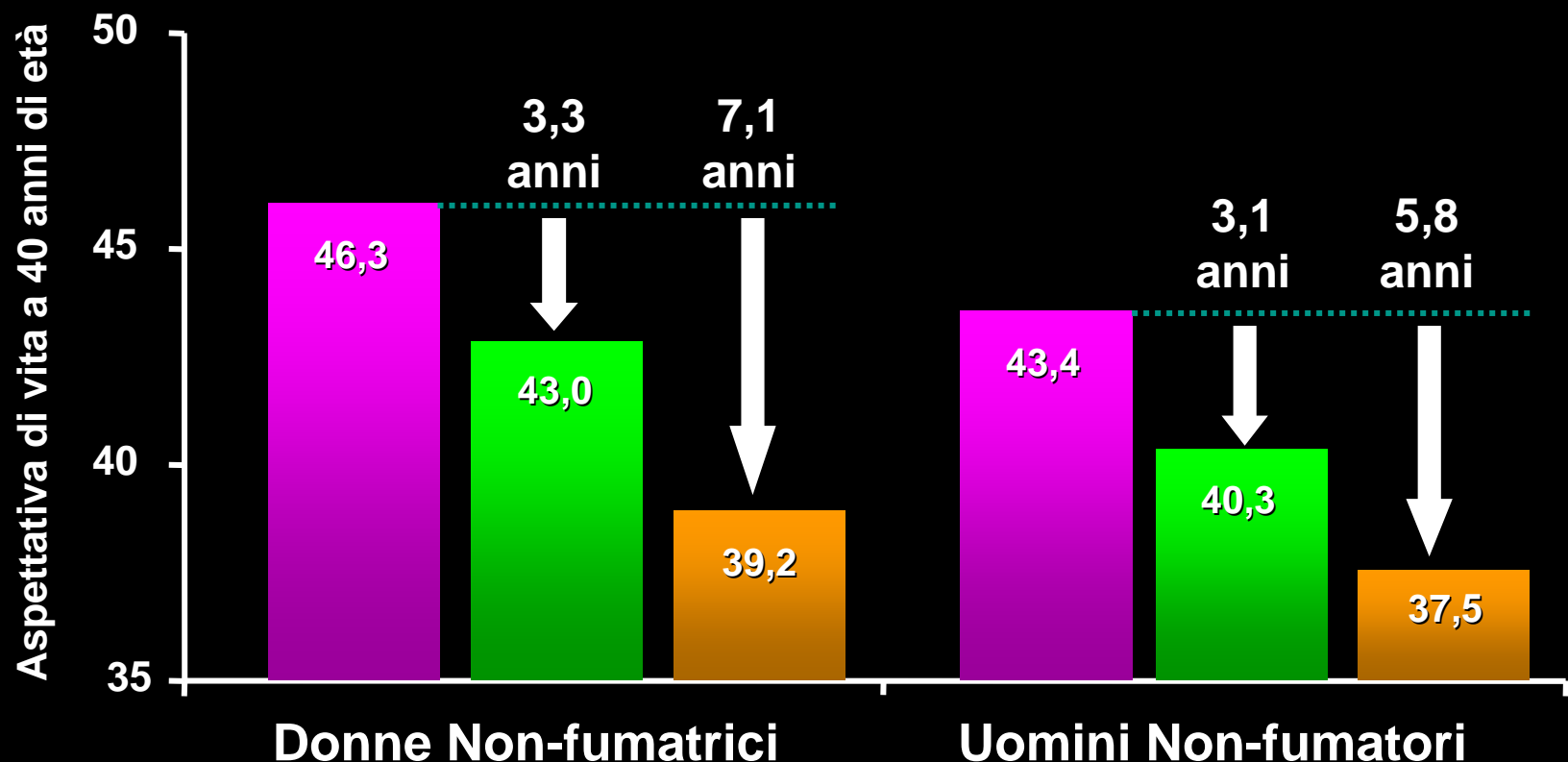
Sovrappeso e obesità aumentano il rischio di mortalità cardiovascolare e per tutte le cause



Dati relativi a 1 milione di uomini e donne seguiti per 16 anni con età media di 57 anni che non hanno mai fumato e non avevano una storia di malattia all'arruolamento.

Calle et al., N Engl J Med 1999;341:1097-1105

Aspettativa di vita a 40 anni: impatto dell'eccesso di peso corporeo



■ Normali (18,5-24,9 kg/m²) ■ Sovrappeso (25-29,9 kg/m²) ■ Obesi (≥30 kg/m²)

Attività fisica e malattie cardiovascolari: aspetti epidemiologici e clinici *Sedentarietà e malattie cardiovascolari*

- L'inattività fisica contribuisce al 10-16% dei casi di cancro della mammella, di cancro del colon e di diabete mellito e del 22% dei casi di cardiopatia ischemica
- La riduzione della sedentarietà potrebbe portare ad una riduzione delle MCV del 15-39%, del 33% di ictus, del 22-33% del cancro del colon e del 18% di fratture ossee secondarie ad osteoporosi. La sedentarietà,
- La sedentarietà rappresenta pertanto uno dei fattori di rischio principale del terzo millennio, non solo nei paesi occidentali, ma anche in quelli in via di sviluppo

La sedentarietà nella popolazione

- ***Nei paesi europei l'inattività fisica è il secondo fattore di rischio dopo il tabacco***
- ***il 30% della popolazione è completamente sedentario***
- ***In pazienti riabilitati dopo un evento cardiovascolare, 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***
- ***In Italia solo una minoranza dei pazienti viene sottoposta ad un programma riabilitativo dopo un infarto miocardico e/o procedure interventistiche***

L'esercizio fisico nel cardiopatico

- ***Inteso sempre e solo a scopo ricreativo o terapeutico, mai agonistico.***
- ***Rivolto a migliorare la qualità di vita***
- ***Svolto in condizioni di minimizzare il rischio***

■ **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.*

■ **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.).*
- *Difficili da dosare*

■ **ATTIVITÀ STATICHE O DI POTENZA:**

- *Impegno cardiocircolatorio è prevalentemente di tipo "pressorio" (sollevamento pesi, body building, ecc.)*
- *Seppur molto diffuse nella popolazione, esse non possono essere considerate di prima scelta ai fini della prevenzione cardiovascolare*

3. Classificazione delle attività fisiche

L'impegno cardiocircolatorio

■ *può essere*

- *costante come nelle attività di tipo aerobico prolungate (dalla semplice camminata alla maratona, dalla passeggiata in bicicletta al ciclismo, ecc.)*
- *intermittente, (giochi con la palla individuali (tennis, squash) o di squadra (calcio, calcio a cinque, basket, ecc.)*

■ *dipende dall'intensità dello sforzo, a sua volta proporzionale alle richieste metaboliche dei muscoli impegnati.*

- *Lieve (3 METS, camminare normalmente, o nuotare lentamente)*
- *Moderata (tra 3 e 6 METS, ad esempio, camminare velocemente o in salita)*
- *Media -Elevata (>6 METS, pari ad un VO₂ di 21 ml/kg/min).*

IL MET (Metabolic Unit)

- *1 MET è pari all'ossigeno consumato (VO₂) per le funzioni basali dei vari organi da un uomo in condizioni di riposo*
- *Corrispondente a 3.5 ml di ossigeno per kg di peso corporeo per minuto (ml/kg/min).*

Tabella 10. Consumo energetico espresso di alcune comuni attività fisiche.

Tipo di attività	METS
Intensità lieve	
Cavalcare al passo	2.3
Giocare al biliardo	2.4
Passeggiare (3 km/h)	2.5
Camminare (4 km/h)	3
Intensità moderata	
Falciare il prato con tosa-erba	3.1
Andare in bicicletta per svago	3.5
Camminare (6 km/h)	4.5
Intensità medio-elevata	
Tennis in singolo	6
Sci di fondo	6.8
Nuoto veloce	7
Jogging (9 km/h)	10.2
Ciclismo a 25 km/h in piano o 10 km/h in salita	11

PRESCRIZIONE TRAMITE MET

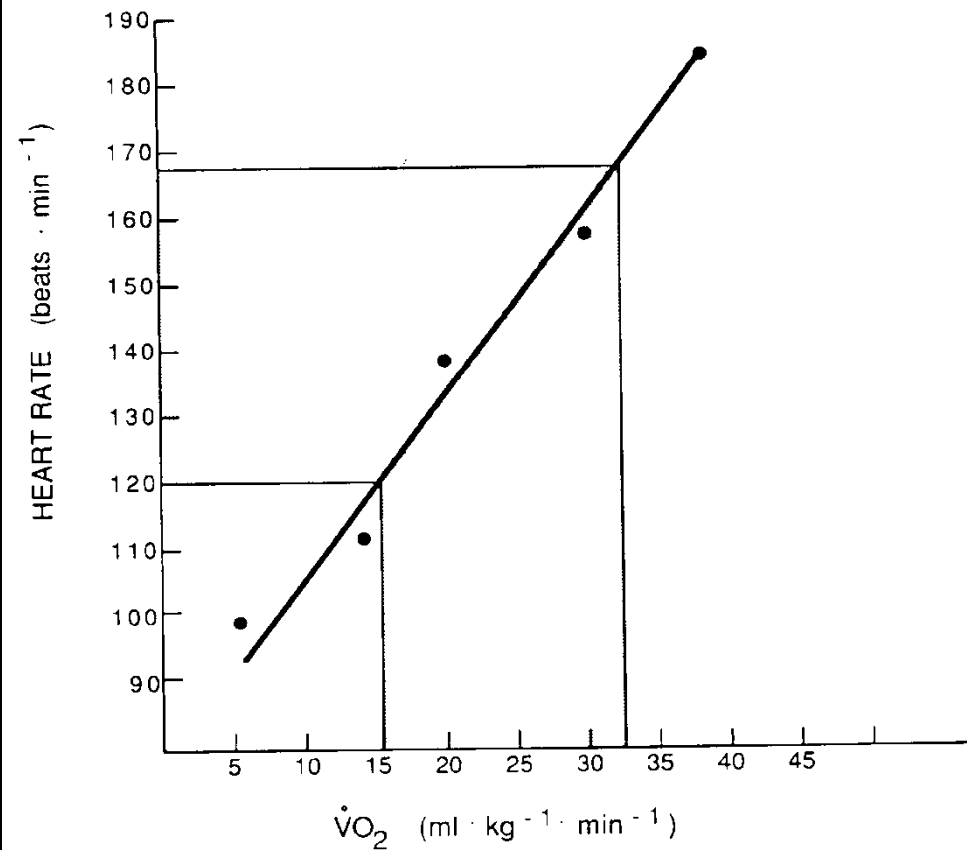
Table 5-1. Leisure Activities in METs: Sports, Exercise Classes, Games, Dancing *(Continued)*.

	<i>Mean</i>	<i>Range</i>
Running		
12 min per mile	8.7	—
11 min per mile	9.4	—
10 min per mile	10.2	—
9 min per mile	11.2	—
8 min per mile	12.5	—
7 min per mile	14.1	—
6 min per mile	16.3	—
Sailing	—	2-5
Scuba diving	—	5-10
Shuffleboard	—	2-3
Skating, Ice and Roller	—	5-8
Skiing, Snow		
Downhill	—	5-8
Crosscountry	—	6-12 +
Skiing, Water	—	5-7
Sledding, Tobogganing	—	4-8
Snowshoeing	9.9	7-14
Squash	—	8-12 +
Soccer	—	5-12 +
Stairclimbing	—	4-8
Swimming	—	4-8 +
Table Tennis	4.1	3-5
Tennis	6.5	4-9 +
Volleyball	—	3-6

PRESCRIZIONE TRAMITE FC

Principles of Exercise Prescription

101



PRESCRIZIONE TRAMITE FC

	<i>Target Heart Rate Range</i>	
	<i>Lower Limit</i>	<i>Upper Limit</i>
Maximal heart rate	180	180
Resting heart rate	<u>- 60</u>	<u>- 60</u>
Heart rate reserve	120	120
Conditioning intensity (60–80% HR range)	<u>× .60</u>	<u>× .80</u>
	72	96
Resting heart rate	<u>+ 60</u>	<u>+ 60</u>
Target heart rate	132	156

PRESCRIZIONE TRAMITE RPE (Rate of Perceived Exertion)

70

Guidelines for Exercise Testing and Prescription

<u>Category RPE Scale</u>		<u>Category-Ratio RPE Scale</u>	
6		0	Nothing at all
7	Very, very light	0.5	Very, very weak
8		1	Very weak
9	Very light	2	Weak
10		3	Moderate
11	Fairly light	4	Somewhat strong
12		5	Strong
13	Somewhat hard	6	
14		7	Very strong
15	Hard	8	
16		9	
17	Very hard	10	Very, very strong
18		•	Maximal
19	Very, very hard		
20			

FIGURE 4–3. RPE scales. Original scale (6 to 20) on left and revised scale (1 to 10) on right. (From Borg GA: *Med Sci Sports Exerc* 14:377–387, 1982.)

La scala di Borg

Tabella 6. Scala di Borg della percezione soggettiva dello sforzo.

Score	Sforzo
6	
7	Estremamente leggero
8	
9	Molto leggero
10	
11	Leggero
12	
13	Abbastanza intenso
14	
15	Intenso
16	
17	Molto intenso
18	
19	Estremamente intenso
20	Massimo/esaurimento

Caratteristiche

- **Modulare:** *il carico lavorativo può cambiare di livello in modo preordinato,*
- **Misurabile:** *il carico lavorativo può essere misurato (in modo semplice),*
- **Semplice:** *il gesto non deve comportare particolari difficoltà di esecuzione*

Procedure

- Il programma di allenamento dovrà specificare esplicitamente:
 - frequenza delle sedute per settimana,
 - intensità, cioè l'entità del dispendio energetico assoluto durante le sedute di allenamento,
 - durata delle singole sedute.

Intensità in soggetti cardiopatici

- intensità del 60-75% della capacità aerobica massima (VO_2 max determinato nella valutazione funzionale cardiorespiratoria iniziale)
- frequenza cardiaca compresa tra 70 e 85% di quella raggiunta al massimo dell'esercizio.

Tabella 12. Esempi di programmi di attività di resistenza per pazienti cardiopatici a basso rischio.

Programma	Velocità	Durata (h)	Numero di sedute/settimana
Corsa o camminata veloce	<6 km/h in piano	1-2	3-5
Ciclismo	<12 km/h in montagna (pendenza <6%)	2-5	3-5
Sci di fondo	8-12 km/h (percorsi pianeggianti o ondulati con brevi pendenze <8%)	2-5	3-5

4. Valutazione dell'efficienza cardiorespiratoria

- *La risposta dell'organismo all'esercizio fisico comprende aggiustamenti*
 - *Respiratori*
 - *Cardiovascolari*
 - *Umorali*
 - *Autonomici*
 - *Ormonali*
 - *Muscolari*

4. Valutazione dell'efficienza cardiorespiratoria

- ***VO₂ = Gittata cardiaca x [C(a-v)O₂]***
- ***VO₂ massimo***
 - *il valore di VO₂ misurato quando, nonostante un ulteriore incremento di carico di lavoro, il consumo di ossigeno rimane costante*
- ***VO₂ di picco***
 - *Il VO₂ più alto raggiunto durante un test*

- ***VO_{2MAX} IS AN INDEX OF THE ABILITY TO DELIVER OXYGEN***
- ***OPEN-CIRCUIT SPIROMETRY: MEASUREMENT OF RATE OF PULMONARY VENTILATION AND ANALYSIS OF OXYGEN AND CARBON DIOXIDE CONTENT***

LIVELLI DI ESERCIZIO

- ***MODERATO: 40-60% VO_2 MAX***
- ***VIGOROSO: >60% VO_2 MAX***
- ***10-20 mL x Kg^{-1} x min^{-1}***

- ***SISTEMI FISIologici CHE FORNISCONO ENERGIA DURANTE L'ESERCIZIO:***
 - ***MECCANISMI DI TRASPORTO DELL'OSSIGENO***
 - ***VIE METABOLICHE DEL MUSCOLO STRIATO***

DETERMINANTI DELLA CAPTAZIONE DI O₂

- ***VENTILAZIONE POLMONARE***
- ***DIFFUSIONE DI OSSIGENO DALL'ALVEOLO POLMONARE AL SANGUE CAPILLARE POLMONARE***
- ***PERFORMANCE CARDIACA***
- ***RIDISTRIBUZIONE DI SANGUE AL MUSCOLO SCHELETRICO***
- ***UTILIZZAZIONE DI OSSIGENO ED ESTRAZIONE DI O₂ DAL SANGUE ARTERIOSO***

■ ***ANAEROBIC METABOLISM:***

- ***STORED PHOSPHAGENS: ATP & CREATINE PHOSPHATE***

■ ***ANAEROBIC GLYCOLYSIS:***

- ***LACTATE IS FORMED FROM GLUCOSE IN ABSENCE OF O₂***
- ***PYRUVATE IN PRESENCE OF O₂***
 - ***THE RATE OF LACTATE IS PROPORTIONAL TO EXERCISE INTENSITY AND IS RELATED TO DEGREE OF RECRUITMENT OF TYPE II b FIBERS***

AEROBIC METABOLISM

- ***PROVIDES ENERGY FOR PROLONGED PHYSICAL ACTIVITY (>3 MINUTES)***
 - ***TRICARBOXYLIC ACID (TCA) CYCLE (KREBS CYCLE)***
 - ***DEGRADES ACETYL CoA FORMED FROM PYRUVATE OR FATS THROUGH BETA-OXIDATION INTO CO₂ AND HYDROGEN (ELECTRONS)***
 - ***ELECTRON TRANSPORT CYCLE WHICH SHUTTLES ELECTRONS FOR ATP REGENERATION***
- ***POWER (RATE OF PERFORMING WORK, FORCE X DISTANCE X TIME⁻¹) OF AEROBIC METABOLISM IS LOW, BUT THE USE OF FAT AS A SOURCE OF ENERGY MAKES ITS TOTAL CAPACITY SUBSTANTIAL***