

RENE ED ESERCIZIO FISICO: EFFETTI DELL'ALLENAMENTO PROGRAMMATO

G. FRANCAVILLA, M. CRISTOFALO, P. CASTELLINO*, V. C. FRANCAVILLA

Cattedra di Medicina dello Sport - Università degli Studi - Palermo

**Scuola di Medicina dello Sport - Università degli Studi - Catania*

Il rene, pur rappresentando in termini di massa appena lo 0,4% del peso corporeo, possiede una elevata perfusione ematica, di circa 1200 ml al minuto, pari al 15-25% della gittata cardiaca, che assicura una filtrazione di plasma intorno a 650 ml/minuto ed una produzione di filtrato glomerulare intorno a 125 ml/minuto.

L'elevato flusso di sangue è legato, più che al fabbisogno metabolico dell'organo, alla funzione di mantenimento dell'omeostasi dei liquidi corporei.

Il rene è in realtà un organo complesso, dotato di funzioni escretori, secretori ed endocrine: entra in gioco anche nella regolazione dell'equilibrio acido-base, del turnover minerale-osseo, del metabolismo proteico e lipidico, della funzione eritropoietica e della pressione arteriosa.

In condizioni normali il rene possiede una riserva funzionale e, attraverso un meccanismo di autoregolazione, assicura il mantenimento del flusso ematico e della filtrazione glomerulare relativamente costanti. In presenza di una patologia cronica, tale riserva si riduce progressivamente, con deterioramento delle funzioni renali.

Esercizio fisico e funzione renale

Nel corso dell'esercizio fisico si verifica una redistribuzione della gittata cardiaca, con incremento dell'apporto ematico ai muscoli ed al cuore e modesta riduzione del flusso plasmatico renale ¹¹.

Durante uno sforzo prolungato, la perdita

di acqua ed elettroliti con il sudore e l'aumento dell'osmolarità dei liquidi corporei stimolano i centri ipotalamici della sete e la secrezione di ADH, con contrazione della diuresi. Contemporaneamente, i recettori di volume, sensibili alla riduzione del VCE (volume circolante effettivo) e del liquido extracellulare, inviano un segnale ai reni, che, attraverso il sistema nervoso simpatico, il sistema renina-angiotensina e l'inibizione del peptide natriuretico atriale, rallentano la velocità di filtrazione glomerulare, con riduzione della quantità di sodio filtrato ed aumento del suo riassorbimento nel tubulo prossimale e nel dotto collettore ¹.

In condizioni normali è possibile evidenziare una «proteinuria fisiologica», caratterizzata dalla presenza nelle urine di proteine fino a 150 mg nelle 24 ore. L'esercizio fisico può essere responsabile di una *proteinuria transitoria*, correlata alle modificazioni emodinamiche che possono favorire il passaggio di proteine attraverso i glomeruli; tuttavia, valori che non rientrano nei limiti sono sempre indicativi di patologia del parenchima renale.

Nel corso di un esercizio intenso e prolungato, come nella maratona, la proteinuria è regolarmente accompagnata da *emoglobinuria*, legata all'emolisi intravasale ¹¹.

La comparsa di proteinuria ed emoglobinuria, in seguito ad esercizio strenuo effettuato in ortostatismo, ed occasionalmente dopo esercizio moderato, non è indicativa della maggiore predisposizione a sviluppare una patologia renale, anche se impone la necessità di accertamenti e di monitoraggio

dell'atleta, al fine di escludere un'alterazione renale preesistente.

È possibile prevenire tale evento attraverso un corretto allenamento, un'adeguata programmazione del reintegro idro-salino, ed il precoce riconoscimento e trattamento della disidratazione e dei disordini della termoregolazione.

La *mioglobinuria* rappresenta, invece, una rara complicanza dell'esercizio strenuo, correlata in maniera più specifica ad una patologia renale acuta.

Lo sforzo, quando non è svolto correttamente e non è appropriato alle condizioni fisiche ed al livello di allenamento, può rappresentare uno stress eccessivo per l'organismo ed essere perfino dannoso sulla funzionalità renale. Al contrario, un programma di allenamento, adeguato, per intensità e durata, alle caratteristiche individuali, induce un miglioramento delle condizioni generali e può essere a pieno titolo inserito nel programma terapeutico dei pazienti affetti da una patologia renale cronica ¹⁰.

In tema di insufficienza renale

L'insufficienza renale è una sindrome caratterizzata dalla incapacità dei reni di espletare regolarmente le proprie funzioni, escretrice, secretrice ed endocrina, con alterazioni biochimiche e metaboliche ed un quadro clinico complesso.

Le cause possono essere distinte in prerenali, renali e postrenali. In genere le forme acute hanno una prognosi più favorevole, specialmente se sostenute da cause prerenali e se la diagnosi e la terapia vengono effettuate tempestivamente. L'insufficienza renale cronica, invece, tende a progredire inesorabilmente, coinvolgendo pesantemente gli apparati cardiovascolare, respiratorio e digerente, con interessamento anche del sistema nervoso centrale e periferico, dell'apparato muscolo-scheletrico e compromissione della funzione emopoietica. Le alterazioni anatomico-funzionali a carico dei diversi organi sono accompagnate dalla comparsa di sintomi soggettivi che caratterizzano un quadro clinico che evolverà verso la sindrome uremica.

Attualmente il problema principale, dal punto di vista medico e socioeconomico, è rappresentato dalla programmazione di una efficace prevenzione o, quanto meno, dal rallentamento della progressione della insufficienza renale cronica verso l'uremia, attraverso la messa a punto di una terapia finalizzata a preservare la funzionalità renale, assicurare una qualità di vita accettabile e posticipare il trattamento dialitico o il trapianto di rene ⁹.

Anche nei pazienti dializzati l'obiettivo principale del trattamento, oltre alla ricerca di una più efficiente procedura dialitica che garantisca una maggiore sopravvivenza, è quello di migliorare la qualità della vita, condizionata da numerosi fattori, quali la limitazione dell'assunzione di fluidi e alimenti, la grave malnutrizione protido-calorica con progressiva perdita di massa muscolare e ossea, la comparsa di crampi muscolari, l'astenia ed il prurito, accompagnati da vari disturbi psicologici, quali alterazioni del tono dell'umore, depressione, ostilità, ansietà.

Tale quadro clinico condiziona le più elementari attività quotidiane della vita del paziente ed interferisce sulla capacità lavorativa. Si instaura, inoltre, un pericoloso circolo vizioso: la riduzione della massa muscolare e l'accumulo delle tossine uremiche causano astenia e, quindi, limitazione dell'attività fisica, con ulteriore riduzione della massa muscolare ⁷.

Esercizio fisico e patologia renale cronica

Un regolare esercizio fisico deve essere parte integrante dell'approccio al paziente con IRC, inserito nell'ambito di un programma terapeutico multidisciplinare, in cui la riabilitazione coinvolge sia gli aspetti fisiologici sia quelli psicologici, e viene supportata da un programma di educazione e conoscenza della malattia, da un adeguato supporto psicologico, dal coinvolgimento dei familiari e da appropriati consigli nutrizionali ¹⁰.

L'attività motoria, anche di lieve-moderata intensità, può interrompere il circolo vizioso

e arginare il lento deterioramento dell'insufficienza renale.

Non tutti i soggetti, tuttavia, possono seguire un programma di allenamento, per la presenza di severe controindicazioni: angina pectoris instabile, ipertensione non controllata, turbe del ritmo, patologie valvolari, ischemia cerebrale, miocarditi, pericarditi, ipercaliemia, terapia con betablocanti¹⁵, severa osteodistrofia.

Nel paziente uremico, inoltre, si sviluppa frequentemente una cardiopatia ipertrofico-dilatativa da sovraccarico di volume, legata alla fistola artero-venosa, all'anemia, alle variazioni intradiastoliche del riempimento telediastolico del ventricolo sinistro e dei liquidi extracellulari⁶.

Il problema principale è rappresentato, tuttavia, dalla *scarsa tolleranza all'esercizio fisico*, correlata principalmente, oltre che alle alterazioni cardiovascolari, all'anemia ed alla miopatia uremica⁷.

L'*anemia* incide pesantemente sulla capacità fisica e lavorativa del paziente, riducendo il metabolismo aerobico muscolare, con tendenza alla precoce anaerobiosi e con valori medi di VO_2 max inferiori del 50% rispetto ai soggetti normali³.

La *miopatia uremica*, responsabile dell'astenia e della debolezza muscolare, prevalente agli arti inferiori, è una sindrome caratterizzata da progressiva atrofia delle fibre, in particolare di tipo IIb, che presentano svariate anomalie morfologiche, riduzione degli enzimi del metabolismo aerobico e delle proteine contrattili, alterazione del rapporto capillare/fibra muscolare, deficit della carnitina e quindi del trasporto mitocondriale degli acidi grassi^{4, 13, 14}.

È presente, inoltre, una *neuropatia periferica* consistente in una denervazione evidenziabile all'elettromiografia.

Il quadro clinico è aggravato dalla scarsa adattabilità all'esercizio dell'apparato cardiovascolare, soprattutto nel dializzato, il quale, a causa dell'elevato flusso coronarico presente già a riposo, per effetto dell'anemia, della coronarosclosi e dell'ipertono simpatico, possiede una riserva coronarica estremamente ridotta.

Anche le alterazioni metaboliche limitano

la tolleranza all'esercizio fisico: l'*insulinore-sistenza*, riducendo l'utilizzazione del glucosio come fonte energetica, aggrava ulteriormente il metabolismo aerobico; l'*alterazione del metabolismo della vitamina D* e l'eccesso di paratormone interferiscono sul meccanismo eccitazione-contrazione; l'*alterato turnover proteico*, aggravato anche all'inadeguato apporto con la dieta, comporta la deplezione delle riserve muscolari e conseguente riduzione dell'acqua corporea totale (TBW) ed induce, col tempo, deficit di albumina ed alterazione del profilo aminoacidico muscolare, aggravato dalla tendenza ad utilizzare gli aminoacidi come fonte energetica².

Infine, anche le *tossine uremiche* accumulate avrebbero un ruolo importante nella ridotta tolleranza allo sforzo⁷⁻¹³.

Un programma di esercizio fisico, svolto per almeno un anno e adattato alle condizioni del paziente, è in grado di modificare alcuni parametri correlati al metabolismo lipidico e glucidico, riducendo i livelli di trigliceridi, la glicemia, l'insulino-resistenza, aumentando l'HDL-C, migliorando la tolleranza al glucosio⁵.

L'allenamento sarebbe in grado di indurre un incremento dell'ematocrito, dell'emoglobina, degli eritrociti, interverrebbe positivamente anche sul controllo della pressione arteriosa, permettendo, in una buona percentuale di pazienti, di ridurre, se non addirittura di interrompere, la terapia farmacologica con anti-ipertensivi³.

Gli effetti di una regolare attività fisica, in termini di aumento dell'estrazione periferica di O_2 , dell'attività degli enzimi ossidativi e quindi del VO_2 , della forza muscolare e della resistenza, sarebbero analoghi a quelli ottenuti dal trattamento con eritropoietina umana ricombinante^{8, 9}.

L'esercizio fisico regola, sia nel soggetto sano che nel paziente uremico, gli equilibri ormonali, agendo principalmente sui livelli di insulina, glucagone e cortisolo: il miglioramento dell'utilizzo periferico dell'insulina ha effetti, oltre che sul metabolismo glucidico, anche su quello lipidico, con stimolazione dell'attività dell'enzima lipoproteinlipasi e della sintesi delle lipoproteine; inoltre l'incremento dei livelli di cortisolo attiva la

gluconeogenesi e la glicolisi e, a livello del tessuto adiposo, la lipolisi ⁵.

Non va sottovalutato l'approccio psicologico, che trova nell'esercizio fisico un importante aiuto nell'affrontare i problemi psichici del paziente, soprattutto se è svolto con un programma di gruppo, che generalmente è più accettato e favorisce la socializzazione.

Alcuni studi hanno dimostrato che l'esecuzione di esercizi di lieve intensità, anche nel corso della dialisi, può migliorare l'efficienza dialitica, facilitando la rimozione delle tossine uremiche attraverso la vasodilatazione e l'aumento del flusso ematico ai muscoli ¹⁰.

I dati della letteratura sono spesso discordanti e difficilmente confrontabili tra loro, a causa di numerosi fattori, quali la variabilità individuale nell'adattamento al training fisico, l'età dialitica, i diversi protocolli utilizzati. Nel complesso, sembra che un programma di allenamento sia in grado di indurre effetti benefici, sebbene non ancora ben quantificati e standardizzati, sulla riduzione della frequenza cardiaca e delle resistenze vascolari periferiche, sull'aumento della gittata sistolica e della portata cardiaca, con un notevole impatto sul rischio cardiovascolare ⁵.

Nel paziente sottoposto a trapianto renale, fin dalla fase immediatamente postoperatoria, l'esercizio fisico ha un ruolo fondamentale, non meno importante di quello della terapia farmacologica: dopo una fase iniziale di riabilitazione possono essere introdotti, gradualmente, esercizi aerobici a basso impegno, esercizi in acqua, esercizi di lieve potenziamento muscolare.

Un corretto programma di allenamento necessita di un'attenta valutazione preliminare della capacità fisica, delle precedenti abitudini del paziente e del quadro clinico e sintomatologico presente. Deve prevedere esercizi di bassa-moderata intensità, evitando sforzi isometrici e carichi elevati, ed è auspicabile che sia seguito per lunghi periodi ¹².

Nei casi in cui siano presenti controindicazioni al training è importante motivare il paziente ad abbandonare stili di vita sedentari.

Protocollo di allenamento

Il principale e controverso problema da affrontare riguarda il carico di lavoro e l'intensità dello sforzo, che devono essere tali da indurre una risposta adattativa, ma non devono rappresentare uno stress ulteriore per la funzione renale già compromessa; inoltre è particolarmente difficile individuare una variabile fisiologica da utilizzare come parametro per monitorare il giusto carico di lavoro. La frequenza cardiaca è sicuramente un indice facilmente misurabile, ma non può da sola essere sufficiente, e necessita il supporto della valutazione del consumo di ossigeno e dalla misura della lattacidemia.

Prima di iniziare un programma di allenamento è necessario sottoporre il paziente ad un *test di valutazione preliminare* dello stato di forma, con monitoraggio dell'ECG e misurazione dello scambio dei gas. Tale valutazione permette altresì di calcolare l'intensità iniziale dell'esercizio, che può essere progressivamente incrementata nel corso del programma di riabilitazione, seguita dal terapeuta, e dell'allenamento all'esercizio fisico.

In genere l'*intensità iniziale* viene fissata intorno al 60% della frequenza cardiaca massima, e successivamente può essere incrementata gradualmente fino al 75-85%.

Se il paziente è in trattamento dialitico, nei giorni in cui viene effettuata l'emodialisi è necessario ridurre il carico di esercizio; solo in alcuni casi selezionati, con un quadro di stabilità ed assenza di patologie associate o ulteriori complicanze, è possibile svolgere un esercizio fisico anche nel corso della seduta di dialisi, con effetti positivi sulla tolleranza del trattamento ¹².

La *frequenza* delle sedute, auspicabile per ottenere maggiori benefici, è da 3 a 5 volte la settimana, della durata media di 45 minuti, con un minimo di 30 ed un massimo di 60 minuti.

La programmazione di un training fisico continuativo nel tempo e di lunga durata è in grado di indurre maggiori effetti benefici.

È importante che l'esercizio fisico venga svolto per tutta la vita, in quanto ritornando alle abitudini sedentarie gli effetti dell'allenamento regrediscono in poche settimane ¹⁰.

Le *attività più idonee* sono quelle che coinvolgono i principali gruppi muscolari e stimolano i diversi sistemi metabolici, ed in particolare quello aerobico: corsa, walking a passo svelto, arrampicata in salita, nuoto, bicicletta.

I programmi di allenamento possono essere seguiti sia da giovani che da anziani, considerando che il consumo di ossigeno tra i 20 e i 60 anni decresce del 10% per ogni decade e che la soglia dell'acidosi lattica si trova ad un livello di consumo di ossigeno lievemente superiore nei soggetti più anziani; inoltre, i pazienti sottoposti a terapia dialitica da lungo tempo mostrano una sostanziale riduzione della tolleranza all'esercizio fisico, con livelli di consumo di ossigeno intorno ai 15-22 ml/kg/min, riduzione della soglia dell'acidosi lattica e della resistenza ⁷.

La *donna* si adatta all'esercizio in maniera sovrapponibile all'uomo, tuttavia se sottoposta ad un allenamento più rigido può presentare irregolarità mestruali o infertilità.

La *terapia con eritropoietina*, seguita per periodi non ancora standardizzati, tra i 2 e i 12 mesi, aumenta la concentrazione emoglobinica e quindi la capacità di trasporto dell'ossigeno, con incremento del VO₂max intorno al 15-20%, migliorando, la tolleranza all'esercizio e la risposta ai tests incrementali al treadmill o al cicloergometro ⁸.

Un corretto programma di allenamento avrebbe i medesimi effetti del trattamento con eritropoietina: si allargano gli orizzonti della Medicina dello Sport e si concretizzano nuove

speranze di una qualità di vita migliore per i pazienti nefropatici.

Bibliografia

1. **Baczyk KM, Pietrzak IP.** The kidney and exercise. Editoriale Bios del 3° Taormina Course on Nephrology; 1994.
2. **Davis TA, Klabr S.** Exercise and Nutrition in Patients with Renal Disease. *Nutrit Kidney* 1988;277-94.
3. **Paoletti E, Cannella G.** Interrelazioni tra esercizio fisico e anemia nell'uremico. *Tecniche nefrologiche e dialitiche '97*: Ed. Bios; 1997. p.59-64.
4. **Anderson P, Henriksson J.** Training induced changes in the subgroups of human type II skeletal muscle fibers. *Acta Physiol Scand* 1977;99:123-5.
5. **Bellinghieri G et al.** Effetti metabolici e clinici dell'esercizio fisico nell'uremia. *Tecniche nefrologiche e dialitiche '97*: Ed. Bios; 1997. p.23-31.
6. **Ayus JC, Frommer JP, Young JB.** Cardiac and circulatory abnormalities in chronic renal failure. *Semin Nephrol* 1981;1:112-20.
7. **Zanconato S, Baraldi E, Montini G, Zacchello G, Zacchello F.** Exercise tolerance in endstage renal disease. *Child Nephrol Urol* 1990;10:26-31.
8. **MacDougall IC, Lewis NP, Saunders MJ et al.** G-term cardiorespiratory effects of amelioration of renal anaemia by erythropoietin. *Lancet* 1990;335:489-93.
9. **Canadian Erythropoietin Study Group.** Association between recombinant human erythropoietin and quality of life and exercise capacity of patients receiving haemodialysis. *Br Med J* 1990;300:573-8.
10. **Civitati G, Ballerini L, Teatini U.** Premesse e indicazioni all'esercizio fisico nel paziente dializzato. *Tecniche nefrologiche e dialitiche '97*: Ed. Bios; 1997. p.3-9.
11. **Harter HR, Godberg AP.** Endurance exercise training. *Med Clin North Am* 1985;69:159-75.
12. **Painter P, Hanson P.** A model for clinical exercise prescription: Application to Haemodialysis patients. *J Cardiopulm Rehabil* 1987;7:177-89.
13. **Brautbar N.** Skeletal myopathy in uremia: Abnormal energy metabolism. *Kidney Int* 1983;24 Suppl 16:S81-6.
14. **Savica V, Bellinghieri G, Di Stefano C et al.** Plasma and muscle carnitine levels in haemodialysis patients with morphological-ultrastructural examination of muscle samples. *Nephron* 1983;35:232-6.
15. **Castellino P, Bia M, DeFronzo RA.** Adrenergic modulation of potassium metabolism in uremia. *Kidney Int* 1990;37:793-8.