

# **La Prescrizione dell'esercizio fisico nel diabete di tipo 2**

## INTRODUZIONE

Il diabete mellito è una malattia metabolica molto diffusa.

Colpisce il 3-5% della popolazione ed un'altrettanta percentuale ne è affetta senza saperlo.

La patologia diabetica mostra una chiara tendenza, in tutti i paesi industrializzati, ad un aumento sia dell'incidenza sia della prevalenza.

L'accresciuta prevalenza nel mondo, soprattutto legata all'aumento del benessere ed allo stile di vita, ha portato l'OMS a parlare di vera e propria "epidemia".

Stime e proiezioni sul periodo 1994-2010 indicano la triplicazione a livello mondiale dei casi di diabete mellito tipo 2. Per l'Europa Occidentale è stato previsto un aumento dei casi di diabete mellito tipo 2 del 27.5% dal 1994 al 2000 e del 54.9% dal 1994 al 2010. Il numero dei diabetici negli Stati Uniti (dove il diabete rappresenta la settima causa di morte) è salito da 1.6 milioni nel 1958 ad 8 milioni nel 1995, mentre in Italia la prevalenza è aumentata dal 2,5% (negli anni '70) all'attuale 4-4,5%.

Anche per il diabete tipo 1 molti dati epidemiologici evidenziano un aumento dell'incidenza (circa il raddoppio per ogni generazione in taluni casi). Per l'Europa occidentale è stato previsto un aumento dei casi di diabete tipo 1 del 18.3% dal 1994 al 2000 e del 36% dal 1994 al 2010.

Il diabete è una malattia metabolica cronica, in cui l'organismo, non essendo in grado di produrre o utilizzare completamente l'insulina, causa un

difetto del metabolismo dei carboidrati e, in misura minore, delle proteine e dei grassi, per cui i reni, per liberare l'organismo dall'eccesso di zuccheri (glicemia), cominciano ad eliminarli attraverso l'urina. L'aumento della glicemia provoca danni in tutte le strutture dell'organismo, aggravando il rischio di complicanze, quali disturbi circolatori, insufficienza renale, ictus e problemi neurologici.

L'alterazione principale è legata ad una ridotta attività dell'insulina (per assenza dell'ormone o ridotta azione a livello degli organi bersaglio quali il fegato, il muscolo ed il tessuto adiposo).

Le caratteristiche cliniche distintive di questa patologia sono secondarie all'aumento del glucosio nel sangue e sono rappresentate da fame, sete continua, eliminazione di grandi quantità di urine, stanchezza e/o ai sintomi legati allo sviluppo di complicanze croniche principalmente a carico del sistema cardiovascolare, renale, oculare e nervoso.

Questo insieme di sintomi fa del diabete non una singola malattia, ma piuttosto una sindrome complessa che si manifesta con un insieme di condizioni patologiche che hanno in comune l'iperglicemia responsabile dello sviluppo delle complicanze croniche.

Le cause che portano allo sviluppo della malattia sono molto diverse tra loro, mentre le manifestazioni cliniche, i sintomi, sono invece comuni a tutti i tipi di diabete.

Le più importanti forme di diabete mellito sono il **tipo 1**, definito in passato come insulino-dipendente poichè i pazienti hanno bisogno della somministrazione di insulina per poter vivere, ed il **tipo 2**, conosciuto prima come non insulino-dipendente suscettibile di trattamento con farmaci così detti ipoglicemizzanti orali.

In realtà anche alcuni pazienti di tipo 2 hanno nel decorso della malattia bisogno dell'insulina.

L'insulina svolge un'azione di stimolo sulla utilizzazione di composti fondamentali per le cellule, sia con finalità plastiche che energetiche: nel diabete quindi la sintomatologia è secondaria a queste alterazioni con manifestazioni sia di tipo plastico quali calo ponderale che energetico come l'astenia. La spia più fedele del controllo esercitato dall'insulina sul metabolismo è data dal valore della glicemia: se l'ormone è insufficiente o se non agisce correttamente, viene meno la sua azione ipoglicemizzante e si va verso l'iperglicemia, cioè l'aumento più o meno marcato del glucosio nel sangue del paziente. Da qui l'importanza della valutazione clinica della glicemia, sia a digiuno ma soprattutto dopo i pasti, in grado di fornire un importante parametro per stimare l'equilibrio metabolico nel paziente. Da queste premesse si evince l'importanza della somministrazione dell'ormone insulina nei soggetti con diabete mellito di tipo 1 (in cui l'ormone è molto ridotto o assente) ed anche in molti casi di diabete di tipo

2 (in cui l'ormone ha un'azione periferica difettosa e non più soggetta a possibili stimolazioni farmacologiche).

## **TERAPIA**

Il diabete attualmente non è una malattia curabile in modo definitivo, anche se la ricerca nel campo sta facendo passi da gigante. Si può però arrivare a condurre una vita assolutamente "normale", evitando le complicazioni che a lungo andare potrebbe portare (circolazione, occhi, reni, ecc.), agendo fondamentalmente su quattro fronti:

- L'alimentazione;
- La terapia farmacologia tramite insulina (per il tipo 1) o antidiabetici orali, se necessari (per il tipo 2);
- L'attività fisica e lo sport;
- L'educazione terapeutica.

## ***TERAPIA FARMACOLOGICA***

La **terapia farmacologica** consiste nella somministrazione di insulina (nei diabetici di tipo 1 e quindi insulino-dipendenti ) e di antidiabetici orali (nei diabetici di tipo 2, non insulino-dipendenti).

La somministrazione di insulina può essere effettuata con due diversi metodi: con la multiniettiva o con il microinfusore.

La **terapia multiniettiva** richiede una iniezione ogni volta che c'è necessità di insulina: generalmente 3 iniezioni di insulina rapida per coprire i pasti e una di insulina a lunga durata di azione per coprire i periodi di digiuno. Se durante la giornata si scoprono valori troppo alti o se il soggetto desidera mangiare oltre i pasti regolari, come ad esempio la merenda di un bambino, per poter mantenere buoni valori glicemici è necessario aggiungere ulteriori iniezioni per controllare queste situazioni, arrivando quindi anche a un numero globale di 6-7 o più iniezioni quotidiane.

**Il microinfusore**, è un piccolo dispositivo computerizzato che contiene al suo interno una siringa riempita di insulina ad azione rapida. La siringa viene collegata al tessuto sottocutaneo addominale attraverso un set di infusione costituito da un catetere e una cannula in teflon.

Il microinfusore è in grado di riprodurre la secrezione di insulina del pancreas normale erogando insulina secondo due modalità di infusione: una continua (detta “infusione basale”), e una intermittente, a comando, al momento dei pasti (definita “bolo di insulina”).

L'infusione basale è predeterminata e può essere diversificata nelle 24 ore a seconda delle necessità del singolo soggetto. I boli di insulina vengono invece somministrati dal paziente al momento dei pasti/spuntini o per correggere eventuali iperglicemie.

A seconda del tipo di pasto il bolo di insulina può essere erogato nell'arco di pochi minuti (es. per un pasto ricco di carboidrati a rapido assorbimento) o di alcune ore (es. per pasti ricchi in grassi e carboidrati complessi).

Rispetto alla terapia multi-iniettiva la terapia con microinfusore permette di raggiungere valori di emoglobina glicata di circa lo 0,5% più bassi, riduce la variabilità glicemica, il fabbisogno insulinico (di circa il 15%) e la frequenza di ipoglicemia severa.

La riduzione della emoglobina glicata e della frequenza di ipoglicemia severa che si ottiene utilizzando il microinfusore è maggiore nei pazienti con peggior controllo metabolico o con più elevata frequenza di ipoglicemia severa durante terapia multi-iniettiva.

L'infusione continua di insulina sottocute (CSII) è indicata nei pazienti diabetici di tipo 1 che, pur seguendo un regime multi-iniettivo ottimale (inclusi un'educazione completa, la massima attenzione alla tecnica di iniezione e di automonitoraggio e l'uso di analoghi dell'insulina) non ottengono un buon controllo glicemico ma presentano elevati valori di emoglobina glicata e/o ipoglicemie frequenti o imprevedibili o severe e/o un'alta variabilità glicemica. La terapia con microinfusore è indicata anche



nei pazienti molto sensibili all'insulina, che utilizzano meno di 20 unità al giorno di insulina, perché il microinfusore infonde insulina con un grado di precisione che non può essere raggiunto usando siringa o penna. Per garantire il successo della terapia, oltre ad avere le indicazioni cliniche il paziente deve anche essere motivato a migliorare il controllo, in grado di usare il microinfusore, disponibile a eseguire almeno 4 controlli glicemici giornalieri, capace di gestire il proprio diabete (calcolo dei carboidrati, aggiustamento della dose di insulina in base al contenuto in carboidrati del pasto e al fattore di sensibilità insulinica), stabile dal punto di vista emotivo e inoltre deve avere attese realistiche sull'efficacia della terapia con microinfusore e il sostegno della famiglia o di altre persone di riferimento.

Una complicanza frequente è l'infezione nel sito di infusione, (anche se può essere notevolmente ridotta o prevenuta usando disinfettanti topici prima dell'inserzione dell'agocannula, ruotando i siti di infusione e sostituendo l'agocannula ogni 48-72 ore).

Col microinfusore manca un significativo deposito sottocutaneo di insulina per cui, in caso di interruzione del flusso di insulina per malfunzionamento del sistema di infusione, o per infiammazione/ infezione nel sito di infusione, o per poca attenzione da parte del paziente ecc. si può sviluppare rapidamente un deficit assoluto dell'ormone e quindi la chetoacidosi.

L'alta frequenza di chetoacidosi riportata un tempo si è ridotta negli anni grazie a una maggiore esperienza e a una adeguata educazione del paziente.

Minimizzare il rischio di chetoacidosi richiede infatti un frequente monitoraggio della glicemia, controllo dei chetoni urinari e un appropriato intervento in caso di malattia intercorrente. Oggi la frequenza di chetoacidosi durante CSII sembra essere la stessa della terapia multi-iniettiva sia nell'età adulta che pediatrica.

La qualità della vita è migliore nei pazienti in terapia con microinfusore rispetto ai pazienti in terapia insulinica multi-iniettiva perché il microinfusore permette una maggior flessibilità verso le necessità della vita quotidiana, una maggior adattabilità alla dieta, uno stile di vita più libero, una minor paura di episodi ipoglicemici, un miglior pattern di riposo notturno e un maggior grado di soddisfazione verso la terapia.

Gli **antidiabetici orali**, invece, sono impiegati nel trattamento del diabete tipo2 e vanno a stimolare la secrezione di insulina.

A seconda dei quadri clinici gli ipoglicemizzanti orali (sulfaniluree, biguanidi, etc.) possono essere variamente associati fra loro.

Le sulfaniluree stimolano la secrezione insulinica da parte delle beta-cellule pancreatiche, per cui è necessaria una residua integrità del pancreas perché si abbia l'effetto ipoglicemizzante. Hanno anche un'azione extrapancreatica: inducono un aumento del numero dei recettori periferici per l'insulina, aumentano l'utilizzazione del glucosio da parte dei tessuti e inibiscono la produzione epatica di glucosio. Sono indicate nel diabete

mellito non insulino-dipendente normopeso o sovrappeso; possono essere utilizzate anche in associazione con altri ipoglicemizzanti orali o come coadiuvanti della terapia insulinica, in quanto permettono di ridurre la dose o la frequenza della somministrazione di insulina. Le biguanidi (fenformina, metformina) hanno un meccanismo d'azione esclusivamente extrapancreatico e consiste nell'aumentare il numero di recettori periferici per l'insulina, nel potenziare la penetrazione intracellulare di glucosio, nell'accelerare la glicolisi e nel ridurre l'assorbimento intestinale di glucosio di origine alimentare. Le biguanidi possiedono inoltre effetto anoressizzante e ipolipemizzante, e determinano un accumulo di acido lattico che, essendo tossico, ne limita l'impiego. Le biguanidi sono indicate nel diabete mellito non insulino-dipendente in cui si associ un'alterazione, come ipertrigliceridemia, sovrappeso e obesità, oppure insulino-resistenza. Sono controindicate nei soggetti al di sopra dei 70 anni, con insufficienza cardiorespiratoria, epatica o renale.

## ***TERAPIA ALIMENTARE***

Per la cura del diabete assume un ruolo di particolare importanza anche una corretta **alimentazione** perché essa permette al soggetto di trarre grandi benefici.

Il ruolo fondamentale della dieta nella gestione del diabete e del suo autocontrollo è indiscusso si tratta a tutti gli effetti di una terapia.

Si parla infatti di 'dietoterapia' o di Medical Nutrition Therapy come la definisce in un documento ufficiale l'American Diabetes Association (ADA 1994).

Fare dell'alimentazione una dietoterapia significa modificare le abitudini alimentari, adottando scelte adeguate dei nutrienti in termini quali/quantitativi, integrandole con cambiamenti dello stile di vita e promozione dell'attività fisica.

È stato ormai da tempo il concetto di 'dieta' inteso come elenco di piatti o alimenti rigidamente pianificato e validi per tutti. L'approccio ideale è sempre partire dalle abitudini alimentari della persona e del suo stile di vita, valorizzando le abitudini più coerenti con le esigenze del metabolismo e rendendo meno frequenti le abitudini meno adeguate.

Qualunque sia il tipo di diabete ed il trattamento farmacologico prescritto, la persona con diabete deve assumere alimenti simili, per composizione e quantità, a quelli consigliati alla popolazione generale per mantenere un

buono stato di salute: la dieta deve essere equilibrata in termini di macronutrienti (carboidrati, proteine, grassi) e impostata per la maggior parte dei casi su uno schema a cinque pasti giornalieri; la regola degli spuntini si rivela utile nel mantenere un controllo soddisfacente in caso di terapia insulinica intensiva e anche nel diabetico di tipo 2: nel diabetico di tipo 1 è possibile anche uno schema dietetico suddiviso in tre pasti che vanno somministrati in vicinanza della terapia insulinica quando si utilizza un analogo rapido.

Ai fini del controllo glicemico i carboidrati assunti sono i principali responsabili dell'aumento della glicemia dopo i pasti, in quanto quasi totalmente trasformati (90%) in glucosio entro un ora dal pasto: altrettanto certo è che il contenuto totale in carboidrati di un pasto è più importante della fonte da cui essi derivano o che siano carboidrati a struttura semplice o complessa.

Il contenuto in carboidrati del pasto è di conseguenza il maggior determinante del fabbisogno insulinico preprandiale nel diabete di tipo 1.

Per questa ragione il golden standard della terapia nutrizionale sia del paziente diabetico di tipo 1 in terapia insulinica intensiva o con microinfusore che del diabetico di tipo 2, è il metodo del Conteggio dei carboidrati. La regola fondamentale da seguire è quella di mantenere costante il contenuto di carboidrati nel singolo pasto attraverso l'uso delle liste di scambio, l'acquisizione della capacità di quantificare i carboidrati

contenuti negli alimenti, la sostituzione reciproca tra alimenti con lo stesso contenuto di carboidrati e la corretta calibrazione della terapia insulinica sulla base di tale quantità.

La dieta deve fornire l'apporto calorico necessario a mantenere e/o raggiungere il peso corporeo desiderabile: nel caso dei diabetici di tipo 1 che sono abitualmente normopeso, non sono generalmente necessarie restrizioni caloriche e la dieta va impostata sulla base del fabbisogno calorico stimato e in funzione della attività fisica. La riduzione del peso corporeo è invece raccomandata, è anzi un obiettivo primario nel diabetico in sovrappeso o obeso. In questi casi una modesta restrizione dietetica (500-1000 kcal al giorno) associata ad un graduale incremento dell'attività fisica moderata fino ad un livello di 30 -45 minuti (*fitwalking*) per 3-5 giorni a settimana fanno parte integrante della terapia per il diabete.

La dieta ottimale per il diabete proposta dall'American Diabetes Association (ADA 2011) si basa su una quota totale di carboidrati variabile dal 45 – 55 % delle calorie totali. Numerosi studi hanno evidenziato che anche il saccarosio non aumenta la glicemia più dell'amido; inoltre benché l'uso di alimenti a basso indice glicemico possa ridurre la glicemia postprandiale, non vi sono sufficienti evidenze su benefici a lungo termine tali da raccomandarne l'uso come strategia primaria nel pianificare l'alimentazione. Per tali motivi, lo zucchero comune non deve essere quindi vietato, ma adeguatamente conteggiato nell'apporto calorico totale

sostituendo altri carboidrati: l'apporto totale deve essere inferiore ai 30 grammi al giorno.

La dieta del diabetico deve contenere oltre ai carboidrati anche altri nutrienti essenziali: le proteine e i grassi, ma questo vale anche per la popolazione generale.

Proteine e grassi se assunti in modo costante e corretto, contribuiscono in scarsa misura all'aumento della glicemia postprandiale e al fabbisogno insulinico prandiale. Infatti il 40-60% delle proteine assunte nel pasto si trasforma in glucosio, ma questo si verifica dopo più di 4 ore dal pasto; più tardiva è la trasformazione dei lipidi (circa il 10% dopo molte ore dal pasto). Le attuali raccomandazioni per il diabetico prevedono un apporto proteico pari al 10 – 20 % delle calorie totali o allo 0,8 – 1,2 grammi al giorno per chilo di peso. Sulla base del quadro clinico e della presenza di complicanze renali (microalbuminuria o nefropatia diabetica) tale quota va opportunamente ridotta a 0,7 – 0,9 grammi al giorno per chilo di peso.

Il contenuto di lipidi può variare dal 30 – 50 % dell'apporto calorico totale con una quota di polinsaturi pari al 10%. La promozione del consumo di olio di oliva come fonte equilibrata di grassi monopolinsaturi e di pesce, ottima fonte di grassi polinsaturi omega3 è perfettamente in linea con tali raccomandazioni. È consigliabile un controllo dell'assunzione di sale (inferiore a 4 grammi al giorno) e di alcool (inferiore a 30 grammi al giorno): nel caso di terapia insulinica si sconsiglia l'assunzione di alcool a

digiuno per il rischio di ipoglicemia. Nel corso di dietoterapia ipocalorica è inoltre ammesso l'uso di dolcificanti approvati dalla Food and Drug Administration (FDA) (saccarina, aspartame, acesulfame k).



## ***TERAPIA FISICA***

Un altro aspetto da non sottovalutare nella terapia diabetica è un costante **esercizio fisico**.

Sono ormai noti i benefici dell'attività fisica sul benessere dell'organismo, sia se essa viene svolta da soggetti sani, con l'intento di mantenere il proprio benessere psico-fisico, sia se svolta da soggetti diabetici (o con altre patologie), con la speranza di ottenere miglioramenti del proprio quadro fisiopatologico.

Da molto tempo è affermata, infatti, la convinzione che l'attività fisica sia un ottimo mezzo per la prevenzione di molte malattie, la cui causa è costituita prevalentemente dalla sedentarietà.

La prescrizione di attività fisica per un soggetto diabetico non si discosta molto da quella effettuata per un soggetto in buona salute, anche se devono essere presi in considerazione diversi fattori, come la terapia farmacologica e la presenza di eventuali complicanze associate al diabete.

*“L'obiettivo è quello di organizzare un programma di allenamento che massimizzi i benefici e riduca i rischi ai quali il soggetto può andare incontro”.*

Alcuni parametri fondamentali, da tenere in considerazione, sono:

- tipo di attività da svolgere: come già detto deve essere un'attività di endurance (resistenza) che deve impegnare i grandi gruppi muscolari e deve essere gradita dal paziente.

- intensità: l'esercizio deve essere in grado di stimolare l'apparato cardiocircolatorio, i polmoni ed i muscoli nei limiti imposti dalle capacità individuali.

Il modo più semplice per misurare l'intensità dell'esercizio è la FC; è consigliato lavorare al 75% circa della FC max.

Altri modi per tenere sotto controllo l'intensità sono: la **FC massima teorica** ( $220 - \text{età}$ ); la **formula di Karvonen** (che tiene conto sia dell'età del soggetto, sia dell'intensità alla quale si intende lavorare e sia della FC a riposo); il **VO2 max**, che indica il massimo consumo di ossigeno e cioè la capacità di risintetizzare ossigeno per via esclusivamente ossidativa. Un altro parametro è il **Met** che indica la quantità media di ossigeno consumata a riposo in un minuto; essa è pari a 3.5 ml/kg/min.

- durata: effetti benefici si osservano con sedute che vanno da 30 a 60 minuti; ovviamente i principianti devono affrontare l'impegno con gradualità; inizialmente è bene alternare esercizi con intensità maggiore ad esercizi con intensità moderata. Nella fase iniziale (1-4 settimane) sono consigliate 3-4 sedute a settimana, con una durata di 30/40 minuti. Nella fase di miglioramento (2-

6 mesi) sono consigliate 3-5 sedute a settimana per una durata di 25-40 minuti.

- frequenza: una regolare adesione all'esercizio è fondamentale per la sua efficacia; allenamenti inferiori a tre sedute a settimana non conducono a miglioramenti apprezzabili. Per mantenere un buon stato di salute si dovrebbe effettuare attività fisica con sforzo moderato preferibilmente tutti i giorni della settimana, per un consumo calorico di almeno 1000 kcal/sett.

Per mantenere, invece, uno stato di fitness bisogna consumare circa 2500-3000 kcal/sett, obiettivo raggiungibile con 120-220 minuti a settimana di corsa di moderata.

Ecco infatti come dovrebbe essere articolata una seduta di allenamento.

Ogni seduta di allenamento è costituita da diverse fasi:

1- Controllo glicemia: in questa fase bisogna effettuare la misurazione della glicemia ed osservare gli opportuni accorgimenti nel caso di ipoglicemia o di iperglicemia.

2- Riscaldamento: ha una durata di circa 15 minuti ed ha l'obiettivo di riscaldare le grandi masse muscolari. In una prima parte, della durata di circa 10 minuti, viene effettuata attività aerobica a intensità ridotta (camminare, pedalare, etc.); nella seconda parte, per una durata di 5 minuti, vengono effettuati esercizi di stretching.

3- Fase centrale: prevede lo svolgimento degli esercizi necessari per raggiungere gli obiettivi prefissati. La durata di questa fase è superiore a 30 minuti. Solitamente sono previsti esercizi aerobici, di potenziamento muscolare e di mobilità articolare.

4- Defaticamento: ha una durata di circa 10 minuti e serve a riportare la frequenza cardiaca ai livelli fisiologici. Viene effettuato con la stessa modalità del riscaldamento; circa 5 minuti di attività aerobica a bassa intensità e 5 minuti di stretching. Vengono svolti soprattutto esercizi per allungare i muscoli e mobilizzare le varie parti del corpo: tratto cervicale, arti superiori, tratto dorsale, tratto lombare e arti inferiori. Bisogna curare l'aspetto della respirazione e della percezione soggettiva dello stato di rilassamento.

5- Controllo glicemia: in questa fase bisogna effettuare, nuovamente la misurazione della glicemia ed osservare gli opportuni accorgimenti nel caso soprattutto di glicemie molto basse.

Le linee guida dell'ADA (American Diabetes Association) prevedono inoltre di:

- Programmare il timing dell'esercizio: gli orari ideali per l'esercizio sono il primo mattino, prima dell'insulina pre-colazione, la tarda mattinata o il tardo pomeriggio.

Se non è possibile programmare la distanza dell'esercizio dall'ultima somministrazione d'insulina bisogna ridurre le dosi di insulina che lo precede. Se, invece, non è stato possibile programmare l'esercizio e ridurre le dosi di insulina che lo precedono bisogna somministrare prima dell'attività fisica uno spuntino glucidico. Tali spuntini devono anche essere somministrati, ogni 30 minuti, quando si svolgono esercizi prolungati nel tempo.

- Ridurre le dosi di insulina: del 30-50 % prima di un'attività fisica normale; del 70-80 % prima di un esercizio fisico prolungato e del 20 % dopo un esercizio, soprattutto se prolungato. E' importante ridurre le dosi di insulina dopo l'esercizio perché esso aumenta la sensibilità degli organi bersaglio e ciò si mantiene anche fino a 24 ore dopo il termine dell'attività.

- Modificare la dieta: l'esercizio fisico permette anche una maggiore flessibilità degli schemi dietetico-alimentari; è infatti possibile assumere una maggiore quantità di cibo proprio grazie al miglioramento del quadro glicemico ottenuto con l'attività.

- Cambiare le sedi di iniezione: l'insulina, somministrata in zone coinvolte dall'esercizio muscolare, viene assorbita più rapidamente, con conseguente rischio ipoglicemico, soprattutto se l'attività fisica viene svolta poco tempo dopo rispetto alla somministrazione stessa. In linea di massima, sarebbe da preferire l'addome come sito di somministrazione ed è invece da evitare la somministrazione a livello degli arti sia superiori che inferiori.

- Attenzione al reintegro dell'acqua: bisogna tenere in considerazione che la disidratazione aumenta la fatica e che una perdita d'acqua non compensata può comportare anche convulsioni e coma e, nei soggetti diabetici può causare anche pseudo iperglicemia e può favorire fenomeni trombo-embolici. Per questo, il reintegro d'acqua deve essere generoso e preventivo rispetto al senso della sete. Bisogna bere 300 ml d'acqua due ore prima dell'inizio dell'attività e 250 ml ogni 30 minuti. Dopo l'esercizio è opportuno bere spesso a piccoli sorsi fino al recupero completo.

Riassumendo, le raccomandazioni da tenere sempre presenti nello svolgimento di attività fisica con un soggetto diabetico sono:

- Misurare la glicemia prima, durante e dopo l'esercizio.
- Se il valore glicemico è  $<100$  mg/dl non iniziare l'attività se non con una preventiva somministrazione di carboidrati.
- Se la glicemia è  $>250$  mg/dl ed è presente chetonuria non iniziare l'attività.
- Programmare, se possibile, la distanza dell'esercizio dall'ultima somministrazione d'insulina.
- Se non è possibile effettuare l'esercizio con una corretta programmazione temporale, ridurre le dosi di insulina che lo precede.
- Se non è stato possibile ridurre la precedente dose di insulina aggiungere uno spuntino glucidico prima dell'inizio dell'esercizio.

- Se la durata dell'esercizio è prolungata consumare degli spuntini ogni mezz'ora;
- ridurre la dose di insulina dopo l'esercizio, perché l'assunzione muscolare di glucosio permane aumentata per molte ore dopo l'esercizio.

## **SCOPO DELLA TESI**

L'obiettivo che ci si è posto in questa tesi è quello di favorire la prevenzione ed il trattamento del diabete di tipo 2 attraverso il raggiungimento di obiettivi specifici e realizzabili come la prescrizione dell'esercizio fisico.

Sulla base di questa breve premessa in questa tesi sperimentale si è voluto cercare la reale possibilità applicativa di una cooperazione strutturata ed organizzata tra lo specialista Diabetologo, il Medico dello Sport ed il laureato in scienze motorie.

Nel dettaglio si è voluto verificare l'applicabilità di un modello pratico che preveda un protocollo operativo pre-definito, la prescrizione dell'esercizio fisico che, se positivamente validato, potrà essere aggiunto alla terapia farmacologica ed alimentare ed ad altre realtà diabetologiche.



## **MATERIALI E METODI**

Sono stati presi in esame 15 soggetti affetti da diabete di tipo 2 con un'età compresa tra i 50 e i 69 anni in trattamento farmacologico con ipoglicemizzanti orali e/o insulina.

La durata complessiva dello studio è stato di 6 mesi.

Il processo di gestione del paziente è stato suddiviso in 5 fasi:

- a) inquadramento clinico e reclutamento per l'attività motoria da parte dello specialista diabetologo
- b) inquadramento clinico-sportivo e funzionale da parte del medico dello sport
- c) prescrizione dell'attività fisica
- d) fase iniziale di somministrazione dell'attività fisica con monitoraggio
- e) follow-up

**a) Inquadramento clinico e reclutamento per l'attività motoria da parte dello Specialista Diabetologo**

Il paziente è stato inquadrato e valutato per quanto di competenza dal diabetologo, attraverso l'anamnesi clinica, la verifica dei fattori di rischio cardio-vascolare, di eventuali complicanze micro e macrovascolari.

Il paziente dopo aver manifestato la disponibilità a modificare il suo stile di vita ha iniziato a praticare esercizio fisico in modo costante. Successivamente, il paziente è stato inviato al medico dello sport in condizioni di compenso metabolico, con esami ematochimici recenti compatibili con lo svolgimento di un'attività fisica, in terapia stabilizzata e con una dieta controllata e non affetto da complicanze controindicanti in maniera assoluta la pratica motoria.

**b) Inquadramento clinico-sportivo e funzionale da parte del Medico Sportivo**

Ogni paziente è stato sottoposto a due giornate di valutazione: la prima a valenza prettamente clinica, finalizzata a verificare l'idoneità alla pratica di un'attività motoria, e la seconda a valenza funzionale, finalizzata alla prescrizione dell'esercizio fisico

- *valutazione clinico-idoneativa*

- anamnesi motoria
- spirometria
- parametri antropometrici (inclusa plicometria o BIA)
- ECG a riposo e test cardiovascolare da sforzo massimale al cicloergometro con monitorizzazione continua del tracciato ECG, della PA e determinazione del  $VO_2$  di picco, mediante rilievo diretto della concentrazione dei gas
- familiarizzazione con gli ergometri che verranno utilizzati per i test funzionali

- *valutazione funzionale*

- a. curva lattato/velocità (potenza) con rilievo del  $VO_2$  per la determinazione del costo energetico.

1. il protocollo del test consisteva in una prova incrementale al treadmill in piano od al cicloergometro (in relazione alle caratteristiche motorie e fisiche del soggetto), iniziata con un

riscaldamento di 5' alle velocità di 2-3 km/h (25 watt al cicloergometro); successivamente il carico è stato aumentato di 1 km/h ogni 5 minuti con pausa di 1 minuto per l'effettuazione di un prelievo di sangue capillare dal lobo dell'orecchio per la determinazione della lattatemia; il test si è concluso quando viene superata la concentrazione ematica di 4 mM di lattato; durante il test sono stati rilevati, in continua il  $VO_2$  e la FC; i dati di lattatemia,  $VO_2$  e FC medi dell'ultimo minuto corrispondenti a ciascun step sono stati graficati in relazione alla velocità di ogni step, così da determinare velocità, FC e  $VO_2$  corrispondenti alle concentrazioni di lattato di 2 mM e di 4 mM; tali parametri sono stati utilizzati per la pianificazione dei carichi di allenamento e per il monitoraggio degli effetti dello stesso; la velocità o la potenza di inizio del test è stata così aumentata in relazione alle caratteristiche di fitness del soggetto, così come evidenziate dall'anamnesi sportiva e dal  $VO_2$  di picco rilevato nella visita medico-sportiva.

- b. determinazione della forza massima ( $F_{max}$ ) dinamica dei muscoli estensori di gamba, dei muscoli estensori e flessori di braccia, dei muscoli pettorali e dei muscoli addominali;

- i test sono stati eseguiti con la metodica indiretta della estrapolazione alla 1 RM utilizzando macchine specifiche (leg press, lat machine, chest press).

c. flessibilità articolare della cerniera lombo-sacrale e della spalla

- sit and reach e back scratch

Per l'effettuazione dei test sopraccitati si è utilizzato il FITMATE della Cosmed (Immagine 1) e di un lattacidometro portatile della ARKRAI (Immagine 2).



Imm. 1



Imm. 2

### **c) Prescrizione dell'attività fisica**

I test di valutazione funzionale sono stati elaborati al fine di definire il carico ottimale di ciascun soggetto relativamente all'allenamento, alle caratteristiche aerobiche, al tono-trofismo muscolare e alla flessibilità articolare.

In particolare sono stati calcolati i carichi, espressi in potenza meccanica (watt) o velocità (km/h) o frequenza cardiaca corrispondente, cui i soggetti si sono allenati per stimolare il metabolismo aerobico ad un'intensità pari alla concentrazione ematica di 2 mM, ritenuta essere corrispondente alla cosiddetta "soglia aerobica", ad un'intensità, cioè, che richieda un coinvolgimento prioritario del metabolismo aerobico per la produzione di energia con massimizzazione dell'ossidazione dei grassi (50-60% del  $VO_2max$ ).

Allo stesso modo sono stati calcolati i carichi corrispondenti al 70-80% della  $F_{max}$  dinamica per le sedute di allenamento della forza muscolare, che hanno previsto sia esercizi con macchine (per i frequentatori di palestra) sia esercizi a pesi liberi.

Le specifiche ed i dettagli procedurali per i calcoli e le elaborazioni sopraccitate, così come per la pianificazione personalizzata delle sedute di allenamento e per gli aggiustamenti del carico che sono stati necessari nel corso del processo di allenamento, basandosi, almeno nella prima fase, sulle

linee guida dell'American Heart Association (AHA) e dell'American Sport  
College Medicine (ACSM).

**d) Monitoraggio e counselling della fase iniziale di somministrazione dell'attività fisica**

L'attività motoria proposta ha previsto una fase di avvio della durata di un mese, che si è svolta negli impianti sportivi del Centro Universitario sportivo (CUS) a cura del CRAMD (Centro Ricerche Attività Motoria e Riabilitazione Metabolica nel Diabete).

Questi i parametri:

1.ottimizzare i carichi ed, eventualmente, il regime dietetico, mediante monitoraggio del dispendio calorico giornaliero effettuato con Armband;

2. istruire il paziente alla gestione della nuova attività (glicemia prima, dopo, piede diabetico, PA....)

3. fidelizzare il paziente per eventuali ulteriori valutazioni.

Successivamente l'attività è stata condotta in modo autogestito (con cardiofrequenzimetro e controlli glicemici) o sotto il controllo di personale specializzato (laurea in Scienze motorie) in centri sportivi "convenzionati".

Al termine del periodo di avvio è stata effettuata una riunione del gruppo di lavoro congiunto con i pazienti al fine di verificare lo svolgimento del progetto.



#### **d) follow-up**

E' fondamentale, nella seconda fase di pratica dell'attività fisica, che il paziente venga continuamente monitorato per ciò che concerne la compliance verso l'attività fisica e per eventuali aggiustamenti dei carichi di lavoro.

Per ciò che concerne il primo punto, il diabetologo si è fatto carico del rapporto con il paziente, mentre, per ciò che concerne il secondo punto, il laureato in Scienze Motorie è intervenuto verificando la risposta al carico e stabilendo eventuali piccoli aggiustamenti.

In ogni caso è stat prevista una verifica degli adattamenti (test curva lattato/velocità, forza massimale dinamica e flessibilità) dopo due mesi dall'inizio dell'attività e poi al 6°.

## **RISULTATI**

### **Glicemia**

Ssono stati valutati Il *compenso glicemico* al 2° mese (T1) e 6° mese (T2).

Al 2° mese non si è avuta una riduzione statisticamente significativa rispetto al basale mentre al 6° mese si è avuta una riduzione significativa sia verso il basale (123,47±4,5 mg/dl vs 158,2±15,4 mg/dl,  $p < 0.01$ ) che verso il 2° mese (123,47±4,5 mg/dl vs 147,27 ±11,4 mg/dl,  $p < 0.05$ ), fig.

1. ,

### **Emoglobina glicosilata**

L'*Emoglobina glicosilata(HbA1c)* si è ridotta significativamente al rispetto al 2° mese e al basale (rispettivamente 6,39±0,38 % vs 7± 0,46 % e 6,39±0,38 % vs 7,19± 0,46 %,  $p < 0.001$ ), fig. 2

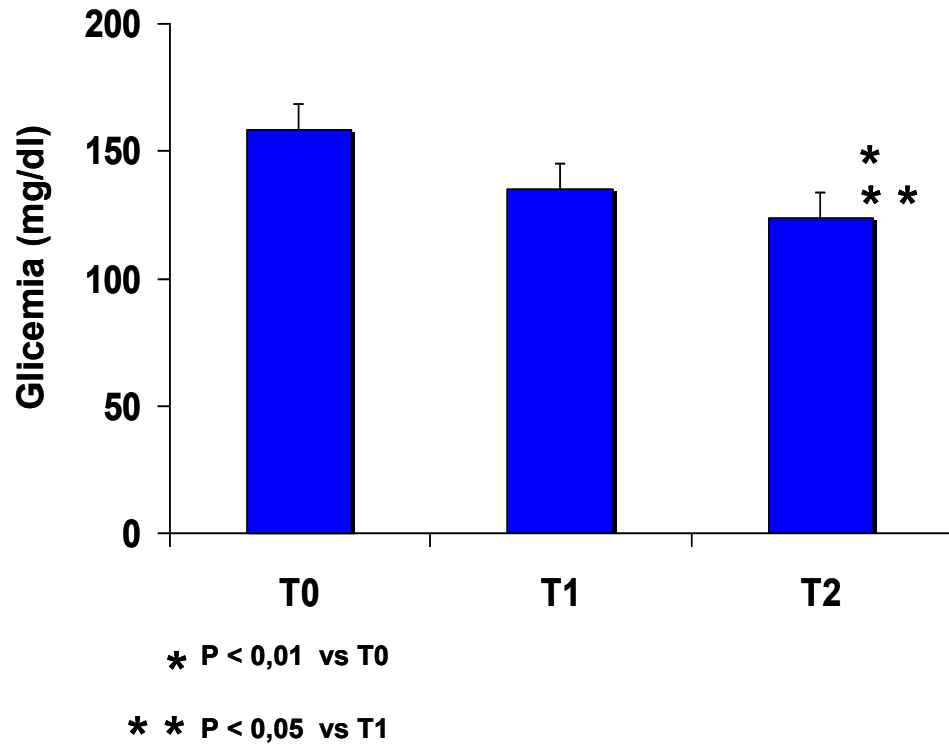


Fig. .1

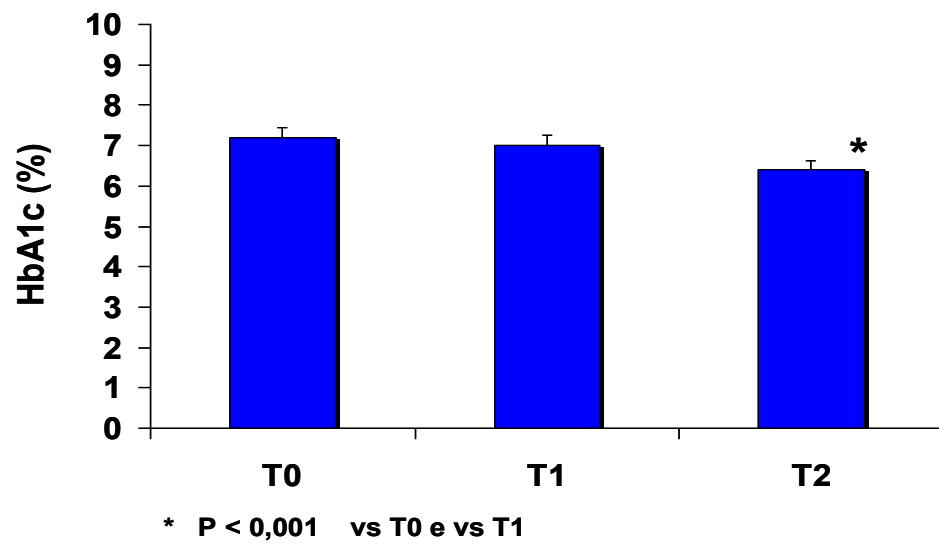


Fig.2

### **BMI**

L'indice di massa corporea (BMI) non ha subito modifiche al 2° mese mentre si è ridotto al 6° mese sia rispetto al basale che al 2° mese (rispettivamente  $28,57 \pm 0,76 \text{ Kg/m}^2$  vs  $29,36 \pm 0,81 \text{ Kg/m}^2$ ,  $28,57 \pm 0,76 \text{ Kg/m}^2$  vs  $29,09 \pm 0,79 \text{ Kg/m}^2$ ,  $p < 0.001$ ), fig. 3.

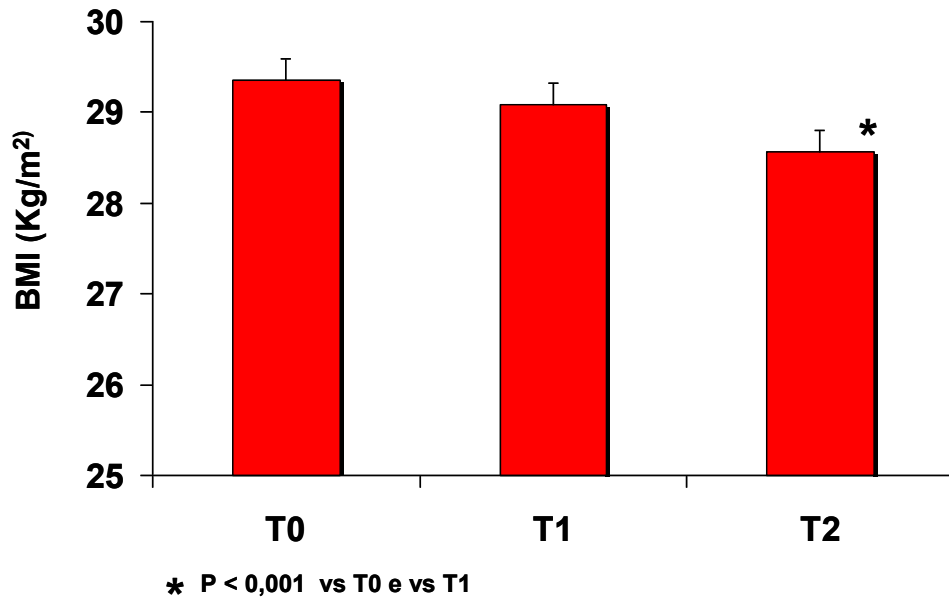


Fig. 3

### **Parametri lipidici**

Il colesterolo totale si è ridotto significativamente ma solo al 6° mese ( $156,2 \pm 7,4 \text{ mg/dl}$  vs  $166,2 \pm 7,44 \text{ mg/dl}$ ,  $p < 0.0001$ ). Anche l'LDL-C ha avuto lo stesso comportamento ( $91,06 \pm 8 \text{ mg/dl}$  vs  $97,39 \pm 8,07$ ,  $p < 0.0001$ ) così come l'HDL-C ( $51,47 \pm 2,51 \text{ mg/dl}$  vs  $48,47 \pm 2,49 \text{ mg/dl}$ ,  $p < 0.0001$ ), fig. 4.

Infine i trigliceridi si sono ridotti significativamente ma solo al 6° mese ( $117,6 \pm 19,67 \text{ mg/dl}$  vs T0  $125,33 \pm 20,65$ ,  $p=0,0003$ ) fig. 5.

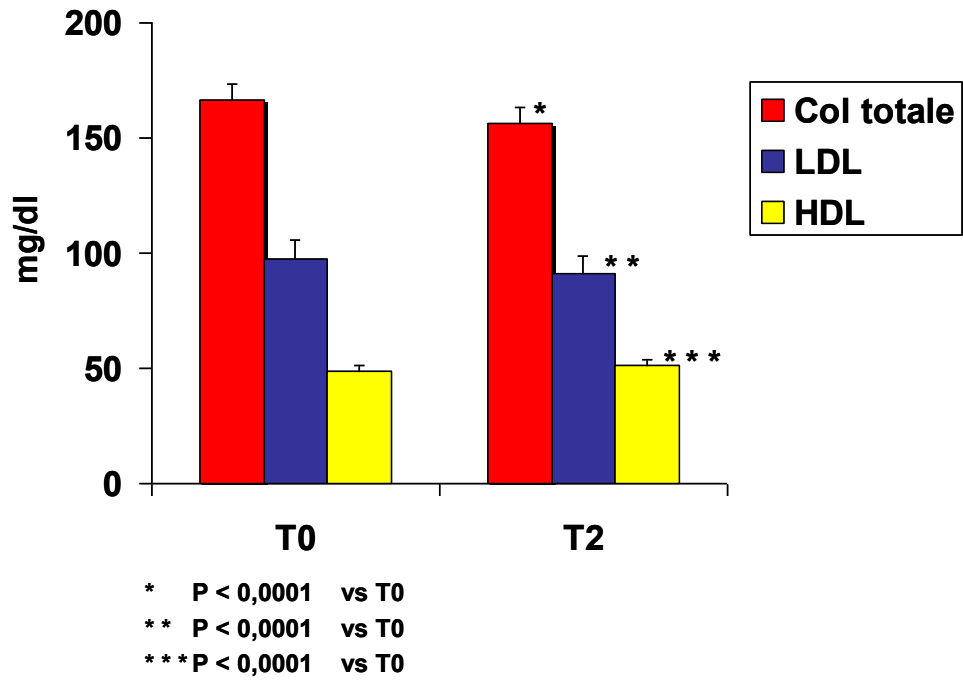


Fig. 4

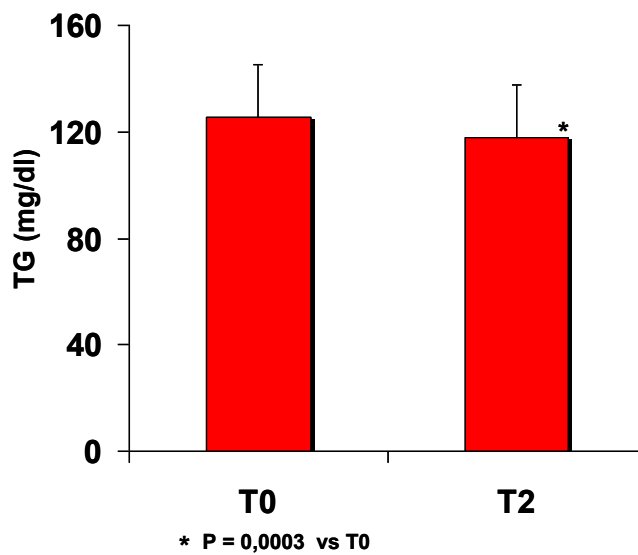


Fig. 5

### Pressione Arteriosa

La pressione arteriosa sistolica si è ridotta significativamente sia al 2° che al 6° mese (rispettivamente  $137,67 \pm 3,08$  mmHg vs  $144,33 \pm 17,61$ ,  $p < 0,01$ ,  $135 \pm 2,13$  vs  $144,33 \pm 17,61$ ,  $p < 0,001$ , fig. 6.

La pressione arteriosa diastolica non ha subito modifiche sostanziali.

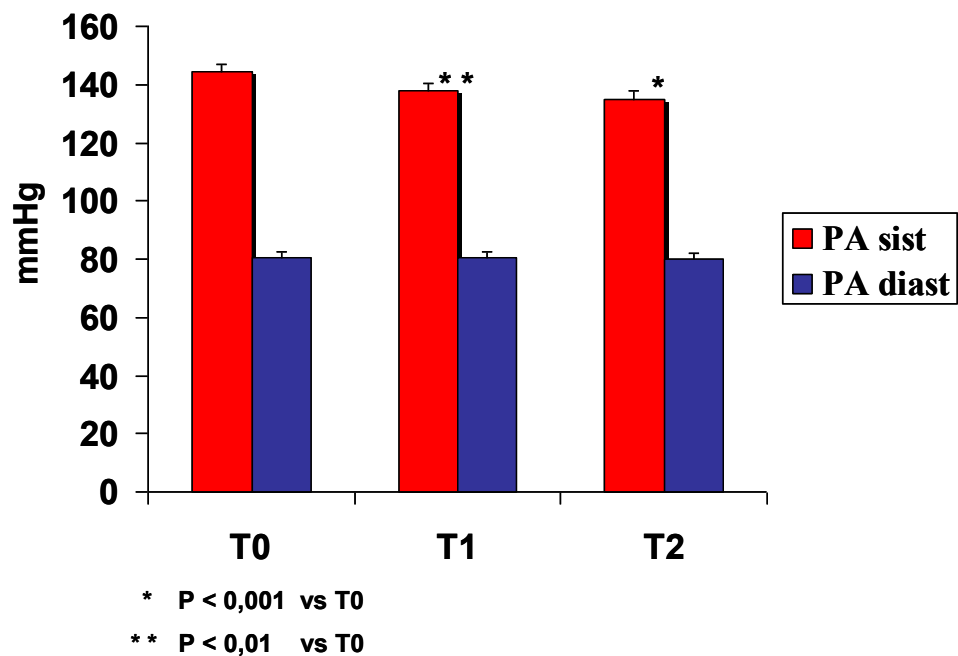


Fig. 6

### Altri valori bio-umorali

Sono stati valutati inoltre le transaminasi e la microalbuminuria senza alcun risultato statisticamente significativo, figg. 7, 8..

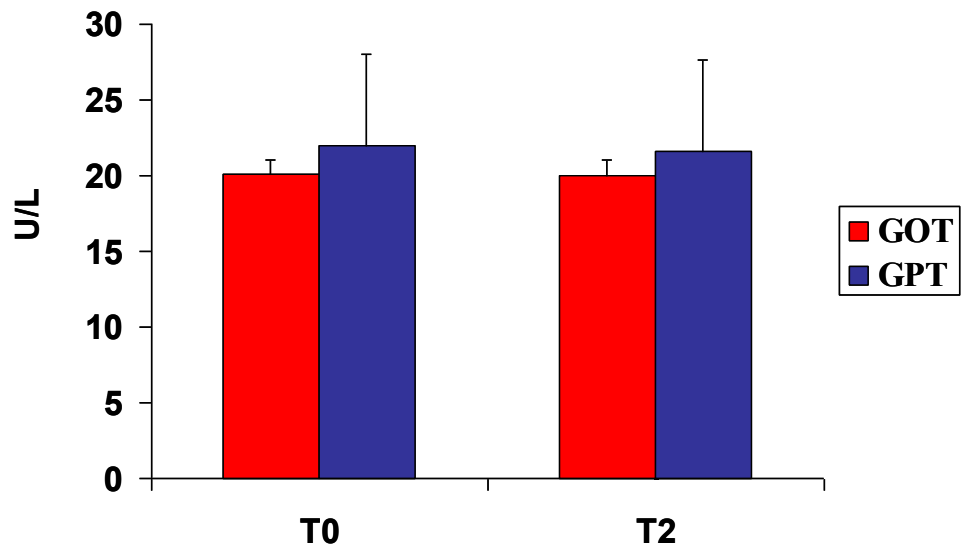


Fig. 7

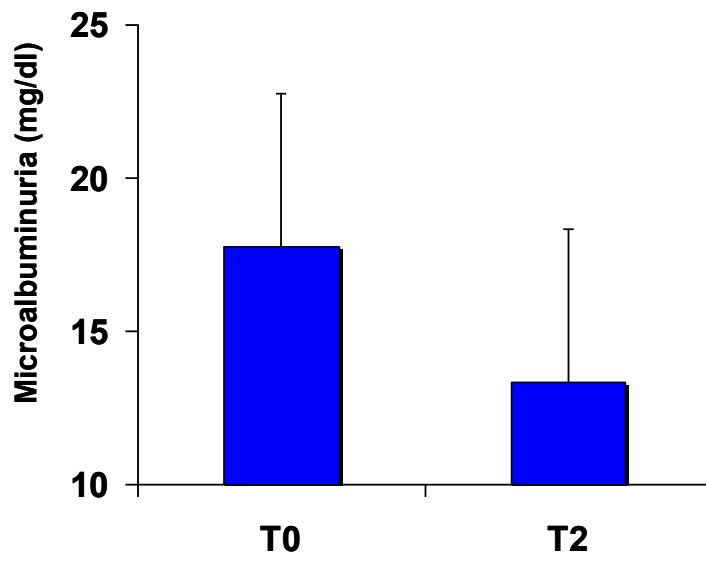


Fig.8

## **Valori antropometrici**

Dal punto di vista antropometrico sono stati rilevati dati sulla plicometria e sulla composizione corporea del soggetto (BIA) al 2° mese (T0 e al 6° mese (T2), fig. 9.

### **Plicometria**

- Pl. addome: T0 32,2±1,77 vs T2 30,8±1,61, p=0,0006;
- Pl. bicipite: T0 12,53±1,59 vs T2 11,6±1,62, p=0,0135;
- Pl. coscia ant.: T0 16,8±1,8 vs T2 15,93±1,77, p=0,0371;
- Pl. polpaccio medio: T0 9,5±1,68 vs T2 9,03±1,62, p=0,0135;
- Pl. sottoscapolare: T0 24,73±2,2 vs T2 23,8±2,09, p=0,0054;
- Pl. sovraspinale: T0 23,13±2,19 vs T2 23,13±2,21, p=ns;
- Pl. tricipite: T0 11,2±1,02 vs T2 10,27±0,99, p=0,0054)



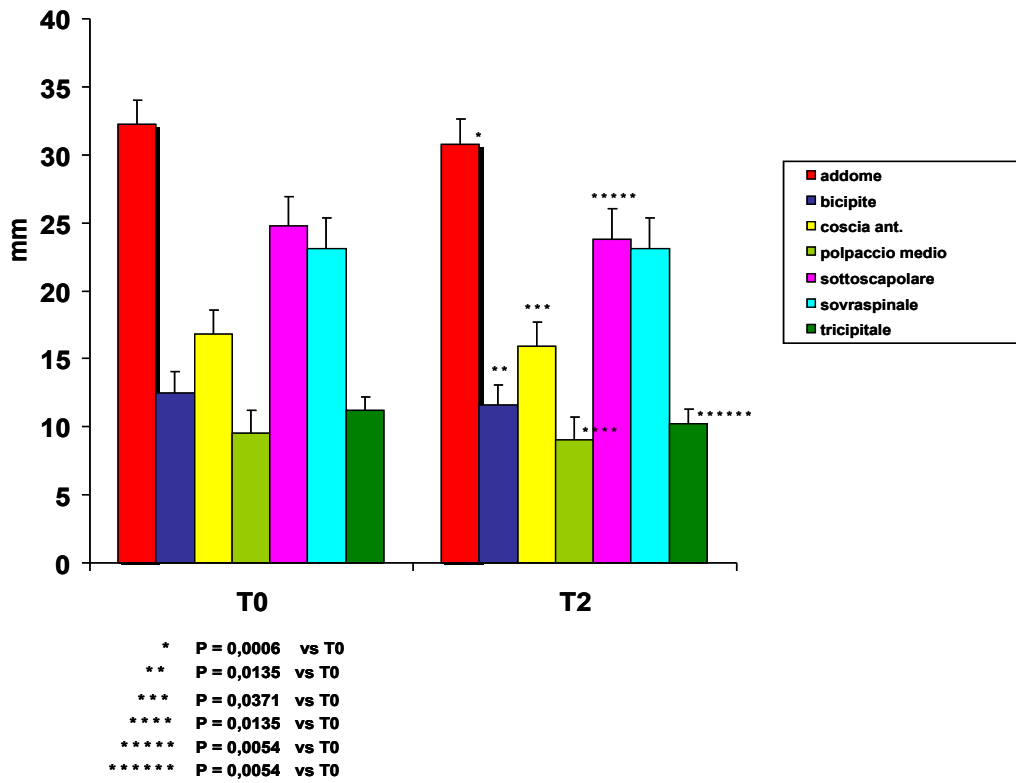


Fig.9

**BIA** (fig.10)

- Massa Adiposa: T0 23,09±3,1 vs T2 20,55±2,82, p=0,001;
- Massa Organica: T0 59,09±4,01 vs T2 59,55±4.02, p=0,0162

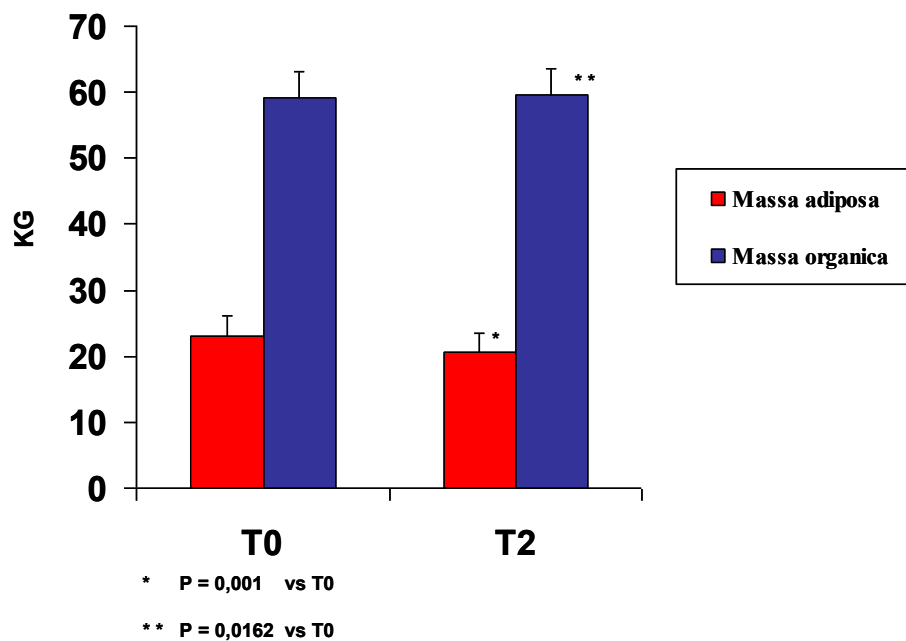


Fig.10

## Valutazione funzionale

Cosumo d'ossigeno (VO<sub>2</sub>) (T0 20,31±1,17 vs T1 22,03±0,95 vs T2

23.19±0,99, T0 vs T1 p<0,01, T0 vs T2 p<0,001, T1 vs T2 p<0,05) fig. 11;

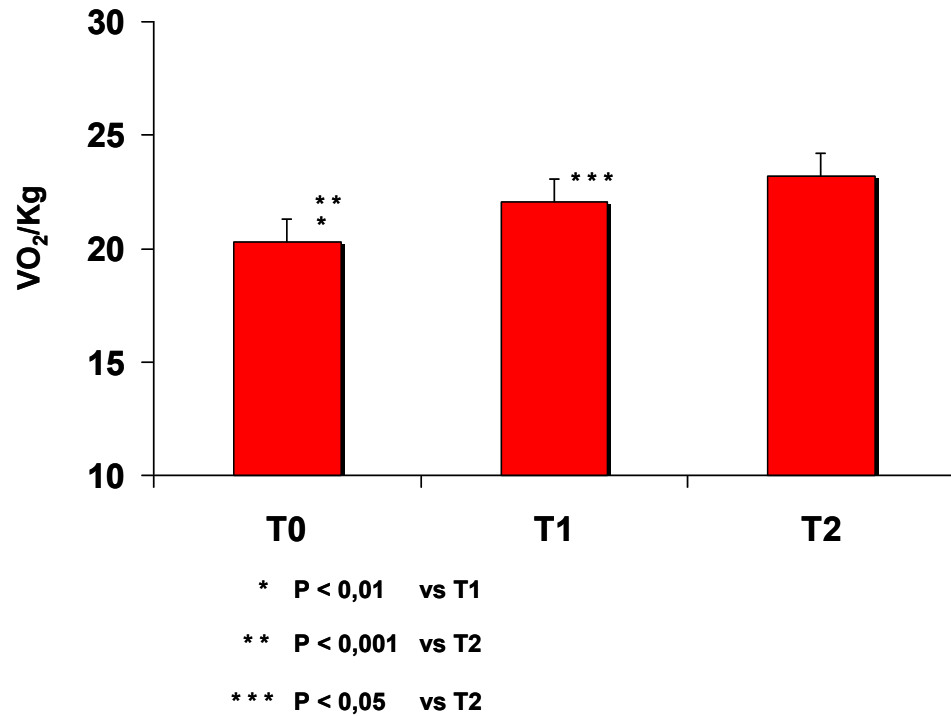


Fig.11

**Ventilazione (VE)** in l/min (T0 53,13±4,02 vs T1 57,2±3,48 vs T2 60,21±3,66, T0 vs T1 p=ns, T0 vs T2 p<0,01, T1 vs T2 p=ns) fig. 12;

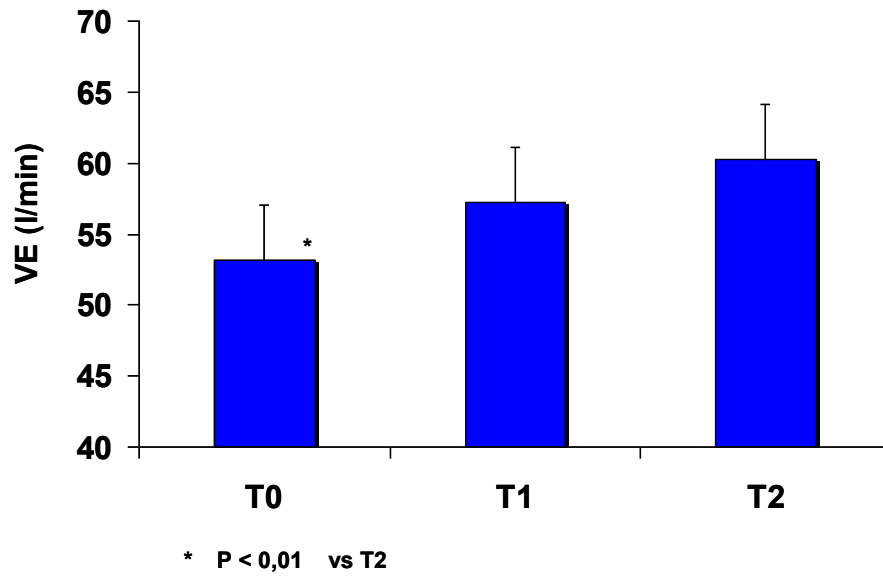


Fig.12

**Frequenza respiratoria (Rf)** in l/min (T0 29,57±1,3 vs T1 31,69±0,91 vs T2 33,36±0,95, T0 vs T1 p=ns, T0 vs T2 p<0,01, T1 vs T2 p=ns) fig.13;

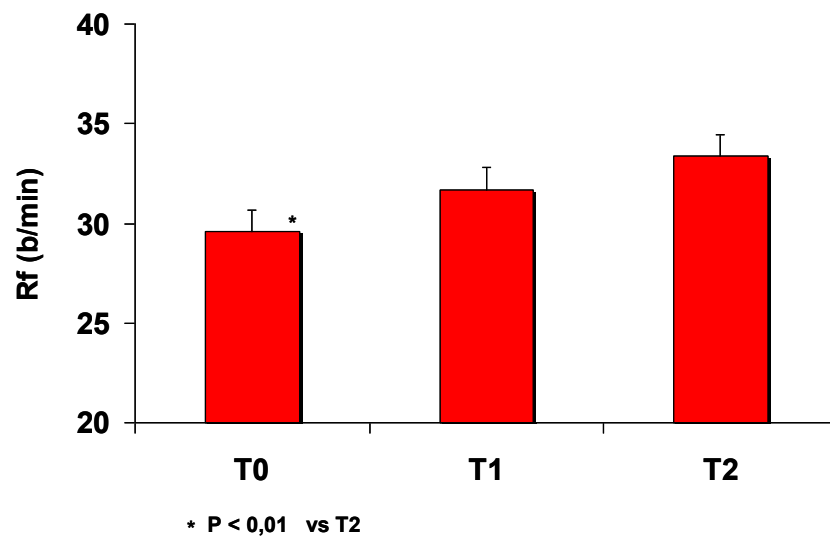


Fig.13

**La concentrazione di O<sub>2</sub> durante l'espiazione (FeO<sub>2</sub>)** (T0 17,11±0,11

vs T1 17,09±0,11 vs T2 17,14±0,17, p=ns) fig.14;

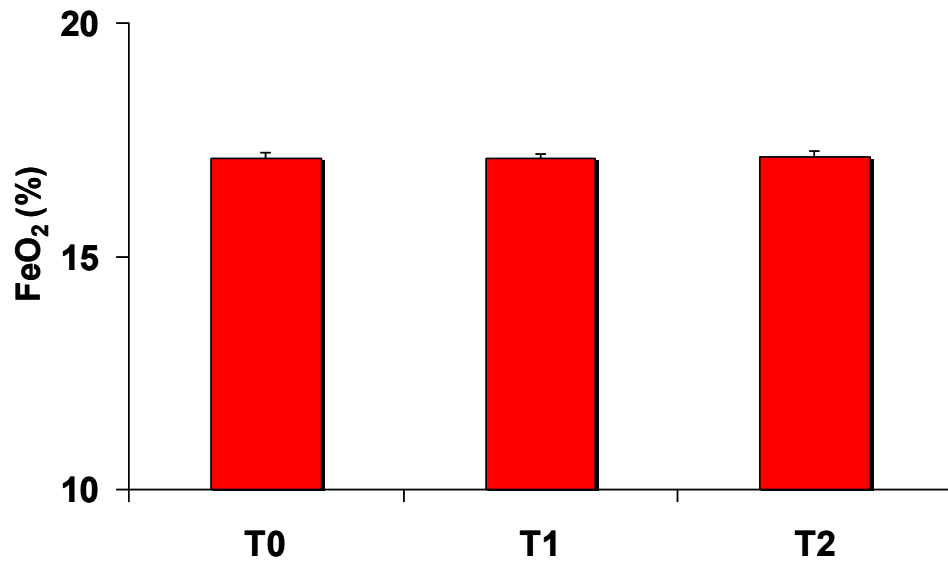


Fig.14

## Valutazione forza dinamica

**Muscoli estensori e flessori delle braccia (Lat machine)** (T0 42,69±2,63

vs T1 43,46±2,54 vs T2 47,31±2,62, T0 vs T1 p=ns, T0 vs T2 p<0,001, T1

vs T2 p<0,001) fig. 15;

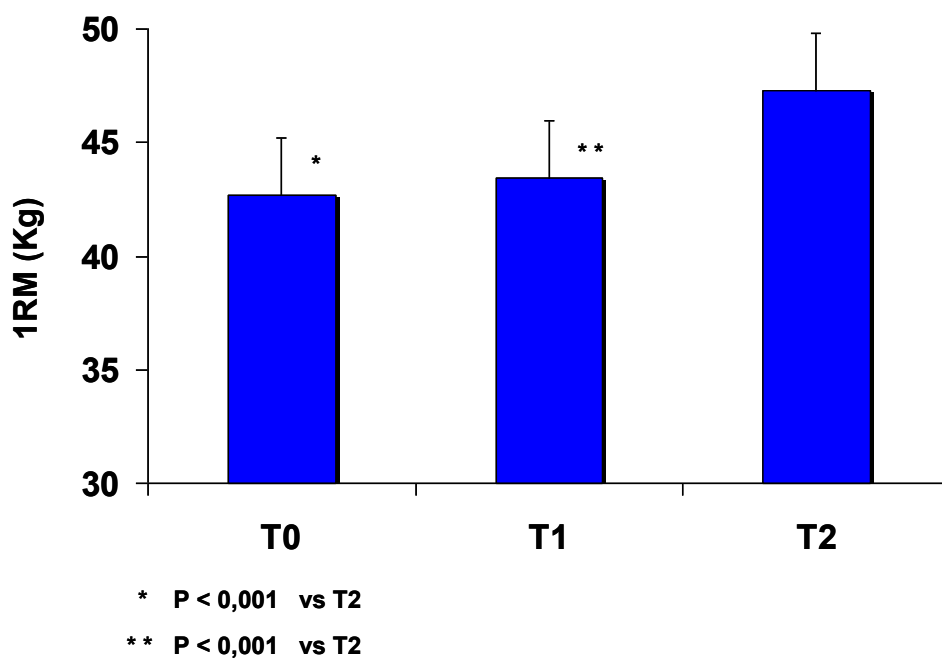


Fig.15

**Muscoli pettorali (Pectoral machine)** (T0 29,62±2,97 vs T1 30,19±2,99 vs T2 35,15±3,07, T0 vs T1 p=ns, T0 vs T2 p<0,001, T1 vs T2 p<0,001) fig.16;

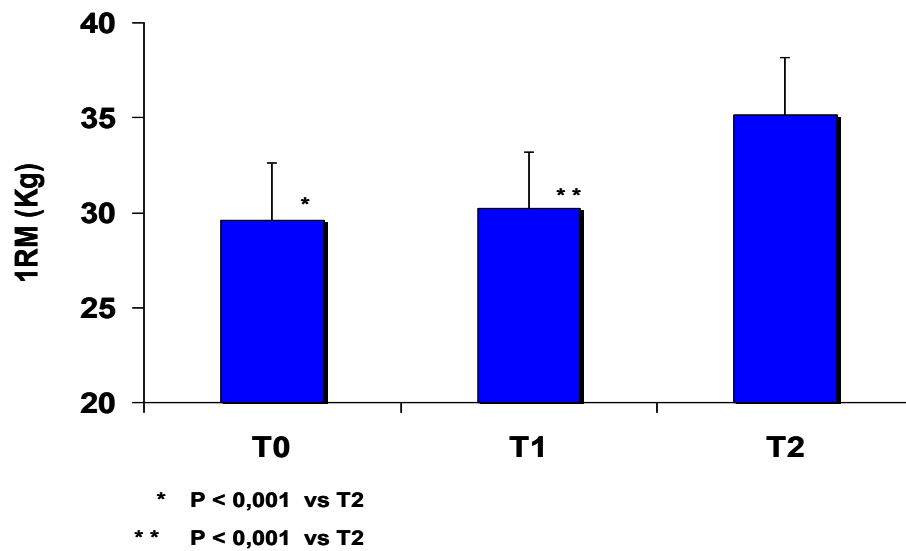


Fig.16

**Muscoli estensori e flessori delle gambe (Leg press)** (T0 190,77±10,28 vs T1 190,77±10,28 vs T2 194,61±9,31, p=ns,) fig.17;

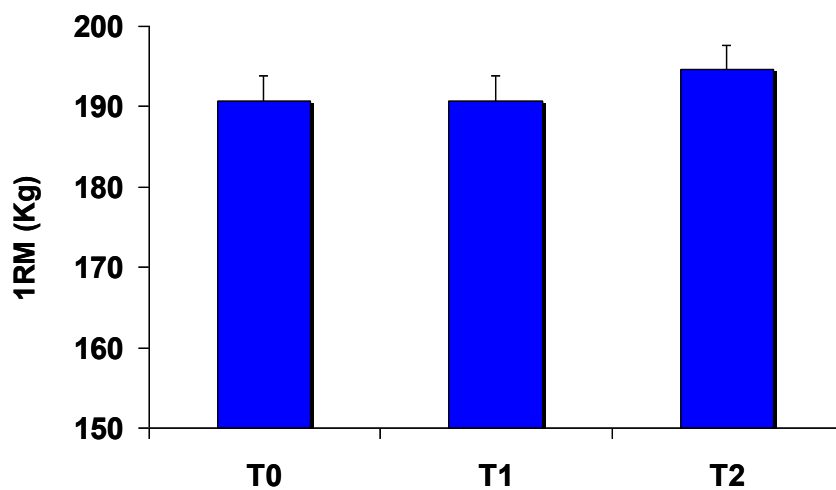


Fig.17

**Muscoli addominali (Crunch)** (T0 22,62±3,12 vs T1 30,23±4,81 vs T2

44,77±7,09, T0 vs T1 p=ns, T0 vs T2 p<0,001, T1 vs T2 p<0,001) fig.18;

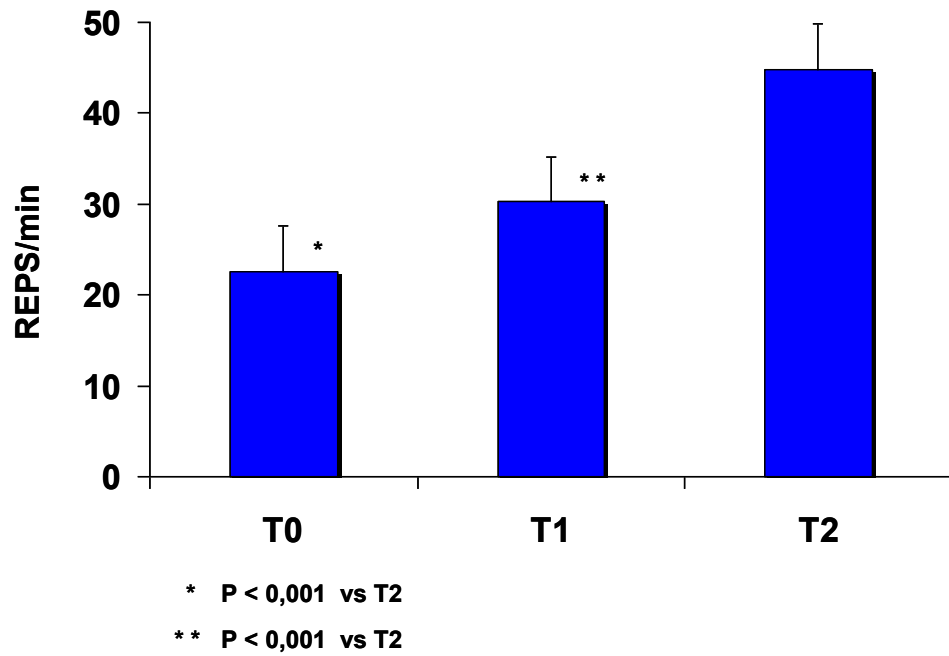


Fig.18

## Valutazione flessibilità

**Flessibilità cerniera lombo-sacrale (Sit and reach)** (T0 13,07±3,26 vs T2

7,77±2,49, p=0,0002) fig.19.

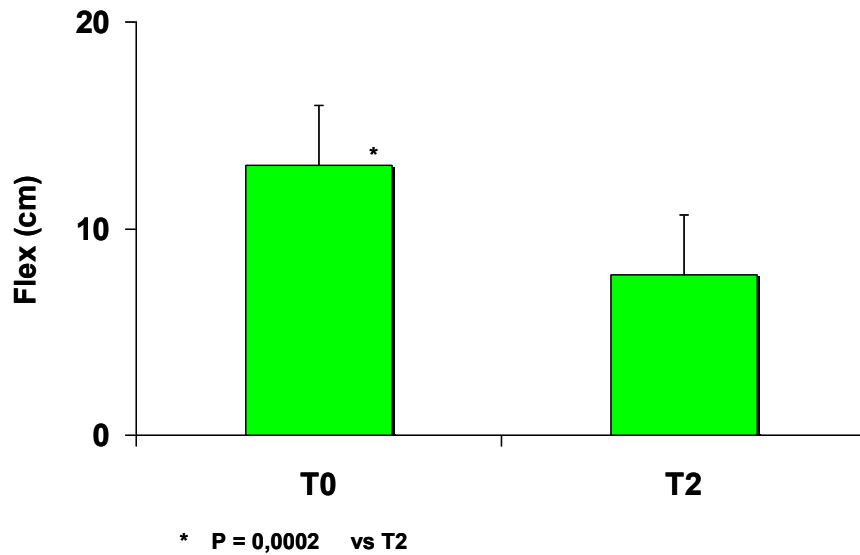


Fig.19

**Flessibilità della spalla (Back scratch)** (T0 19,46±4,42 vs T2 12±3,47,

p=0,0497), fig.20

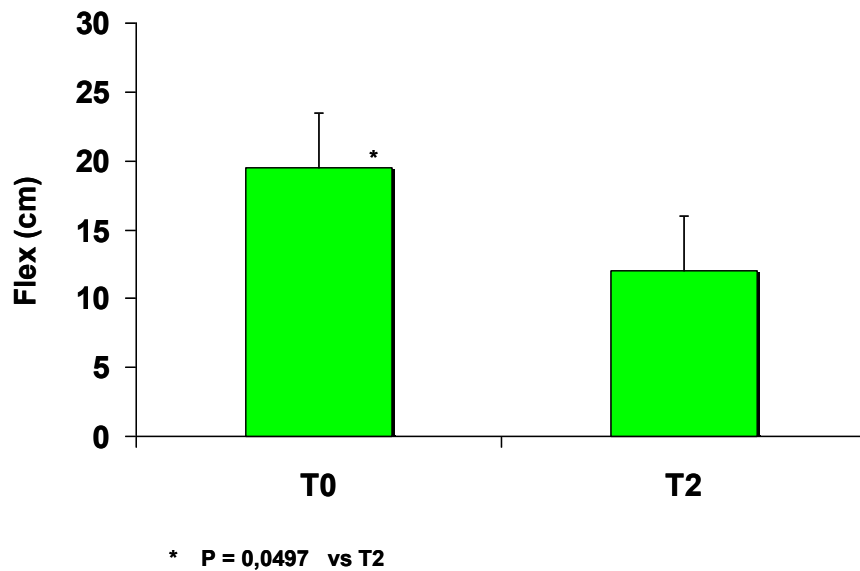


Fig.20



## **DISCUSSIONE E CONCLUSIONI**

Gli effetti benefici dell'attività fisica sulla salute ed il benessere dell'individuo sono stati messi in evidenza da numerose osservazioni sperimentali e studi scientifici.

Essi comprendono un miglioramento della composizione corporea e della sensibilità insulinica, una riduzione dell'aterogenicità del profilo lipidico (aumento colesterolo HDL, diminuzione delle VLDL e delle LDL piccole e dense), della pressione arteriosa e del rischio di mortalità totale, e per cardiopatia coronarica, cerebropatia vascolare.

Più recentemente, è stato dimostrato che anche un'attività fisica moderata, quale ad esempio il cammino a passo svelto, riduce in maniera simile all'attività intensa la morbilità cardiovascolare, indipendentemente dall'età e dal peso dell'individuo.

Le modificazioni metaboliche che avvengono nel corso dell'attività fisica sono legate all'azione degli ormoni glucoregolatori, ed in particolare dell'insulina. La riduzione dei livelli insulinemici consente l'utilizzazione muscolare dei substrati energetici, senza che i livelli glicemici si riducano a valori non compatibili con una normale funzione cerebrale. L'attività fisica riduce lievemente i livelli ematici di glucosio senza aumentare i livelli dei corpi chetonici nei soggetti normali.

La prescrizione dell'attività fisica presenta notevoli aspetti critici per la presenza di diverse difficoltà oggettive (mancanza di conoscenze specifiche, mancanza di tempo da parte del medico nel suggerirla come terapia, scarsa motivazione da parte del diabetico, ecc.).

Il lavoro in team pertanto diventa sempre più indispensabile per il raggiungimento in tempi brevi degli obiettivi terapeutici.

Tra le figure professionali maggiormente coinvolte in un'attività sinergica vi è oltre allo specialista diabetologo, il medico sportivo e il laureato in scienze motorie.

In questa tesi abbiamo voluto mettere insieme le tre figure professionali per cercare valutare eventuali luci e ombre di un lavoro effettuato in sinergia.

Allo specialista diabetologo è stato affidato il compito di valutare il diabetico sotto il profilo clinico (presenza di complicanze, situazione glicometabolica, rischio cardiovascolare), al medico sportivo di fare una valutazione tecnico-sportiva (performance cardiovascolare, impatto muscolo-scheletrico ecc.), al laureato in scienze motorie invece è stata affidata la parte prettamente esecutiva e motivazionale (lavoro in palestra e utilizzo di attrezzature sportive).

I risultati ottenuti in questa tesi pur essendo in linea con quanto riscontrato in letteratura hanno dimostrato come un lavoro effettuato

mediante attenta programmazione in team abbia permesso di raggiungere gli obiettivi prefissati in tempi brevi.

Ciò potrebbe avere delle ricadute cliniche positive in quanto in tal modo si può superare quell'inerzia terapeutica che spesso fa perdere tempo prezioso ad una gestione corretta della malattia.

E' ormai dimostrato come un intervento precoce nel trattamento della patologia diabetica sia essenziale per ritardare l'insorgere delle complicanze croniche della malattia.

In questo studio tutti i parametri considerati hanno subito un miglioramento statisticamente significativo sia in termini di compenso glicemico che di riduzione del rischio cardiovascolare.

L'indice di massa corporea (BMI) si è sensibilmente modificato insieme con tutti i parametri antropometrici così come l'HbA1c, espressione del compenso glicemico con riduzione importante al termine di ogni seduta di allenamento.

Anche i parametri lipidici sono migliorati sensibilmente. In particolare bisogna sottolineare come l'HDL si sia modificato significativamente a dimostrazione di come l'attività fisica abbia un impatto superiore a quello svolto dai farmaci.

Un altro risultato importante riguarda il riscontro dei valori della pressione arteriosa. La pressione arteriosa sistolica infatti ha subito una significativa riduzione al termine di ogni esercizio. Tale risultato è da interpretare come un adattamento crescente del sistema cardiocircolatorio alla frequenza ed intensità degli allenamenti nonostante tutti i pazienti selezionati fossero normotesi. E' questo un risultato che dovrebbe richiedere una riflessione maggiore. Perché se è vero che la pressione arteriosa sistolica diminuisce in maniera significativa, è probabile che tale risultato potrebbe avere un valore maggiore in pazienti ipertesi di partenza. Occorrono pertanto ulteriori studi per valutare il comportamento di tale parametro e gli effetti sulla performance cardiocircolatoria. Tale considerazione scaturisce dal fatto che la maggior parte dei pazienti diabetici di tipo 2, con lunga durata della malattia, è ipertesa e quindi a rischio di malattie cardiovascolari come infarto del miocardio ed ictus.

Nessun riscontro significativo si è registrato per quanto concerne il comportamento della pressione arteriosa diastolica dopo esercizio fisico.

Un discorso a parte si deve fare per quanto riguarda la frequenza cardiaca sotto sforzo ed al termine dell'esercizio fisico.

La frequenza cardiaca, sotto sforzo, è aumentata in maniera significativa. Tuttavia questo aumento è stato tenuto sotto controllo in quanto la massima pressione media raggiunta era di circa 100 mmHg.

L'innalzamento della frequenza cardiaca in corso di esercizio è ampiamente dimostrato in letteratura. In questo lavoro la programmazione dell'attività fisica è stata effettuata in modo tale da non fare raggiungere un frequenza massimale pari al 50-60% del ritmo cardiaco, in modo da garantire un esercizio in massima sicurezza. Al termine dell'esercizio, dopo la fase di raffreddamento, la frequenza è poi diminuita fino a raggiungere valori ancora significativamente più elevati rispetto ai valori di base.

In questo lavoro tuttavia è stato notato che la riduzione della frequenza cardiaca al termine della seduta di allenamento rispetto a quella di sotto sforzo si è ridotta in maniera significativa. Che tale riduzione avvenisse era scontato per via dell'adattamento del sistema cardiocircolatorio alle condizione di vita abituale. Tuttavia tale riduzione è stata piuttosto consistente con un recupero sempre più rapido dopo varie sedute di allenamento.

Infine, le sedute di allenamento erano costituite da una attività fisica moderata. In ogni seduta di allenamento infatti l'intensità del lavoro è stata aumentata progressivamente da molto leggera (<10 RPE) a leggera (10-11 RPE) a moderata.

Le valutazioni funzionali, della forza dinamica e della flessibilità hanno avuto un riscontro positivo senza che alcuno abbia riscontrato senso di affaticamento tale da dover sospendere la seduta di allenamento.

In conclusione, l'attività fisica è consigliabile a tutti i diabetici ma il tipo, l'intensità, la durata e la frequenza va individualizzata in base alle esigenze e alle condizioni fisiche del paziente diabetico, osservando scrupolosamente delle regole per personalizzare l'esercizio fisico ed ottenere gli stessi benefici dei soggetti non diabetici.

Il lavoro in team fra diabetologo, medico sportivo e laureato in scienze motorie, come dimostrato in questa tesi, rappresenta un aspetto della gestione terapeutica del paziente diabetico.

In ciò il paziente deve assumere un ruolo attivo attraverso la comprensione che il diabetico deve avere della propria malattia attraverso una corretta gestione.

L'obiettivo principale è rappresentato dal miglioramento continuo della qualità di vita.

Ciò dipende dalla consapevolezza della malattia, che influisce sulle scelte da attuare, sul controllo da eseguire per evitare le conseguenze che possono insorgere.

Le scelte hanno un grande effetto sullo stato di salute e sul benessere psico-fisico perché sono effettuate individualmente senza l'aiuto del medico .

L'impatto (inteso come risultato?), è così maggiore sulla glicemia, sulla qualità di vita, sulla salute e sul benessere generale rispetto a quello che può derivare dalle periodiche visite specialistiche. Tra queste scelte i fattori che

impattano nel controllo diabetico, l'attività fisica ha un ruolo determinante assieme all'alimentazione.

Per quanto riguarda il controllo, il paziente deve avere piena consapevolezza della propria situazione, sia critica (ipoglicemie, conoscenza di incorrere a delle complicanze) che durante lo svolgimento delle attività quotidiane.

In conclusione, l'attività fisica è consigliabile a tutti i diabetici ma il tipo, l'intensità, la durata e la frequenza va individualizzata in base alle esigenze e alle condizioni fisiche del paziente diabetico, attraverso un lavoro in team per raggiungere gli obiettivi terapeutici che servano a ridurre o ad evitare le temibili complicanze croniche della malattia.

## BIGLIOGRAFIA

- The Diabetic Athlete Prescriptions for exercise and sports – Sheri Colberg, PhD Foreword by Edward Horton, MD – Human Kinetics 2001.
- The Health Professional's Guide to Diabetes and Exercise American Diabetes Association Clinical Education Series – Editors: Neil Ruderman, MD, DPhil, John T. Devlin, MD – 1995
- Proceedings of the VI conference on Diabetes and Sport –Editor: G. Corigliano Paestum March 1994
- L'attività fisica nel diabete: come, quando, perchè farla – A.S.L. N°8 Cagliari Coordinatore ed editore: M. Manai – Giugno 2000
- Diabete in forma: l'attività fisica è una buona cura – G.Corigliano, V.Miselli UTET Periodici
- Schneider S.H. Ruderman N.B. Exercise and NIDDM (Technical Review). Diabetes Care 13: 785-789, 1990
- Rubin RR The effect of a diabetes education program incorporating coping skills training on emotional well-being and diabetes self efficacy. The Diabetes Educator 19, 210-214, 1993.
- Wasserman D.H., Zinman B. Exercise in individual with IDDM (Technical Review). Diabetes Care 17: 924-937, 1994



- Anderson RM, Funnell MM, Butler PM, Arnold MS, Fitzgerald JT, Feste CC. Patient empowerment : results of a randomized controlled trial. *Diabetes Care* 18, 943-949, 1995.
- Klem M.L. A descriptive study of individuals successful at long-term maintenance of substantial weight loss. *A.J.C.N.* 66, 239-246, 1997
- Pan X.R., Li G.W., Hu Y.H., Wang J.X., Yang W.Y., An Z.X., Lin J., Xiao J.Z., Caho H.B., Liu P.A., Jiang X.G., Jiang Y.Y., Wang J.P., Zheng H., Zhang H., Bennett P.H., Howard B.V. Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The DaQing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care* 20: 537-544, 1997.
- Hu FB, Sigal RJ, Rich-Edwards JW, Colditz GA, Solomon CG, Willett WC, Speizer FE, Manson JE. Walking compared with vigorous physical activity and risk of type 2 diabetes in women: a prospective study. *JAMA*, 282:1433-1439, 1999.
- Ross R, Dagnone D, Jones PJ, Smith H, Paddags A, Hudson R, Janssen I. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men. A randomized, controlled trial. *Ann. Intern. Med.* 133: 92-103, 2000
- Wannamethee SG, Shaper AG, Alberti KG. Physical activity, metabolic factors, and the incidence of coronary heart disease and type 2 diabetes. *Arch. Intern. Med.* 160: 2108-2116, 2000

- Kell R.T. Bell G, Quinney A. Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Med.* 31, 863-73, 2001.
- Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, Nathan DM; Diabetes Prevention Program Research Group. et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N. Engl. J. Med.* 346:393-403, 2002
- Maiorana A., O'Driscoll G, Goodman C, Taylor R, Green D. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 56, 115–123, 2002
- Dunstan D. High-Intensity Resistance Training Improves Glycemic Control in Older Patients With Type 2 Diabetes *Diabetes Care* 25,1729–1736, 2002.
- American Diabetes Association: clinical practice recommendations 2002. *Diabetes Care* 25 (suppl. 1) S60, 2002.
- Devlin J.T., Ruderman N. Diabetes and exercise: the risk-benefit profile revisited. In *Handbook of Exercise in Diabetes*. Ruderman N., Devlin J.T., Schneider S.H., Krisra A. Eds. Alexandria, Va, American Diabetes Association, 2002. American Diabetes Association: Physical activity/exercise and diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 26 (suppl. 1), S73, 2003.

- Kirke A., Mutrie N., MacIntyre P., Fisher M. Increasing physical activity in people with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 26, 1186-1192, 2003
- Tuomilehto J., Lindstrom J., Eriksson J.G., Valle T.T. Hamalainen H., Illanne-Parikka P., Keinanen-Kiukaaniemi S., Laasko M., Louheranta A., Rastas M., Salminen V. Uusitupa M. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N. Engl. J. Med.* 344:1343-1350, 2001.
- Di Mauro M., Papalia G., Battiato R., Giuffrida D., Boemi G., Castellino P. Effetti della ginnastica passiva sul compenso glicemico e sulla pressione arteriosa in pazienti diabetici di tipo 2. *Atti XX Congresso Nazionale Società Italiana di Diabetologia*, Roma 26-29 maggio 2004. *Il Diabete*, vol. 16 (suppl. n 1) pag 104, 2004.
- Di Mauro M., Papalia G., Battiato R., Giuffrida D., Boemi G., Castellino P. Effects of the passive physical activity on the metabolic control and on the arterial pressure in type 2 diabetic patients. Abstract of 40 annual Meeting of European Association for the study of Diabetes – Munich - Germany, 5-9 september 2004. *Diabetologia*, 47, suppl. 1, 687A, 248, 2004.
- Di Mauro M., Papalia G., Battiato R., Campione R., Boemi G., Di Mauro C., Castellino P. Effects of the passive physical activity on the glycaemia in type 2 diabetic patients in treatment with oral

hypoglycaemic agents or conventional insulin. Diabetes suppl. 4,  
1234, 2005.

## INDICE

INTRODUZIONE .....	2
TERAPIA .....	6
<i>Terapia farmacologica</i> .....	7
<i>Terapia alimentare</i> .....	12
<i>Terapia fisica</i> .....	17
SCOPO DELLA TESI.....	24
MATERIALI E METODI .....	25
RISULTATI .....	34
DISCUSSIONE E CONCLUSIONI .....	49
BIBLIOGRAFIA.....	56