

L'importanza della capacità di esercizio in cardiologia

Alessandro Vallebona, Guido Gigli

Dipartimento di Cardiologia, ASL 4 Chiavarese, Centro di Riabilitazione Cardiologica, Rapallo (GE)

Key words:
Cardiovascular diseases;
Exercise.

Exercise capacity is reduced in many patients with cardiovascular disease. In post-acute myocardial infarction, ischemic heart disease and heart failure patients, exercise capacity has a strong independent prognostic impact. Even in subjects without history of heart disease, the lower the cardiorespiratory fitness the higher is the risk for cardiovascular events and mortality. With appropriate physical activity, exercise capacity is improved in most individuals. Improvement of functional capacity is associated with improvement of survival.

(Ital Heart J Suppl 2003; 4 (9): 712-719)

© 2003 CEPI Srl

Ricevuto il 5 maggio 2003; nuova stesura l'8 luglio 2003; accettato il 9 luglio 2003.

Per la corrispondenza:
Dr. Alessandro Vallebona

Dipartimento
di Cardiologia
Ospedale di Rapallo
Piazza Molino, 10
16035 Rapallo (GE)
E-mail: avallebona@asl4.liguria.it

εἰ μάλα κатρερός ἔσσι, θεός, που σοί τό γ' ἔδωκεν
se tu sei tanto forte, questo un dio te l'ha dato
(Omero, *Iliade*)

Introduzione

La capacità aerobica di esercizio dipende dall'abilità del sistema cardiovascolare nell'aumentare la portata circolatoria e dall'abilità dei muscoli nell'utilizzare l'ossigeno contenuto nel sangue¹. L'adenosina trifosfato necessaria per la contrazione muscolare deriva in gran parte dall'ossidazione dei carboidrati e dei grassi all'interno dei mitocondri. Quando la disponibilità di ossigeno diviene inadeguata subentra la glicolisi anaerobica citoplasmatica con una produzione di energia molto più costosa ed accumulo di acido lattico². L'apporto circolatorio di ossigeno viene ritenuto il più importante fattore condizionante la capacità di esercizio anche se la respirazione e gli scambi gassosi hanno un ruolo sostanziale e si adattano continuamente alle necessità di apporto di ossigeno e rimozione di anidride carbonica proveniente dai tessuti³. L'interazione fra polmoni, cuore, sangue, periferia e muscoli è stata schematizzata da Wasserman et al.¹ in una sua splendida rappresentazione grafica (Fig. 1). La portata cardiaca condiziona la capacità funzionale soprattutto nel soggetto sano mentre nel cardiopatico altri fattori quali la ridotta efficienza ventilatoria, l'atrofia muscolare e il depauperamento degli enzimi ossidativi acquistano maggiore rilevanza^{4,5}. La capacità di esercizio è dunque l'espressione dell'integrità e dello stato di efficienza dell'intero organismo.

Come misurare la capacità di esercizio

Dall'anamnesi si possono già ottenere preziose informazioni. Mediante questionari che valutano l'abilità nello svolgere alcune comuni attività è già possibile predire con buona approssimazione la capacità di esercizio al treadmill e, approssimativamente, anche il consumo di ossigeno (VO₂) di picco al test da sforzo cardiopolmonare^{6,7}. L'accuratezza migliora se si tiene conto dell'età del paziente mentre è poco utile introdurre altri parametri più complessi come l'indice di massa corporea, la frequenza cardiaca basale o il volume espiratorio forzato⁸. La correlazione fra VO₂ e punteggio di capacità fisica ricavato con intervista è elevata nel soggetto sano o con disfunzione ventricolare asintomatica mentre si perde in caso di scompenso cardiaco conclamato⁹. Del tutto inaffidabile si è invece dimostrata la classificazione funzionale NYHA, assai poco riproducibile sia verso se stessa che rispetto ai risultati del treadmill, mentre la classificazione canadese risulta più correlabile con i risultati ergometrici sia pure anch'essa insoddisfacentemente¹⁰. D'altro canto una valutazione della capacità fisica unicamente basata su aspetti sensoriali, come la famosissima scala di Borg¹¹ non è precisa né riproducibile, in quanto vari aspetti situazionali (la motivazione del paziente) e non (il sesso, l'età) sono in grado di modificare significativamente la percezione dello sforzo¹². Recentemente il test del cammino, o test dei 6 min (6MWT), che si basa unicamente sulla misura della distanza in metri che il paziente



Figura 1. Meccanismi fisiologici che supportano l'aumentata richiesta energetica per la contrazione muscolare. Mito = mitocondrio; VCO_2 = produzione di anidride carbonica; VO_2 = consumo di ossigeno. Da Wasserman et al.¹, modificata.

riesce a percorrere, ha suscitato molto interesse per la sua semplicità di esecuzione ed ha dimostrato di possedere sufficiente riproducibilità e potere prognostico nel paziente scompensato^{13,14}. La distanza al 6MWT correla con il VO_2 di picco misurato al test ergometrico cardiopolmonare ma la dispersione dei valori non permette di considerare un test sostitutivo dell'altro^{15,16}. Inoltre il 6MWT non fornisce informazioni obiettive sulla massimalità o meno dell'esercizio. D'altra parte il 6MWT è stato validato anche su pazienti anziani non cardiopatici nei quali ha dimostrato di possedere una capacità prognostica indipendente e più forte rispetto ad altre variabili ergometriche tradizionali ed è stato proposto come metodo di valutazione globale della capacità funzionale dell'anziano per stimare l'impatto di varie comorbidità come l'artrosi, il deterioramento cognitivo e la depressione^{17,18}.

Il metodo più corretto e preciso per misurare l'intensità dell'esercizio è far riferimento alla spesa energetica misurata come VO_2 , che a riposo in posizione seduta è approssimativamente di 3.5 ml/kg/min, quantità che definisce il MET. I multipli del MET diventano pertanto un indice del costo energetico delle varie attività^{19,20}, come illustrato nella tabella I. Il costo in MET dell'esercizio può essere ricavato indirettamente in funzione della pendenza e della velocità al treadmill o in base ai watt e al peso corporeo per il cicloergometro; le equazioni non tengono tuttavia conto di molte variabili individuali ed ambientali e la corrispondenza con il VO_2 misurato è inevitabilmente grossolana^{21,22}. La metodica più accurata per la misurazione della capacità funzionale è basata sul rilievo del massimo VO_2 , otte-

nibile in maniera non invasiva mediante test da sforzo cardiopolmonare²³.

Infarto miocardico. Il test ergometrico rimane il test non invasivo più comunemente utilizzato nella valutazione dell'ischemia miocardica. L'avvento della trombolisi ha modificato le caratteristiche cliniche del paziente infartuato rendendo più evidenti i già noti limiti del test nel predire il reinfarto e per questo motivo, all'inizio degli anni '90, la fiducia nella prova da sforzo per stratificare il rischio dopo infarto miocardico ha subito un periodo di crisi²⁴⁻²⁶. D'altra parte la scarsa importanza prognostica a breve termine dell'ischemia residua nell'infarto a basso rischio rende logica la delusione derivata dagli studi nei quali il test è stato utilizzato solo per riconoscere l'ischemia inducibile²⁷. Al contrario, una valutazione ergometrica non dicotomica e che prenda in considerazione la capacità di esercizio si è dimostrata in grado di fornire informazioni sul rischio di morte e reinfarto: il rischio diminuisce con l'aumentare della capacità fisica in misura graduale a seconda del livello di compromissione funzionale, risulta particolarmente elevato al di sotto dei 4 MET ed è indipendente dalla frazione di eiezione del ventricolo sinistro²⁸. Nello studio MILIS lo stato funzionale antecedente all'infarto miocardico acuto veniva valutato tramite intervista durante la degenza, utilizzando la scala di Karnofsky, già nota per la sua importanza prognostica nel paziente oncologico^{29,30}. Gli infartuati con punteggio di Karnofsky < 8 (capaci di vivere da soli ma inabili a svolgere un'attività lavorativa) avevano mortalità dopo 4 anni elevatissima (oltre 60 vs 25% del grup-

Tabella I. Costo energetico presunto per diverse attività e capacità funzionale.

Capacità funzionale		
Scarsa (< 4 MET)	Media (4-7 MET)	Elevata (> 7 MET)
Vestirsi	Lavare i pavimenti/rifare i letti	Praticare jogging veloce
Lavare i piatti	Salire un piano di scale	Sciare sulla neve
Camminare in casa	Nuotare/giocare a golf	Giocare a pallone/tennis

1 MET = consumo di ossigeno basale (3.5 ml/kg/min).

po con score ≥ 8) nonostante la frazione di eiezione fosse solo marginalmente più bassa e l'età di poco più avanzata³⁰. A sostanziale conferma di questi risultati si è aggiunta un'analisi del database del GISSI-2 che ha dimostrato che l'incapacità ad eseguire un test da sforzo, sia per cause cardiache che non cardiache, è un predittore indipendente del rischio più forte rispetto agli altri indicatori inseriti nell'analisi multivariata fra i quali l'età, l'instabilità elettrica e la disfunzione ventricolare sinistra²⁷.

Angina instabile. Il basso carico lavorativo raggiunto ed il numero di derivazioni interessate dal sottolivellamento del tratto ST al test ergometrico precoce dopo un episodio di angina instabile predicono in maniera indipendente il rischio di morte o infarto nel corso dell'anno successivo³¹. I due fattori, basso carico lavorativo ed estensione dell'ischemia da lavoro, in combinazione, costituiscono la risposta ergometrica a rischio elevato, mentre una buona capacità fisica in assenza di ischemia definisce un basso profilo di rischio³¹. La sola ischemia o la sola riduzione della capacità fisica (meno di 90 W per i maschi e 70 W per le femmine) indica un livello di rischio intermedio³². La risposta ergometrica in alto, medio o basso rischio emerge quale predittrice indipendente all'analisi multivariata con maggiore significatività rispetto ai marker bioumorali³². Le informazioni ottenute dai parametri ergometrici appaiono quindi complementari a quelle ottenibili con il dosaggio della troponina e della proteina C reattiva, che forniscono un contributo prognostico incrementale particolarmente importante nelle classi a rischio intermedio^{33,34}. Anche nel lavoro di Lindahl et al.³² i pazienti impossibilitati ad eseguire la prova da sforzo avevano mortalità molto più elevata rispetto al gruppo comunque in grado di sottoporsi al test.

Cardiopatía ischemica cronica. Lo studio dei Veterans Center eseguito con il treadmill su una popolazione numerosa di cardiopatici ischemici cronici ha dimostrato che, fra le variabili cliniche ed ergometriche considerate, solo l'età e la capacità di esercizio sono indipendentemente associate alla sopravvivenza³⁵. Dal registro del CASS, analizzando il gruppo di pazienti che erano stati sottoposti a prova da sforzo, emerge che la scarsa capacità funzionale è il più importante fattore di rischio di morte mentre il sottolivellamento del tratto ST è un predittore più debole³⁶. Inoltre solo in caso di limitazione dell'esercizio al primo stadio del protocollo di Bruce la rivascolarizzazione chirurgica del miocardio offre un deciso vantaggio rispetto alla terapia medica³⁶. Mark et al.³⁷ hanno proposto, sulla base dei risultati di un ampio studio prospettico eseguito su pazienti con cardiopatía ischemica sospetta, il Duke treadmill score, nomogramma di semplice utilizzo che combinando capacità di esercizio, sintomi e modificazioni elettrocardiografiche indica la mortalità annuale e la sopravvivenza a 5 anni con maggiore accuratezza ri-

spetto ad alcune variabili cliniche quali età, sesso e storia di angina o infarto o scompenso cardiaco. Capacità funzionale, angina e positività elettrocardiografica risultano associate singolarmente al rischio di morte anche in una casistica non selezionata e con significativa presenza femminile ma solo la capacità di esercizio emerge quale forte predittore indipendente consentendo di calcolare che l'incremento funzionale di 1 MET corrisponde ad una riduzione del rischio relativo di morte o eventi cardiaci del 20-25%³⁸. Thompson et al.³⁹ hanno testato l'efficacia protettiva di una buona capacità di esercizio nei pazienti con malattia coronarica stabile e marcate alterazioni elettrocardiografiche da lavoro (sottolivellamento del tratto ST ≥ 2 mm); l'incidenza di infarto miocardico o morte è risultata comunque bassa quando la durata del protocollo di Bruce supera i 9 min e viceversa molto alta in caso di esercizio al treadmill < 6 min (Fig. 2). Considerando la durata del test quale variabile continua indipendente, ogni minuto in più di esercizio è risultato associato ad una riduzione del rischio del 22%³⁹. Myers et al.⁴⁰ hanno studiato la mortalità in funzione della capacità di esercizio separatamente nei cardiopatici e negli individui apparentemente sani; la capacità funzionale è risultata il migliore predittore di morte in entrambi i gruppi (Fig. 3) seguita dallo scompenso congestizio per i cardiopatici e dal fumo per i soggetti senza storia di cardiopatía. Il potere prognostico della capacità di esercizio non è influenzato dalla terapia betabloccante né dal diabete né dalla funzionalità respiratoria e la sua valutazione in termini assoluti in tre categorie (< 5 , $5-8$, > 8 MET) permette una buona stratificazione prognostica rendendo superfluo il calcolo in termini percentuali rispetto al valore massimo teorico⁴⁰.

Scompenso cardiaco. La riconosciuta importanza della valutazione funzionale nell'insufficienza cardiaca fa seguito al classico lavoro di Mancini et al.⁴¹ che dimostra sopravvivenza ad 1 anno della quasi totalità dei pazienti con conservata capacità di esercizio (VO_2 di pic-

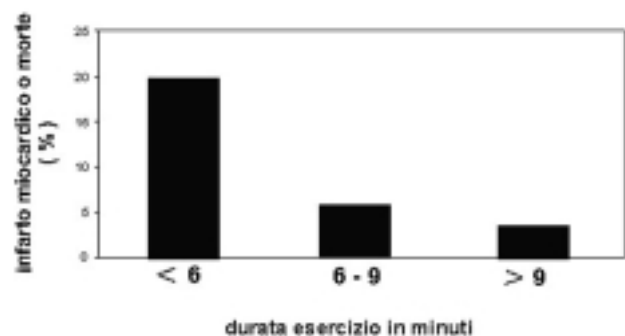


Figura 2. Relazione fra capacità di esercizio e rischio di morte o infarto miocardico dopo 41 mesi in pazienti con malattia coronarica e forti modificazioni ischemiche dell'elettrocardiogramma durante test ergometrico. Il rischio è molto alto quando la durata dell'esercizio è limitata ma basso in caso di durata del protocollo di Bruce > 9 min. Da Thompson et al.³⁹, modificata.

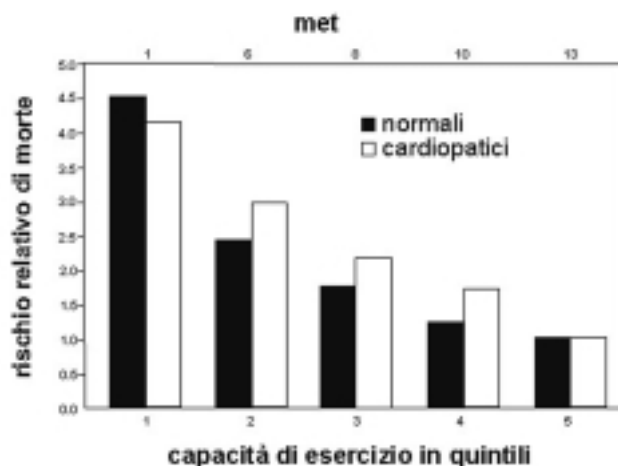


Figura 3. La relazione fra capacità funzionale e rischio di morte è costante sia nel cardiopatico che nell'individuo apparentemente sano. Da Myers et al.⁴⁰, modificata.

co > 18 ml/kg/min) ed invece mortalità elevatissima (più della metà) nel gruppo con $VO_2 < 10$ ml/kg/min. In tempi successivi l'efficienza ventilatoria è emersa quale variabile prognostica indipendente e continua: più la ventilazione è eccessiva rispetto alla produzione di anidride carbonica (relazione VE/VCO_2 che aumenta) maggiore è il rischio^{42,43}. Il miglioramento della capacità funzionale nel tempo si è dimostrato un indicatore prognostico favorevole e l'incremento del VO_2 ai test seriali predice la sopravvivenza meglio dei parametri ecocardiografici di dimensione e funzione ventricolare⁴⁴.

Altre cardiopatie. La cardiomiopatia ipertrofica è una malattia del miocardio caratterizzata da grande eterogeneità genetica, clinica e prognostica. La capacità di esercizio ha un ruolo nella diagnosi differenziale con l'ipertrofia miocardica fisiologica dell'atleta, essendo presente nella cardiomiopatia ipertrofica una limitazione funzionale con VO_2 ridotto ($\leq 70\%$) rispetto al valore teorico⁴⁵⁻⁴⁹. La risposta pressoria allo sforzo ha importanza nella stratificazione del rischio della cardiomiopatia ipertrofica in quanto l'inadeguato incremento o la caduta dei valori pressori durante test ergometrico identifica i pazienti a rischio elevato di morte improvvisa, nei quali sembra essere presente un'abnorme risposta cardiocircolatoria generalizzata^{50,51}. Anche l'ipertrofia miocardica dell'iperteso si associa ad una compromessa risposta cardiopolmonare all'esercizio con VO_2 ridotto e soglia anaerobica più bassa rispetto al gruppo di controllo costituito da soggetti normotesi⁵².

Nelle stenosi valvolari mitralica ed aortica la presenza di sintomatologia rappresenta il maggiore indicatore prognostico della malattia⁵³. L'anamnesi è talora ingannevole, soprattutto nell'anziano, che può risultare asintomatico in quanto fisicamente inattivo. Il test ergometrico, da tempo accettato per la valutazione dei pazienti pediatrici affetti da stenosi aortica congenita,

può risultare utile nell'adulto con stenosi valvolare asintomatica per slatentizzare eventuali sintomi o riconoscere l'inappropriatezza della portata cardiaca attraverso il comportamento dei valori pressori e della frequenza cardiaca⁵⁴⁻⁵⁶.

L'obesità è una malattia in crescente prevalenza e un importante fattore di rischio cardiovascolare⁵⁷. Uno studio eseguito su una coorte di oltre 25 000 uomini, suddivisi in tre gruppi (obesi, in sovrappeso, normopeso), sottoposti a test da sforzo e seguiti nel tempo per oltre 10 anni, ha dimostrato che la scarsa capacità fisica, più frequente nell'obeso, è un moltiplicatore indipendente del rischio di eventi cardiovascolari e di morte in tutti e tre i gruppi, rappresentando un fattore di rischio pesante quanto il diabete, il fumo o l'ipercolesterolemia⁵⁸.

L'invecchiamento si accompagna ad una riduzione della capacità di esercizio ed una più frequente positività per ischemia del test ergometrico rispetto alle popolazioni più giovani⁵⁹. Nell'anziano il test da sforzo mantiene il suo valore prognostico e fra le variabili cliniche ed ergometriche analizzate solo il carico lavorativo raggiunto risulta strettamente associato alla sopravvivenza consentendo di stimare una riduzione del rischio di eventi cardiaci del 14-18% per ogni incremento di capacità funzionale di 1 MET⁵⁹.

Rischio cardiovascolare in chirurgia generale. Le linee guida dell'American College of Cardiology/American Heart Association per la stratificazione preoperatoria del rischio cardiovascolare in chirurgia generale propongono di integrare la situazione clinica con la capacità funzionale con conseguenti algoritmi decisionali differenti a seconda di come il livello di rischio clinico si combina con la capacità di esercizio e viene raccomandata una particolare attenzione per i pazienti con capacità funzionale < 4 MET perché risultano a rischio operatorio molto elevato⁶⁰. Secondo Hollenberg⁶¹ la capacità funzionale è di cruciale importanza, la capacità di praticare jogging o di salire un piano di scale portando una borsa della spesa indica una capacità funzionale almeno discreta (> 4 MET) ed in questo caso altri test potrebbero risultare superflui prima di interventi chirurgici a medio-basso rischio. Anche secondo Goldman⁶² i soggetti a rischio clinico moderato, se dalla storia o dal test da sforzo risultano dotati di una buona tolleranza all'esercizio, hanno un basso rischio di infarto miocardico postoperatorio, anche se affetti da angina stabile o con qualche evidenza di cardiopatia. Al contrario un paziente senza storia di cardiopatia ma sedentario e con elevato profilo di rischio dovrebbe essere sottoposto ad una valutazione più approfondita⁶³. Una riduzione della capacità funzionale con bassa soglia anaerobica comporta una mortalità molto elevata in chirurgia addominale maggiore ed il rischio aumenta ulteriormente se vi è evidenza di ischemia miocardica⁶⁴. Una riduzione del VO_2 sotto al 43% del massimo teorico o sotto ai 15 ml/kg/min si associa ad un'elevata

incidenza di eventi cardiovascolari duri dopo chirurgia toracopolmonare e valori < 10 ml/kg/min predicono un livello di rischio talmente alto da controindicare l'intervento; viceversa un VO_2 sostanzialmente normale ($> 76\%$ del teorico o > 20 ml/kg/min) indica un basso rischio di complicazioni gravi⁶⁵⁻⁷⁰.

Incremento della capacità di esercizio e prognosi

Il 60% degli americani adulti è fisicamente inattivo e su questa popolazione il cambiamento dello stile di vita ed il training fisico si sono dimostrati efficaci nell'incrementare il fitness cardiorespiratorio⁷¹. Blair et al.⁷² hanno dimostrato su uomini non selezionati che chi incrementa la propria capacità fisica riduce il rischio di morte del 44% rispetto a chi rimane disallenato e calcolato che l'acquisto di 1 min di durata al test da sforzo corrisponde ad una riduzione di mortalità del 7.9%. Gli stessi autori hanno fatto parte di una commissione di esperti delle associazioni statunitensi di medicina dello sport e prevenzione delle malattie che ha elaborato un messaggio di salute pubblica che raccomanda ad ogni adulto di accumulare almeno 30 min di attività fisica moderata tutti i giorni o almeno quasi tutti i giorni della settimana⁷³.

Nel postinfarto e nello scompenso cardiaco cronico l'allenamento fisico controllato attenua il rimodellamento sfavorevole del ventricolo sinistro ed incrementa significativamente la capacità funzionale^{5,74,75}. Una recente metanalisi del Cochrane Heart Group ha dimostrato che nei pazienti con pregresso infarto, rivascolarizzazione miocardica o angina, la riabilitazione cardiologica basata sul solo esercizio fisico si associa ad una riduzione di mortalità cardiovascolare del 31% e di mortalità totale del 27%⁷⁶. Dorn et al.⁷⁷ hanno dimostrato una riduzione del rischio di morte in pazienti infartuati sottoposti ad un programma di training fisico fino a 5 anni dall'arruolamento. Il beneficio si attenua con il tempo ma, in qualsiasi momento del follow-up, l'incremento della capacità funzionale di 1 MET comporta una consistente riduzione di mortalità indipendentemente dalla capacità di esercizio iniziale⁷⁷. Belardinelli et al.⁷⁸ hanno randomizzato 99 pazienti con scompenso cardiaco cronico ad un programma di training fisico per la durata di 1 anno: l'incremento della capacità funzionale si accompagnava ad una significativa riduzione del rischio relativo di morte ed ospedalizzazione.

Conclusioni

La riduzione della capacità di esercizio è la manifestazione di molte malattie cardiovascolari e per la sua importanza clinica e prognostica va tenuta ben presente nella gestione del paziente. La scarsa capacità funzionale, oltre a rappresentare un indicatore globale del-

l'impatto della malattia sull'individuo, è un fattore di rischio per scarsa longevità importante almeno quanto gli altri maggiori fattori di rischio cardiovascolare. La stima della capacità funzionale è semplice, non invasiva, poco costosa e può talora esaurirsi nell'anamnesi, mentre in altri casi è consigliabile una valutazione ergometrica più accurata, con misurazione dei gas respirati nei casi più compromessi. La valutazione finale del test da sforzo deve sempre essere poliparametrica e considerare la capacità di esercizio, i sintomi, i segni di ischemia, la risposta cronotropa e pressoria e le aritmie. Anche nella cardiopatia ischemica la capacità di esercizio è il parametro prognostico più pesante, molto più forte dei segni di ischemia inducibile. Ne consegue l'importanza di considerare, più che il semplice tratto ST, l'individuo nel suo insieme e di valutare l'ischemia nel contesto della compromissione della capacità di esercizio, della funzione cardiaca e della qualità della vita. Chi ha una buona capacità di esercizio ha una buona prognosi, difficilmente migliorabile con qualsiasi intervento terapeutico. Il tratto ST non dovrebbe essere sovrautilizzato per raccomandare costose procedure di rivascolarizzazione ed in tempi di risorse limitate l'indicazione basata unicamente sull'inducibilità di ischemia, soprattutto se silente e non esercizio-limitante, va riconsiderata. D'altra parte la capacità di esercizio è pesantemente correlata alla prognosi ed ogni MET in più rappresenta una differenza in termini di sopravvivenza. La capacità di esercizio è modificabile con il training nella maggior parte dei soggetti e con il suo aumento si ottiene un miglioramento della sopravvivenza nel sedentario sano, nel coronaropatico e forse anche nel paziente con insufficienza cardiaca. Pertanto la stratificazione del rischio di ogni cardiopatico non può prescindere da una valutazione della capacità di esercizio e il programma terapeutico deve includere anche un programma di training fisico volto al miglioramento della capacità funzionale. A livello populazionale sarebbe invece auspicabile una strategia di incoraggiamento ad una moderata attività fisica anche attraverso un'adeguata campagna pubblicitaria. Bisogna infine doverosamente ricordare che i dati della letteratura sono riferiti quasi esclusivamente agli uomini e non è possibile estenderne le conclusioni anche al sesso femminile. Possiamo invece certamente affermare, contrariamente ad Omero, che la forza fisica non è un dono divino, ma un bene da guadagnare con l'impegno e l'esercizio costante.

Riassunto

La capacità di esercizio è l'espressione dell'integrità e dello stato di efficienza del sistema cardiovascolare e dell'intero organismo. La sua valutazione si basa su prove ergometriche più o meno sofisticate ma in alcuni casi può essere semplicemente anamnestiche. La capacità di esercizio ha un forte valore prognostico in-

dipendente nel postinfarto miocardico, nell'angina instabile, nella cardiopatia ischemica cronica e nello scompenso cardiaco. Anche nel soggetto senza storia di cardiopatia la scarsa capacità fisica rappresenta un fattore di rischio per scarsa longevità. La capacità di esercizio è modificabile con l'allenamento, sia nel sedentario sano che nel cardiopatico maggiormente compromesso e l'aumento della capacità di esercizio è in grado di migliorare la prognosi.

Parole chiave: Esercizio; Malattie cardiovascolari.

Bibliografia

1. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ. Principles of exercise testing and interpretation. Philadelphia, PA: Lippincott, 1999: 2-3.
2. Jones NL, Killian KJ. Exercise limitation in health and disease. *N Engl J Med* 2000; 343: 632-41.
3. Wilson JR, Mancini DM. Factors contributing to the exercise limitation of heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22 (Suppl A): 93A-98A.
4. Sullivan MJ, Green HJ, Cobb FR. Altered skeletal muscle metabolic response to exercise in chronic heart failure: relation to skeletal muscle aerobic enzyme activity. *Circulation* 1991; 84: 1597-607.
5. Pina IL, Apstein CS, Balady GJ, et al. Exercise and heart failure, a statement from the American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. *Circulation* 2003; 107: 1210-25.
6. Rankin SL, Briffa TG, Morton AR, Hung J. A specific activity questionnaire to measure the functional capacity of cardiac patients. *Am J Cardiol* 1996; 77: 1220-3.
7. Hlatky MA, Boineau RE, Higginbotham MB, et al. A brief self-administered questionnaire to determine functional capacity (the Duke Activity Status Index). *Am J Cardiol* 1989; 64: 651-4.
8. Myers J, Bader D, Madhavan R, Froelicher V. Validation of a specific activity questionnaire to estimate exercise tolerance in patients referred for exercise testing. *Am Heart J* 2001; 142: 1041-6.
9. Mezzani A, Corrà U, Baroffio C, Bosimini E, Giannuzzi P. Habitual activities and peak aerobic capacity in patients with asymptomatic left ventricular dysfunction. *Chest* 2000; 117: 1291-9.
10. Goldman L, Hashimoto B, Cook EF, Loscalzo A. Comparative reproducibility and validity of systems for assessing cardiovascular functional class: advantages of a new specific activity scale. *Circulation* 1981; 64: 1227-34.
11. Borg G, Ljunggren G, Ceci R. The increase of perceived exertion, aches and pain in the legs, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1985; 54: 343-9.
12. Killian KJ, Summers E, Jones NL, Campbell EJ. Dyspnea and leg effort during incremental cycle ergometry. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145: 1339-45.
13. Bittner V, Weiner DH, Yusuf S, et al. Prediction of mortality and morbidity with a 6-minute walk test in patients with left ventricular dysfunction. SOLVD Investigators. *JAMA* 1993; 270: 1702-7.
14. Lipkin DP, Scriven AJ, Crake T, Poole-Wilson PA. Six minute walking test for assessing exercise capacity in chronic heart failure. *BMJ* 1986; 292: 653-5.
15. Zugck C, Kruger C, Durr S, et al. Is the 6-minute walk test a reliable substitute for peak oxygen uptake in patients with dilated cardiomyopathy? *Eur Heart J* 2000; 21: 540-9.
16. Opasich C, Pinna GD, Mazza A, et al. Six-minute walking performance in patients with moderate-to-severe heart failure; is it a useful indicator in clinical practice? *Eur Heart J* 2001; 22: 488-96.
17. Messinger-Rappaport B, Pothier Snader CE, Blackstone EH, Yu D, Lauer MS. Value of exercise capacity and heart rate recovery in older people. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 63-8.
18. Enright PL, McBurnie MA, Bittner V, et al. The 6-min walk test: a quick measure of functional status in elderly adults. *Chest* 2003; 123: 387-98.
19. Fardy PS, Yanowitz FG, Wilson PK. Cardiac rehabilitation, adult fitness and exercise testing. Philadelphia, PA: Lea and Febiger, 1988: 171-5.
20. American College of Sports Medicine. Guidelines for graded exercise testing and prescription. Philadelphia, PA: Lea and Febiger, 1986: 171.
21. Fardy PS, Hellerstein HK. A comparison of continuous and intermittent progressive multistage exercise testing. *Med Sci Sports* 1978; 10: 7-12.
22. Fox SM 3rd, Naughton JP, Gorman PA. Physical activity and cardiovascular health. The exercise prescription: frequency and type of activity. *Mod Concepts Cardiovasc Dis* 1972; 41: 25-30.
23. Sue DY, Wasserman K. Impact of integrative cardiopulmonary exercise testing on clinical decision making. *Chest* 1991; 99: 981-2.
24. Vecchio C, Cobelli F, Opasich C, De Servi S, Specchia G. Exercise testing after nontransmural myocardial infarction. Coronary angiographic and prognostic correlations. *Cardiology* 1981; 68: 218-32.
25. Norris RM, Barnaby PF, Brandt PW, et al. Prognosis after recovery from first acute myocardial infarction: determinants of reinfarction and sudden death. *Am J Cardiol* 1984; 53: 408-13.
26. Piccalò G, Pirelli S, Massa D, Cipriani M, Sarullo FM, De Vita C. Value of negative predischarge exercise testing in identifying patients at low risk after acute myocardial infarction treated by systemic thrombolysis. *Am J Cardiol* 1992; 70: 31-3.
27. Volpi A, De Vita C, Franzosi MG, et al. Determinants of 6-month mortality in survivors of myocardial infarction after thrombolysis. Results of the GISSI-2 data base. The Ad hoc Working Group of the Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell'Infarto Miocardico (GISSI)-2 Data Base. *Circulation* 1993; 88: 416-29.
28. Pilote L, Silberberg J, Lisbona R, Sniderman A. Prognosis in patients with low left ventricular ejection fraction after myocardial infarction. Importance of exercise capacity. *Circulation* 1989; 80: 1636-41.
29. Schag CC, Heinrich RL, Ganz PA. Karnofsky performance status revisited: reliability, validity, and guidelines. *J Clin Oncol* 1984; 2: 187-93.
30. Brezinski D, Stone PH, Muller JE, et al. Prognostic significance of the Karnofsky performance status score in patients with acute myocardial infarction: comparison with the left ventricular ejection fraction and the exercise treadmill test performance. The MILIS Study Group. *Am Heart J* 1991; 121: 1374-81.
31. Nyman I, Wallentin L, Areskog M, Areskog NH, Swahn E. Risk stratification by early exercise testing after an episode of unstable coronary artery disease. The RISC Study Group. *Int J Cardiol* 1993; 39: 131-42.
32. Lindahl B, Andren B, Ohlsson J, Venge P, Wallentin L. Risk stratification in unstable coronary artery disease. Additive value of troponin T determinations and pre-discharge exer-

- cise tests. FRISK Study Group. *Eur Heart J* 1997; 18: 762-70.
33. Bazzino O, Ferreiros ER, Pizarro R, Corrado G. C-reactive protein and the stress tests for the risk stratification of patients recovering from unstable angina pectoris. *Am J Cardiol* 2001; 87: 1235-9.
 34. Lanza GA, De Filippis M, Sestito A, Infusino F, Maseri A, Crea F. Prognostic value of pre-discharge exercise testing and serum C-reactive protein in patients with unstable angina. *Ital Heart J* 2002; 3: 643-9.
 35. Ghayoumi A, Raxwal V, Cho S, Myers J, Chun S, Froelicher VF. Prognostic value of exercise tests in male veterans with chronic coronary artery disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2002; 22: 399-407.
 36. Weiner DA, Ryan TJ, Parsons LS, et al. Long-term prognostic value of exercise testing in men and women from the Coronary Artery Surgery Study (CASS) registry. *Am J Cardiol* 1995; 75: 865-70.
 37. Mark DB, Shaw L, Harrell FE Jr, et al. Prognostic value of a treadmill exercise score in outpatients with suspected coronary artery disease. *N Engl J Med* 1991; 325: 849-53.
 38. Roger VL, Jacobsen SJ, Pellikka PA, Miller TD, Bailey KR, Gersh BJ. Prognostic value of treadmill exercise testing: a population-based study in Olmsted County, Minnesota. *Circulation* 1998; 98: 2836-41.
 39. Thompson CA, Jabbour S, Goldberg RJ, et al. Exercise performance-based outcomes of medically treated patients with coronary artery disease and profound ST segment depression. *J Am Coll Cardiol* 2000; 36: 2140-5.
 40. 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.
 41. Mancini D, Eisen H, Kusmaul W, Mull R, Edmunds LH Jr, Wilson JR. Value of peak exercise oxygen consumption for optimal timing of cardiac transplantation in ambulatory patients with heart failure. *Circulation* 1991; 83: 778-86.
 42. Francis DP, Shamim W, Davies LC, et al. Cardiopulmonary exercise testing for prognosis in chronic heart failure: continuous and independent prognostic value from VE/VCO₂ slope and peak VO₂. *Eur Heart J* 2000; 21: 154-61.
 43. Corrà U, Mezzani A, Bosimini E, Scapellato F, Imparato A, Giannuzzi P. Ventilatory response to exercise improves risk stratification in patients with chronic heart failure and intermediate exercise capacity. *Am Heart J* 2002; 143: 418-26.
 44. Florea VG, Henein MY, Anker SD, et al. Prognostic value of changes over time in exercise capacity and echocardiographic measurements in patients with chronic heart failure. *Eur Heart J* 2000; 21: 146-53.
 45. Sharma S, Firoozi S, McKenna WJ. Value of exercise testing in assessing clinical state and prognosis in hypertrophic cardiomyopathy. *Cardiol Rev* 2001; 9: 70-6.
 46. Yetman AT, Grow RM, Seib P, Morrow WR, McCrindle BW. Exercise capacity in children with hypertrophic cardiomyopathy and its relation to diastolic left ventricular function. *Am J Cardiol* 2001; 87: 491-3.
 47. Jones S, Elliott PM, Sharma S, McKenna WJ, Whipp BJ. Cardiopulmonary responses to exercise in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Heart* 1998; 80: 60-7.
 48. Chikamori T, Counihan PJ, Doi YL, et al. Mechanisms of exercise limitation in hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 1992; 19: 507-12.
 49. Sharma S, Elliott P, Whyte G, et al. Utility of metabolic exercise testing in distinguishing hypertrophic cardiomyopathy from physiologic left ventricular hypertrophy in athletes. *J Am Coll Cardiol* 2000; 36: 864-70.
 50. Sharma S, Elliott P, Whyte G, et al. Utility of cardiopulmonary exercise in the assessment of clinical determinants of functional capacity in hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 2000; 86: 162-8.
 51. Counihan PJ, Frenneaux MP, Webb DJ, McKenna WJ. Abnormal vascular response to supine exercise in hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation* 1991; 84: 686-96.
 52. Goodman JM, McLaughlin PR, Plyley MJ, et al. Impaired cardiopulmonary response to exercise in moderate hypertension. *Can J Cardiol* 1992; 8: 363-71.
 53. Braunwald E. Heart disease, a textbook of cardiovascular medicine. Philadelphia, PA: WB Saunders, 1997: 1039-45.
 54. James FW, Schwartz DC, Kaplan S, Spilkin SP. Exercise electrocardiogram, blood pressure and working capacity in young patients with valvular or discrete subvalvular aortic stenosis. *Am J Cardiol* 1982; 50: 769-75.
 55. Nylander E, Ekman I, Marklund T, Sinnerstad B, Karlsson E, Wranné B. Severe aortic stenosis in elderly patients. *Br Heart J* 1986; 55: 480-7.
 56. Gibbons RJ, Balady GJ, Beasley JW, et al. ACC/AHA guidelines for exercise testing. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on exercise testing). *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 260-311.
 57. Flegal KM, Carroll MD, Kuczmarski RJ, Johnson CL. Overweight and obesity in the United States: prevalence and trends. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998; 22: 39-47.
 58. Wei M, Kampert JB, Barlow CE, et al. Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight and obese men. *JAMA* 1999; 282: 1547-53.
 59. Goraya TY, Jacobsen SJ, Pellikka PA, et al. Prognostic value of treadmill exercise testing in elderly persons. *Ann Intern Med* 2000; 132: 862-70.
 60. Eagle KA, Berger PB, Calkins H, et al. ACC/AHA guideline update for perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery - executive summary. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines (Committee to update the 1996 guidelines on perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery). *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 542-53.
 61. Hollenberg SM. Preoperative cardiac risk assessment. *Chest* 1999; 115 (Suppl): 51S-57S.
 62. Goldman L. Assessment of perioperative cardiac risk. *N Engl J Med* 1994; 330: 707-9.
 63. Eagle K, Brundage BH, Chaitman BR, et al. Guidelines for perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery. Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery). *J Am Coll Cardiol* 1996; 93: 910-48.
 64. Older P, Smith R, Courtney P, Hone R. Preoperative evaluation of cardiac failure and ischemia in elderly patients by cardiopulmonary exercise testing. *Chest* 1993; 104: 701-4.
 65. Bolliger CT, Wyser C, Roser H, Soler M, Perruchoud AP. Lung scanning and exercise testing for the prediction of postoperative performance in lung resection candidates at increased risk for complications. *Chest* 1995; 108: 341-8.
 66. Bolliger CT, Jordan P, Soler M, et al. Exercise capacity as a predictor of postoperative complications in lung resection candidates. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 151: 1472-80.
 67. Bolliger CT, Perruchoud AP. Functional evaluation of the lung resection candidate. *Eur Respir J* 1998; 11: 198-212.
 68. Morice RC, Peters EJ, Ryan MB, Putnam JB, Ali MK, Roth JA. Exercise testing in the evaluation of patients at high risk for complications from lung resection. *Chest* 1992; 101: 356-61.
 69. Olsen GN. The evolving role of exercise testing prior to lung resection. *Chest* 1989; 95: 218-25.

70. Pate P, Tenholder MF, Griffin JP, Eastridge CE, Weiman DS. Preoperative assessment of the high-risk patient for lung resection. *Ann Thorac Surg* 1996; 61: 1494-500.
71. Dunn AL, Marcus BH, Kampert JB, Garcia ME, Kohl HW 3rd, Blair SN. Comparison of lifestyle and structured interventions to increase physical activity and cardiorespiratory fitness: a randomized trial. *JAMA* 1999; 281: 327-34.
72. 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: 1093-8.
73. Pate RR, Pratt M, Blair SN, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 1995; 273: 402-7.
74. Belardinelli R, Georgiou D, Scocco V, Barstow TJ, Purcaro A. Low intensity exercise training in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1995; 26: 975-82.
75. Giannuzzi P, Temporelli PL, Corrà U, Gattone M, Giordano A, Tavazzi L. Attenuation of unfavorable remodeling by exercise training in postinfarction patients with left ventricular dysfunction: results of the Exercise in Left Ventricular Dysfunction (ELVD) trial. *Circulation* 1997; 96: 1790-7.
76. Jolliffe JA, Rees K, Taylor RS, Thompson D, Oldridge N, Ebrahim S. Exercise-based rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2001; 1: CD001800.
77. Dorn J, Naughton J, Imamura D, Trevisan M. Results of a multicenter randomized clinical trial of exercise and long-term survival in myocardial infarction patients: the National Exercise and Heart Disease Project (NEHDP). *Circulation* 1999; 100: 1764-9.
78. Belardinelli R, Georgiou D, Cianci G, Purcaro A. Randomized, controlled trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure: effects on functional capacity, quality of life and clinical outcome. *Circulation* 1999; 99: 1173-82.