



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA

FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA

E SCIENZE DELLA FORMAZIONE

DOTTORATO DI RICERCA

Presidente: Prof. Vincenzo Perciavalle

Salvatore SCEBBA

**CONTRIBUTO DELL'ATTIVITA' MOTORIA A
SECCO E DELL'IDROKINESI NELLA DIABESITA'**

TESI DI DOTTORATO

Relatore: Chiar.mo Prof. Maurizio Di Mauro

ANNO ACCADEMICO 2012-13

INTRODUZIONE

Il Diabete Mellito è una sindrome caratterizzata da un patologico aumento della concentrazione di glucosio nel sangue conseguente ad un difetto assoluto o relativo della secrezione e/o azione dell'insulina, ormone secreto dalle insule di Langherhans del pancreas ed indispensabile per il metabolismo degli zuccheri.

Secondo l' American Diabetes Association (A.D.A.) la glicemia è considerata normale quando è inferiore a 110 mg/dl, i valori compresi fra 110 e 125 definiscono invece una condizione di alterata glicemia a digiuno (IFG) mentre valori uguali o superiori a 126 mg/dl sono sufficienti a porre diagnosi di diabete.

La diagnosi di Diabete è certa con un valore \geq a 200 mg/dl, rilevato in qualunque momento della giornata o due ore dopo un carico orale di glucosio. Valori di glicemia compresi fra 140 e 200 dopo un carico orale di glucosio definiscono invece la ridotta tolleranza al glucosio (IGT). L'alterata glicemia a digiuno (IFG - impaired fasting glucose) e la ridotta tolleranza ai carboidrati

(IGT - impaired glucose tolerance) sono due condizioni metaboliche teoricamente reversibili, anche se spesso possono evolvere verso un Diabete conclamato.

Il Diabete Mellito è una malattia oltremodo insidiosa, infatti in molti casi la diagnosi viene posta quando già si è stabilita una delle gravi complicanze croniche cui il Diabete può dare luogo (retinopatia, nefropatia, neuropatia).

Le forme principali di Diabete Mellito sono due: il diabete di tipo 1 o insulindipendente ed il diabete di tipo 2 che colpisce quasi esclusivamente il soggetto adulto.

Diabete di tipo 1

Il Diabete di tipo 1 o insulino-dipendente o giovanile, più tipico, ma non esclusivo, dell'età infantile ed adolescenziale, consegue alla distruzione delle insule pancreatiche indotta da un processo autoimmune. E' perciò caratterizzato da un difetto assoluto di insulina e sul piano terapeutico, dalla insulino-dipendenza.

Diabete di tipo 2

Il Diabete di tipo 2, non insulino-dipendente colpisce in prevalenza soggetti di età superiore ai 30 anni ed è abitualmente associato ad obesità, riconoscendo la sua origine in una resistenza dell'organismo all'azione della insulina. Questa forma di Diabete non è insulino-dipendente, risente assai favorevolmente di misure di ordine dietetico-comportamentale e si giova degli ipoglicemizzanti orali.

Altri tipi di Diabete sono: il M.O.D.Y. (Maturity Onset Diabetes in the Young), diabete non insulino-dipendente tipo 2 che insorge in persone giovani, ossia prima dei 30 anni, generalmente obese e con familiarità molto pronunciata. L'evoluzione è piuttosto favorevole, con rare complicazioni tardive e la sua causa sarebbe da ricondursi ad un difetto della sintesi di glucochinasi;

il L.A.D.A. (Latent Autoimmune Diabetes in the Adults), una forma di diabete insulino dipendente che esordisce in età adulta,

caratterizzato da una progressione lenta, inizialmente si presenta come tipo 2 ed evolve solo in un secondo tempo nel tipo 1.

Sono anche da ricordare inoltre le forme di Diabete secondario a malattie pancreatiche (pancreatite, tumori, ecc...), extra pancreatiche (varie endocrinopatie) ed idiopatiche, dovute cioè all'assunzione protratta di farmaci ed ormoni iperglicemizzanti (cortisolo ecc.). Una posizione a parte occupa il Diabete Gestazionale (GDM) che insorge durante la gravidanza ed è potenzialmente responsabile di gravi complicanze a carico del feto della madre.

CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI FORME DI DIABETE

Caratteristiche	DM Tipo I	DM Tipo II
Età di esordio	Più comunemente < a 30 anni	Più comunemente > a 30 anni
Obesità associata	No	Molto comune
Tendenza alla DKA con necessità di terapia insulinica	SI	No
Secrezione di insulina endogena	Livelli di Insulina e Peptide C da estremamente bassi a indosabili	Livelli significativi ma variabili di secrezione insulinica, che risultano bassi rispetto ai livelli glicemici e accompagnati da insulino-resistenza
Concordanza tra gemelli	≤50%	>90%

Associazione con specifici antigeni HLA-D	Si	No
Presenza di anticorpi anti-insulari alla diagnosi	Si	No
Patologie insulari	Insulite, perdita selettiva della maggior parte delle cellule β	Insule di dimensioni ridotte e aspetto normale; frequente deposizione di amiloide
Rischio associato di retinopatia, nefropatia, neuropatia e malattia vascolare aterosclerotica coronaria e periferica nella maggior parte delle popolazioni occidentali	Si	Si
Iperglicemia responsiva alle sulfaniluree	No	Si, inizialmente in molti pazienti

Più di 151 Milioni di adulti nel mondo sono affetti dal diabete, con un aumento di più dell' 11% in soli 6 anni. Possiamo pronosticare un ulteriore raddoppio nei primi 25 anni del nuovo Millennio. Quasi il 5% della popolazione adulta del mondo è affetto dal Diabete, e questa patologia è in crescita tra le persone più giovani e nei gruppi di età più produttiva: più di metà delle persone con il diabete hanno un'età compresa tra 20 e 59 anni, mentre prima il diabete colpiva prevalentemente l'anziano.

La mancanza di attività fisica e il consolidarsi di abitudini alimentari errate, come risultato dell'urbanizzazione, sono tra i fattori chiave che determinano questo rapido incremento della malattia, specialmente nei Paesi in via di sviluppo. Il numero di persone con il diabete è di 3 volte più alto nelle aree urbane che nelle aree rurali con economie a reddito medio/basso. Gli studi nelle zone occidentali del Pacifico e sugli indiani americani dimostrano una stretta associazione tra la diffusione del diabete tipo 2, il miglioramento delle risorse disponibili e l'occidentalizzazione dello stile di vita.

Complicanze

I quadri complicativi della malattia diabetica si distinguono in acuti e cronici o tardivi.

COMPLICANZE ACUTE

I quadri Acuti tipici sono rappresentati dalle crisi ipoglicemiche, dalla chetoacidosi e dalla sindrome iperglicemia iperosmolare.

L'ipoglicemia è frequente nel diabete di tipo1 come conseguenza spesso della somministrazione di dosi inadeguate di insulina, in eccesso cioè rispetto all'effettivo bisogno. Sono cause dell'inadeguatezza delle dosi, o una somministrazione per errore di una quantità eccessiva o più frequentemente la esecuzione di un'attività fisica non prevista e non programmata.

La chetoacidosi è la conseguenza diretta della carenza, assoluta o relativa, di insulina per cui, non essendo più bloccata la lipolisi, un eccesso di acidi grassi liberi dal tessuto adiposo viene avviato al fegato ove verrà utilizzato per la formazione dei corpi chetonici: Acetoacetato e Betaidrossibutirrato. E' una complicanza classica del diabete di tipo1 e si verifica in particolare al suo esordio.

La Sindrome Iperglicemia Iperosmolare o la Iperosmolarità invece è una complicanza peculiare del diabete di tipo 2, spesso anziano, e,

pur avendo in pratica sintomi analoghi alla chetoacidosi con più marcata disidratazione, se ne differenzia proprio perché non ha chetosi ed acidosi. Il motivo va ricercato nel fatto che l'insulina presente nel diabete di tipo2 è sufficiente ad espletare la sua azione di blocco della lipolisi, anche se non è sufficiente ad evitare la cospicua glicemia.

Una delle cause più frequenti cause di una simile situazione è l'interruzione della terapia ipoglicemizzante, motivata dalla mancata alimentazione, in un anziano allettato con febbre.

COMPLICANZE CRONICHE

Le Complicanze Croniche o Tardive, in quanto si presentano generalmente diversi anni dopo la comparsa del diabete, costituiscono oggi il problema più importante della malattia diabetica. Occorre, però, sottolineare che nel diabete di tipo2, nel quale la diagnosi viene in genere eseguita alcuni anni dopo il suo esordio (5-7 anni), le complicanze d'organo si possono riscontrare già

alla diagnosi e, a volte, costituiscono la causa stessa della diagnosi di diabete.

Le complicanze croniche sono prevalentemente di tipo vascolare, interessando sia i piccoli vasi, capillari ed arteriole (Microangiopatia), sia le arterie di calibro più grande, quali le coronarie, le cerebrali e le arterie degli arti inferiori, nel quale caso si parla di Macroangiopatia.

Sono quadri Microangiopatici: la Retinopatia, la Nefropatia e la Neuropatia, mentre appartengono alla Macroangiopatia: le Vasculopatie Coronarica, Cerebrale e Periferica.

Occorre tener presente che i quadri microangiopatici possono essere considerati specifici del diabete, mentre i quadri di macroangiopatia sono presenti in altre forme morbose e sono solo più frequenti nei diabetici.

La Retinopatia Diabetica è strettamente correlata alla durata del diabete, per cui dopo circa 20 anni di malattia oltre il 90% dei diabetici è portatore di retinopatia .

Nel passato tale compromissione era la causa più frequente di cecità acquisita.

La Prevenzione e il Trattamento della retinopatia diabetica consistono nel controllo ottimale della glicemia e dei fattori di rischio primo fra tutti della pressione arteriosa.

La Nefropatia Diabetica inizialmente è interessata con il quadro della Microalbuminuria ed infine con il quadro dell'Insufficienza Renale in genere dopo 25-30 anni.

La Neuropatia Diabetica è la compromissione neurologica che riveste particolare importanza in quanto, compromettendo seriamente le varie sensibilità (dolorifica, termica...) espone il diabetico ad eventi traumatizzanti in particolare a livello del piede, con complicanze della sensibilità che spesso possono portare all'amputazione dell'arto.

La complicanza che però influenza in modo altamente significativo l'aspettativa di vita del diabetico è la macroangiopatia che costituisce

oggi la causa più frequente di mortalità, precisamente nel 44% per infarto del miocardio, nel 5% per morte improvvisa.

In realtà la microangiopatia si identifica con l'aterosclerosi che nel diabetico è più frequente e più precoce.

La macroangiopatia si presenta anche nel diabetico con i classici quadri della Cardiopatia Ischemica, della Vasculopatia Cerebrale e dell'Arteriopatia Periferica. Tra questi il quadro più importante è dato dalla Cardiopatia Ischemica di cui la forma più grave è data dall'infarto del miocardio.

Le Arteriopatie Periferiche sono la conseguenza dell'interessamento aterosclerotico con stenosi od occlusione delle arterie degli arti inferiori. Ne consegue una varietà di sintomi la cui severità dipenderà dall'estensione della patologia: si va dalla classica Claudicatio Intermittens (presenza di crampi che compaiono con il movimento e scompaiono con il riposo), al dolore a riposo, all'ulcera e alla gangrena.

La Vasculopatia Cerebrale si presenta nei diabetici con i quadri clinici della Trombosi ed Infarto Cerebrale, degli Attacchi Ischemici Transitori e dell'Emorragia Cerebrale.

In modo graduale si verifica anche il coinvolgimento di varie strutture motorie fra cui il cervelletto, organo coinvolto nell'apprendimento e nel controllo del movimento, nel linguaggio, nell'attenzione e nella partecipazione di varie funzioni emotive.

Inoltre vi sono due importanti quadri clinici di grande frequenza nei diabetici: il Piede Diabetico e la Disfunzione Erettile.

Per Piede Diabetico si intende la complessa e varia patologia conseguente alla compromissione neurologica e/o vascolare, che si manifesta a carico delle strutture muscolo-cutanee ed osteoarticolari.

Si manifesta dopo 10-15 anni di malattia ed è responsabile di oltre il 50-70% delle amputazioni non traumatiche.

TRATTAMENTO

Il trattamento, diverso nelle varie forme di diabete, si basa fondamentalmente su alcune misure essenziali e sono:

Terapia Dietetica, Terapia Farmacologia e Terapia con l'Attività Fisica.

Terapia dietetica

La Terapia Dietetica o Educazione Alimentare consiste nel cercare di mantenere, nel soggetto, il peso ideale ed evitare facili ripercussioni sull'equilibrio glicemico.

La Dieta dovrà essere Ipocalorica nel caso di diabete di tipo2, Normocalorica o addirittura Ipercalorica nel caso di diabetici di tipo1.

Circa la qualità non vi è dubbio alcuno che la dieta dei diabetici, se si eccettua una minor quantità di zuccheri semplici, non si diversifica da quella teorica dei soggetti non diabetici e si identifica sostanzialmente nella ormai ben nota Dieta Mediterranea caratterizzata da elevate quantità di zuccheri complessi o amidi

(55%), ridotte quantità di grassi, prevalentemente vegetali(<30%) e di proteine (15%).

Terapia Farmacologia

la Terapia Insulinica è la terapia specifica ed unica del diabete di tipo 1, definito per tale motivo, insulino-dipendente.

E' possibile che anche il soggetto con diabete di tipo 2 debba fare insulina, nel momento in cui il trattamento con ipoglicemizzanti orali non sia più in grado di far ottenere un controllo glicemico soddisfacente.

Gli Ipoglicemizzanti orali rappresentano la terapia di scelta nel diabetico di tipo 2 nel momento in cui la terapia dietetica non sia in grado di far ottenere il controllo glicemico desiderato.

Attività fisica

Per quanto riguarda questo capitolo del trattamento ogni paziente diabetico dovrebbe praticare attività fisica in modo corretto, sia il tipo 1 che il tipo 2.

Per essere sicuri che si faccia la scelta giusta ed efficace in termini di frequenza e assiduità nello svolgimento della pratica sportiva è necessario tener conto della personalità e alle attitudini naturali di ciascuno individuo.

Il paziente diabetico di tipo 2, prima di intraprendere una corretta attività motoria, deve essere sottoposto ad educazione terapeutica strutturata in modo da creare le giuste motivazioni.

Nel diabetico di tipo 1 invece l'attività fisica ed in particolare quella sportiva agonistica rivestono un ruolo molto importante in quanto i giovani sono più portati all'esercizio fisico strutturato.

L'attività fisica (AF) è un'attività umana ancestrale. Fin dai tempi dell'antica Grecia l' AF ha assunto la connotazione di attività sportiva.

Le capacità motorie dell'uomo sono prevalentemente apprese e in questo processo un ruolo essenziale lo svolge il cervelletto (si vedano i lavori di Perciavalle e collaboratori). E' proprio grazie ai circuiti che collegano la corteccia cerebrale al cervelletto che impariamo nuovi movimenti, utilizzando un processo che prende il nome "per tentativi ed errori".

L'attività fisica da svolgere può essere o di tipo aerobico o di tipo anaerobico, nel primo caso si predilige un'attività di lunga durata, nel secondo caso si tratta di un'attività di tipo esplosivo che prevede un importante incremento dei valori di lattacidemia, la scelta dell'uno o dell'altro lavoro ottiene risultati differenti sia a carico dell'apparato cardiocircolatorio e respiratorio sia a carico dei domini cognitivi (si vedano i lavori di Perciavalle e collaboratori).

Nel mondo attuale in cui vi è una ricerca sempre più precisa della performance e del raggiungimento di una forma fisica, lo sport è estremamente diffuso. Non fanno eccezione i diabetici insulino

dipendenti (I.D.) di età più o meno giovane che effettuano attività fisica non solo in quanto persone prima che diabetici ma anche perché spesso lo sport viene vissuto come un mezzo di affrancamento dal senso di limitazione prodotto dalla malattia cronica.

Ciò è testimoniato da una ricerca di Chantelau e Wirth apparsa su Diabetes Care nel 1992 in cui si evidenziava come i diabetici I.D. bene equilibrati praticassero un'attività sportiva quantitativamente e qualitativamente non dissimile da quella di soggetti sani di controllo.

SCOPO DELLA TESI

In questa tesi abbiamo voluto valutare gli effetti dell'attività motoria come modifica agli stili di vita in diabetici di tipo 2 con sindrome metabolica.

Negli impianti sportivi del Cus Catania dove opera il Centro Studi e Ricerche per l'Attività Motoria nel Diabete , presso la palestra MOVIS di Giarre, ogni giorno gruppi omogenei di diabetici per età e trattamento, presso la piscina dell' a.s.d. H2O Aquatic Center di

Giarre, effettuano attività motoria strutturata e supervisionata sotto la guida di Medici Specialisti e di Laureati in Scienze Motorie.

LE LINEE GUIDA DELL'AMERICAN DIABETES

ASSOCIATION (ADA)

L'esercizio fisico, come dimostrato dalla più recenti reviews, tende a migliorare la sensibilità insulinica e a ridurre i livelli plasmatici di glucosio verso valori vicino alla norma, potendo svolgere pertanto un ruolo terapeutico sia in diabetici che in soggetti predisposti. Tuttavia è necessaria un'attenta valutazione da parte di un team prima di avviare tali soggetti ad una corretta pratica dell'attività fisica.

A) VALUTAZIONE DEL PAZIENTE PRIMA DELL'ESERCIZIO

Prima di cominciare un programma di esercizio, il paziente dovrà sottoporsi ad accurata valutazione medica e diagnostica. Tali esami dovranno valutare la presenza di complicanze micro e macrovascolari,

che potrebbero essere influenzate negativamente dal programma di esercizio fisico.

Un'accurata valutazione medica e fisica dovrebbe focalizzarsi su sintomi e segni di tutte quelle patologie che possono colpire cuore, vasi, occhi, reni e sistema nervoso.

Apparato cardiovascolare

Utile un test graduale per quei pazienti che si accingono ad affrontare un programma di esercizio di intensità moderata o elevata e che sono ad alto rischio di sviluppare malattie cardiovascolari (Tab. 1)

Tab. 1

- età > 35 anni
- età > 25 anni e
 - DM tipo 1 di durata > 15 anni
 - DM tipo 2 di durata > 10 anni
- Presenza di qualsiasi ulteriore fattore di rischio per malattia coronarica
- Presenza di microangiopatia (retinopatia proliferante o nefropatia, inclusa la microalbuminuria)
- Vasculopatia periferica
- Neuropatia autonoma.

In quei pazienti che presentano delle alterazioni non specifiche del tracciato elettrocardiografico o delle modificazioni del tratto ST in risposta all'esercizio, una valida alternativa potrebbe essere un test sotto stress con mezzo di contrasto.

Nei pazienti per i quali viene programmata la partecipazione ad esercizi di lieve intensità (inferiore al 60% della frequenza cardiaca massima) come il walking, dovranno essere utilizzati criteri clinici per decidere se consigliare un test di esercizio sotto stress. Pazienti con malattia coronarica dovrebbero sottoporsi, sotto stretta osservazione, ad una valutazione della risposta ischemica e della tendenza a sviluppare aritmie durante esercizio. In molti casi dovrebbe essere valutata la funzione ventricolare sinistra sia a riposo che sotto sforzo (Tab. 2).

TAB. 2 - Classificazione dell'intensità di attività fisiche praticate per più di 60 minuti.

Intensità relativa		
Intensità	V_{O2max} (%)	Ritmo cardiaco massimale* (%)
RPE°		
Molto leggera	<20	<35
<10		
Leggera 10-11	20-39	35-54
Moderata 12-13	40-59	55-69
Sostenuta 14-16	60-84	70-89
Molto sostenuta 17-19	>84	>90
Massimale°° 20	100	100

Modificato da Haskell e Pollock da *Physical Activity and Health: a report of the Surgeon General*

*Ritmo cardiaco massimale=220-età (E' preferibile e raccomandato che il ritmo cardiaco massimale sia misurato durante un esercizio fisico di massimo grado, quando possibile)

°RPE=relativa percezione dell'esercizio (scala da 6 a 20)

°°I valori massimi sono valori medi ottenuti durante esercizi massimali di adulti sani

Vasculopatia periferica

La valutazione della vasculopatia periferica è basata su segni e sintomi come la claudicatio intermittens, piedi freddi, diminuzione o assenza

dei polsi periferici, atrofia dei tessuti sottocutanei e perdita dei peli. Il trattamento di base della claudicatio intermittens è la sospensione del fumo e un programma di attività fisica supervisionato. La presenza dei polsi pedali tibiali posteriori, non esclude la presenza di alterazioni di tipo ischemico nel resto degli arti inferiori. Se emergono dubbi dall'esame clinico circa la perfusione periferica andrebbe fatta una valutazione con un esame doppler degli arti inferiori.

Retinopatia

L'esame degli occhi deve essere eseguito secondo le Clinical Practice Recommendations dell'American Diabetes Association. Per i diabetici con retinopatia proliferante, un esercizio fisico intenso potrebbe far precipitare un'emorragia nel vitreo o un distacco di retina. Pertanto deve essere evitato l'esercizio anaerobio. Sulla base dell'esperienza condotta alla Joslin Clinic, il grado di retinopatia è stato utilizzato per classificare il rischio legato all'esercizio e per individuare il tipo di prescrizione di esercizio adeguato per ciascun paziente

Nefropatia

Non vi sono raccomandazioni specifiche riguardo l'attività fisica in pazienti con nefropatia incipiente (microalbuminuria $> 20 \mu\text{g}/\text{min}$) o conclamata ($> 200 \mu\text{g}/\text{min}$). I pazienti con nefropatia conclamata hanno spesso una ridotta capacità di svolgere l'esercizio fisico con conseguente autolimitazione. Sebbene in questi pazienti non vi sia una ragione evidente per limitare l'attività fisica di intensità lieve-moderata è comunque opportuno scoraggiare l'esercizio forzato di elevata intensità a meno che la pressione arteriosa sia monitorata accuratamente in corso di esercizio.

Neuropatia periferica

La neuropatia periferica può determinare una perdita della sensibilità ai piedi e può rappresentare un'indicazione per limitare esercizi che prevedano un carico ripetuto. Un esercizio ripetitivo su un fisico con perdita della sensibilità può condurre ad ulcere e fratture. La

valutazione della neuropatia periferica deve basarsi sul controllo dei riflessi tendinei, della sensibilità vibratoria e tattile.

La sensibilità tattile può essere valutata con il monofilamento: l'incapacità di identificare la sensazione indotta dal contatto con il monofilamento (10 g) è indicativa di perdita della sensibilità tattile (Tab. 4).

TAB. 4 - Esercizi fisici per pazienti diabetici con perdita della sensibilità ai piedi

ESERCIZI CONTROINDICATI	ESERCIZI RACCOMANDATI
Lavori faticosi	Nuoto
Camminate prolungate	Bicicletta
Jogging	Canottaggio
Esercizi di step	Esercizi da seduti
	Esercizi di braccia
	Altri esercizi senza pesi

Neuropatia autonoma

La presenza di neuropatia autonoma può limitare la capacità individuale di svolgere attività fisica ed incrementare il rischio di eventi cardiovascolari durante l'esercizio. La neuropatia autonoma cardiaca può essere indicata dalla presenza di tachicardia a riposo (> 100 b/min) e ipotensione ortostatica (riduzione della PAS > 20 mmHg

al passaggio dalla posizione supina a quella in piedi) o da altri disturbi del sistema nervoso autonomico che coinvolgono la pelle, le pupille, gli apparati gastrointestinale o genito-urinario. La morte improvvisa o l'ischemia miocardica silente sono state attribuite alla neuropatia autonoma cardiaca diabetica. In questi pazienti la scintigrafia cardiaca con tallio, a riposo e sotto stress, è un adeguato test non invasivo per valutare la presenza e l'estensione della coronaropatia. Nei pazienti con neuropatia autonoma, dopo un'intensa attività fisica, si possono verificare episodi di ipertensione e di ipotensione, specie all'inizio del programma di esercizi. Poiché questi si può avere un'alterazione del sistema di termoregolazione è opportuno informare questi pazienti di evitare l'attività fisica in condizioni estreme di caldo o di freddo e di vigilare che vi sia sempre un'adeguata idratazione nonché sul tipo di attrezzatura da utilizzare.

B) PREPARAZIONE PER L'ESERCIZIO

La preparazione dei soggetti diabetici per un sicuro e soddisfacente programma di attività fisica è molto importante. I soggetti giovani in buon controllo metabolico possono partecipare con tranquillità a molti tipi di attività. I soggetti di età media e quelli più anziani devono essere incoraggiati ad essere più attivi fisicamente. Il processo di invecchiamento conduce a degenerazione dei muscoli, dei legamenti, delle ossa e delle articolazioni, pertanto la ridotta attività fisica ed il diabete possono aggravare la situazione. Prima di cominciare un programma di attività fisica per evidenziare l'eventuale presenza di complicanze, i soggetti diabetici dovrebbero essere valutati attentamente e sottoposti a tutti i controlli clinici già citati. La raccomandazione principale, nei diabetici come nei non diabetici, è che l'attività fisica richiede un adeguato periodo di riscaldamento e raffreddamento. Il riscaldamento consiste in 5-10 min. di attività aerobica (camminare, pedalare, etc.) ad intensità ridotta. Tale periodo serve a preparare il muscolo scheletrico, il cuore e i polmoni ad un

progressivo incremento dell'intensità dell'esercizio. Dopo un breve riscaldamento occorre fare stretching per altri 5-10 minuti. Prima tra tutti dovrebbero essere allungati i muscoli coinvolti nella sessione di esercizio attivo, anche se è preferibile riscaldare tutti i gruppi muscolari. Il periodo di riscaldamento può essere eseguito sia prima che dopo lo stiramento. Dopo la sessione di allenamento, il periodo di raffreddamento deve essere strutturato in maniera simile a quella del riscaldamento. Dovrebbe durare 5-10 min per riportare gradualmente la frequenza cardiaca ai livelli precedenti l'esercizio.

Alcune considerazioni sono particolarmente importanti e specifiche per i soggetti diabetici che si accingono a praticare attività fisica. Deve essere raccomandato l'attività aerobica, utilizzando particolari precauzioni per gli esercizi che coinvolgono i piedi. Per ridurre al minimo i traumi ai piedi è importante l'uso di gel di silicone, di solette traspiranti o di calzini in poliestere per prevenire vesciche e mantenere il piede secco. Sono necessarie calzature appropriate specie per i soggetti con neuropatia periferica. Tutti devono essere istruiti

affinché controllino con attenzione la eventuale comparsa di vesciche o verificano la presenza di potenziali traumi ai piedi prima e dopo l'esercizio. Quando si svolge l'esercizio dovrebbero essere ben visibili sulle scarpe un braccialetto di identificazione o un targhetta. E' necessaria anche un'appropriata idratazione, in quanto lo stato di disidratazione influisce negativamente sui livelli di glucosio e sulla funzione cardiaca. Due ore prima dell'attività fisica sono raccomandati circa 500 ml di liquidi. Durante l'esercizio dovrebbero essere assunte quantità di liquidi adeguate a bilanciare le perdite con il sudore che si riflettono poi sul peso corporeo. Precauzioni andrebbero prese specie se l'esercizio viene svolto in ambiente troppo caldo o troppo freddo. Gli esercizi ad alta resistenza con l'uso di pesi, possono essere possibili per soggetti diabetici giovani, ma non in quelli più anziani o con diabete di lunga durata. Per mantenere o migliorare la forza fisica può essere usato da quasi tutti i diabetici un programma di allenamento con pesi leggeri e con frequenti ripetizioni degli esercizi.

C) ESERCIZIO E DIABETE TIPO 2

I possibili benefici dell'attività fisica per i diabetici tipo 2 sono notevoli e recenti studi confermano l'importanza di un programma di esercizio di lunga durata per il trattamento e la prevenzione delle alterazioni metaboliche e delle loro complicanze.

Controllo glicemico

Numerosi studi hanno dimostrato i consistenti effetti benefici di un regolare programma di attività fisica sul metabolismo dei carboidrati e sulla sensibilità insulinica, i cui vantaggi possono essere mantenuti per almeno cinque anni. Questi studi si riferiscono ad un regime di attività fisica ad un'intensità del 50-80% della VO_{2max} , 3-4 volte a settimana per 30-60 min a sessione. L' HbA_{1C} ha mostrato un miglioramento di circa il 10-20% rispetto ai valori basali e i vantaggi maggiori si sono avuti in pazienti con diabete di tipo 2 in medio compenso e in quelli più insulino-resistenti. Rimane tuttavia da sottolineare che purtroppo la maggioranza di questi studi soffre di inadeguati criteri di controllo e

randomizzazione e i vari stili di vita dei pazienti hanno agito da fattori confondenti. Nel diabete di tipo 2 non vi sono dati sugli effetti degli esercizi di resistenza, sebbene recenti risultati in individui normali ed in pazienti di tipo 1 ipotizzino effetti benefici. Attualmente sembra evidente che un programma a lungo termine di attività fisica sia possibile sia per pazienti con intolleranza al glucosio che in pazienti con diabete tipo 2 non complicato. Negli studi che hanno mostrato una maggiore adesione è stato utilizzato un iniziale periodo di supervisione, seguito da un programma di esercizi a casa, con regolari visite di controllo, con frequenti interventi di aggiustamento. Molti di questi programmi hanno mostrato un miglioramento sostanziale e duraturo della VO_{2max} , con limitati effetti collaterali.

Prevenzione delle malattie cardiovascolari

Nei pazienti con diabete di tipo 2 la sindrome da insulino resistenza è alla base dell'aumentato rischio coronarico, specie se associata agli altri fattori di rischio metabolici (ipertensione, iperinsulinemia, obesità

centrale, ipertrigliceridemia, bassi livelli di HDL-colesterolo. Alterazioni qualitative e quantitative delle LDL-colesterolo, aumento degli FFA. Molti studi mostrano che questi pazienti hanno un ridotto livello di attività confrontato con i controlli, anche tenendo conto dei vari fattori ambientali e che una ridotta attività aerobica è associata con molti fattori di rischio cardiovascolare. Il miglioramento di molti di questi fattori è legato ad una riduzione dei livelli plasmatici di insulina e molti degli effetti benefici dell'esercizio sul rischio cardiovascolare sono legati al miglioramento della sensibilità insulinica.

Iperlipidemia

L'attività fisica regolare ha mostrato la capacità di ridurre i livelli di VLDL, mentre non sono stati consistentemente documentati gli effetti sull'LDL colesterolo. Tranne che in uno studio non sono stati dimostrati significativi miglioramenti nei livelli di HDL in pazienti con diabete tipo 2, probabilmente a causa della modesta intensità degli esercizi praticati.

Ipertensione

Numerose evidenze dimostrano uno stato di insulino-resistenza nei pazienti ipertesi. Sono stati dimostrati, in maniera consistente, gli effetti dell'attività fisica nel ridurre la pressione arteriosa negli ipertesi iperinsulinemici.

Fibrinolisi

Molti pazienti con diabete tipo 2 hanno un'alterata attività fibrinolitica associata ad elevati livelli di PAI-1, il maggiore inibitore dell'attivatore tissutale del plasminogeno. Diversi studi hanno dimostrato una correlazione tra attività fisica aerobia e fibrinolisi, ma ancora non sono ancora chiari gli effetti positivi sulla fibrinolisi.

Obesità

Numerosi studi hanno dimostrato che l'attività fisica fisico può favorire la perdita di peso e in particolare il mantenimento del peso quando associato con appropriato regime dietetico. Pochi studi però

sono stati condotti in maniera appropriata nel paziente con diabete tipo 2. Di particolare interesse alcuni studi che ipotizzano un straordinario effetto dell'attività fisica sulla riduzione del grasso viscerale, la cui presenza è strettamente associata alle alterazioni metaboliche e al rischio cardiovascolare. Dati relativi agli esercizi di resistenza sulla riduzione del peso in pazienti di tipo 2 sono promettenti anche se ancora insufficienti.

Prevenzione del diabete tipo 2

Molte evidenze supportano l'ipotesi che l'esercizio, tra le altre terapie, può essere utile per prevenire o ritardare la comparsa di diabete di tipo 2.

D) ESERCIZIO NELL'ANZIANO

Numerose evidenze ipotizzano che un regolare esercizio fisico previene il progressivo decadimento della forma fisica e la riduzione della massa muscolare legati all'invecchiamento. La riduzione della

sensibilità insulinica con l'età è in parte dovuta anche alla ridotta attività fisica. Ciò è particolarmente vero nella popolazione a rischio di diabete tipo 2. Vari studi recentemente hanno incluso un numero significativo di pazienti anziani, che hanno aderito in maniera soddisfacente al programma di esercizio. E' chiaro che il mantenimento di un buon livello di attività fisica in questa popolazione condurrà ad una riduzione delle complicanze croniche vasculopatiche e ad un miglioramento della qualità di vita.

LA SINDROME METABOLICA

La sindrome metabolica è una condizione clinica meritevole di particolari attenzioni per via della sua gravità e diffusione. Con questo termine non si indica una singola patologia ma un insieme di fattori predisponenti che, nel complesso, collocano il soggetto che ne è affetto in una fascia di rischio elevata per patologie come diabete, malattie cardiovascolari e steatosi epatica.

Nel gruppo di fattori di rischio che identificano i pazienti con tale sindrome sono compresi obesità viscerale, ipertensione arteriosa, alterazioni del metabolismo glucidico (presenza di insulino-resistenza, alterata glicemia a digiuno fino a diabete tipo 2), alterazioni del metabolismo lipidico, rappresentate da bassi livelli di colesterolo HDL, alterazioni quantitative/qualitative del colesterolo LDL (alti livelli di LDL, formazione di LDL piccole e dense con spiccata predisposizione a fenomeni di ossidazione e ad alta valenza aterogena) e ipertrigliceridemia. Tra tutti questi l'obesità e l'insulino-resistenza sembrano svolgere un ruolo preponderante. E' stato richiesto un notevole sforzo da parte di diversi gruppi di esperti per definire dei criteri diagnostici della sindrome metabolica che potessero essere applicabili alla pratica clinica: tra tutte le definizioni elaborate, probabilmente la più accreditata è quella del *National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III Report* (NCEPATPIII). Alla piena espressione della sindrome metabolica contribuiscono anche altre due condizioni: uno stato pro-

infiammatorio (alti indici del fattore di necrosi tumorale [TNF]- α , interleuchine, proteina C reattiva) e pro-trombotico (alti valori di inibitore dell'attivatore del plasminogeno [PAI-1]). L'insieme di tutte queste condizioni in uno stesso individuo comporta un rischio cardiovascolare globale che incrementa in modo esponenziale a seconda del numero delle alterazioni presenti poiché ognuna di queste rappresenta un fattore indipendente di rischio cardiovascolare.

Numerosi studi di popolazione hanno dimostrato infatti che i soggetti con sindrome metabolica presentano un rischio di sviluppare cardiopatia ischemica, infarto del miocardio e ictus cerebrali di circa 3 volte superiore a soggetti senza sindrome. In questi pazienti il rischio di insorgenza di diabete mellito di tipo 2 (ed eventualmente di una sua complicanza) è fino a 6 volte superiore rispetto alla popolazione generale. Nel caso in cui in un soggetto coesistano malattia cardiovascolare e diabete mellito, il quadro patologico si complica notevolmente e il rischio di eventi cardiovascolari gravi diventa molto alto. Da non sottovalutare è poi il fatto che l'invecchiamento è

responsabile del peggioramento di tutte le condizioni che concorrono alla sindrome metabolica. Lo studio NAHNES (*NAtional Health and Nutritional Examination Survey*) III ha infatti evidenziato come la prevalenza della sindrome sia del 7% in individui di età compresa tra i 20 e i 29 anni, raggiungendo circa il 24-25% nella fascia 40-49 anni, per arrivare al 45% nella decade 60-69 e mantenersi sostanzialmente allo stesso livello oltre i 70 anni.

Adiposità viscerale: fulcro della sindrome metabolica

I processi fisiopatologici coinvolti nello sviluppo della sindrome metabolica sono ancora oggi materia di dibattito per la comunità scientifica. Nonostante gli studi iniziali avessero decretato l'insulino-resistenza come principale meccanismo, da dati più recenti è emerso che l'accumulo di grasso a livello viscerale gioca un ruolo primario.

L'adiposità viscerale è, infatti, un predittore indipendente dell'alterata sensibilità all'insulina, della ridotta tolleranza glucidica, dell'ipertensione e della dislipidemia, tutte caratteristiche della sindrome metabolica. Di importanza rilevante è, inoltre, l'attività

metabolica del grasso intra-addominale, essendo questo una fonte di acidi grassi liberi, di adipochine e di mediatori dell'infiammazione come il TNF- α e l'inibitore dell'attivatore del plasminogeno.

A dimostrazione del ruolo fondamentale dell'adiposità viscerale giungono i risultati di un recente studio condotto su una popolazione di soggetti non diabetici allo scopo di chiarire la relazione tra sensibilità all'insulina, tessuto adiposo intra-addominale e grasso sottocutaneo. Dai dati ottenuti emerge che sia la sensibilità all'insulina che l'adiposità viscerale sono correlati in modo significativo con la sindrome metabolica. In particolare, il grasso intra-addominale è indipendentemente associato a tutti gli aspetti della sindrome metabolica, mentre esiste un'associazione indipendente tra sensibilità all'insulina e i livelli di colesterolo HDL, di trigliceridemia e di glucosio a digiuno previsti nella definizione della sindrome metabolica. Al contrario, per il grasso sottocutaneo è emersa una sola correlazione indipendente con la circonferenza addominale. L'associazione significativa che risulta da questo studio tra l'adiposità

viscerale e tutti gli aspetti della sindrome metabolica è in parte indipendente dall'effetto della resistenza all'insulina e dei depositi addominali di grasso sottocutaneo. Si è dimostrato, inoltre, che una riduzione del grasso viscerale a seguito di dimagrimento o di rimozione chirurgica si accompagna da una parte all'aumento della sensibilità all'insulina e dei livelli di colesterolo HDL e dall'altra alla riduzione della trigliceridemia e dei valori di pressione arteriosa. L'adiposità viscerale, pertanto, indipendentemente dalla resistenza all'insulina, svolge un ruolo predominante nella fisiopatologia dello sviluppo della sindrome metabolica e delle sue sequele.

Anomalie del metabolismo ossidativo e sviluppo della sindrome metabolica

Le molteplici manifestazioni cliniche caratteristiche della sindrome metabolica potrebbero essere sostenute da diversi meccanismi cellulari. Tra i possibili processi coinvolti sembra svolgere un ruolo chiave il metabolismo cellulare: in particolare, un difettoso

metabolismo ossidativo può essere responsabile dell'aumento del grasso viscerale e dello sviluppo di insulino-resistenza a livello del tessuto adiposo e del muscolo scheletrico. Da queste osservazioni è possibile quindi ipotizzare che un'alterata funzionalità mitocondriale sia alla base della sindrome metabolica stessa.

Un recente studio condotto sia su soggetti non diabetici che su soggetti con diabete mellito di tipo 2 o con insulino-resistenza (e quindi ad alto rischio di sviluppare diabete) ha evidenziato una riduzione dell'espressione dei geni coinvolti nella fosforilazione ossidativa (molti dei quali regolati dal fattore di trascrizione NRF [*nuclear respiratory factor*]) nel tessuto muscolare dei pazienti con alterato metabolismo glucidico. Inoltre, nei soggetti diabetici e in quelli con insulino-resistenza è emersa una significativa riduzione dell'espressione del *peroxisome proliferator-activated receptor- γ* (*PPAR- γ*) *coactivator 1 α* (PGC-1 α), un coregolatore inducibile di recettori nucleari come NRF coinvolti nella biogenesi e nella regolazione della funzione mitocondriale. Questi dati sembrano

suggerire che una riduzione dell'espressione di PGC-1 α potrebbe essere responsabile di una ridotta espressione dei geni regolati da NRF che controllano l'attività metabolica e quella mitocondriale, e contribuirebbe quindi alle alterazioni metaboliche caratteristiche della resistenza all'insulina, del diabete mellito e forse anche dell'obesità.

Al contrario, nel tessuto cardiaco di soggetti con diabete mellito di tipo 1 si è riscontrato un aumento dell'espressione dei geni coinvolti nella regolazione della biogenesi e della funzione dei mitocondri.

Normalmente il cuore di un adulto sano genera ATP servendosi sia del metabolismo dei carboidrati che dell'ossidazione degli acidi grassi a livello mitocondriale. Diversamente la produzione energetica del cuore di un soggetto diabetico deriva prevalentemente dall'ossidazione degli acidi grassi che si accompagna ad un'iperattivazione del sistema PPAR- γ / PGC-1 α . Questo spostamento del metabolismo energetico sull'ossidazione degli acidi grassi, in un primo momento, rappresenta un meccanismo adattativo al fine di mantenere una risposta adeguata alle esigenze energetiche. Tuttavia,

nel tempo, questa condizione può rivelarsi controproducente causando disfunzioni mitocondriali e rimodellamento del muscolo cardiaco.

Alterazioni della funzione mitocondriale sono state, infatti, riscontrate nel tessuto cardiaco di animali con resistenza all'insulina o diabete, in cui si è dimostrata una riduzione dell'attività trascrizionale a livello mitocondriale.

Sia nell'obesità che nella comune forma di diabete di tipo 2, si riscontra una riduzione dell'ossidazione e dell'accumulo di glucosio associata ad una diminuzione dell'attività del ciclo dell'acido tricarbossilico, della β -ossidazione e degli enzimi della catena respiratoria (specialmente il complesso I), con una riduzione della massa e del numero dei mitocondri. Studi condotti sia su animali che su soggetti umani hanno suggerito che l'alterata espressione genica del metabolismo ossidativo possa avere un potenziale ruolo nella patogenesi del diabete mellito. In modelli animali di diabete mellito indotto con streptozotocina è stata, infatti, dimostrata una riduzione dell'espressione dei geni della fosforilazione ossidativa. Allo stesso

modo l'espressione di diversi geni del metabolismo energetico è risultata alterata sia in soggetti affetti da diabete mellito di tipo 2 con un cattivo controllo dei livelli glicemici che in soggetti con insulino resistenza non diabetici. Una riduzione dell'espressione delle subunità della catena respiratoria NADH deidrogenasi 1 e ATP5C1 è stata dimostrata negli Indiani Pima non diabetici resistenti all'insulina. In topi ob/ob geneticamente obesi, normoglicemici e resistenti all'insulina, è risultata una diminuita espressione della subunità F dell'ATP sintasi con ridotta produzione di ATP. Simili riduzioni dell'espressione dei geni della fosforilazione ossidativa sono state riscontrate in soggetti caucasici con una ridotta tolleranza glucidica o con diabete mellito di tipo 2. Questi risultati suggeriscono in modo incontrovertibile che la sindrome metabolica si accompagna ad un difetto della biogenesi e della funzione mitocondriale.

Sindrome metabolica in presenza di 3 o più dei seguenti fattori:

1. Obesità addominale (circonferenza vita): uomini > 102 cm, donne > 88 cm
--

2. Trigliceridi \geq 150 mg/dl

3. Colesterolo HDL: uomini < 40 mg/dl, donne < 50 mg/dl

4. Pressione Arteriosa \geq 130/85 mmHg

5. Glicemia a digiuno \geq 110 mg/dl
--

Criteri diagnostici NCEP-ATPIII della sindrome metabolica

METODICA

L'attività viene strutturata in tre fasi, una prima fase di counseling per la motivazione all'attività motoria con la consulenza di uno psicologo, una seconda fase in cui viene valutato l'aspetto medico e l'ultima parte, quella tipicamente motoria che impegna i diabetici sia in palestra (a secco), con attività aerobiche ed in sala attrezzi, sia in piscina sempre coordinata dagli Esperti del movimento.

COUNSELING

Ad ogni paziente viene somministrato un questionario per valutare la compliance verso la terapia in atto, l'aderenza alla terapia, e il

miglioramento di parametri inerenti l'autocontrollo, l'autogestione e la qualità di vita.

I pazienti, durante la compilazione dei questionari, rimangono da soli in una stanza, liberi pertanto di esprimere la propria opinione e senza condizionamenti esterni.

- 1. Questionario sullo stato di soddisfazione per il trattamento del diabete**
- 2. Questionario sullo stato di benessere**
- 3. Questionario sullo stato di salute**

ATTIVITA' MOTORIA IN PALESTRA (a secco)

L'attività fisica può essere definita una forma di movimento che richiede energia proveniente dal metabolismo. Essa comprende l'attività legata al lavoro, quella legata alle attività quotidiane, del tempo libero, e lo sport sia a livello amatoriale che agonistico. Quando un programma d'attività fisica è ben strutturato si parla di "training fisico".

Il maggior componente di uno stile di vita salutista è la forma fisica, che non è altro che l'abilità di poter compiere i comuni atti della vita quotidiana con vigore e prontezza, senza indurre la fatica, essendo così pronti a rispondere agli imprevisti.

La forma fisica si basa su quattro componenti principali:

- Cardiorespiratoria
- Muscolare
- Flessibilità
- Composizione corporea

Cardiorespiratoria

E' l'abilità del cuore, del polmone e del sistema circolatorio di supplementare la richiesta d'ossigeno per il lavoro muscolare. Uno dei più validi sistemi per misurare la capacità funzionale del sistema cardiorespiratorio è il massimo consumo d'ossigeno (VO₂ max) che rappresenta il valore al quale l'ossigeno può essere utilizzato dall'organismo per produrre energia. Miglioramenti dell'endurance

cardiorespiratoria si ottengono con esercizi aerobici ripetitivi che coinvolgono larghe masse muscolari. Sono esercizi in genere ben tollerati, ottimali e con poche controindicazioni. L'attività cardiovascolare realizzabile con le macchine *cardio* quali il *run*, la *cardio step*, la *bike*, la *cardio-bike orizzontale* etc... determina effetti benefici coinvolgendo tutto il sistema di trasporto dell'ossigeno.

Muscolare

Il benessere muscolare comprende la **forza muscolare** e la **resistenza muscolare**. La forza muscolare è la massima forza o tensione che può essere effettuata da un particolare gruppo muscolare.

La resistenza muscolare è definita come l'abilità di un gruppo muscolare di esercitare una forza submassimale per lunghi periodi di tempo. Può essere ottenuta sia in modo statico che da ripetute contrazioni (dinamico).

Flessibilità

E' la capacità di un'articolazione di muoversi liberamente attraverso il suo pieno range di mozione. La flessibilità decresce con l'età e con il diminuire dell'attività fisica. Esercizi per la flessibilità dovrebbero sempre essere presenti in programmi di esercizio per persone anziane. Permette di prevenire i danni muscolari e dei tessuti molli e prepara al lavoro di forza.

Composizione corporea

La composizione corporea è espressione di alcuni elementi vitali del corpo tra cui: la massa muscolare, massa grassa, tessuto osseo e di altre parti vitali del corpo.

Essa è data dal rapporto tra il peso corporeo e la superficie corporea (BMI).

Un soggetto è normopeso quando ha un BMI inferiore a 25 Kg/m^2 , soprappeso quando ha un BMI compreso tra 25 Kg/m^2 e 30 Kg/m^2 , francamente obeso quando il BMI è superiore a 30 Kg/m^2 .

La composizione corporea è importante in quanto espressione del management del peso corporeo.

Elementi centrali: polmoni, cuore, sistemi circolatorio, sangue, elementi periferici, fibre muscolari, capillari.

Gli adattamenti avvengono ad inizio attività e in breve tempo riguardano l'emodinamica e si realizzano attraverso un aumento della perfusione ematica con diminuzione delle resistenze periferiche.

Inoltre la contrazione cardiaca aumenta la forza e il volume della gittata sistolica. Le modifiche più sensibili a lungo termine che derivano dall'attività aerobica sono: il miglioramento della capacità di trasporto e dell'utilizzo dell'ossigeno durante lo sforzo fisico; la diminuzione della pressione arteriosa; il miglioramento della composizione corporea.

Il cuore diventa più grande (ipertrofia ventricolare sinistra) così come diventa più capiente il ventricolo sinistro (da 70 ml può arrivare a

contenere ed iniettare fino a 120 ml di sangue ad ogni contrazione) con diminuzione della frequenza cardiaca a riposo.

L'attività aerobica induce un aumento del volume del sangue soprattutto a carico della sua componente plastica con la conseguente maggiore fluidità dello stesso. A livello muscolare si realizza un aumento della capillarizzazione alla quale consegue un abbassamento della pressione arteriosa, un aumento delle scorte dei substrati energetici deputati a questo tipo di lavoro ed una migliore capacità di ossidazione degli stessi. A livello psichico l'attività aerobica esercita un'azione liberatoria delle tensioni emotive anche per le influenze delle endorfine la cui concentrazione ematica aumenta in relazione all'attività fisica prolungata. Per stimolare l'apparato cardiovascolare è necessario coinvolgere grandi masse muscolari in modo ritmico e per un tempo prolungato.

Effetti sulla colonna vertebrale

Le principali deformazioni a carico della colonna (cifosi, lordosi, scoliosi ecc...) o i semplici atteggiamenti posturali scorretti nascono in seguito ad un rilassamento della muscolatura, a squilibri di tensione tra gli stessi e tra i legamenti posteriori e anteriori.

Nella cifosi si manifesta un rilassamento della muscolatura e dei legamenti posteriori associati ad un irrigidimento dei legamenti anteriori e della gabbia toracica; mentre nella scoliosi si realizza una combinazione di flessione e torsione vertebrale con il relativo rilasciamento e irrigidimento di alcune fasce legamentari.

In questa ottica si colloca il lavoro di mobilizzazione attraverso movimenti di torsioni, flessioni ed estensioni della colonna, associati al respiro e di coinvolgimento dei muscoli profondi che hanno il compito del mantenimento posturale della colonna in sinergia con le grandi masse.

Il movimento, inoltre, innesca sulle articolazioni vertebrali un processo "spremitura e assorbimento" attraverso il quale i tessuti

connettivi articolari (tessuti cartilaginei) assorbono nutrienti migliorando la loro funzione.

Stretching

Prima di avviare un soggetto ad un'attività fisica programmata è importante iniziare con gli allungamenti muscolo-tendinei, cioè con lo stretching. Esso consiste nell'allungamento delle parti molli dell'apparato locomotore al fine di migliorare la mobilità.

La distensione deve essere dolce, graduale e progressiva e deve riguardare tutti i distretti corporei.

Tali esercizi devono essere eseguiti mantenendo la posizione per almeno 30 secondi, tempo minimo e necessario al raggiungimento di un graduale stiramento.

Ad inizio della seduta di allenamento lo stretching ha lo scopo di preparare tutti i tessuti ad uno sforzo maggiore, aumentando la temperatura e diminuendo la possibilità di traumi muscolari.

Un'accurata fase di stretching nella fase conclusiva della seduta di allenamento è indispensabile per:

1. Ripristinare la normale lunghezza dei muscoli che, in seguito al lavoro svolto, hanno sviluppato una maggiore tensione;
2. Facilitare la dispersione del metabolismo della fatica attraverso un recupero attivo;
3. Evitare i dolori muscolari per la sua azione analogica al massaggio.

Come risultato, il corpo è abbandonato al ritmo respiratorio e cardiaco e si coltiva una sensazione di rilassamento profondo.

Le più comuni tecniche di stretching hanno come denominatore comune il fatto di condizionare l'inibizione del riflesso da stiramento e di esaltare il riflesso inverso da stiramento che prevede l'intervento degli organi tendinei del Golgi i quali provvedono a ridurre lo stato di tensione muscolare in un tempo compreso tra i sei e gli otto secondi.

L'esercizio di stretching deve essere effettuato in forma statica evitando di eseguire molleggi o bruschi movimenti.

La tecnica corretta passa attraverso una “tensione facile” rilassata e prolungata in cui bisogna fermarsi 10-30 secondi ed una “tensione di sviluppo” dove si deve avvertire una tensione discreta ma mai dolorosa che bisognerà mantenere per altri 10-30 secondi. La distensibilità deve essere lenta, ritmica e sotto controllo. Nei casi di lavoro ad alta intensità muscolare, lo stretching deve essere realizzato rimanendo su una tensione facile per il tempo massimo consigliato, in quanto sono presenti “contrazioni latenti” anche dopo lo sforzo.

I PERCORSI D'ACCESSO ALL'ATTIVITA' FISICA

L'esercizio fisico comprende due grandi capitoli, l'attività motoria e l'attività sportiva.

L'attività motoria (cioè quella effettuata nel lavoro, nel tempo libero, nello sport amatoriale e competitivo) è, secondo le leggi fisiche, l'espressione biomeccanica del movimento per le sue implicazioni sul sistema muscolo-scheletrico, neuroendocrino e cardiovascolare.

Per quanto riguarda il sistema muscolo-scheletrico essa migliora l'ossidazione del glucosio e degli acidi grassi, modifica la composizione in fibre del muscolo striato (aumento fibre muscolari lente, rosse), aumenta il contenuto in mitocondri e l'espressione in superficie del GLUT-4. Per quanto riguarda il sistema neuro-endocrino contribuisce a mantenere l'omeostasi corporea attraverso la liberazione di ormoni controregolatori (aumento della gluconeogenesi e della lipolisi per riduzione dell'insulinemia, aumentati livelli di glucagone, GH, catecolamine e cortisolo). Infine, per ciò che concerne il sistema cardiovascolare ha indubbi effetti benefici nel circolo coronarico e periferico oltre che sulla riduzione della pressione arteriosa.

Il corretto studio dell'attività fisica nei soggetti diabetici permette l'attuazione di strategie differenziate per tipo di diabete, età, fattori metabolici, complicanze, scelta dell'attività sportiva ecc.

Nei percorsi d'accesso all'attività motoria bisogna pertanto prendere in considerazione diverse variabili. Ciò avviene attraverso un'iniziale

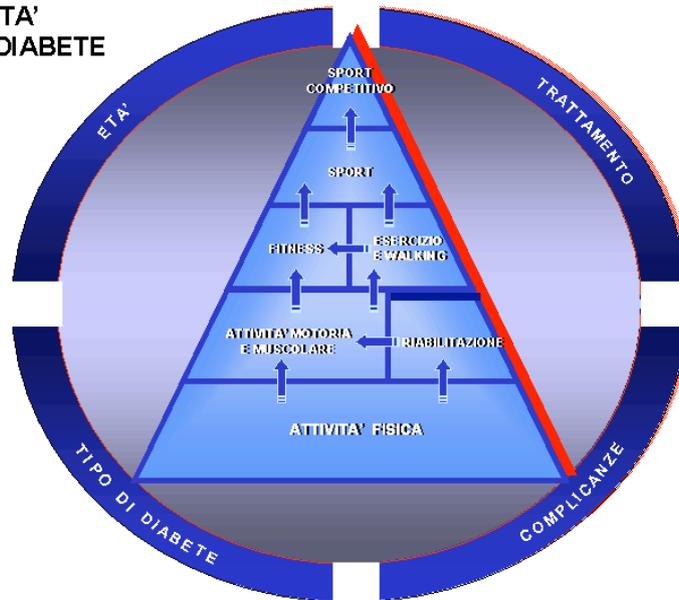
analisi e valutazione di prerequisiti che permettano di elaborare una corretta programmazione del percorso terapeutico riguardo all'attività motoria, ponendosi come obiettivo il miglioramento della qualità di vita del paziente diabetico. Bisogna così individuare strategie per la motivazione del paziente diabetico come ad esempio fornendo delle semplici raccomandazioni, stabilire gli interventi educativi più efficaci e predisporre strumenti di controllo e di verifica.

Il diabetico, quindi, deve essere messo in condizioni di partecipare attivamente e coscientemente, senza nessuna imposizione.

Sono tre, fondamentalmente, i prerequisiti da prendere in considerazione: individuali, metabolici e fisici. Fra i primi oltre all'età bisogna tenere conto del livello culturale, dell'ambiente, della famiglia. Fra quelli metabolici il tipo, la durata della malattia, la terapia dietetico-farmacologica, lo screening delle complicanze ecc. Infine, fra i prerequisiti fisici bisogna considerare il BMI, lo sviluppo muscolo-scheletrico, lo stato fisico attuale e la mobilità articolare.

LA PIRAMIDE DELL'ATTIVITA' MOTORIA

PIRAMIDE DELL'ATTIVITA' FISICA NEL DIABETE



Il concetto di Piramide dell'Attività Fisica nel Diabete, nasce dall'esigenza di realizzare un percorso educativo specifico e pianificato che, partendo dalla base di essa ed attraverso passaggi obbligati e vincolanti, si snoda progressivamente verso il vertice della piramide .

Alla base di questa viene rappresentata l'attività fisica che può e deve essere esercitata da tutti (diabetici e non) per il benessere psicofisico dell'individuo: è il punto di partenza e di sostegno di tutta la parte sovrastante della piramide. Si passa quindi alle sezioni superiori, rappresentate una dall'attività fisica riabilitativa (piede diabetico,

pregresso infarto e/o ictus ecc.) e l'altra dall'attività motoria e muscolare i cui effetti biomeccanici hanno un impatto positivo sul sistema muscolo-scheletrico e su quello neuro-endocrino. Da qui si può quindi accedere ai settori superiori che comprendono il fitness (attività fisica programmata con attrezzature specifiche) e il walking, inteso più come *fitwalking* (camminata veloce), attività regina a livello salutistico per il miglioramento dello stile e della qualità di vita del diabetico. Salendo ancora si arriva all'attività sportiva non competitiva (amatoriale o dilettantistica) prima di giungere al vertice della piramide, che raffigura l'attività sportiva agonistica, dove l'impegno psicofisico e muscolare è massimo.

CONTRIBUTO DELL'IDROKINESI

Attività motoria in acqua; non solo nuoto.

In un ambiente accogliente, facilitando gli accessi alla vasca, utilizzando una temperatura oscillante fra i 30 ed i 33°, si potrà offrire un luogo di esercitazione eccellente, in cui il paziente può rilassarsi, sentirsi leggero, agile e attivo.

Il “peso acquatico”.

Immerso in acqua il corpo riduce il proprio peso in base alla profondità e quindi all'altezza dell'acqua, con l'acqua al ginocchio il peso del corpo è ridotto del 20%, con l'acqua alla coscia la riduzione arriverà al 40%, 50% con l'acqua all'ombellico, 80% alle spalle, per giungere alla situazione di acqua al collo in cui il peso acquatico equivale al 5% del proprio peso reale. I vantaggi e le esercitazioni da proporre sono assolutamente consequenziali. In acqua infatti non esiste solamente la possibilità di praticare le classiche discipline olimpiche, poco proponibili all'anziano inesperto, ma si possono proporre, e sono ancor più indicate per le nostre popolazioni speciali, altre attività motorie di ginnastica con variazioni della tipologia di esercizio e con diverse finalità in funzione del protocollo di programmazione di attività che può essere adottato.

Il presente lavoro vuole verificare l'impatto addizionale sul profilo glicemico di soggetti con diabete tipo 2 in buon compenso con BMI di partenza pari a ≥ 29 e con un discreto livello motorio, senza complicazioni acute della malattia diabetica.

A questo punto i pazienti sono stati ulteriormente classificati (vedremo nel protocollo operativo) in due gruppi per facilitare le esercitazioni acquatiche e rendere più omogenei i gruppi da trattare.

I soggetti in questione sono stati sottoposti a due sedute settimanali di

allenamento in acqua aggiunte alla terapia fisica composta dalle sedute settimanali di attività fisica adattata .

Lo scopo è quello di indagare se 5 sedute settimanali (3 di palestra con ginnastica adattata e 2 di piscina) determinano miglioramenti significativi sul piano della gestione dei livelli glicemici nel sangue. Il totale delle sedute nell'intervallo temporale considerato è di 49 le Misurazioni complete (ingresso e uscita) riguardano un totale di 432 sedute (la seduta del 19/04 non riporta le valutazioni di uscita e per tanto non è stata considerata nei calcoli). I pazienti arruolati per lo studio sono un totale di 15 soggetti distinti in 9 donne e 6 uomini distribuiti in pazienti mattutini (12 di cui 7 donne 5 uomini) e pomeridiani (3 di cui 2 donne 1 uomini) la frequenza di questo gruppo ha avuto il suo miglior rappresentante in M. R. con il solo 12% di assenze mentre la peggior performance è attribuibile a M. Z. con 87% di assenze.

La sezione grafica (alla quale si rimanda) è più ricca di particolari per quanto attiene la frequenza dei due gruppi.

Questo lavoro tiene conto delle misurazioni effettuate dal 19/01 al 07/6 come dimostrano fogli excell allegati. Sono stati analizzati la situazione delle presenze con i calcoli relativi alla frequenza e le relative misurazioni glicemiche pre e post esercizio.

Protocollo operativo

Verifica del livello di acquaticità.

Dopo un iniziale periodo di osservazione i pazienti sono stati divisi dal personale della piscina in gruppo acquatici e gruppo vasca piccola: i primi sanno nuotare con relativa autonomia mentre i secondi hanno bisogno di “sussidi e vasca bassa”.

Nel programma operativo il lavoro era pressoché simile (60’ per gli acquatici e 55’ per i vasca piccola) con l’eccezione che il lavoro degli acquatici prevedeva nuotate (dorso rana e stile libero) e una diversa strutturazione della lezione che possiamo riassumere nella seguente tabella:

Protocollo “gr. Acquatici”:

- 30’ nuoto con e senza sussidi alternando nuotate in atteggiamento supino (dorsate) e prono (rana e stile libero) a ritmi blandi e costanti;
- 15’ in vasca bassa: andature in scarico dell’ 85% (livello dell’acqua alle spalle) camminate in avanti, a ritroso lateralmente, sulle punte, sui tallono, a ginocchia alte contro la resistenza dell’acqua;
- 10’ esercizi di irrobustimento degli arti superiori con sussidi galleggianti;
- 5’ stretching per la mobilizzazione di tutti i distretti corporei;
- rilassamento e ritorno ai valori funzionali basali.

Protocollo “gr. Vasca piccola”:

- 15’ nuoto con sussidi;
- 15’ andature;
- 10’ esercizi per gli arti inferiori alla parete;
- 10’ esercizi per gli arti superiori;
- 5’ stretching;
- rilassamento

Procedura operativa: seduta tipo da proporre al paziente

diabetico e/o obeso:

dopo aver informato il paziente su tutta la problematica dell'ambiente sdruciolevole tipico degli spogliatoi e dei bordo vasca delle piscine (mai scalzi e buon battistrada delle calzature da utilizzare solo nelle parti umide degli impianti natatori) si propone al paziente l'ingresso in acqua più idoneo possibile: dall'utilizzo dell'idoneo elevatore per il grande obeso, all'uso corretto della scaletta o del bordo vasca; seduti, scivolare in acqua sostenuti e/o assistiti dal terapista.

Esercizi per gli arti inferiori

Le sedute iniziali si svolgono in acqua bassa, alla vita (altezza 100-120 cm);

iniziare la semplice deambulazione avanti, laterale, controlaterale, indietro.

- Andature sulle punte e sui talloni a gambe tese con quadricipite contratto;
- andature a ginocchia alte in avanti e lateralmente;
- andature in avanti ed a ritroso su una riga;
- andature a ginocchio alto con pausa di 3" sull'avampiede;
- stretching dei muscoli flessori ed estensori.
- irrobustimento; pressa con galleggiante sotto la pianta del piede
- adduzioni ed abduzioni con galleggiante sotto la pianta del piede ;
- articolarietà: in appoggio ad un angolo della piscina, posizione del corpo
- in attitudine di sospensione , eseguire le seguenti azioni:
- gambe a bicicletta, flessione-estensione, bicicletta,
- divaricare e riunire le gambe tese, bicicletta.
- In piedi alla parete eseguire piegamenti delle gambe che permettono immersioni fino alla linea delle spalle ed al collo.

- Elevazione lenta e progressivamente ampia delle gambe in fuori, in avanti, indietro.
- Stesso esercizio, incrociando con la gamba verso la spalla opposta.
- In appoggio alla parete con le spalle, in presa con le mani e le braccia ed il capo poggiato in acqua, assistiti dal terapeuta, raggiungere la posizione orizzontale;
- iniziare flessione estensioni degli arti inferiori, pedalate e sforbiciate con le gambe.

Esercizi di ginnastica respiratoria

In piedi, piegamenti sulle gambe fino ad immergere il viso per svolgere esercizi di ginnastica respiratoria. Per l'anziano in genere la cura della tecnica respiratoria assume vantaggi straordinari sotto l'aspetto dell'ossigenazione generale, per quanto riguarda la ginnastica dei muscoli intercostali nella fase fondamentale quanto colpevolmente trascurata della espirazione. Risvegliare stimolare la muscolatura intercostale e diaframmatica migliora le condizioni generali fino al controllo dell'ansia ed al rilassamento settoriale.

- Inspirare profondamente dalla bocca (in seguito bocca-naso) mentre il viso è in emersione ed espirare lentamente quando il viso si immerge.
- Prolungare il tempo di espirazione: 1" per inspirare e 2-3-5" per espirare.
- Eseguire le azioni sopradescritte in posizione di flessione del busto in avanti, piedi al pavimento ed in presa alla parete.
- Eseguire le azioni sopra descritte in posizione orizzontale in presa alla parete.

Esercizi per gli arti superiori

- In piedi, in ginocchio o seduti su appositi sgabelli, con l'acqua al collo, svolgere esercizi per gli arti superiori, stimolando l'ampiezza articolare;
- l'anziano dimostra sempre di gradire la sensazione della spalla che ritorna gradualmente a mobilità
- azione simultanea delle braccia sul piano sagittale in cui si effettua la flessione estensione delle braccia.
- Stesso esercizio sul piano frontale partendo da braccia in fuori. La posizione delle mani si oppone al movimento provocando attrito.
- Elevazione degli arti superiori che allontanandosi dal corpo vincono la resistenza dell'acqua.
- Chiusure ed aperture degli arti superiori, partendo da braccia in fuori, distese a mano aperte.

Esercizi per i muscoli del collo

In piedi con l'acqua al collo: proporre esercizi per la mobilità del tratto cervicale che lavora meglio se immerso in acqua a 32° grazie all'azione antalgica, rilassante e decontratturante dell'acqua.

Fasi della seduta

La durata ottimale della seduta va dai 50 ai 60', divisi in:

fase iniziale o del riscaldamento;

fase centrale o specifica;

fase finale o del defaticamento.

Il riscaldamento (5-10') parte da qualche momento di ambientamento

che permette il superamento della iniziale sensazione di freddo e di disagio con l'ambiente liquido.

Il vero avviamento fisiologico attiva la temperatura interna dei muscoli, l'apporto di ossigeno agli stessi e la mobilitazione articolare.

Vengono preferite attività a ritmi blandi, con movimenti ampi e completi.

Parte specifica (30-40')

Vengono utilizzati tutti i possibili strumenti per raggiungere l'obiettivo prescelto, senza trascurare comunque le capacità, le aspettative ed i bisogni dei pazienti.

Saranno sempre presenti concetti di gradualità e progressività.

Il defaticamento (5' ca).

La serie di esercizi rilassanti e di allungamento che permettono di lasciare la vasca dopo il ritorno alla calma ed a valori fisiologici quasi basali, possibilmente con sensazioni di benessere e soddisfazione.

Dorso "adattato"

Supini, collarino galleggiante sotto la nuca e galleggiante sotto la zona poplitea per far basculare il bacino e decontrarre il tratto lombare; remate delle braccia che raggiungono la linea delle spalle e poi spingono fino alle cosce.

RISULTATI

Glicemia media in ingresso ed uscita

E' stato valutato Il compenso glicemico medio in ingresso ed uscita al 1° mese (T1) e 6° mese (T3).

Al 6° mese si è avuta una riduzione statisticamente significativa rispetto al basale ($112,62 \pm 6.12$ mg/dl vs 149.71 ± 9.61 mg/dl, $p < 0.0001$), fig. 1. ,

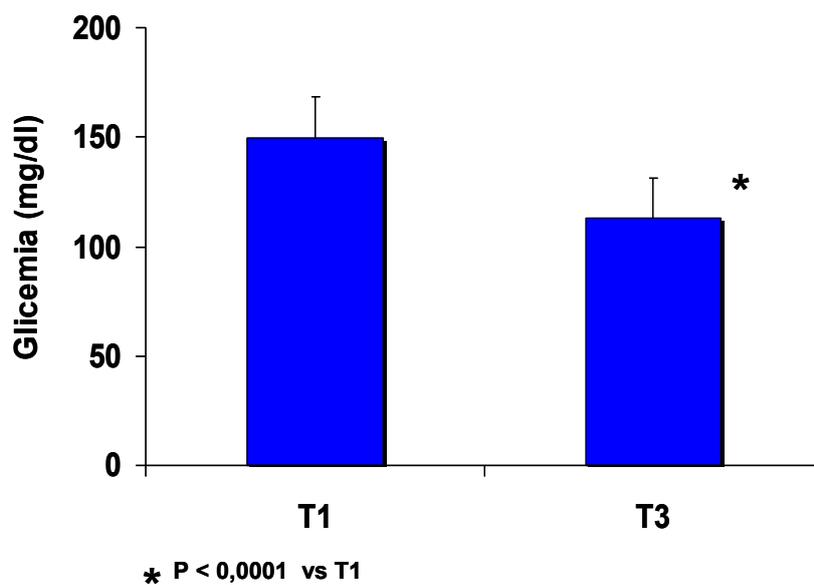


Fig.1

Glicemia media (mattina) in ingresso ed uscita

E' stato valutato Il compenso glicemico medio (mattina) in ingresso

ed uscita al 1° mese (T1) e 6° mese (T3).

Al 6° mese si è avuta una riduzione statisticamente significativa rispetto al basale (104.43 ± 4.97 mg/dl vs 143.53 ± 11.48 mg/dl, $p = 0.0001$), fig. 2,

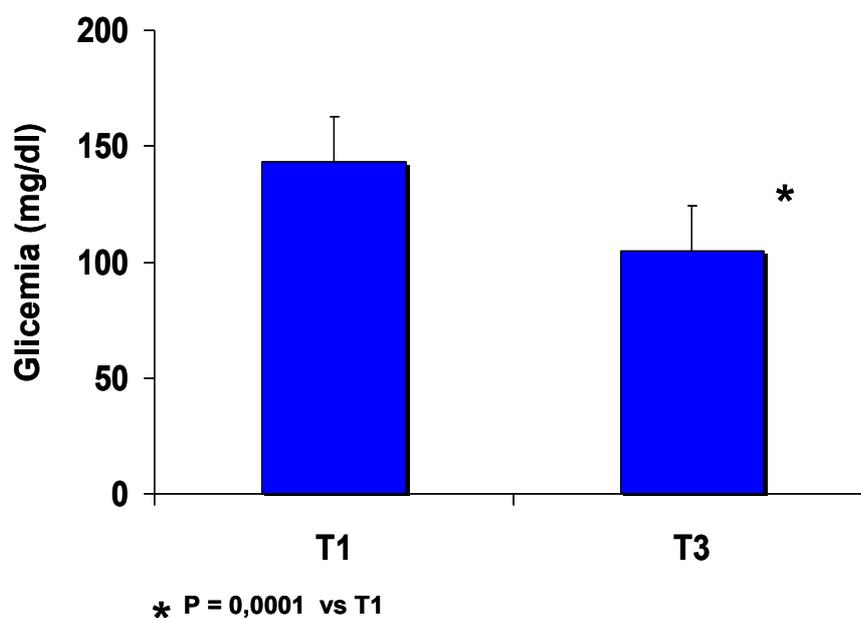


Fig.2

Glicemia media (sera) in ingresso ed uscita

E' stato valutato Il compenso glicemico medio (sera) in ingresso ed uscita al 1° mese (T1) e 6° mese (T3). Al 6° mese si è avuta una

riduzione statisticamente significativa rispetto al basale (149.79 ± 5.52 mg/dl vs 177.75 ± 9.1 mg/dl, $p = 0.0357$), fig.3,

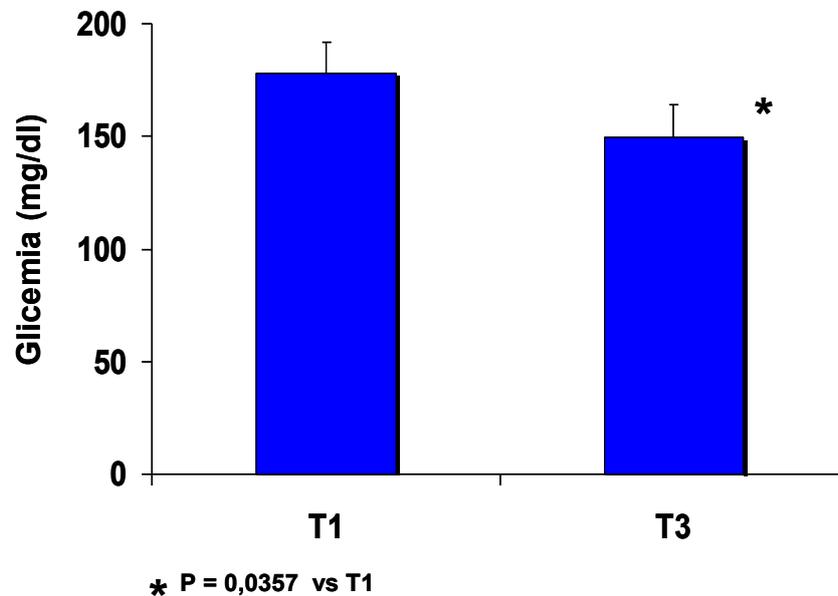


Fig.3

Glicemia media (donne) in ingresso ed uscita

E' stato valutato Il compenso glicemico medio (donne) in ingresso ed uscita al 1° mese (T1) e 6° mese (T3). Al 6° mese si è avuta una riduzione statisticamente significativa rispetto al basale (112.81 ± 9.68 mg/dl vs 151.39 ± 12.86 mg/dl, $p = 0.0006$), fig.4,

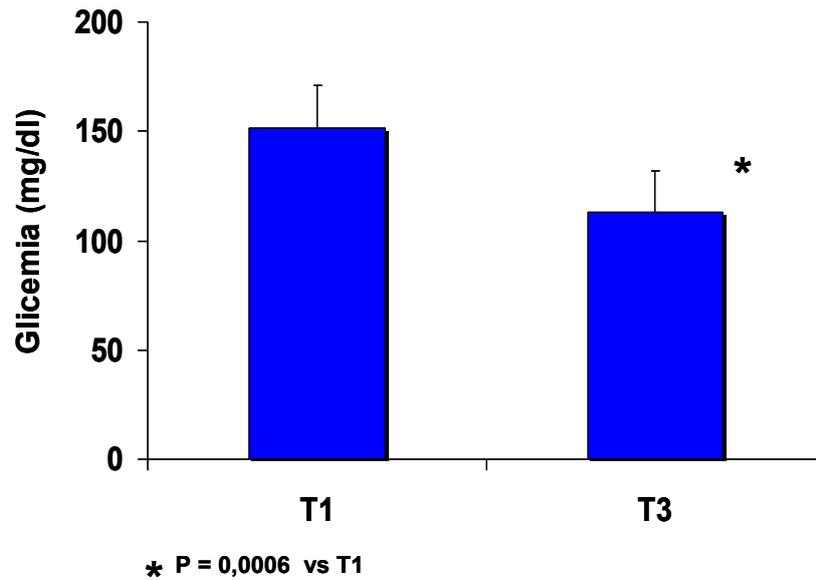


Fig.4

Glicemia media (uomini) in ingresso ed uscita

E' stato valutato Il compenso glicemico medio (uomini) in ingresso ed uscita al 1° mese (T1) e 6° mese (T3). Al 6° mese si è avuta una riduzione statisticamente significativa rispetto al basale (112.39±9.05 mg/dl vs 147.63±15.75 mg/dl, p = 0.0189), fig.5,

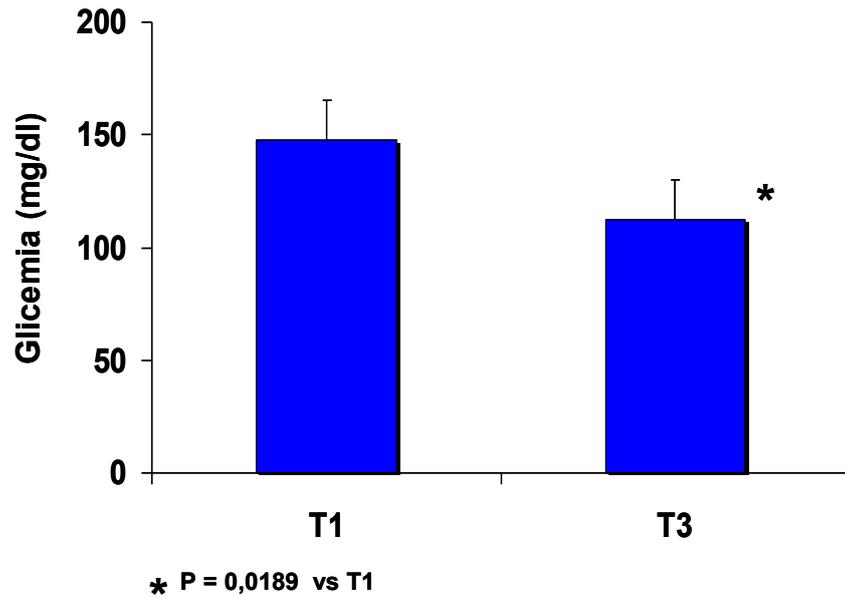


Fig.5

Glicemia media in ingresso ed uscita (rilevazioni al T1, T2, T3)

E' stato valutato Il compenso glicemico medio in ingresso ed uscita ai tempi (1-2-3) . Al 3° mese (T2) si è avuta una riduzione statisticamente significativa rispetto al basale (T1) (**in** 144,82±6,58 mg/dl vs 156,4±8,54 mg/dl, **out** 111,11±6,91 vs 110,95±4,44 mg/dl p = 0,005), mentre al 6° mese (T3) si è avuta una riduzione significativa verso il basale (**in** 144,44±9,89 mg/dl vs 156,4±8,54 mg/dl, **out** 113,34±6,75 vs 111,11±6,91 mg/dl p < 0,005), mentre non si è avuta una significatività verso il 3° mese (**in** 144,44±9,89 mg/dl vs 144,82±8,54 mg/dl, **out** 113,34±6,75 vs 110,95±4,44 mg/dl p =ns),

fig. 6 ,

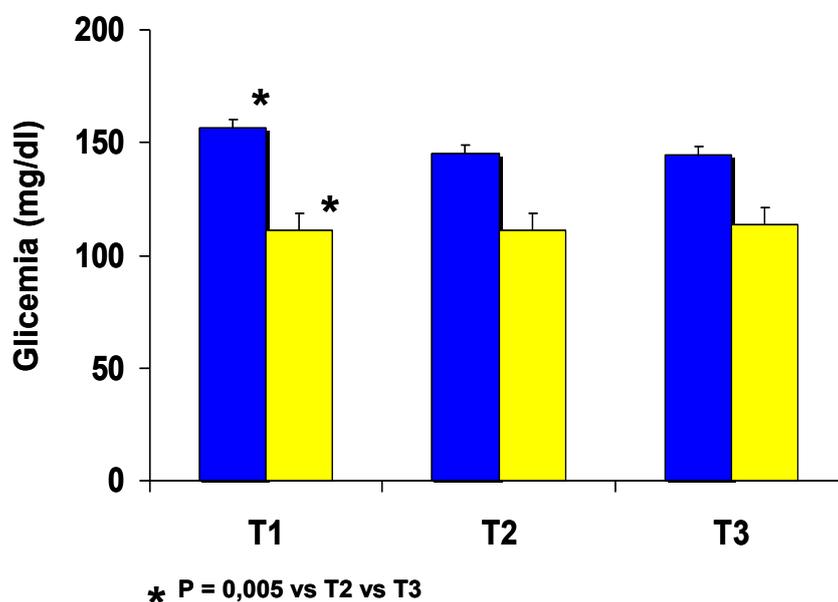


Fig.6

Glicemia media in ingresso ed uscita mattina (rilevazioni al T1, T2, T3)

E' stato valutato Il compenso glicemico medio (mattina) in ingresso ed uscita ai tempi (1-2-3) . Al 3° mese (T2) si è avuta una riduzione statisticamente significativa rispetto al basale (T1) (**in** 134,81±12,91 mg/dl vs 149,83±7,92 mg/dl, **out** 99,9±3,49 vs 107,81±2,48 mg/dl $p < 0,005$), mentre al 6° mese (T3) non si è avuta una riduzione significativa sia verso il basale (**in** 139,62±11,68 mg/dl vs 149,83±7,92 mg/dl, **out** 105,18±6,49 vs 107,81±2,48 mg/dl $p=ns$), sia

verso il 3° mese (in $139,62 \pm 11,48$ mg/dl vs $134,81 \pm 12,91$ mg/dl, out $105,18 \pm 6,49$ vs $99,9 \pm 3,49$ mg/dl $p = ns$), fig. 7 ,

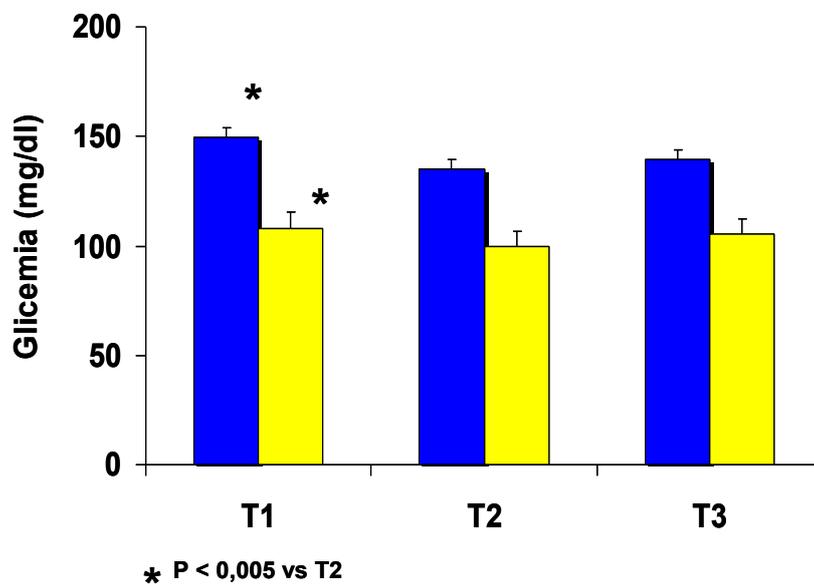


Fig.7

Glicemia media in ingresso ed uscita sera (rilevazioni al T1, T2, T3)

E' stato valutato Il compenso glicemico medio (sera) in ingresso ed uscita ai tempi (1-2-3) senza alcun risultato statisticamente significativo, fig. 8

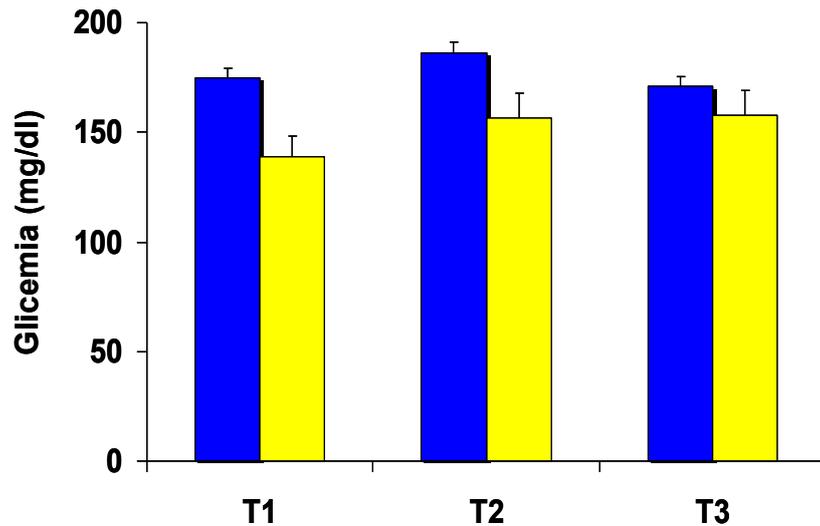


Fig.8

Glicemia media in ingresso ed uscita donne (rilevazioni al T1, T2, T3)

e' stato valutato Il compenso glicemico medio (donne) in ingresso ed uscita ai tempi (1-2-3) . Al 3° mese (T2) si è avuta una riduzione statisticamente significativa rispetto al basale (T1) (**in** 133,83±9,8 mg/dl vs 152,18±10,4 mg/dl, **out** 96,79±6,47 vs 110,7±9,25 mg/dl $p = 0,0001$), mentre al 6° mese (T3) non si è avuta una riduzione significativa sia verso il basale (**in** 155±6,8 mg/dl vs 152,18±10,4 mg/dl, **out** 120,16±3,54 vs 110,7±9,25 mg/dl $p=ns$), sia verso il 3° mese (**in** 155±6,8 mg/dl vs 133,83±9,8 mg/dl, **out** 120,16±3,54 vs 96,79±6,47 mg/dl $p=ns$), fig. 9 ,

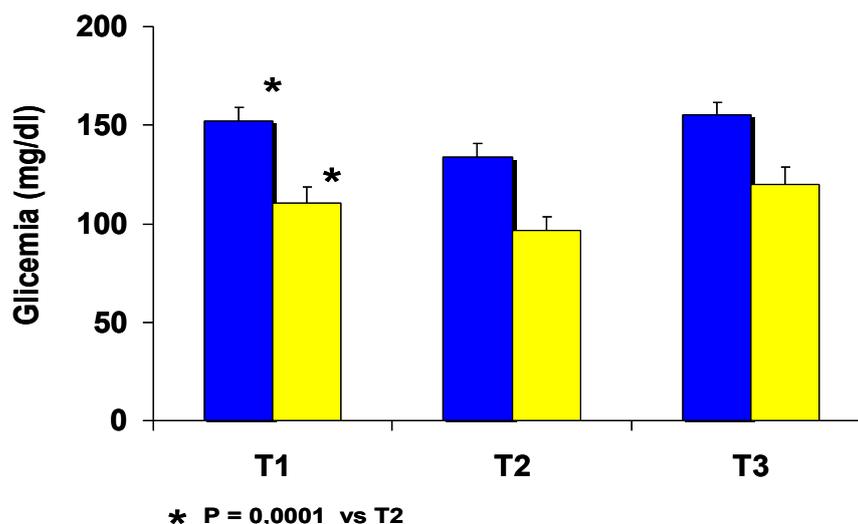


Fig.9

Glicemia media in ingresso ed uscita uomini (rilevazioni al T1, T2, T3)

E' stato valutato Il compenso glicemico medio(uomini) in ingresso ed uscita ai tempi (1-2-3) . Al 3° mese (T2) si è avuta una riduzione statisticamente significativa rispetto al basale (T1) (**in** 136.02±5,12 mg/dl vs 151,93±10,42 mg/dl, **out** 103,55±3,15 vs 106,68±5,49 mg/dl p < 0,005), mentre al 6° mese (T3) si è avuta una riduzione significativa verso il basale (**in** 131,55±5,22 mg/dl vs 151,93±10,42 mg/dl, **out** 96,55±3,94 vs 106,68±5,49 mg/dl p < 0,005), mentre non si è avuta una significatività verso il 3° mese (**in** 131,55±5,22 mg/dl vs 136,02±5,12 mg/dl, **out** 96,55±3,94 vs 103,55±3,15 mg/dl p =ns), fig. 10,

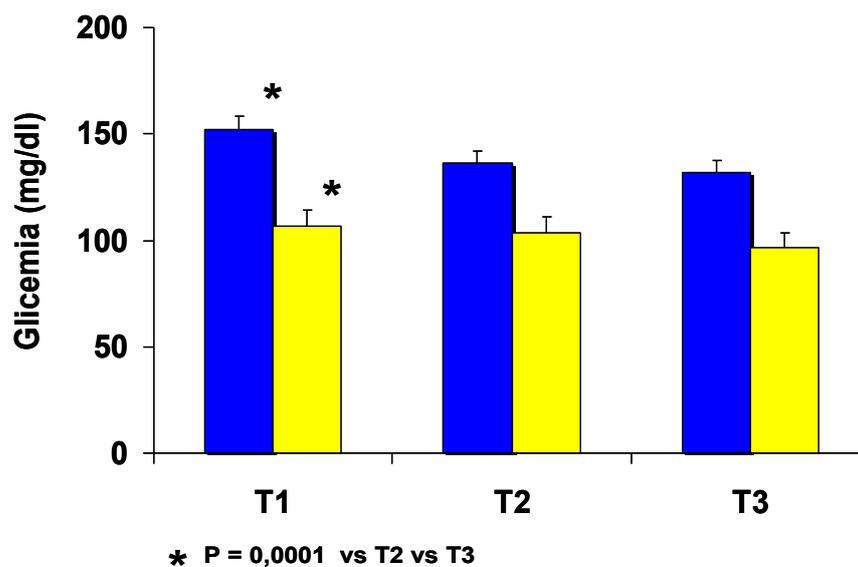


Fig.10

Glicemia media in ingresso ed uscita “gruppo acquatici”

E' stato valutato Il compenso glicemico medio in ingresso ed uscita del gruppo acquatici . Si è avuta una riduzione delle glicemie statisticamente significativa rispetto all'ingresso ($102,71 \pm 2,98$ mg/dl vs $140,47 \pm 6,52$ mg/dl, $p = 0,0001$), fig. 11,

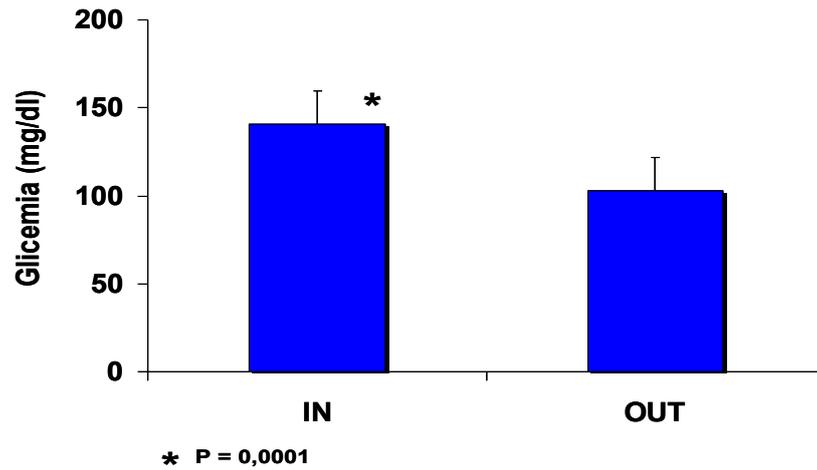


Fig.11

Glicemia media in ingresso ed uscita gruppo “vasca piccola”

E' stato valutato Il compenso glicemico medio in ingresso ed uscita del gruppo vasca piccola . Si è avuta una riduzione delle glicemie statisticamente significativa rispetto all'ingresso ($119,44 \pm 6,94$ mg/dl vs $156,07 \pm 8,37$ mg/dl, $p = 0,0001$), fig. 12,

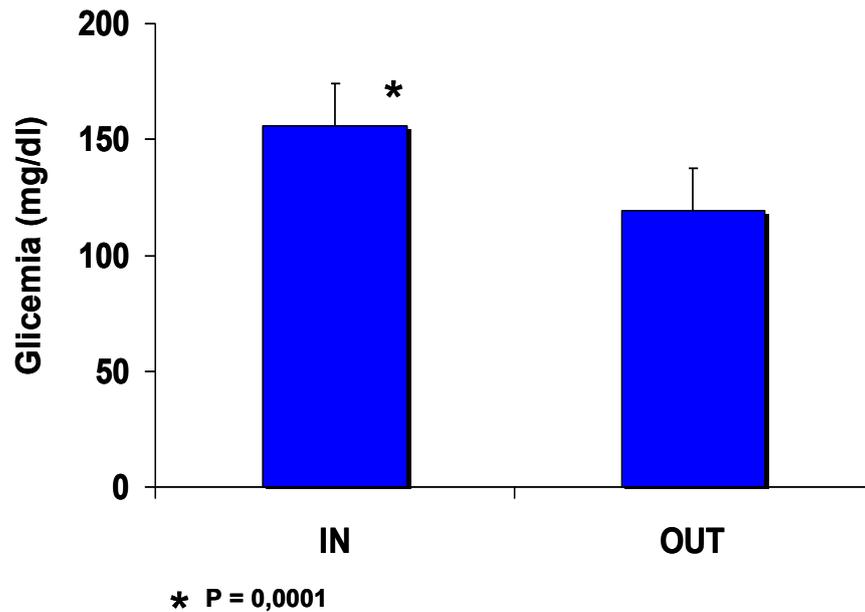


Fig.12

**CONFRONTO FRA I RISULTATI DERIVANTI DAL LAVORO
IN PALESTRA ED IN PISCINA**

Glicemia media in ingresso ed uscita sedute in palestra

E' stato valutato Il compenso glicemico medio in ingresso ed uscita delle sedute in palestra. Si è avuta una riduzione delle glicemie statisticamente significativa rispetto all'ingresso ($125,92 \pm 5,71$ mg/dl vs $148,21 \pm 7$ mg/dl, $p = 0,0023$), fig. 13.

Glicemia media in ingresso ed uscita sedute in piscina

e' stato valutato Il compenso glicemico medio in ingresso ed uscita delle sedute in piscina. Si è avuta una riduzione delle glicemie

statisticamente significativa rispetto all'ingresso ($115,06 \pm 6,04$ mg/dl vs $154,52 \pm 9,76$ mg/dl, $p = 0,0002$), fig. 13,

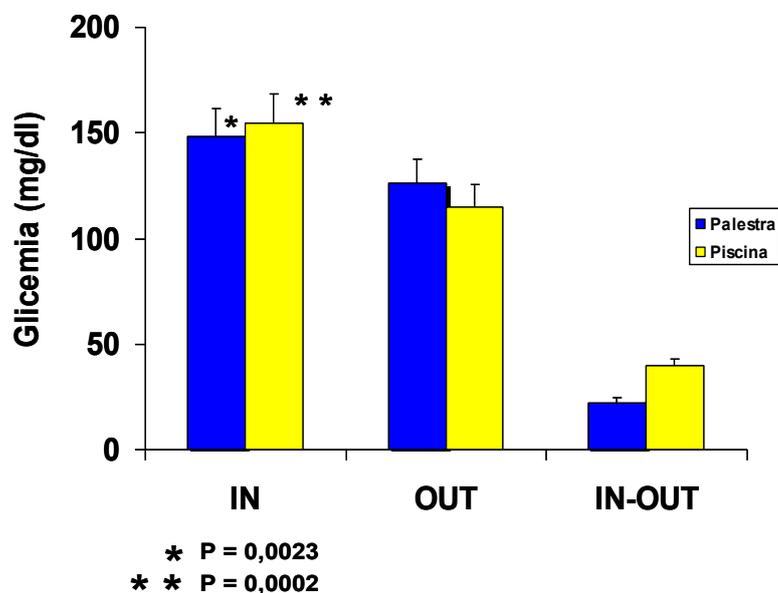


Fig.13

CONCLUSIONI SPECIFICHE

Il beneficio dell'attività fisica nei confronti della gestione della malattia diabetica sono indiscussi; il nostro studio può dimostrare che l'attività motoria svolta in acqua può essere considerata un valore aggiunto per le peculiarità dell'ambiente acquatico che consente lo svolgimento di azioni che altrimenti il soggetto anziano e obeso è impossibilitato a svolgere altrove. In acqua il peso viene in buona parte annullato per effetto del teorema di Archimede: se il soggetto lavora con l'acqua alla vita percepisce un carico del 50/60 per cento,

carico che si riduce addirittura al 90 per cento se si lavora con l'acqua che lambisce il collo; questo facilita grandemente la facilità di movimento spesso memoria lontana per l'esecutore. Il lavoro in acqua risulta peraltro totalmente a-traumatico: è quasi impossibile che il paziente si infortuni non esistendo rischio di urti e cadute. Anche il problema del piede diabetico trae vantaggio dal lavoro a piede protetto dall'acqua. Ogni articolazione infine trae vantaggio dal lavorare in scarico: rachide, anche, ginocchia, caviglie non devono sostenere il gravame patologico che conduce a posture viziate e dannose.

Nel nostro studio il miglioramento dei dati per quanto attiene il profilo glicemico è chiaramente apprezzabile sia nel gruppo degli "Acquatici" che in quello di "Vasca Piccola", meno acquatici!

Questi ultimi hanno migliorato in modo appena più contenuto i risultati di partenza, rispetto a chi invece appartiene al gruppo degli acquatici; ciò è certamente dovuto al fatto che i soggetti che presentavano un miglior rapporto con l'ambiente acqua hanno potuto giovare di condotte motorie che hanno permesso maggiori performance a livello di metabolismo.

Si ipotizza infatti che gli appartenenti al gruppo "Acquatico", proprio in virtù della loro attitudine, abbiano sfruttato meglio la seduta in piscina arrivando ad un impegno motorio più confacente allo scopo (diminuire il profilo glicemico) rispetto a chi magari, non avendo

quella che si definisce acquaticità, si dedicava alle esercitazioni con maggior timore e quindi limitando le performance motorie ad una mera ginnastica inacqua.

Il primo riferimento di questo lavoro verteva sulla necessità di dare una risposta all'ipotesi che lo stesso gruppo di soggetti, allenati solo in palestra e poi allenati in piscina, riuscissero ad amplificare il risultato dell'attività motoria in modo da ottenere dei benefici ulteriori con l'aggiunta delle sedute in piscina.

Ciò si è verificato! Sia i soggetti acquatici che quelli meno acquatici hanno comunque migliorato i propri valori glicemici.

Si è infatti paragonato il dato (storico) relativo allo stesso periodo in termini di intervallo temporale con quello in relazione al periodo di partecipazione allo studio e in ambedue i gruppi si sono registrate variazioni concrete e significative in termini di riduzione del profilo glicemico.

La conclusione del presente lavoro ci indica chiaramente che i soggetti sottoposti a training combinato (tre giorni di palestra e due di piscina) hanno beneficiato considerevolmente a livello di metabolismo glicemico, rispetto allo stesso campione analizzato con i dati della palestra (tre giorni). In misura maggiore hanno ottenuto risultati ancor

più convincenti quei soggetti la cui attitudine al lavoro in acqua

non rappresenta un problema.

BIBLIOGRAFIA

- Alagona G, Coco M, Rapisarda G, Costanzo E, Maci T, Restivo D, Maugeri A, Perciavalle V, Changes of blood lactate levels after repetitive transcranial magnetic stimulation, *Neuroscience Letters* 2009; 450 111–113.
- American Diabetes Association: Physical activity/exercise and diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 26 (suppl. 1), S73, 2003.
- 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.
- Berretta S, Bosco G, Giaquinta G, Smecca G, Perciavalle V, Cerebellar influences on accessory oculomotor nuclei of the rat: a neuroanatomical, immunohistochemical and electrophysiological study, *The Journal of Comparative Neurology*, 1993; 338:50-66.
- Berretta S, Perciavalle V, RE Poppele, Origin of cuneate projections to the anterior and posterior lobes of the rat cerebellum, *Brain Research*, 1991; 556:297-302.
- Cardile V, Pavone A, Renis M, Maci T, Perciavalle V, Effects of Gabapentin and Topiramate in primary rat astrocyte cultures. *NeuroReport*, 2001; 12: 1705-1708.
- Carr DB, Utzschneider KM, Hull RL, Kodama K, Retzlaff BM, Brunzell JD, Shofer JB, Fish BE, Knopp RH, Kahn SE. Intra-abdominal fat is a major determinant of the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria for the metabolic syndrome. *Diabetes*. 2004; 53: 2087–2094.
- Coco M, Alagona G, Perciavalle V, Cicirata V, Perciavalle V, Spinal cord excitability is not influenced by elevated blood

lactate levels. *Somatosensory and Motor Research*, 2011; 28(1-2):19-24.

- Coco M, Alagona G, Rapisarda G, Costanzo E, Calogero RA, Perciavalle V, Perciavalle V, Elevated blood lactate is associated with increased motor cortex excitability, *Somatosensory and Motor Research*, 2009; 27 (1): 1-8.
- Coco M, Di Corrado D, Calogero RA, Perciavalle V, Maci T, Perciavalle V, Attentional processes and blood lactate levels. *Brain Research*, 2009; 1302 205-211.
- Coco M, Perciavalle V, Maci T, Nicoletti F, Di Corrado D, Perciavalle V, The second-to-fourth digit ratio correlates with the rate of academic performance in medical school students. *Molecular Medicine Report*, 2011; 4(3):471-6.
- 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.
- Diabetes Care 25 (suppl. 1) S60, 2002.
- Dunstan D. High-Intensity Resistance Training Improves Glycemic Control in Older Patients With Type 2 Diabetes *Diabetes Care* 25,1729–1736, 2002. Ford ES, Files WH, Dietz WH. Prevalence of metabolic syndrome among US adults: finding from the third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). *JAMA*. 2002; 287: 356-359.
- Garifoli A, Laureanti F, Coco M, Perciavalle V, Maci T, Perciavalle V, Neuronal NOS expression in rat's cuneate nuclei following passive forelimb movements and median nerve

stimulation. *Archives Italiennes Biologie*, 2010; 148(4):339-50.
doi: 10.4449/aib.v148i4.1022.

- Giuffrida R, Li Volsi G, Perciavalle V, Influences of cerebral cortex and cerebellum on the red nucleus of the rat. *Behav Brain Res*. 1988; 28(1-2):109-11.
- Giuffrida R, Licata F, Li Volsi G, Perciavalle V, Motor responses evoked by microstimulation of cerebellar interpositus nucleus in cats submitted to dorsal rhizotomy. *Neurosci Lett*. 1982; 30(3):241-4.
- Gray C, Perciavalle V, Poppele RE, Sensory responses to passive hindlimb joint rotation in the cerebellar cortex of the rat, *Brain Research*, 1993; 622:280-284.
- 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.
- Kell R.T. Bell G, Quinney A. Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Med*. 31, 863-73, 2001.
- Kelley DE, He J, Menshikova EV, Ritov VB. Dysfunction of mitochondria in human skeletal muscle in type 2 diabetes. *Diabetes*. 2002; 51: 2944–2950.
- 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
- 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

- Laaksonen D, Lakka H-M, Niskanen L, Kaplan G, Salonen J, Lakka T. Metabolic syndrome and development of diabetes mellitus: application and validation of recently suggested definitions of the metabolic syndrome in a prospective cohort study. *Am J Epidemiol.* 2002; 156: 1070–1077.
- Lakka H-M, Laaksonen D, Lakka T, Niskanen L, Kumpusalo E, Tuomilehto J, Salonen J. The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA.* 2002; 288: 2709–2716.
- 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
- American Diabetes Association: clinical practice recommendations 2002. Mootha VK, Lindgren CM, Eriksson KF, Subramanian A, Sihag S, Lehar J, Puigserver P, Carlsson E, Ridderstrale M, Laurila E, Houstis N, Daly MJ, Patterson N, Mesirov JP, Golub TR, Tamayo P, Spiegelman B, Lander ES, Hirschhorn JN, Altshuler D, Groop LC. PGC-1 α -responsive genes involved in oxidative phosphorylation are coordinately downregulated in human diabetes. *Nat Genet.* 2003; 34: 267–273.
- National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood

Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. 2002; 106: 3143–3421.

- Nisoli E, Clementi E, Carruba MO, Moncada S. Defective mitochondrial biogenesis. A hallmark of the high cardiovascular risk in the metabolic syndrome? *Circ Res*. 2007; 100: 795-806.
- 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.
- Patti ME, Butte AJ, Crunkhorn S, Cusi K, Berria R, Kashyap S, Miyazaki Y, Kohane I, Costello M, Saccone R, Landaker EJ, Goldfine AB, Mun E, DeFronzo R, Finlayson J, Kahn CR, Mandarino LJ. Coordinated reduction of genes of oxidative metabolism in humans with insulin resistance and diabetes: potential role of PGC1 and NRF1. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2003; 100: 8466–8471.
- Perciavalle V, Bosco G, Poppele RE, Spatial organization of proprioception in the cat spinocerebellum. Purkinje cell responses to passive foot rotation, *European Journal of Neuroscience*, 1992; 10: 1975-1985.
- Perciavalle V, Coco M, Alagona G, Maci T, Perciavalle V, Gender differences in changes of motor cortex excitability during elevated blood lactate levels. *Somatosensory and Motor Research*, 2010; 27(3):106-10.

- Perciavalle V, Santangelo F, Sapienza S, Savoca F, Urbano A, Motor effects produced by microstimulation of brachium pontis in the cat, *Brain Research*, 1977; 126: 557-562.
- Perciavalle V, Santangelo F, Sapienza S, Serapide MF, Urbano A, Motor responses evoked by microstimulation of restiform body in the cat, *Experimental Brain Research*, 1978; 33: 241-255.
- Perciavalle V, Substantia nigra influences on the reticulospinal neurons: an electrophysiological and ionophoretic study in cats and rats, *Neuroscience*, 1987; 23: 243-251.
- 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
- 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.
- Schneider S.H. Ruderman N.B. Exercise and NIDDM (Technical Review). *Diabetes Care* 13: 785-789, 1990
- Shen X, Zheng S, Thongboonkerd V, Xu M, Pierce WM Jr, Klein JB, Epstein PN. Cardiac mitochondrial damage and biogenesis in a chronic model of type 1 diabetes. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2004; 287: E896–E905.
- Tuomilehto J., Lindstrom J., Eriksson J.G., Valle T.T. Hamalainen H., Ilanne-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.

- Vicent D, Piper M, Gammeltoft S, Maratos-Flier E, Kahn CR. Alterations in skeletal muscle gene expression of ob/ob mice by mRNA differential display. *Diabetes.* 1998; 47: 1451–1458.
- 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
- Wasserman D.H., Zinman B. Exercise in individual with IDDM (Technical Review). *Diabetes Care* 17: 924-937, 1994
- Yang X, Pratley RE, Tokraks S, Bogardus C, Permana PA. Microarray profiling of skeletal muscle tissues from equally obese, non-diabetic insulin-sensitive and insulin-resistant Pima Indians. *Diabetologia.* 2002; 45: 1584–1593.

Fig. 1



Fig. 2

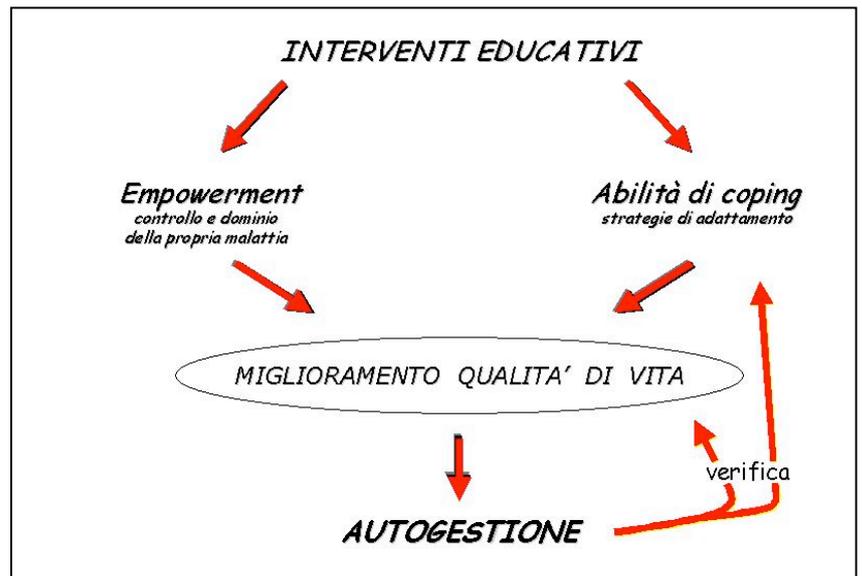


Fig. 3

