

**CORSO DI FORMAZIONE SPECIFICA IN MEDICINA
GENERALE**

Regione Lombardia

Polo di Brescia



Regione Lombardia



Tesi di formazione

Triennio 2012/2015

**Parametri di valutazione del livello di attività fisica
aerobica nell'ambulatorio del medico di medicina
generale**

Candidato

Dott. Davide Becchetti



Indice

Premessa	1
1. Analisi della letteratura	4
Benefici del fitness	9
2. Gli effetti dell'allenamento aerobico	12
Il lavoro aerobico	13
A livello metabolico	14
A livello muscolare	16
A livello enzimatico	17
A livello ormonale	19
A livello del sistema cardiocircolatorio	20
A livello del sistema immunitario	23
A livello respiratorio	23
Altre modificazioni	24
3. Malattie metaboliche e rischio cardiovascolare	25
La sindrome metabolica	25
Obesità	26
Dislipidemie	26
Iperglicemia	27
Insulinoresistenza	27
Attività fisica e sindrome metabolica	27
4. L'attività fisica preventiva al diabete mellito	29
L'attività fisica nella prevenzione del diabete mellito	29
L'attività fisica nel trattamento del diabete mellito	32
5. Ipertensione arteriosa ed attività fisica	37
La pressione arteriosa	37
L'ipertensione arteriosa	37
Effetti dell'attività fisica sull'ipertensione arteriosa	40
Potenziali rischi del paziente iperteso che svolge attività fisica	41
Cardiopatía ipertensiva e cuore dell'atleta	42
5.6 Attività fisica e sindrome metabolica	

PREMESSA

Lo studio dei comportamenti a rischio per la salute si inserisce all'interno del più ampio dibattito sulla Salute che si è svolto nel corso dei secoli. Sin dai tempi più remoti infatti, si è tentato di descrivere gli andamenti e la distribuzione delle malattie, di identificare i loro determinanti al fine di modificarli.

Tuttavia, ciò che appare evidente analizzando il panorama di studi che si sono susseguiti nel tempo, è il modo in cui è cambiata ad esempio la concezione di malattia. Gli antichi ad esempio la identificavano con il concetto di squilibrio tra i diversi elementi che costituiscono il corpo (acqua, terra, aria, acqua o altre possibili varianti) e il percorso di cura e di guarigione veniva considerato come un riequilibrare questo scompenso, attraverso un processo diagnostico di tipo ermeneutico in cui si cercavano di interpretare i disturbi riferiti dal malato, per ricondurli allo squilibrio che li avrebbe originati. Successivamente con la nascita della moderna medicina clinica, al concetto di squilibrio è stato sostituito quello di malattia intesa come risultato di una lesione (anatomica o funzionale). In questa concezione, la diagnosi diventa un'inferenza attraverso cui si passa dall'individuazione della lesione alla causa che l'ha determinata: identificato il sintomo o la pluralità di sintomi si tendeva a trovare una cura di tipo farmacologico o chirurgico in grado di sanare il sintomo e la parte lesa.

Nella concezione che è emersa più di recente, alle due definizioni appena ricordate si sostituisce il concetto di malattia inteso come il superamento di una certa "soglia di rischio" che indica l'ingresso in uno stato di malessere che rende necessario l'intervento medico. Le soglie di rischio/intervento a cui si fa riferimento vengono stabilite di solito a livello internazionale da Organismi Preposti (WHO CDC) e possono variare nel tempo. Tali soglie non riguardano tuttavia semplicemente alcuni indicatori/parametri di tipo fisico come ad esempio la pressione sanguigna o il livello di insulina del sangue, ma anche alcuni comportamenti come l'inattività fisico-motoria, o stati fisici come il sovrappeso (IMC). Per questi comportamenti/stati,

superando i cut off considerati convenzionalmente come soglia, sussiste l'alto rischio che sfocino in una condizione patologica.

Ad esempio, esistono ormai prove scientifiche forti che indicano come un'errata alimentazione, l'obesità e una insufficiente attività fisico-motoria quando raggiungono e superano un certo livello- soglia costituiscano alcuni tra i comportamenti/fattori di rischio maggiormente associati all'insorgenza di numerose malattie croniche non trasmissibili (come ad esempio problemi cardiovascolari, diabete di tipo 2). Di contro il mantenimento di una dieta equilibrata e di un peso normale, oltre che un'adeguata attività fisico-motoria, costituiscono mezzi efficaci per mantenersi in buono stato di salute. Per questo motivo già da tempo si sono diffuse numerose raccomandazioni ufficiali e campagne informative, sia a livello nazionale che internazionale, per sensibilizzare le persone nei confronti di questi fenomeni.

Tuttavia, malgrado le numerose raccomandazioni e le allerte in tal senso, ciò che appare molto preoccupante è che attualmente la diffusione di fattori/comportamenti a rischio per la salute sia in aumento in tutti i paesi del Mondo. Le stime a disposizione indicano, infatti, come la tendenza alla sedentarietà, all'obesità e alle abitudini alimentari scorrette siano in crescita in tutto il panorama internazionale malgrado i benefici dell'attività fisico-motoria e di una sana alimentazione sulla salute individuale siano ormai riconosciuti.

In particolare, però, l'aspetto che sta determinando una crescente attenzione è che il fenomeno sta coinvolgendo in misura sempre più crescente i bambini e gli adolescenti. Ad esempio, Il WHO (World Health Organization) stima che meno di un terzo della popolazione giovanile pratichi livelli di attività fisico-motoria sufficienti per la prevenzione e la cura di numerose patologie.

È proprio all'interno di questo dibattito che si inserisce il lavoro di tesi che viene presentato nelle pagine che seguono. Il tentativo che viene fatto in questo lavoro è quello di trovare dei parametri, di facile rilevazione, che permettano al medico di medicina generale di eseguire una corretta anamnesi sul livello di attività fisica svolto dal paziente.

Questo lavoro nasce infatti dalla consapevolezza che solo un'accurata capacità di valutazione del paziente, sia degli stili di vita (alimentazione e abitudine al fumo) che in termini di attività fisica svolta settimanalmente, renda possibile capire che tipo di misure sarebbe più corretto mettere in atto per un counseling improntato al miglioramento delle qualità di vita del paziente.

In questo modo si fornirebbero al medico di medicina generale gli strumenti per poter eseguire una vera campagna di prevenzione primaria, per tutti i pazienti giovani o giovani adulti senza patologie concomitanti, ed una prevenzione terziaria nei malati cronici.

1. ANALISI DELLA LETTERATURA

L'attività fisica inadeguata è stata riconosciuta come un fattore di rischio indipendente per lo sviluppo precoce di malattia coronarica (CHD). È stato stimato che circa il 12% della mortalità negli Stati Uniti è legato alla mancanza di attività fisica regolare e che l'inattività fisica è associata ad almeno un duplice aumento del rischio di eventi coronarici. Il pubblico è diventato ben consapevole di questo rapporto e milioni di americani hanno avviato programmi di esercizio volontario sul presupposto che l'attività fisica porterà ad un'efficace prevenzione della malattia coronarica. I medici americani condividendo queste idee hanno avviato una campagna, raccomandando l'esercizio fisico sia in prevenzione primaria che come misura preventiva secondaria. Il ruolo di esercizio e fitness nella prevenzione primaria della malattia cardiovascolare (CVD) sarà rivisto qui.

Nonostante l'entusiasmo, l'evidenza da studi clinici per stabilire il beneficio dell'esercizio è insufficiente. Ci sono diverse ragioni per questa limitazione:

- Il successo degli studi clinici randomizzati richiede una buona aderenza al programma di attività fisica, in quanto deve dimostrare una differenza tra i gruppi alla fine dello studio. Nel caso dell'attività fisica, non è possibile dal punto di vista etico o pratico avere un gruppo di controllo (drop-in).
- I gruppi a cui viene assegnata l'attività fisica sono vittima di una scarsa compliance (drop outs). Dopo diversi anni, il livello di esercizio potrebbe essere simile in entrambi i gruppi (quindi sedentari), impedendo così qualsiasi valutazione del valore di esercizio.
- I trials randomizzati soffrono di uno scarso numero di aderenti al programma di attività fisica, con dati finali inconcludenti per quanto riguarda i benefici dell'esercizio fisico.

Gran parte delle prove per il beneficio dell'esercizio viene da studi osservazionali a lungo termine che mostrano che coloro che svolgono regolarmente attività fisica hanno significativamente meno CHD e un ridotto rischio di arresto cardiaco. Rispetto

ai soggetti meno attivi, gli individui più attivi avevano un rischio del 30 al 40 per cento più basso di sviluppare malattia coronarica o malattia cardiovascolare. Questa associazione inversa tra quantità di esercizio fisico e rischio di CHD o CVD appare coerente indipendentemente dall'età, dal sesso o etnia.

Dalla letteratura si evince che una dieta sana, l'astinenza dal fumo di sigaretta, e cure mediche regolari possono contribuire al miglioramento della salute tanto quanto un regolare esercizio fisico. Pertanto, la prescrizione di esercizio fisico come prevenzione della malattia coronarica è confuso da altri fattori che riducono il rischio CV.

I potenziali benefici, nonostante questi limiti, dell'esercizio fisico regolare possono essere giustificate in base ad altre evidenze. Miglioramenti nella performance cardiovascolare ed in generale della forma fisica e un miglioramento complessivo della qualità della vita sono forti ragioni per abbracciare lo stile di vita attivo. Inoltre, l'esercizio fisico ha effetti benefici sul controllo del peso e diversi altri importanti fattori di rischio cardiovascolare. In sintesi:

- Induce una modifica dell'assetto lipidico, con aumento del colesterolo ad alta densità (HDL), con effetti variabili sul colesterolo totale, lipoproteine a bassa densità (LDL) .
- Riduce la pressione arteriosa. E' dimostrato che l'esercizio (in sella a una bicicletta per 45 minuti al giorno) può, entro quattro settimane, abbassare la pressione arteriosa di ben 5-15 mmHg in pazienti con ipertensione essenziale
- Previene il diabete mellito di tipo 2, portando ad un miglioramento dell'energetica muscolare, diminuzione della resistenza all'insulina, e un tasso più basso di progressione verso il diabete di tipo 2 palese (nella fase detta prediabetica). Inoltre, l'esercizio (ad esempio, camminare a ritmo sostenuto) ha anche un beneficio cardiovascolare simile a quello visto per la prevenzione secondaria ai non diabetici.
- Riduce l'infiammazione. Durante l'infiammazione infatti vi è un aumento nel siero di proteina C-reattiva, che svolge un ruolo importante in aterosclerosi. L'esercizio fisico regolare riduce l'attività aterogena delle cellule mononucleate del sangue, con una

diminuzione della produzione di citochine aterogene e un aumento citochine ateroprotective

PREVENZIONE PRIMARIA - Un numero di studi hanno dimostrato una forte relazione inversa tra attività nel tempo libero e dispendio energetico, l'esercizio abituale, e il fitness e il rischio di malattia coronarica e di morte. Sebbene la maggior parte delle osservazioni sono state fatte negli uomini, un beneficio cardiovascolare simile è stato osservato in donne, tra i diversi gruppi etnici, e in diversi paesi in tutto il mondo.

Relazione all'esercizio: Il beneficio complessivo di esercizio sul rischio di infarto del miocardio (MI) è stata dimostrato in un rapporto dallo studio INTERHEART di pazienti provenienti da 52 paesi; regolare attività fisica è stata associata con un odds ratio per il primo MI di 0.86. La mancanza di tale attività ha rappresentato il 12 per cento del rischio di popolazione attribuibile. L'effetto benefico dell'esercizio è stato osservato negli uomini e nelle donne, negli individui più anziani e più giovani, e in tutte le regioni del mondo.

La gamma dei risultati sugli effetti benefici dell'esercizio fisico in diversi gruppi può essere illustrato con le seguenti osservazioni.

Uomini: sono stati analizzati 10.269 alunni di Harvard (58 anni età media) in uno studio retrospettivo durato più di 12 anni. Quegli uomini che svolgevano attività sportiva moderata (definita come livelli totali di attività fisica > 4200 kJ / settimana oppure camminare a ritmo sostenuto, pedalando in bicicletta o praticando il nuoto, lavori a casa o lavoro per 30 minuti / giorno quasi tutti i giorni), ha avuto un 23 per cento più basso rischio di morte rispetto a quelli che erano meno attivi. Il miglioramento della sopravvivenza con l'esercizio fisico era equivalente ad altre misure di stile di vita, come la cessazione del fumo, il controllo dell'ipertensione, e nell'evitare l'obesità. Tale riduzione del rischio è stata osservata anche negli uomini con più fattori di rischio coronarico.

L'attività fisica in piedi sembra anche essere utile negli uomini anziani. Ciò è stato illustrato in un rapporto del Programma cuore di Honolulu di 707 uomini per non fumatori pensionati (69 età media) che sono stati in grado di partecipare ad una attività a bassa intensità quotidiana. La distanza percorsa svolgendo esercizio fisico (camminata) è stata misurata all'inizio dello studio e mortalità e dati quindi raccolti in un periodo di 12 anni. Alla fine dello studio, randomizzato per età, gli uomini che avevano camminato più di due miglia al giorno (range da 2 a 8 miglia) ha avuto un tasso di mortalità significativamente più bassi di quelli che camminavano meno un miglio (1,6 km) al giorno (23,8 contro 40,5 per cento, fattore di rischio aggiustato rischio relativo 1.8).

La percezione individuale dell'intensità dell'attività fisica sembra anche influenzare il rischio. In una revisione di 7337 uomini (età media 66 anni) che sono stati seguiti per una media di 5,3 anni, gli uomini che percepiscono il loro esercizio e fitness nella prevenzione delle malattie cardiovascolari con intensità di esercizio come moderata o forte ha avuto una significativa riduzione del loro rischio di malattia coronarica rispetto a quelli che, definendo la loro intensità di esercizio come debole o meno intenso (rischio relativo 0,66-0,72). Questa relazione applicata anche per gli uomini che non soddisfavano le attuali raccomandazioni minime per l'intensità di esercizio e per la durata.

Donne: Health Study ha dimostrato che 72,488 donne tra i 40 ei 65 anni di età, camminando di buon passo o svolgendo attività fisica intensa avevano un rischio inversamente proporzionale di evento coronarico. Studi successivi hanno dimostrato che donne sedentarie che diventavano attive nella mezza età o più tardi avevano una minore incidenza di eventi coronarici rispetto a quelle che sono rimaste inattive.

Praticamente identici i risultati sono stati rilevati in una recensione di oltre 70.000 donne in postmenopausa in uno studio osservazionale in cui la prolungata sedentarietà era un fattore predettivo di un aumento del rischio cardiovascolare.

Anche le donne sane avrebbero un beneficio dall'attività fisica. Questo è stato dimostrato in una recensione di quasi 40.000 donne sane (media 54 anni), nello

studio di salute delle donne. Con un'analisi multivariata, il rischio relativo di CHD per coloro che camminavano da 1 a 59 minuti, da 1 a 1,5 ore, e oltre le 2 ore alla settimana era 0,86, 0,49, e 0,48, rispettivamente.

Lo studio twins finlandese con doppia coorte di quasi 8000 coppie di gemelli dello stesso sesso hanno trovato un odds ratio per la morte di 0,66 in donne che svolgevano esercizi occasionali e 0,44 in esercizi di ricondizionamento rispetto ai loro gemelli sedentari.

Tipo, l'intensità e la durata di esercizio A causa delle variazioni di capacità fisiche, diverso adattamento e stile di vita differenti, non vi è alcuna prescrizione di esercizio in grado di soddisfare tutti i pazienti. Tuttavia, piuttosto che nessun esercizio, praticamente qualsiasi tipo di esercizio fisico è utile, con un minimo di un'ora a settimana offrendo notevoli benefici sul rischio di malattia coronarica e di mortalità.

- In una corte di 44452 uomini (di età compresa tra 40 e 75) seguiti nello studio Health Professionals'Follow (475,755 patient -anno in follow-up), diversi tipi di attività fisica sono stati associati con una riduzione significativa del rischio di CHD:

1. correre per un'ora o più a settimana (il rischio relativo (RR) 0,58)
2. remare per un'ora o più a settimana (RR 0,82; 95%)
3. Camminare di buon passo per 30 minuti o più al giorno (RR 0,82; 95%)
4. Sollevamento pesi per 30 minuti o più a settimana (RR 0,77; 95%)

- Nello studio Aerobic Center, uno studio prospettico osservazionale con una corte di 55,137 persone (età media 44 anni, 26 per cento delle donne), i partecipanti sono stati invitati a compilare un sondaggio a quattro domande al momento dell'iscrizione per quanto riguarda la durata, la distanza, la frequenza e la velocità di degli esercizi che si sono impegnati a svolgere. Dopo un follow-up medio di quasi 15 anni, i pazienti avevano un rischio cardiovascolare significativamente più basso rispetto ai non-corridori (hazard ratio 0,70 [95% CI ,64-0,77] e 0,55 [95% CI 0,46-0,65], rispettivamente). Inoltre, il beneficio sulla mortalità derivante era simile per tutti i

corridori a prescindere dalla durata totale dell'esercizio, anche per quei partecipanti che si impegnavano meno di 51 minuti a settimana.

Entrambi gli studi sono coerenti nel mostrare una significativa riduzione del rischio di malattie cardiovascolari e di mortalità con un minimo di un'ora di moderata attività alla settimana. Mentre le principali linee guida della società scientifiche raccomandano almeno 30 minuti di attività fisica a moderata intensità da cinque a sette giorni alla settimana, che è un obiettivo ragionevole per la maggior parte dei pazienti, questi dati dimostrano che anche piccole quantità di esercizio sono meglio di nessun esercizio .
Relazione palestra - Oltre alla quantità di esercizio, il grado di fitness cardiovascolare, come determinata dalla durata di esercizio e massimo consumo di ossigeno su un tapis roulant, è anche associato ad una riduzione del rischio di malattia coronarica e in generale e cardiovascolare mortalità.

Benefici del fitness

Questa sezione metterà in risalto studi di valutazione del rapporto tra i risultati di esercizi di fitness a lungo termine negli uomini e nelle donne asintomatiche. L'importanza della capacità di esercizio, quando i test da sforzo eseguiti in pazienti con malattia coronarica nota o sospetta è discusso separatamente.

Uomini: L'importanza del fitness negli uomini è stato illustrato in numerosi studi osservazionali, i quali hanno mostrato una relazione inversa tra il livello di forma fisica e di mortalità. Nel più grande studio, 18.102 uomini (età media 58.4 anni) sono stati sottoposti a test da sforzo limitato dai sintomi senza evidenza di ischemia tra il 1986 e il 2011 e sono stati seguiti per un periodo medio di 10,8 anni. Un gruppo di pazienti sono stati identificati il cui livello di forma fisica è associata ad alcun cambiamento nella mortalità (rispetto alla popolazione generale), con mortalità inversamente e significativamente associati a livello di forma fisica nel modo seguente:

- METs < 2
- Basso-tra 0 e 2 METs
- Moderato tra 2 e 4 METs

- Alto MET > 4

Per ogni ulteriore capacità di esercizio di 1-MET, il rischio di mortalità è stata del 12 per cento più basso. Sono state stabilite soglie di fitness in questa coorte e servono come guida utile per interpretare il livello di un paziente di idoneità a seguito di un test da sforzo normale:

- Età <50 anni 8-9METs
- Età tra 50 e 59 anni 7-8METs
- Età tra 60e 69 anni 6-7METs
- Età ≥70 anni 5-6METs

Donne - benefici simili di fitness sono stati descritti in donne. L'entità di questo effetto è illustrata dai seguenti osservazioni.

Un rapporto da uno studio del metabolismo lipidico cliniche di ricerca incluso 2994 donne asintomatiche (47 età media) che hanno subito il test da sforzo all'inizio dello studio e sono poi stati seguiti per 20 anni. Ci sono stati 427 morti (14 per cento), di cui 147 (5 per cento) erano dovuti a cause cardiovascolari. Indotta da esercizio fisico depressione del segmento ST (≥ 1.0 mm) non ha aumentato il rischio di morte cardiovascolare (hazard ratio aggiustato per età 1,02). Al contrario, le donne che erano al di sotto della mediana sia per la capacità di esercizio o di recupero della frequenza cardiaca, entrambi i quali sono stati considerati misure di idoneità, erano ad aumentato rischio: quelli sotto la mediana per entrambe le variabili erano a più alto rischio (hazard ratio multivariato aggiustato 3.5 rispetto a quelli sopra la mediana per entrambe le variabili).

In uno studio del St James Woman Project, 5721 donne asintomatiche (età media 52) hanno subito un test di stress massimale limitato dai sintomi. Un nomogramma è stato sviluppato, in base all'età e ha raggiunto la capacità di esercizio in MET (calcolata dalla velocità e il grado di inclinazione del tapis roulant), che ha permesso la stima della percentuale della capacità di esercizio previsto.

Prevista la capacità di esercizio in MET = $14.7 - (0.13 \times \text{età})$

Questa formula è stato validato in una coorte di riferimento di 4471 donne di cui per sintomi cardiovascolari. Il valore previsto è un po 'diversa nelle donne attive e stanziali auto-riportati.

Al follow-up, il risultato è stato significativamente peggiore nelle donne che hanno raggiunto meno del 85 per cento del valore previsto per età rispetto ai rimanenti donne.

2. GLI EFFETTI DELL'ALLENAMENTO AEROBICO

Gli effetti benefici dell'esercizio fisico sull'organismo, come il miglioramento dei parametri fisici, con le conseguenze relative sulla salute generale, ed il ruolo preventivo che l'attività fisica svolge nei confronti di diversi stati patologici sono conosciuti ormai da molto tempo. L'allenamento porta ad una innumerevole quantità di effetti positivi.

La frequentazione continua dell'ambiente esercizio viene definita allenamento, mentre per definire l'adattamento all'esercizio che consegue a un periodo di allenamento si parla comunemente di effetti dell'allenamento sulle risposte fisiologiche all'esercizio. Vi sono effetti centrali, cardiovascolari, conseguenti per lo più all'allenamento cosiddetto aerobico, definito dagli Anglosassoni endurance training, oppure un allenamento di potenza, anaerobico, quest'ultimo denominato strenght training and power training o resistance training. Tratteremo in particolare gli adattamenti dell'organismo a stimoli che siano per lo maggior parte del tempo aerobici.

Quando si parla di allenamento è necessario parlare delle sue caratteristiche:

- quantità: potrebbe esser definita come la "dose" (in termini di tempo) di allenamento.
- intensità: cioè la spesa energetica per unità di tempo; distinguibile in assoluta, calcolata rispetto allo stato stazionario, oppure relativa se misurata in funzione della massimo potenza aerobica.

L'allenamento aerobico ha come obiettivo principale quello di aumentare la funzionalità cardiorespiratoria e la capacità funzionale del soggetto, cioè la possibilità di mantenere elevati livelli di efficienza energetica a carichi di lavoro sempre maggiori. Uno studio recente ha dimostrato che l'aumento della capacità funzionale (CF) su oltre seimila soggetti ha determinato anche un aumento della sopravvivenza, sia in soggetti sani che in affetti da malattie cardiovascolari (*Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE 2002*). Nel 1992 uno studio dell'American

Heart Association stabilì una correlazione tra l'inattività fisica e la mortalità cardiovascolare, stabilendo che la sedentarietà è un fattore di rischio indipendente per lo sviluppo della malattia coronarica. Un allenamento regolare è in grado di aumentare la CF del 15-30% nell'arco di qualche mese.

Presentando l'attività fisica come una vera e propria terapia, affinché essa possa dare benefici è necessaria una corretta prescrizione, con attenta valutazione della dose e rischi, soprattutto per quelle categorie di soggetti che già presentano fattori di rischio per evento ischemico.

Il lavoro aerobico

Affinchè si possa prescrivere un allenamento aerobico è necessario che vi siano dei parametri su cui il paziente si possa basare per stabilire se lo sforzo che sta svolgendo è corretto. E' importante quindi stabilire quale sia la giusta intensità di allenamento, alla quale il soggetto si possa allenare.

Per valutare l'intensità del lavoro si può ricorrere alla misura di un parametro, che possa essere facile da misurare e che possa essere analizzabile a prescindere dalle condizioni ambientali in cui si svolge l'esercizio ed ad altri fattori. In questo caso si fa riferimento alla frequenza cardiaca, facile da rilevare tramite un cardiofrequenzimetro. Sarà quindi indispensabile stabilire sotto quale valore di frequenza lo sforzo sostenuto possa essere definito aerobico. Per soddisfare questa richiesta il soggetto dovrà sottoporsi ad un test di valutazione funzionale, che preveda l'analisi dell'aumento della frequenza cardiaca rispetto all'aumentare della concentrazione dei lattato (per la descrizione di rimanda al capitolo 9).

Tramite la valutazione sarà stabilito un range di frequenza cardiaca entro il quale lo sforzo sostenuto non sarà troppo blando per non indurre degli adattamenti fisiologici dell'organismo e non sarà troppo intenso da essere anaerobico.

Si definisce quindi lavoro aerobico l'allenamento svolto ad intensità inferiore alla soglia anaerobica.

Altro concetto che va introdotto è quello della soglia aerobica. Mentre l'anaerobica è definita da una concentrazione di lattato pari a 4 mmol/l (S4), l'aerobica viene individuata quando al carico di lavoro è riscontrata una lattacidemia di 2 mmol/l (S2). Il valore di S2 individua il livello di intensità di allenamento ottimale affinché lo sforzo sia aerobico e sufficientemente elevato per essere allenante.

Date le due intensità di soglia, possiamo individuare varie zone di lavoro, differenti tra di loro e che rappresentano per l'organismo stimoli allenanti diversi:

- FC > S4: zona di lavoro anaerobica
- S2 < FC < S4: zona aerobico-glucidica
- FC < S2: zona aerobico-lipidica

La seconda e la terza zona di lavoro sono entrambe aerobiche, ma il substrato energetico utilizzato dall'organismo per produrre energia è differente. Negli allenamenti con frequenza cardiaca inferiore alla soglia aerobica il substrato energetico è costituito da acidi grassi, mentre oltre il valore di S2, ad intensità sempre più elevate, il substrato è costituito da una miscela di acidi grassi e carboidrati.

Le sedute di allenamento che sono state utilizzate per il progetto "Muovi e cura" prevedevano che i pazienti si allenassero per la maggior parte del tempo in zona aerobico-lipidica, mentre l'attività ad intensità superiore è stata utilizzata, ma in maniera molto più limitata. E' in questo modo che si ottengono i migliori adattamenti dell'organismo, senza che l'allenamento sia troppo intenso e che rappresenti un fattore di rischio per il paziente.

A livello metabolico

L'effetto più importante a livello metabolico è determinato dall'aumento delle riserve di glicogeno e da una maggiore economia nell'utilizzo di questo substrato durante l'esercizio, con relativo incremento della capacità di utilizzare acidi grassi liberi (FFA *free fatty acid*) come combustibile a intensità più elevate rispetto al livello iniziale.

Il muscolo per il lavoro meccanico utilizza energia che acquisisce attraverso la combustione dei substrati energetici che possono essere immagazzinati nelle cellule

muscolari sottoforma di glicogeno oppure prelevati dai depositi di glicogeno del fegato o del tessuto adiposo sottocutaneo e trasportate alle cellule muscolari che lavorano. Nell'organismo il glicogeno ha un'importanza fondamentale: il cervello utilizza il glucosio plasmatico o che deriva dalla gluconeogenesi o dalla glicogenolisi in maniera esclusiva per il suo funzionamento e, inoltre, in situazioni di mancanza di ossigeno, viene utilizzato il glicogeno e non gli acidi grassi.

A seconda dell'intensità e della durata, i carichi di resistenza producono uno svuotamento più o meno accentuato dei depositi di glicogeno: maggiori sono le riserve iniziali di glicogeno, maggiore sarà la capacità di fornire lavoro ad intensità elevate.

Un allenamento regolare di resistenza, attraverso il continuo svuotamento e successivo ripristino dei depositi di glucosio, è in grado di portare ad un aumento delle riserve di glicogeno muscolare ed epatico pari al 100% rispetto al livello di partenza, tramite la cosiddetta supercompensazione (ovvero il ristabilimento dell'omeostasi su livelli aumentati). Tutto questo a patto che l'alimentazione del soggetto che effettua questo programma di allenamento sia adeguata. Una carenza di carboidrati, causata da errori alimentari e/o da una deplezione delle scorte di glicogeno dovuta all'allenamento, produce una diminuzione della capacità di prestazione e della capacità di rendimento del sistema nervoso centrale durante l'attività, ma anche l'impossibilità di reintegrare in maniera incrementale le riserve di glicogeno impedendo il conseguente miglioramento della prestazione.

Dopo uno svuotamento completo delle riserve di glicogeno ci vogliono circa 46 ore perché venga di nuovo raggiunto il livello iniziale. E di questo è necessario tenere conto durante la programmazione dell'allenamento.

Come precedentemente accennato, glucosio ed acidi grassi contribuiscono in misura diversa alla trasformazione dell'energia, in base all'intensità, al volume della seduta, ma soprattutto al grado di allenamento del soggetto. In linea generale, nel caso di carichi massimali e submassimali (>95% massimo consumo di ossigeno) viene bruciato soltanto glucosio. Nei carichi meno elevati (30-35% massimo consumo di

ossigeno) la percentuale del glucosio ammonta al 40-45%, mentre solo in carichi estremi di resistenza si arriva ad una percentuale di utilizzazione dei grassi di circa il 90%.

L'allenamento di resistenza incrementa la quantità di acidi grassi liberi che possono essere liberati, trasportati ed utilizzati dal tessuto muscolare ad intensità sempre maggiori. Ed è proprio attraverso la combustione preferenziale di questo substrato che la muscolatura scheletrica viene messa in grado di risparmiare le proprie riserve di glicogeno muscolare ed epatico.

È infatti importante sottolineare, a questo punto, che la quantità di glucosio presente nel sangue ammonta circa a 6g ed è sufficiente per un lavoro di circa 2 minuti. Solo il glicogeno epatico può essere utilizzato per la regolazione dello zucchero nel sangue, poiché solo il fegato dispone dell'enzima necessario per la liberazione del glucosio, la gluco-6-fosfatasi, potendo quindi fornire glucosio per via ematica alla cellula muscolare. Il muscolo invece, non possiede questa capacità.

In conclusione, la capacità di prestazione di resistenza nelle zone di elevata intensità è determinata non solo dal livello dei depositi iniziali di glicogeno nel fegato e nei muscoli, ma anche dalla capacità di riuscire a metabolizzare gli acidi grassi liberi ad una più elevata intensità di carico, condizione migliorabile attraverso un allenamento adeguato.

A livello muscolare

L'allenamento di resistenza modifica la composizione delle fibre all'interno del muscolo. Si assiste ad un aumento dei mitocondri nelle fibre veloci, le cosiddette FTb ed FTa, ed una possibile conversione delle fibre intermedie in fibre lente, le fibre ST, provocando quindi un aumento della densità dei mitocondri nel muscolo.

Inoltre si assiste ad incremento delle dimensioni delle fibre muscolari (*Morpurgo B 1897*), dovuto all'aumento del sarcoplasma (*Hoppeler H, Howald H, Conley K et al 1985*) che, insieme con l'aumento dei depositi intracellulari di lipidi e con la maggior densità

di mitocondri, fanno diminuire la proporzione tra il volume occupato delle fibre contrattili e quello delle altre componenti. Questa ipertrofia è associata anche ad un aumento della densità capillare (*Brodal P, Injer F, Hermansen L, 1977*), ad un aumento della capacità enzimatica ossidativa (*Holloszy JO, Booth FW 1976*).

A livello enzimatico

Le modificazioni a livello enzimatico sono diverse a seconda che l'allenamento di resistenza venga fatto attraverso carichi aerobici o anaerobici. Ai fini dell'allenamento, i carichi aerobici hanno effetto sulla portata e sulla regolazione dell'ossidazione dei substrati nel ciclo di Krebs e sul trasporto degli elettroni nella catena respiratoria, producendo un aumento della capacità ossidativa (*Holloszy JO, Booth FW 1976*) e, con essa, della capacità di prestazione aerobica. L'allenamento aerobico garantisce un'elevata percentuale di enzimi ossidativi ed aumenta la velocità della loro utilizzazione, attraverso un notevole aumento della loro attività.

I carichi di allenamento anaerobici, invece, aumentano la capacità degli enzimi glicolitici e la capacità di riuscire a fornire ancora lavoro, malgrado l'accumulo di elevate quantità di acido lattico.

All'aumento di riserve energetiche è quindi sempre collegato anche un aumento dell'attività degli enzimi che trasformano i substrati energetici.

L'allenamento di resistenza non solo modifica la distribuzione percentuale della tipologia di fibre nel muscolo e la quantità e l'attività enzimatica, ma aumenta anche il numero e le dimensioni dei mitocondri, la cui superficie può aumentare da due a tre volte.

Insieme all'aumento del numero e della superficie dei mitocondri, abbiamo una moltiplicazione ed un incremento dell'attività degli enzimi aerobici e, quindi, un innalzamento della capacità di produrre energia. Questo rappresenta il presupposto per l'eliminazione delle sostanze prodotte dall'affaticamento come acido lattico

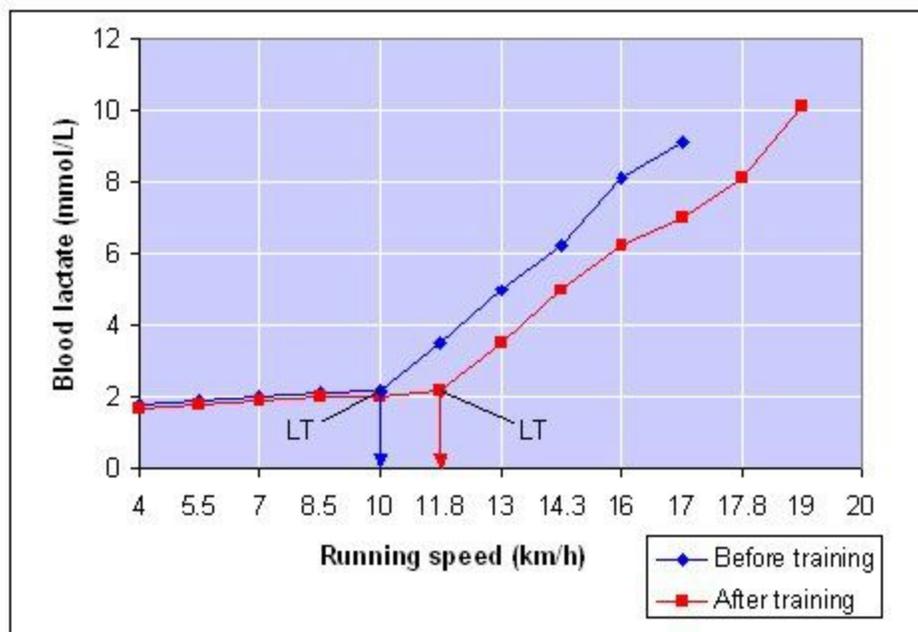
(Robinson S, Harmon PM 1941) , che sono il prodotto della combustione anaerobica degli zuccheri.

Infatti, i soggetti allenati hanno maggiore capacità di eliminare il lattato dal sangue, rispetto a quelli non allenati.

Inoltre l'accumulo di acido lattico ha un effetto negativo sulla prestazione. Oltre la soglia anaerobica, stabilita a 4 mmol di lattato/dl, si assiste ad un costante e progressivo accumulo di lattato nel sangue.

L'aumento della capacità di prestazione aerobica determina uno spostamento a destra della curva del lattato, e quindi della soglia anaerobica. L'atleta accumula lattato a intensità di lavoro maggiori, per cui è in grado di lavorare aerobicamente ad intensità più elevate.

Fig.7.1: Andamento dell'accumulo del lattato in relazione alla velocità prima e dopo il l'allenamento



Inoltre, attraverso l'allenamento di resistenza, si produce l'aumento dell'attività dell'enzima che modula la sintesi del glicogeno, ovvero il glicogeno-sintetasi.

A livello ormonale

I processi metabolici all'interno dell'organismo si compiono attraverso i processi di regolazione ormonale e l'allenamento di resistenza è in grado di produrre numerosi fenomeni di adattamento del sistema ormonale.

I soggetti allenati alla resistenza possono modificare la modulazione degli ormoni adrenalina e noradrenalina, chiamati catecolamine, che sono gli ormoni che consentono all'organismo di rispondere agli stress aumentando la gittata cardiaca, il flusso ematico nei vari tessuti ed inoltre stimolano la glicogenolisi epatica e muscolare. L'adrenalina, in particolare, induce anche l'aumento della frequenza cardiaca. Questo significa che durante l'esercizio le catecolamine favoriscono l'attuazione di risposte che elevano il consumo di ossigeno e l'utilizzo di carboidrati per i processi di produzione di energia.

Un allenamento intensivo di resistenza è in grado di ridurre il tono del sistema nervoso simpatico ed aumentare l'attività del vago (responsabile del recupero e del ristabilimento).

Durante l'esercizio fisico il comportamento delle catecolamine libere plasmatiche indica l'attivazione simpatico-adrenergica. Nel corso di esercizi aerobici prolungati, queste aumentano in modo moderato e proporzionale fino alla soglia anaerobica e crescono, poi, in maniera sproporzionata superata l'intensità della soglia stessa.

L'allenamento di resistenza produce, a parità di sforzo, la diminuzione del tono del nervo simpatico ed ad uno spostamento a destra della salita verticale di adrenalina e noradrenalina. Ciò significa che, grazie all'allenamento, l'aumento di questi ormoni viene effettuato a carichi più elevati rispetto alla situazione iniziale.

L'analisi del comportamento delle catecolamine è inoltre in grado di ricavare conclusioni sull'andamento psichico dei soggetti. Le ricerche di Lehmann et al. hanno

dimostrato che gli atleti che registrano migliori risultati di gara evidenziano una minore produzione di catecolamine rispetto agli atleti con minore capacità di prestazione.

Infine è possibile scoprire uno stato di superallenamento negli atleti che sono stati sollecitati eccessivamente dall'allenamento laddove si riscontri che la produzione basale di catecolamine scenda notevolmente al disotto dei valori normali.

Al livello del sistema cardio circolatorio

Per capire quali siano le modificazioni strutturali che si compiono a livello del sistema cardiocircolatorio è necessario chiarire quali sono i processi che si attuano all'interno del sistema stesso durante la seduta di allenamento.

Quando si compie un lavoro, soprattutto se di tipo aerobico, i nostri muscoli hanno bisogno di un maggior apporto d'ossigeno e sostanze nutritive. Affinché queste necessità siano soddisfatte dovrà aumentare il flusso di sangue, vettore di sostanze energetiche ed ossigeno, nei muscoli. Durante l'esercizio, nel distretto muscolare interessato ci sarà una contemporanea dilatazione delle arterie e delle vene: nelle prime il sangue fluirà ricco d'ossigeno e nutrienti, mentre nelle vene i prodotti del lavoro muscolare, cataboliti e anidride carbonica, verranno allontanati in direzione del cuore destro e dei polmoni. L'aumento della quantità di sangue nelle suddette zone sarà garantito da una ridistribuzione del flusso ematico ottenuta con una vasocostrizione sia venosa sia arteriosa nei distretti muscolari non interessati dal lavoro ed a livello splancnico: l'80% del totale del flusso andrà a vantaggio della muscolatura che lavora, rispetto al restante 20% del tessuto non impegnato (visceri). La produzione e la trasformazione di energia nelle cellule muscolari dipendono quindi anche dalla capacità di trasporto dell'ossigeno e di sostanze nutritive al muscolo e dalla rimozione delle scorie metaboliche attraverso il torrente circolatorio.

Si assiste, grazie all'allenamento di resistenza, ad un incremento della superficie di scambio dei capillari periferici che aumentano l'irrorazione sanguigna del tessuto

muscolare che lavora. Il letto vascolare, grazie alla maggior densità capillare, può aumentare di circa 100 volte così, nonostante l'enorme aumento dell'irrorazione ed il fatto che il tempo di circolazione sia accelerato del doppio, la durata del tempo di permanenza del sangue nei capillari resta normale e quindi predominano condizioni ottimali per lo scambio di ossigeno e di substrati.

Per quanto riguarda il muscolo cardiaco invece si registra un aumento del volume del ventricolo sinistro, conseguente all'aumento del volume interno del ventricolo stesso. Modificazioni di questo tipo sarebbero indotte dalla cronicità di un carico emodinamico di elevati volumi di sangue che il cuore deve eiettare nel corso di attività fisica. Inoltre è possibile notare anche un aumento dello spessore delle pareti cardiache.

Un allenamento di resistenza, di intensità e volume adeguati, producono il cosiddetto "cuore d'atleta", ovvero un cuore di dimensioni maggiori e funzionalmente più efficiente, con valori che raggiungono i 350-500 g di peso, un volume da 900 a 1300 ml o 14-17 ml/kg.

Il volume del muscolo cardiaco è in stretto rapporto con la capacità di prestazione di resistenza. Un allenamento di questo tipo produce uno spostamento a destra della curva della soglia aerobica. L'aumento delle dimensioni del cuore è una importante condizione preliminare per l'aumento del volume sistolico e, quindi, per lo spiccato aumento della capacità di consumo di ossigeno necessario per le prestazioni di resistenza. Secondo uno studio di Israel, da un aumento del volume del cuore di 100 ml risulta un incremento del massimo consumo di ossigeno di 200 ml ed oltre.

Nei soggetti allenati alla resistenza, un elevato volume sistolico, che può raggiungere i 105 ml di capacità, è la base di un lavoro cardiaco economico, nella zona submassimale, ed una condizione preliminare per raggiungere la massima capacità di trasporto dell'ossigeno nei carichi massimali.

Altre variazioni del sistema cardiocircolatorio possono riguardare la diminuzione della pressione arteriosa e della frequenza cardiaca. Quest'ultima, nei soggetti allenati alla resistenza, può scendere, in condizioni di riposo, fino a circa 40 battiti al minuto.

La frequenza cardiaca può aumentare di cinque volte durante l'esercizio fisico e, unitamente al volume sistolico che può aumentare più del doppio, si produce un notevole incremento della portata cardiaca che va dai 4-5 l/min a riposo ai 30-40 l/min in corso di attività, aumentando la capacità di trasporto del sangue ricco di ossigeno ai tessuti. L'aumento delle dimensioni e del volume del cuore sono in stretto rapporto anche con il volume globale del sangue e con l'emoglobina totale, con la capillarizzazione della muscolatura interessata al carico ed, infine, anche con le dimensioni del fegato, in quanto principale organo del metabolismo. La quantità di sangue e dell'intera emoglobina disponibile sono, infatti, relazionabili alla capacità dei processi metabolici.

L'aumento della prestazione, durante un allenamento di resistenza, può essere raggiunto anche attraverso l'aumento del volume del sangue, dovuto a sua volta prevalentemente ad un incremento del volume plasmatico. Tale variazione può essere dell'ordine del 9-25%, che corrisponde ad un incremento di 300-700 ml.

Grazie all'incremento del volume sanguigno aumenta anche la capacità tampone del sangue, dovuta all'incremento della quantità assoluta dei sistemi tampone che si trovano in esso.

Ciò significa che si pone il presupposto essenziale per una minore affaticabilità generale e locale di chi è allenato alla resistenza, dovuta ad una maggiore capacità di eliminare le scorie metaboliche prodotte per la trasformazione dell'energia.

Riassumendo, quindi, un allenamento di resistenza, a livello cardiocircolatorio, porta alle seguenti modificazioni:

- aumento delle dimensioni, del volume e, di conseguenza, della funzionalità del muscolo cardiaco
- aumento della vascolarizzazione attraverso una maggiore densità di capillari che determina un incremento della superficie di scambio
- diminuzione della frequenza cardiaca e della pressione arteriosa a riposo ed aumento del volume di eiezione del muscolo cardiaco

- incremento del volume plasmatico responsabile dell'aumento del volume del sangue e della capacità del sistema tampone dello stesso.

A livello del sistema immunitario

La salute individuale delle difese immunitarie rappresenta la base della salute fisica. L'allenamento di resistenza è in grado di determinare un miglioramento della resistenza dell'organismo alle malattie infettive, attraverso lo sviluppo o la formazione di meccanismi aspecifici di difesa, come la fagocitosi, la termoregolazione e la funzione protettiva delle mucose.

Al contrario, elevati carichi di allenamento o programmazioni scorrette determinano un peggioramento dello stato delle difese immunitarie. Il cortisolo e le catecolamine che si liberano durante l'esercizio non influiscono solo sul metabolismo, ma portano anche ad una ridistribuzione dei globuli bianchi che hanno un'azione immuno-depressiva.

È inoltre necessario dare la giusta attenzione anche alle misure di recupero che, se realizzate adeguatamente, possono impedire una depressione del sistema immunitario determinata dall'allenamento.

A livello del sistema respiratorio

L'allenamento di resistenza induce a modificazioni del volume polmonare e della capacità di diffusione, soprattutto se effettuato in età giovanile. Questo produce infatti un ampliamento della cassa toracica e ad uno sviluppo della funzione polmonare. A ciò si aggiunge un incremento dell'attività della muscolatura respiratoria ed una maggiore economia della funzione respiratoria.

Altre modificazioni

Le altre modificazioni riguardano la concentrazione di mioglobina nei muscoli, la capacità di utilizzo di leucina a fini metabolici, la modifica delle concentrazioni di fosfocreatina e ATP.

I livelli di concentrazione di mioglobina, la sostanza dal caratteristico colore rosso presente nelle cellule muscolari, risultano aumentati in tali fibre, soprattutto in quelle di tipo I, che utilizzano per il loro lavoro un metabolismo di tipo aerobico. In questo modo si accrescono le riserve di ossigeno nei tessuti e la sua diffusione nelle cellule. Il ruolo della leucina, cioè uno degli aminoacidi a catena ramificata, cambia ai fini energetici. Infatti, attraverso l'allenamento di resistenza, è possibile aumentarne la capacità di utilizzo come substrato per la trasformazione di energia per il lavoro muscolare.

Infine, a livelli submassimali, diminuisce la deplezione di creatinfosfato (CP) e di ATP. Ciò si realizza mediante l'aumento delle concentrazioni degli stessi all'interno delle fibre muscolari.

3. MALATTIE METABOLICHE E RISCHIO CARDIOVASCOLARE

La sindrome metabolica

La sindrome metabolica è una condizione caratterizzata dalla presenza di almeno tre alterazioni metaboliche e/o cardiache fra obesità, in particolare addominale, intolleranza glucidica o diabete mellito, ipertensione arteriosa, e dislipidemia. Ciò si associa ad un elevato rischio cardiovascolare. In particolare, la sindrome metabolica è la situazione di pazienti che presentino associati tre o più dei seguenti sintomi:

- indice di massa corporea (rapporto esistente tra altezza e peso) superiore a 30;
- girovita superiore a 102 cm per gli uomini e a 88 cm per le donne;
- ipertensione arteriosa superiore a 130 (massima) e 85 (minima) mmHg;
- glicemia a digiuno superiore a 110 mg/dl;
- colesterolemia superiore a 200 mg/dl, HDL < 40 (uomini) o HDL <50 (donne);
- trigliceridi superiori a 150 mg/dl.

Ciascuna delle singole alterazioni presenta una elevata correlazione con l'insulinoresistenza e costituisce di per sé un fattore di rischio cardiovascolare. Tuttavia l'obesità non è associata obbligatoriamente ad insulinoresistenza.

Numerosi studi dimostrano che l'accumulo di grasso viscerale, ed in particolare nella regione toraco-addominale, si associa ad un aumentato rischio di morbilità e mortalità nello sviluppo di malattie cardiovascolari, come l'ipertensione arteriosa, la cardiopatia ischemica e malattie dismetaboliche, come il diabete mellito.

Nella sindrome metabolica vi è spesso la presenza di ipertensione arteriosa, di per sé legata all'insulinoresistenza, anche semplicemente per il ruolo sodio-detentore dell'insulina stessa. L'incidenza dell'ipertensione arteriosa aumenta con l'aumentare del BMI, sia negli uomini che nelle donne, come ormai documentato da numerosi studi epidemiologici.

La prevalenza di ipertensione arteriosa in soggetti adulti con BMI > 30 kg/m² è del 38,4% negli uomini e 32,2% nelle donne. Ciò determina un rischio relativo di 2.1 negli uomini e 1.9 nelle donne.

Lo studio INTERSALT riporta che un aumento di 10 kg di peso si associa ad un incremento di 3,0 mmHg di pressione sistolica e di 2,3 mmHg di pressione diastolica. Questi incrementi comportano un aumento del 12% di rischio per coronaropatia e del 24% per ictus cerebrale.

Fig 5.1: Definizioni internazionali "Sindrome metabolica"

Obesità

L'obesità rappresenta un importante fattore di rischio cardiovascolare, soprattutto quando è associato a insulinoresistenza, iperinsulinemia, dislipidemia e ipertensione arteriosa.

Il paziente obeso, in particolare con obesità centrale, normalmente mostra una tendenza ad un aumento della pressione sia sistolica che diastolica, una maggiore prevalenza di insulinoresistenza, un incremento dei livelli di colesterolo LDL, trigliceridi, acidi grassi liberi, glicemia, leptinemia, una riduzione del colesterolo HDL, un aumento dei fattori emocoagulativi ed indicatori di infiammazione (PAI-I, PCR, fibrinogeno, VES...).

Anche in soggetti normopeso con aumentata massa grassa viscerale si riscontra un aumentato rischio cardiovascolare e di sviluppo di insulinoresistenza.

La distribuzione del grasso corporeo assume quindi, una grande rilevanza, rappresentando un fattore di rischio cardiovascolare indipendente, pari a quello legato alla presenza delle altre alterazioni.

Dislipidemie

È ben nota l'azione delle LDL, il colesterolo aterogeno, nella formazione della placca ateromatosa, insieme all'infiltrazione di macrofagi ed altri processi infiammatori responsabili dello sviluppo di malattie coronariche.

Anche le dislipidemie sono più frequenti nel soggetto obeso ed i livelli plasmatici di LDL e dei trigliceridi aumentano progressivamente con l'aumentare del BMI e dell'insulinoresistenza, così come diminuisce il colesterolo HDL.

Lo stretto rapporto tra colesterolemia e cardiopatia ischemica sembra essere dovuto principalmente all'azione delle lipoproteine a bassa densità. Un incremento di 10 mg/dl di LDL sembra essere responsabile dell'aumento del 10% del rischio di cardiopatia ischemica.

Iperglicemia

L'iperglicemia a digiuno costituisce un importante fattore predittivo di mortalità cardiovascolare indipendente da altri fattori noti di rischio. Inoltre, i livelli di emoglobina glicata (HbA1c) sono risultati significativamente associati al rischio di malattia coronaria.

Insulinoresistenza

L'insulinoresistenza sembra essere associata ad alterazioni morfo – funzionali cardiache che rappresentano fattori di rischio indipendente, come l'ipertrofia del ventricolo sinistro, l'ipertono simpatico e l'aumento dello spessore miointimale carotideo.

Attività fisica e sindrome metabolica

Dai capitoli precedenti si evince l'importanza del trattamento delle malattie metaboliche come importanti fattori di rischio cardiovascolare.

L'insulinoresistenza costituisce il fattore chiave per la comparsa delle alterazioni metaboliche, associate all'alta morbilità e mortalità cardiovascolare. Perciò la correzione del difetto nell'azione insulinica dovrebbe rappresentare l'obiettivo prioritario della terapia della sindrome stessa.

L'attività fisica deve essere utilizzata come strumento di promozione della salute sia per chi auspica un calo ponderale, come i soggetti obesi o sovrappeso, sia per i normopeso con sindrome metabolica:

- da una parte l'esercizio fisico dovrebbe rientrare nella strategia terapeutica dei pazienti con sindrome metabolica anche in assenza di obesità, poiché dovrebbe essere utilizzato come mezzo terapeutico patogenetico della sindrome stessa
- dall'altra parte la pratica di attività fisica dovrebbe essere vista come strumento per promuovere il calo ponderale nell'ottica che obesità e sovrappeso, ma anche la sola presenza di grasso addominale in soggetti normopeso, sono fattori determinanti nell'incremento del rischio di malattia cardiovascolare, pari a quello determinato dalle altre alterazioni metaboliche e cardiovascolari. Numerosi sono, infatti, gli studi che attestano che tutte le alterazioni metaboliche e cardiovascolari che aumentano la mortalità e la morbilità cardiovascolare sono presenti in misura maggiore nei soggetti obesi e sovrappeso.

In conclusione vi sono numerose evidenze che mostrano come nella sindrome metabolica sia importante introdurre una attività fisica nel proprio stile di vita, preferibilmente un esercizio fisico aerobico regolare di moderata intensità. In questo modo si agirà su uno dei meccanismi patogenetici responsabili della malattia, migliorando la sensibilità insulinica ed ottenendo la riduzione del rischio cardiovascolare attraverso modificazioni di tutti i parametri metabolici e vascolari alterati tipicamente in questa sindrome.

4. L'ATTIVITA' FISICA PREVENTIVA AL DIABETE MELLITO

L'attività fisica nella prevenzione del diabete

Negli ultimi due decenni le innumerevoli evidenze scientifiche (*DDP, DPS, Physical Activity/exercise and type 2 diabetes...*) prodotte sugli effetti protettivi dell'attività fisica sullo sviluppo del diabete mellito hanno convinto sempre più gli esperti di tutto il mondo a raccomandare attività fisica agli individui con alto rischio di sviluppare diabete, come gli obesi, i soggetti in sovrappeso in generale e le persone che sviluppano insulinoresistenza. Questi soggetti, attraverso l'informazione, devono diventare consapevoli dei benefici che possono trarre dal calo ponderale, da una dieta adeguata e dalla partecipazione ad un programma di attività fisica per il trattamento dei fattori di rischio cardiovascolare, come l'ipertensione, la dislipidemia, l'obesità e l'iperlipidemia.

Gli studi epidemiologici osservazionali (*Nurses' Health Study*) e di intervento hanno raggiunto simili conclusioni. Un programma di modificazione intensiva dello stile di vita può risultare sorprendentemente efficiente: l'inserimento di 150 minuti a settimana di attività fisica, associati ad una dieta ipocalorica, che riduca del 5-7% il peso corporeo, diminuiscono del 58% il rischio che la situazione di ridotta intolleranza al glucosio sfoci in diabete di tipo 2, rappresentando, pertanto, uno strumento preventivo e terapeutico particolarmente efficace per arrestare o rallentare l'epidemia di diabete.

L'adozione e il mantenimento di un programma di attività fisica può essere facilitato da programmi di educazione terapeutica in cui venga misurato regolarmente il livello di attività fisica svolta.

La somministrazione della terapia medica nella prevenzione della patologia risulta essere economicamente svantaggiosa se confrontata con il costo della terapia basata sulla modificazione dello stile di vita.

Numerosi studi condotti, dove si è intervenuto attraverso l'attività fisica, dimostrano che un programma di esercizio fisico può realizzare modeste e trascurabili variazioni

del peso corporeo, ma che queste possono risultare sufficienti a definire delle importanti riduzioni nell'incidenza del diabete.

Un importante studio (*DDP, Diabetes Preventions Program -2002-*) condotto su 3234 persone sovrappeso ad alto rischio di sviluppare diabete di tipo 2 di differenti etnie, ha confrontato tre approcci di intervento preventivi:

- modifiche dello stile di vita (gruppo "stile di vita"): 30 minuti di cammino al giorno, per 5 volte a settimana
- trattamento con metformina (gruppo "metformina")
- raccomandazioni mediche unitamente ad una pillola zuccherina (gruppo "placebo")

Il risultato finale ha dimostrato che i soggetti che hanno sviluppato diabete con maggiore incidenza sono stati quelli del gruppo placebo, seguiti dal gruppo metformina, che ha sviluppato diabete con un'incidenza inferiore del 31% rispetto al gruppo placebo.

Infine anche il gruppo "stile di vita" ha sviluppato diabete, ma con un'incidenza del 58% inferiore al gruppo placebo.

Fig. 6.1: Riepilogo dati DDP

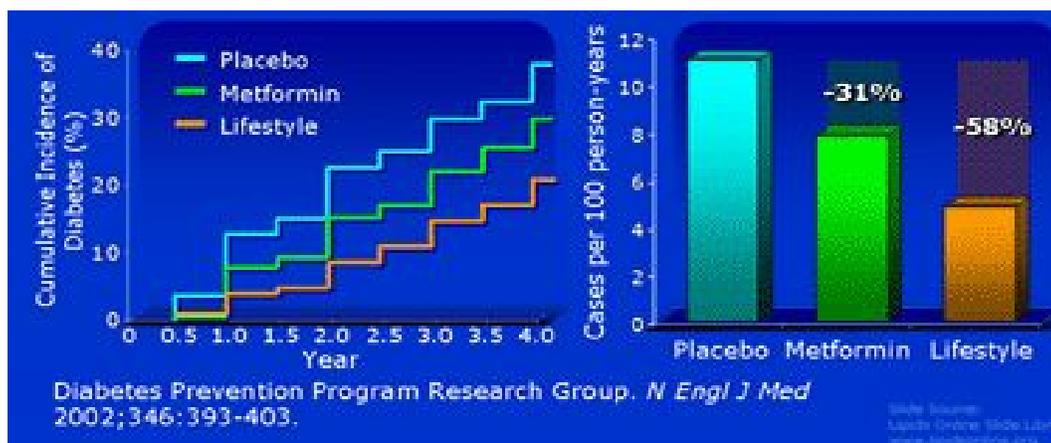


Fig. 6.2: Soggetti ad alto rischio di sviluppare diabete:

IFG o IGT o pregresso diabete gestazionale
Età ≥ 45 anni, specialmente se con BMI ≥ 25 kg/m ² od obesità centrale
Età <45 anni, sovrappeso (BMI ≥ 25 kg/m ²) e una o più tra le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none">• familiarità di primo grado per diabete tipo 2 (genitori, fratelli);• appartenenza a gruppo etnico ad alto rischio;• ipertensione arteriosa ($\geq 140/90$ mmHg) o terapia antipertensiva in atto;• bassi livelli di colesterolo HDL (≤ 35 mg/dl) e/o elevati valori di trigliceridi (≥ 250 mg/dl);• evidenza clinica di malattie cardiovascolari;• sedentarietà;• sindrome dell'ovaio policistico o altre condizioni di insulino-resistenza come l'acanthosis nigricans;• nella donna, parto di un neonato di peso >4 kg.
Bambini di età >10 anni, con BMI >85° percentile e due tra le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none">• familiarità di primo o secondo grado per diabete tipo 2;• madre con diabete gestazionale;• segni di insulino-resistenza o condizioni associate (ipertensione, dislipidemia, acanthosis nigricans, ovaio policistico);• appartenenza a gruppo etnico ad alto rischio.

Le linee guida fornite da SID e AMD per la prevenzione del diabete di tipo 2 sono le seguenti:

- evitare il sovrappeso e svolgere un'attività fisica regolare (20-30 minuti al giorno o 150 minuti alla settimana) rappresentano i mezzi più appropriati per ridurre il rischio di insorgenza di diabete mellito tipo 2 nei soggetti con ridotta tolleranza al glucosio (IGT, impaired glucose tolerance);
- i soggetti con IGT devono ricevere un counselling sulla perdita di peso, così come indicazioni per aumentare l'attività fisica.
- i soggetti con IGT devono essere incoraggiati a modificare le abitudini alimentari secondo queste indicazioni:

- ridurre l'apporto totale di grassi (<30% dell'apporto energetico giornaliero) e particolarmente degli acidi grassi saturi (meno del 10% dell'apporto calorico giornaliero);
- aumentare l'apporto di fibre vegetali (almeno 15 g/1000 Kcal)
 - nei soggetti con obesità e IGT nei quali l'intervento sullo stile di vita sia fallito o non sia applicabile, la terapia farmacologica può essere presa in considerazione anche se risulta meno efficace dell'intervento sullo stile di vita
 - quando altre strategie si siano rivelate inefficaci, la chirurgia bariatrica può essere considerata un'opzione in grado di prevenire lo sviluppo di diabete tipo 2 in soggetti con obesità severa e IGT.

Per quanto riguarda il diabete di tipo 1, nonostante la terapia insulinica determini un aumentato rischio di evento ischemico, a causa dell'aumentato rischio aterogeno e di conseguenza sia maggiore il rischio di morte cardiaca improvvisa, l'attività fisica è consigliata, previa esecuzione di visita e test cardiologico che attesti l'idoneità del soggetto a sottoporli a terapia motoria.

L'attività fisica nel trattamento del diabete

L'esercizio fisico viene raccomandato da secoli come trattamento per la cura del diabete mellito. Tuttavia è solo negli ultimi due decenni che il potente ruolo dell'esercizio fisico nel trattamento della patologia viene considerato fondamentale. Inoltre, diversamente da ciò che accadeva in passato, da qualche anno anche i pazienti che presentano le complicanze classiche del diabete mellito sono incoraggiati a praticare attività fisica. In passato il paziente diabetico era considerato ad alto rischio di evento ischemico e di conseguenza non era consigliata l'attività fisica. Oggi è documentato che, previa esecuzione di test da sforzo cardiologico massimale e refertata la negatività, l'attività fisica è da consigliare al diabetico. La prova cardiologica va eseguita in particolare in:

- diabetico di tipo 1 con età superiore ai 35 anni o con storia di diabete da più di 15 anni
- diabetico di tipo 2 con età superiore ai 35 anni e con storia di diabete da più di 10 anni

Gli effetti benefici del metabolismo glucidico e lipidico, la capacità dimagrante, l'effetto "allenante" sul cuore, la possibilità di prevenire alterazioni degenerative sull'apparato osteo-articolare e i risultati positivi sullo stato psichico spingono necessariamente la comunità diabetologica a "prescrivere" esercizio fisico al soggetto diabetico.

I favorevoli benefici dell'attività fisica acuta però scompaiono 72 ore dopo l'ultimo esercizio fisico per cui "regolare" attività fisica è raccomandata ai diabetici per mantenere gli effetti sul metabolismo glucidico.

L'attività fisica svolge un'azione cardioprotettiva, producendo un effetto positivo sulla funzionalità del muscolo cardiaco, ed influenzando anche su una serie di fattori di rischio (eccesso di peso, ipertensione, iperglicemia...) che sono responsabili di patologie degenerative cardiovascolari. È risaputo che il diabete mellito si associa ad un aumentato rischio di sviluppare tutte le manifestazioni dell'arteriopatia aterosclerotica, come la cardiopatia ischemica, la malattia cerebrovascolare e la vasculopatia periferica che, da sole, costituiscono circa l'80% della mortalità totale associata al diabete.

L'attività fisica presa in considerazione nella maggior parte degli studi consisteva nel cammino a passo svelto, la più naturale ed ancestrale delle attività fisiche, attività che negli ultimi anni, per l'automazione in cui viviamo, si è ridotta notevolmente.

Trattandosi di una attività totalmente aerobica di bassa intensità, a livello metabolico, essa si svolge utilizzando prevalentemente acidi grassi e preservando, quindi, le riserve di glicogeno epatico. I vantaggi di una siffatta attività, che predilige l'utilizzo di substrati non glucidici, significa minor rischio di ipoglicemia in soggetti diabetici con risparmio del glicogeno epatico e muscolare, maggior resistenza alla fatica fisica, maggior capacità di glicogenolisi in caso di evento ipoglicemico ed infine riduzione

degli acidi grassi liberi nel sangue e dei trigliceridi (substrati utilizzati a scopo metabolico). Tutto ciò porta ad una migliore sensibilità all'insulina dei tessuti periferici (Koivisto et al. hanno dimostrato come l'esercizio fisico di tipo aerobico determini un aumento dell'indice della sensibilità insulinica del 32%) e quindi ad una riduzione di obesità addominale e del fabbisogno dei farmaci ipoglicemizzanti nei pazienti diabetici.

Inoltre il poter controllare direttamente e "toccare con mano" la riduzione della glicemia dopo una seduta di attività fisica aerobica costituisce un formidabile elemento motivante per il diabetico nel proseguire questo tipo di attività.

Tuttavia recentemente le linee guida internazionali relative all'attività fisica e al diabete, hanno introdotto tra le loro raccomandazioni anche l'esercizio fisico "contro resistenza prescritto e supervisionato" (PRT), per lo sviluppo della forza muscolare, da affiancarsi al tradizionale allenamento aerobico: in assenza di controindicazioni, i diabetici devono essere incoraggiati a eseguire esercizio fisico contro resistenza – secondo un programma stabilito tra il diabetologo ed il laureato in scienze motorie – per tutti i maggiori gruppi muscolari, 3 volte/settimana. L'introduzione di un programma di attività fisica in soggetti non allenati e con vario grado di sarcopenia relativa (ovvero quella situazione metabolica tale per cui il muscolo, che è uno dei più importanti tessuti consumatori di energia dell'organismo, perde la sua massa e la sua funzione, soprattutto a partire dal 45esimo anno di età) - tramite esercizi graduali contro resistenza - può addirittura precedere l'avvio di attività aerobiche, favorendo il potenziamento muscolare, l'aumento della capacità aerobica ed il calo ponderale.

Questo tipo di attività permette di prevenire più facilmente i danni muscolo-scheletrici con appropriate tecniche che prevedano l'isolamento di specifici gruppi muscolari, la regolazione della velocità di sollevamento e la definizione di determinate linee di forza, grazie alla supervisione delle sessioni di lavoro, ad appropriati periodi di riposo tra le serie e all'uso di macchine o strumenti che garantiscono un range di movimento limitato alla soglia del dolore. Per di più, tale esercizio può consentire anche ai soggetti non adatti all'esercizio aerobico (per ulcerazioni del piede, piede di Charcot,

amputazioni, osteoartite, claudicatio...) di praticare attività fisica regolare. Numerosi studi, benché preliminari, hanno dimostrato che l'esercizio contro resistenza, unito all'esercizio aerobico, è fattibile e ben accetto, sicuro e ben tollerato, migliora il controllo glicemico, la composizione corporea ed i fattori di rischio cardiovascolare nei pazienti diabetici di tipo 2.

La pratica di esercizio fisico, di qualunque tipo sia, è benefica anche da un punto di vista psicologico: grazie ad essa, il soggetto diabetico può superare quella che è considerata dallo stesso una "disabilità". Tali effetti psicologici positivi sono riconducibili alla diminuzione nel rilascio di catecolamine, in risposta allo stress degli stimoli psicosociali.

Le complicanze nel diabete sono prevalenti nei soggetti con diabete di lunga durata e richiedono aumento dell'apporto psicosociale. Le stesse complicanze contribuiscono alla visione dell'essere diabetico come evento stressante e sviluppano disordini affettivi, in particolare la depressione.

È necessario tuttavia precisare che l'attività fisica deve essere eseguita solo in condizioni di buon controllo metabolico, per evitare il rischio di "ipoglicemia esercizio-indotta".

Al fine di ridurre questo rischio il diabetico deve essere in grado di modificare tre dei parametri implicati nel suo trattamento, in riferimento alla tipologia, alla durata ed all'intensità dell'attività che andrà ad eseguire:

- 1) aumento dell'assunzione dei carboidrati, prima, durante e dopo l'esercizio;
- 2) riduzione della dose di insulina o di farmaco ipoglicemizzante;
- 3) in alcune circostanze è necessario modificare la zona di iniezione dell'insulina, in relazione alla tipologia di attività eseguita.

Inoltre l'ADA sconsiglia ai soggetti diabetici la pratica di attività fisica solo in presenza di chetosi. Ricorda infatti che, in assenza di un quadro grave di insulino-deficienza, è possibile effettuare esercizio fisico anche quando i livelli di glucosio plasmatico (specie se post-prandiale) superano i 300 mg/dl. L'attività fisica in tali circostanze, sia

leggera, che moderata, che intensa, riduce i livelli di glucosio plasmatico. Raccomanda comunque a questi soggetti una idratazione adeguata durante l'attività. È quindi di fondamentale importanza, per la pratica dell' esercizio fisico in tutta sicurezza, che il paziente diabetico esegua il monitoraggio della glicemia prima di iniziare l'attività e dopo averla conclusa.

5. IPERTENSIONE ARTERIOSA ED ATTIVITA' FISICA

La pressione arteriosa

La pressione arteriosa è la "forza" con cui il cuore pompa il sangue per farlo scorrere all'interno dei vasi sanguigni e si esprime in mm/Hg (corrispondenti all'altezza di una colonnina di mercurio che equilibra la pressione misurata).

Essa dipende dalla forza con cui il cuore si contrae e dalla resistenza che il sangue incontra nei vasi: più i vasi sono piccoli, o rigidi, più la pressione è elevata. In genere, la pressione arteriosa si esprime con due valori numerici: il più alto, detto sistolico, si riferisce alla pressione con cui il cuore spinge il sangue nelle arterie, il secondo, detto diastolico, corrisponde alla pressione di rilascio. La pressione non è sempre costante: essa è più alta al risveglio e diminuisce durante il giorno; aumenta in caso di sollecitazioni fisiche ed emotive e normalmente aumenta con l'età, soprattutto perché i vasi perdono elasticità (a 20 anni, in media, la pressione è di 120/80, mentre verso i 60 anni sale a 160/90).

L'ipertensione arteriosa

Gli individui che soffrono di pressione alta, detta anche ipertensione, presentano una pressione con cui il sangue circola nelle arterie che è sempre superiore ai valori considerati normali (sistolica maggiore di 140 mmHg; diastolica maggiore di 85-90 mmHg). È sufficiente che uno solo dei due valori sia superiore alla norma perché si possa parlare di ipertensione. L'ipertensione è un fattore di rischio per molte malattie come l'ictus, la cardiopatia ischemica nelle sue varie forme (principalmente infarto e morte improvvisa), lo scompenso cardiaco (per il quale l'ipertensione è un rilevante fattore di rischio), la patologia vascolare in generale (per esempio l'arteriopatia periferica) e l'insufficienza renale (gli ipertesi hanno più probabilità di andare incontro,

negli anni, ad insufficienza renale rispetto ai normotesi). Più elevati sono i livelli di pressione arteriosa, più alto è il rischio di sviluppare le malattie appena citate, indipendentemente dal sesso e dall'età del soggetto.

Inoltre, il rischio di sviluppare malattie cardiovascolari, sia in termini di tempo che di probabilità, è legato alla presenza di uno o più fattori di rischio oltre che alla pressione alta. Recenti studi definiscono l'ipertensione arteriosa come il più frequente disordine cardiovascolare, presente in circa il 20% della popolazione adulta di molti paesi, in Italia la prevalenza della condizione ipertensiva va dal 21% al 25% circa.

In ambito medico sportivo, oltre che per tali aspetti epidemiologici e per la sempre maggiore diffusione dell'attività fisica tra la popolazione generale, l'ipertensione arteriosa acquista rilevanza in quanto fattore di rischio accertato, soprattutto in soggetti di sesso maschile e di età superiore ai 40 anni, di morbilità e mortalità cardiovascolare.

Nel 96% dei casi non è possibile identificare alcuna causa precisa di ipertensione; essa viene perciò definita essenziale. Nel restante 4%, l'ipertensione è legata alla presenza di altre malattie come ad esempio il diabete, lo stress o il fumo. Alcuni individui hanno più probabilità di sviluppare ipertensione come, ad esempio, coloro che hanno genitori ipertesi; coloro che sono in soprappeso sin da giovani; coloro che hanno valori normali di pressione, ma nella fascia alta di normalità.

Esistono inoltre malattie, come il diabete, che si associano spesso all'ipertensione e così un individuo diabetico ha più probabilità di sviluppare ipertensione rispetto ad un individuo non diabetico e allo stesso modo un individuo iperteso svilupperà più facilmente il diabete. La pressione del sangue, salvo alcuni casi eccezionali, comincia a salire in modo subdolo e all'inizio non dà segni di sé; generalmente l'ipertensione viene scoperta in modo occasionale durante una normale visita di controllo.

Raramente, e se è già piuttosto grave, l'ipertensione può provocare mal di testa (cefalea pulsante) nella zona posteriore del capo, vertigini, cioè senso di instabilità, e acufeni, cioè ronzii nelle orecchie. A volte si possono verificare epistassi (sanguinamento dal naso) e disturbi a carico della vista.

L'ipertensione, a livello cardiaco, può provocare disturbi del ritmo, l'ischemia cardiaca (angina o infarto, espressioni di un ridotto apporto di sangue) e l'insufficienza cardiaca.

A livello del cervello, può essere causa di disturbi transitori (TIA - attacchi ischemici transitori) e di danni permanenti (ictus) alle cellule cerebrali, che non ricevono sangue ed ossigeno a sufficienza. L'ipertensione può inoltre provocare una lenta perdita di alcune funzioni quali quelle della memoria, dell'attenzione e dell'orientamento nello spazio e nel tempo (vasculopatia cerebrale).

A livello del rene l'ipertensione produce una progressiva riduzione della funzione, fino a provocare, in alcuni casi, un'insufficienza renale cronica. Chi scopre di essere iperteso, quindi, deve sottoporsi ad un'accurata visita cardiologica, necessaria per valutare lo stato di salute del cuore minacciato dall'ipertensione, correlata da un elettrocardiogramma e da un ecocardiogramma per evidenziare eventuali ingrandimenti dell'immagine del cuore.

Un esame dei vasi della retina (esame del fundus, non invasivo) può segnalare eventuali danni ai vasi cerebrali. L'ipertensione deve sempre essere tenuta sotto controllo.

Un'alimentazione equilibrata e uno stile di vita globalmente più sano possono bastare, di solito, per le ipertensioni iniziali.

Quando il problema è più grave si deve iniziare un trattamento farmacologico anti-ipertensivo più appropriato. Oggi il trattamento antipertensivo si avvale di una grande quantità di classi farmacologiche tra cui le maggiori e più usate sono:

- I diuretici e gli antialdosteronici che aiutano l'organismo ad eliminare i sali e i liquidi accumulati nei tessuti che circondano le arterie.
- I beta-bloccanti che riducono la frequenza e la forza di contrazione del cuore.
- Gli alfa-bloccanti che dilatano i vasi per facilitare il flusso sanguigno.
- I calcio-antagonisti che, bloccando il trasporto di calcio nelle cellule, limitano la forza di contrazione del cuore e dilatano i vasi sanguigni.

- Gli ace-inibitori e gli inibitori dell'angiotensina II che intervengono sui sistemi di regolazione della pressione arteriosa che si trovano nel rene.

I farmaci hanno effetto solo se assunti regolarmente e il trattamento non deve essere mai interrotto senza aver prima consultato il proprio medico.

Effetti dell'attività fisica sull'ipertensione arteriosa

Non esistono dubbi sull'utilità dell'attività fisica nel trattamento dell'ipertensione arteriosa. Alcuni studi recenti hanno quantificato in 5-6 mmHg la diminuzione del valore pressorio sia sistolico che diastolico, favorita da un allenamento aerobico assiduo e continuativo. Gli effetti benefici

dell'allenamento sono dovuti a numerosi fattori tra cui i più importanti sono:

- 1- Aumento del numero di capillari a livello muscolare e cardiaco (capillarizzazione) dove lo sviluppo del microcircolo coronarico allontana il rischio di angina ed infarto.
- 2- Maggiore apporto di sangue ed ossigeno a tutti i tessuti ed in particolare al muscolo cardiaco.
- 3- Riduzione dello stress sia transitorio che a lungo termine grazie al rilascio di sostanze euforizzanti che intervengono nella regolazione dell'umore (endorfine).
- 4- Riduzione delle resistenze periferiche sia grazie alla riduzione dell'attività di alcuni ormoni e dei loro recettori (catecolamine), sia grazie all'aumento del letto capillare.
- 5- Effetto positivo sugli altri fattori di rischio che l'attività fisica svolge su altre patologie che spesso si associano o causano l'ipertensione come diabete, dislipidemie ed obesità.

L'esercizio fisico utile per la prevenzione e la cura dell'ipertensione deve essere di tipo aerobico o cardiovascolare: deve cioè essere un'attività fisica di endurance svolta a media intensità (40-70% del VO₂max).

Tipici esempi di lavoro cardiovascolare sono la marcia, il jogging, la corsa, il nuoto di resistenza ed il ciclismo. Per essere veramente efficace, l'esercizio fisico, va ripetuto per almeno tre volte alla settimana. Il massimo effetto benefico lo si ottiene con 5

sedute settimanali, anche se le differenze, in termine di calo pressorio, non sono significative. In questo caso migliorano invece i benefici sulla riduzione del peso corporeo e l'efficacia del sistema cardiovascolare.

L'attività, per essere efficiente, deve protrarsi per almeno 20-30 minuti, possibilmente senza interruzioni. Anche in questo caso i risultati migliori si ottengono con un impegno superiore (40-50 minuti). Al di sotto dei venti minuti gli effetti positivi calano considerevolmente.

Potenziali rischi del paziente iperteso che svolge attività fisica

La letteratura riporta una maggiore prevalenza di incidenti cardiovascolari durante l'esercizio fisico nell'iperteso rispetto alla popolazione generale. In effetti le variazioni emodinamiche che si verificano durante un esercizio di tipo isotonico come un aumento della frequenza cardiaca, della gittata sistolica e un aumento della pressione sistolica, comportano un notevole aumento del consumo di ossigeno del miocardio e possono costituire un rischio rilevante per il soggetto iperteso, soprattutto se è presente una ridotta riserva coronarica. A ciò va aggiunto che lo sforzo aumenta la vulnerabilità ventricolare e che

l'iperteso ha una maggiore prevalenza di aritmie ventricolari rispetto al normoteso.

Ancora non è confermata la possibilità che il training fisico produca nell'iperteso un ulteriore aumento della massa ventricolare sinistra già ipertrofica, molti studi hanno osservato che allenamento ed ipertensione non producono effetti sommatori nei confronti dell'ipertrofia anzi l'allenamento sarebbe in grado di ridurre l'entità dell'ipertrofia nell'iperteso, probabilmente, per una riduzione del tono adrenergico più accentuata nelle attività di tipo aerobico.

Cardiopatía ipertensiva e cuore dell'atleta

Oggi risultano essere ben chiare le modificazioni indotte sull'apparato cardiovascolare dall'ipertensione arteriosa, infatti sia l'impatto emodinamico, conseguente agli elevati valori pressori, sia la stimolazione di meccanismi neuroumorali, in grado di modulare la crescita di cellule muscolari lisce, possono essere implicati nella genesi delle alterazioni strutturali cardiovascolari. L'aumento prolungato delle resistenze periferiche e del postcarico, tipico dell'ipertensione arteriosa, stimolano un progressivo ispessimento della parete del ventricolo sinistro.

L'aumento della massa cardiaca e la comparsa di ipertrofia ventricolare, utili meccanismi di adattamento nelle fasi iniziali della patologia, predispongono, tuttavia, alla comparsa di importanti manifestazioni cliniche come lo scompenso cardiaco, le aritmie ventricolari e la cardiopatía ischemica.

Il significato prognostico sfavorevole dell'ipertrofia ventricolare sinistra è valido sia quando la diagnosi è posta mediante ECG, sia quando essa è evidenziata dalla metodica ecocardiografica che risulta più specifica e ripetibile nel tempo.

L'impiego dell'ecocardiografia ha permesso di descrivere diverse forme di adattamento geometrico del ventricolo sinistro all'aumento del carico pressorio. Si parla di ipertrofia concentrica quando lo spessore della parete cardiaca aumenta a spesa del volume della cavità ventricolare sinistra mentre si parla di ipertrofia eccentrica quando la parete del ventricolo sinistro tende ad ispessirsi lontano dall'asse centrale della cavità. Alla luce di tali considerazioni è evidente come la cardiopatía ipertensiva possa talvolta porre problemi di diagnosi differenziale con il cuore d'atleta, dove il rimodellamento cardiaco è causato dall'aumento della portata cardiaca (che durante sforzo supera i 30 l/min) e della pressione arteriosa sistolica (che durante sforzo supera i 200 mmHg). Il primo dei dati da valutare è proprio anamnestico, infatti, non può essere considerato normale un quadro di aumento della massa ventricolare sinistra in un soggetto che da poco abbia iniziato un'attività sportiva o che pratichi sport in maniera incostante. Ulteriori elementi differenziali

derivano dallo studio della funzione diastolica. Nell'atleta le fasi di rilasciamento e riempimento ventricolare non subiscono variazioni in presenza di ipertrofia fisiologica del ventricolo sinistro, addirittura il riempimento ventricolare sinistro è pressoché completo già in protodiastole (6), mentre le proprietà diastoliche del miocardio ventricolare sinistro sono compromesse nell'ipertrofia patologica. Infine è da sottolineare come le modificazioni del decorso e del calibro dei vasi coronarici subepicardici, caratterizzati da aumento in lunghezza, riduzione di calibro e tortuosità, responsabili della riduzione di riserva coronarica nel soggetto iperteso, siano ben differenti dalle modificazioni normofunzionali del circolo coronarico indotte dall'esercizio fisico e caratterizzate da un aumento del calibro e da una riserva vasodilatatoria superiore rispetto ai soggetti non allenati. Queste caratteristiche assieme alla rapida regressione delle modificazioni morfofunzionali che si verifica con il detraining contribuiscono a distinguere l'ipertrofia fisiologica del cuore d'atleta dall'ipertrofia indotta dai patologici incrementi dei valori pressori.

6. RACCOMANDAZIONI PER IL PAZIENTE CHE PRATICA ATTIVITA' FISICA

Attività fisica in presenza di complicanze: valutazione del paziente prima dell'esercizio fisico

L'individuazione di complicanze micro e macrovascolari attraverso adeguati esami medici risulta fondamentale per la tutela della salute del paziente diabetico prima dell'inizio di un programma di esercizio fisico. Molte delle seguenti linee guida sono fornite da The Health Professional's Guide to Diabetics and Exercise.

- *Apparato cardiovascolare.* Si necessita un test di tipo graduale per quei pazienti che dovranno eseguire un programma di esercizio di intensità moderata o elevata e che sono ad alto rischio di sviluppare malattie cardiovascolari secondo uno dei seguenti criteri:

- età > 35 anni
- DM2 di durata > di 15 anni (DM1 di durata > di 10 anni)
- presenza di qualsiasi ulteriore fattore di rischio per malattia coronaria
- presenza di microvasculopatia (retinopatia proliferativa o nefropatia, inclusa la microalbuminuria)
- vasculopatia periferica
- neuropatia autonoma
- *Vasculopatia periferica.* La valutazione della vasculopatia periferica è basata su segni e sintomi come claudicatio intermittens, piedi freddi, ipo o asfimia, atrofia dei tessuti sottocutanei e perdita di peli. Il trattamento fondamentale per la claudicatio intermittens è la sospensione del fumo e un programma di esercizio fisico supervisionato. La presenza di pulsatilità delle arterie dorsali del piede e delle 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'American Diabetes Associations Practice Recommendation ha fornito le indicazioni per l'esame degli occhi. Per i diabetici con retinopatia proliferativa un

energico esercizio fisico potrebbe provocare un'emorragia del vitreo. Pertanto è da evitare l'esercizio di tipo anaerobico.

- *Nefropatia*. I pazienti con nefropatia conclamata spesso hanno una ridotta capacità di svolgere l'esercizio fisico e ciò comporta una autolimitazione del livello di attività. Risulta opportuno scoraggiare in questi individui l'esercizio forzato di elevata intensità.

- *Neuropatia periferica*. La neuropatia periferica può comportare una perdita della sensibilità ai piedi. Quando il quadro di tale patologia si fa importante sarebbe indicato limitare gli esercizi che prevedono un carico ripetuto, poiché può condurre a fratture ed ulcere ai piedi. La valutazione della neuropatia periferica deve basarsi sul controllo dei riflessi tendinei, della sensibilità vibratoria e tattile.

Per i pazienti diabetici con perdita della sensibilità protettiva dei piedi si consigliano attività come il nuoto, la bicicletta, esercizi da seduti, esercizi che coinvolgano gli arti superiori, ecc... mentre si sconsigliano camminate prolungate, jogging e lavori faticosi.

- *Neuropatia autonoma*. La presenza di questa complicanza può limitare la capacità di svolgere esercizi ed inoltre può incrementare il rischio di eventi cardiovascolari avversi durante l'esercizio fisico. La neuropatia autonoma può essere indicata dalla presenza di tachicardia (FC >100 bpm a riposo) e ipotensione ortostatica o da altri disturbi del sistema nervoso autonomo che coinvolgono pelle, pupille, apparato gastrointestinale e genito-urinario. La morte improvvisa o l'ischemia miocardica silente sono state attribuite alla neuropatia autonoma cardiaca diabetica. In questi pazienti si consiglia come esame preventivo la miocardioscintigrafia al tallio, a riposo e sotto stress, per rilevare l'eventuale presenza o l'estensione della macrovasculopatia coronarica.

Nei pazienti con neuropatia autonoma spesso si verificano episodi di ipertensione e di ipotensione dopo un vigoroso esercizio, specie all'inizio del programma. Poiché questi individui hanno un sistema di termoregolazione alterato, è opportuno avvisarli

di evitare l'esercizio in condizioni di caldo o di freddo, e di vigilare che vi sia sempre un'adeguata idratazione.

Linee guida sul reintegro idro salino

Il soggetto diabetico deve sempre considerare che, in corso di esercizio fisico ma anche durante le attività della vita quotidiana, il reintegro dell'acqua deve essere generoso e preventivo rispetto al senso della sete e tenere presente che:

- 1) una disidratazione lieve aumenta la fatica
- 2) una perdita di acqua pari o superiore al 3% del peso corporeo può produrre convulsioni e portare al coma
- 3) una disidratazione nel soggetto diabetico produce pseudo-iperglicemia e può favorire fenomeni trombo-embolici.

Pertanto si consiglia di bere almeno 300 ml di acqua due ore prima dell'inizio dell'attività fisica e di integrare 250 ml di acqua ogni 30 minuti nel corso della stessa.

Linee guida D.E.S.A. – A.N.I.A.D. per i diabetici che praticano attività fisica

1) tutte le persone che fanno uso di farmaci per il controllo della glicemia, dovrebbero sempre avere a portata di mano:

- cibi contenenti carboidrati ad azione rapida quando fanno esercizio fisico
- un documento di riconoscimento
- numeri telefonici utili in caso di bisogno

2) monitorare la glicemia prima e dopo aver fatto esercizi, per dare una visione di quanto gli stessi influenzino i livelli di glucosio nel sangue. Questa è la chiave per praticare attività fisica in sicurezza e comprendere l'effetto della stessa sul controllo del diabete

3) in caso di esercizi di lunga durata o intensità, dovrebbe essere assunto un extra di carboidrati per ripristinare il glicogeno speso

- 4) se non viene ridotta la dose di insulina è necessario fare uno spuntino prima degli esercizi oppure bere un drink contenente 10-15g di carboidrati ogni 30 minuti di attività fisica
- 5) se si è soggetti ad episodi di ipoglicemia è opportuno consultare il proprio medico per ristabilire la dose di insulina pre esercizio fisico
- 6) esercizi vigorosi dovrebbero essere evitati se l'ambiente è troppo caldo, umido, inquinato o freddo. Spesso la sensazione di avere troppo caldo o troppo freddo può essere confusa con segni e sintomi di ipoglicemia
- 7) per ridurre il rischio di danni i diabetici dovrebbero avere il giusto equipaggiamento e scarpe sportive adatte
- 8) tutti gli allenamenti dovrebbero includere sessioni di riscaldamento e defaticamento. Gli esercizi di stretching sono raccomandati per migliorare l'elasticità e prevenire i danni
- 9) fare attenzione a certi farmaci che possono mascherare i sintomi dell'ipoglicemia
- 10) assicurarsi un'adeguata idratazione è importante. Per lunghi allenamenti (più di 40 minuti) si deve avere la possibilità di poter bere ancor prima di avvertire lo stimolo della sete
- 11) interrompere l'attività se ci si sente svenire, se si avverte dolore oppure se si rimane a corto di fiato.

Precauzioni di sicurezza

- 1) ottenere il certificato medico per fare esercizio, soprattutto se:
 - si ha il diabete da molti anni
 - si ha una qualsiasi complicanza del diabete
 - si è stati inattivi per lungo tempo
 - oltre al diabete si è anche affetti da malattie cardiovascolari

2) controllarsi i piedi ogni giorno:

- individuare la presenza sui piedi di tagli, calli, vesciche ed altre ferite
- trattare il problema immediatamente
- indossare calzini sottili ed appropriate scarpe da sport

3) essere preparati al trattamento di una eventuale ipoglicemia

- sospendere immediatamente l'attività
- trattare l'ipoglicemia preferibilmente con bevande fresche (es. succhi di frutta)
- aspettare almeno 15 minuti in modo che il cibo possa essere assorbito
- non riprendere l'attività fino a che la glicemia non raggiunge almeno il valore di 100 mg/dl

4) scegliere il proprio sito in iniezione:

- non c'è una regola fissa se si inizia l'esercizio dopo un'ora dall'iniezione
- se si inizia subito dopo l'iniezione allora preferire l'addome

5) mai fare esercizio se:

- c'è positività al test dei chetoni nelle urine (chetonuria)
- il diabete è scarsamente controllato
- si sente freddo, si ha l'influenza, infezioni o altre malattie

6) mantenere un'adeguata idratazione:

- evitare di praticare esercizi in ambienti caldi e umidi
- bere acqua generosamente
- non bere alcolici subito dopo gli esercizi

7) comunicare il proprio diabete:

- fare esercizi con un partner
- avere con sé il proprio tesserino sanitario
- informare gli allenatori, gli istruttori ed i compagni di allenamento del proprio diabete ed insegnare loro a riconoscere l'ipoglicemia

I programmi di attività fisica suggeriti nelle malattie croniche

Anzitutto universalmente sono state individuate delle attività consigliate e delle attività sconsigliate ai soggetti diabetici.

Nella prima categoria rientrano gli sports di tipo aerobico: podismo, marcia, ciclismo, nuoto, sci di fondo, canoa, danza...

Tra le attività sconsigliate compaiono invece gli sports di combattimento (arti marziali, lotta, pugilato), sollevamento pesi, sports anaerobici puri e sports a livello agonistico, volo, deltaplano, paracadutismo, nuoto in mare, vela, motonautica, canoa fluviale, alpinismo, sports motoristici, bob, slittino, salto con sci da trampolino, discesa libera, tuffi e sports di durata variabile dove l'effettivo impegno non sia facilmente prevedibile (tennis, ping pong, alcuni sports di squadra) e sports isometrici con sovraccarico cardiovascolare.

Tra le proposte di attività fisica suggerite vi è quella del Dott. Gerardo Corigliano (Responsabile servizio di diabetologia di A.I.D., Asl Napoli 1, Presidente Associazione Nazionale Italiana Atleti Diabetici) che fornisce le seguenti linee guida:

Intensità	40-60% ; la frequenza cardiaca da raggiungere durante l'attività fisica può essere calcolata con la formula: $[(FC\ massima^* - FC\ basale) \times 40-60\%] + FC\ basale$
Durata	30-60 minuti, escluso il riscaldamento ed il defaticamento
Frequenza	Almeno 3-4 volte alla settimana, preferibilmente tutti i giorni

Precauzioni	Scarpe adeguate, monitoraggio glicemico prima, durante e dopo l'esercizio fisico (soprattutto per i pazienti in terapia con farmaci ipoglicemizzanti), ECG a riposo ed eventualmente sotto sforzo
Adesione a lungo termine	Valutare con il paziente i benefici conseguenti all'esercizio fisico, gratificarlo, favorire il supporto di persone che praticano la stessa attività ed offrire sports alternativi

L'American College of Sports Medicine propone invece un esercizio fisico di resistenza e di lunga durata, allo scopo di mantenere il peso, raggiungere un'adeguata composizione corporea e mantenere il fitness cardiorespiratorio: il tutto se assenti le complicanze e le limitazioni del DM2. L'obiettivo è quello di raggiungere un consumo energetico di circa 1000 kcal a settimana. La frequenza è di 3/5 giorni a settimana con un'attività fisica di intensità lieve – moderata (40-70% della VO₂ Max), della durata di 10-15 minuti fino ad un massimo di 30-60 minuti per raggiungere un adeguato livello di spesa energetica.

Infine, nonostante non si assista all'uso routinario di questa modalità di esercizio fisico, negli ultimi anni stanno aumentando le evidenze che supportano la prescrizione di esercizio fisico contro resistenza ai soggetti diabetici di tipo 2.

Tale esercizio è stato incluso recentemente nelle linee guida dell'ADA per il trattamento del diabete di tipo 2.

Le proposte di attività fisica ai soggetti diabetici di tipo 2 prodotte negli ultimi decenni sono innumerevoli. Tuttavia nessuna di queste risulta essere realizzata appositamente per il singolo soggetto, nel rispetto delle sue caratteristiche individuali.

7. RILEVARE IL LIVELLO DI ATTIVITA' FISICA: QUALI "MISURE" POSSIBILI?

Approccio diretto ed approccio indiretto

La misurazione dell'attività fisico-motoria versus sedentarietà e dell'obesità non è sicuramente un compito facile, date le complesse sfaccettature e le molteplici dimensioni degli aspetti che si vogliono misurare.

Bisogna anche tener conto dei numerosi e fisiologici cambiamenti che intervengono nella vita degli individui, sia nella composizione psicofisica del loro organismo che nei profili di attività e nelle abitudini di vita quotidiana che li caratterizzano, che rendono questo obiettivo ancora più complesso. Nel tempo ad esempio cambia il modo in cui si pratica l'attività fisico-motoria e il metodo di misurazione usato potrebbe influire nella quantità di attività fisico-motoria rilevata.

Questi ed altri motivi rendono la misurazione di questi fenomeni una vera e propria sfida.

Gli strumenti di misurazione ideali semplicemente non esistono. Se esistessero dovrebbero essere strumenti validi ed attendibili, in grado di fornire misurazioni accurate ed oggettive. Dovrebbero essere strumenti robusti, semplici da usare, il meno intrusivi possibile, socialmente accettabili, *time efficient* e facili per essere usati in popolazioni su larga scala. Dovrebbero essere accompagnati da soglie di riferimento (*cut off*) condivise in modo generale.

Esistono numerosi esempi di studi che hanno cercato di validare gli strumenti di rilevazione più indicati per questi due fenomeni in questa fascia di età.

Gli approcci di misurazione più comunemente diffusi si distinguono a seconda dell'approccio che si vuole seguire. Di norma le metodologie di misurazione si dividono in due gruppi:

- 1) misure dirette;
- 2) misure indirette.

Tra questi strumenti, alcuni sono stati validati per essere utilizzati solamente su particolari fasce di popolazione (specifiche sottofasce di età, campioni numericamente più o meno ampi).

La validazione degli strumenti di rilevazione di tipo indiretto viene di norma effettuata attraverso una doppia misurazione, effettuata anche attraverso uno strumento di tipo diretto (accelerometro, DLW, Dual Energy X ray absorptiometry, etc.). In questo modo si cerca di valutare la significatività dell'associazione che si stabilisce tra i valori ottenuti e quindi il grado di sovrapposibilità delle misure effettuate. Ad esempio nell'esperienza di ricerca condotta da Burdette, Whitaker and Daniels (presentata nell'articolo "*Parental Report of Outdoor Playtime as a Measure of Physical Activity in Preschool-aged children*") si è cercato di validare un questionario creato per rilevare l'attività fisico motoria di un campione di *preschoolers* tramite l'utilizzo di un accelerometro triassiale (RT3). La correlazione ottenuta tra la misura rilevata tramite il questionario e quella ottenuta tramite l'accelerometro, pur non essendo elevatissima, è risultata statisticamente significativa (pari allo 0,33 - $p=0,001$); questo risultato ha fatto concludere gli autori del progetto che il questionario da loro implementato possa approssimare abbastanza bene la misura ottenuta tramite l'accelerometro.

Per valutare il grado di sovrapposibilità delle misure, in altri casi si utilizzano gli indici di significatività, di specificità (spesso usati nel campo della prevenzione medica) e il PPV, che si basano sui falsi negativi e sui falsi positivi ottenuti con la misura indiretta rispetto a quella diretta.

Naturalmente a seconda che ci si riferisca alla misurazione dell'attività fisicomotoria/sedentarietà o del sovrappeso/obesità lo scenario di riferimento cambia perché cambiano i concetti e le dimensioni che si vogliono misurare, e che si traducono in definizioni operative e metodi di rilevazione differenti, ad hoc per ciascuno dei due fenomeni. Di questo si darà conto nei paragrafi che seguono.

Misurare l'attività fisico-motoria versus sedentarietà

Diari del tempo e questionari sono gli strumenti indiretti principalmente utilizzati per la misurazione dell'attività fisico-motoria versus sedentarietà. Malgrado i limiti della loro validità e dell'attendibilità nelle misurazioni ottenute, vengono ampiamente utilizzati per la loro praticità e i costi minori (in termini di tempo e denaro) richiesti rispetto alle metodologie dirette.

Considerando la maggior facilità di implementazione esistono, soprattutto in studi su larga scala, svariati esempi di indagini che utilizzano metodologie di tipo indiretto nella rilevazione di questi fenomeni, in modo particolare questionari standardizzati.

Di norma questi strumenti rilevano, nel caso dell'attività fisico motoria svolta, la frequenza, l'intensità e il tipo; nel caso delle attività sedentarie, il tipo e la frequenza.

Di norma per le attività sedentarie di tipo *screen time*, come guardare la televisione, la quantità di 2 ore o più al giorno di questa attività viene considerata come un *cut off* di comportamento inattivo.

Gli strumenti di tipo indiretto sono molto utili per ottenere informazioni anche sul contesto ambientale e sociale in cui viene svolta l'attività, nonché su caratteristiche sociodemografiche e comportamentali dei soggetti interessati, che li rendono concorrenziali rispetto ai metodi diretti.

Non esiste un consensus condiviso internazionalmente sulle batterie di quesiti da proporre ai pazienti, che possano essere in grado di ottenere risultati il più possibile validi e attendibili, né tantomeno su quale sia la strategia di somministrazione dei quesiti che possa essere considerata la più vincente: auto compilazione versus compilazione per intervista; forma cartacea versus forma elettronica (*computer assisted*).

I diari giornalieri richiedono ai soggetti interessati di indicare in maniera puntuale e specifica tutte le attività svolte nell'unità di tempo scelta (solitamente 10 minuti), e tra queste anche le attività fisico motorie o sedentarie. Esigono tuttavia periodi mediamente lunghi di somministrazione (1 o più giorni); tutto ciò può comportare

stanchezza negli intervistati che tenderanno a registrare con poca accuratezza le informazioni loro richieste. A questo limite dei diari viene incontro la somministrazione in formato elettronico che è spesso dotata di segnali sonori per rammentare ai soggetti intervistati i momenti in cui devono compilare il diario.

Rispetto ai diari, i questionari hanno il vantaggio di richiedere agli intervistati meno tempo per la loro compilazione. Di solito vengono impiegati in studi su larga scala per rilevare modelli prevalenti di pratica di attività fisico-motoria nel tempo libero (*leisure time*), richiedendo agli individui di indicare il tempo speso in una lista di diverse attività fisico-motorie. Non sono rari tuttavia i questionari in cui si cerca di rilevare l'attività fisico motoria in senso lato, svolta cioè non soltanto nel tempo libero, ma anche in tutti gli altri ambiti (*domains*) della vita quotidiana: lavoro; attività domestiche, spostamenti, etc. Nel caso in cui i soggetti interessati siano dei bambini, anche i questionari hanno il grosso limite di richiedere l'intermediazione dei genitori nella loro compilazione. Inoltre nel caso di bambini molto piccoli fino a 5-6 anni, i questionari classicamente usati non riescono a cogliere bene l'attività fisico-motoria svolta che è caratterizzata dal fatto di essere del tutto destrutturata con *bouts* (periodi di tempo) di attività molto intensi ma brevi, seguiti da momenti di inattività e poi di nuovo di attività intensa, tutto ciò ad intervalli irregolari.

Altra problematica legata ai questionari è l'"effetto ricordo" e quindi la capacità di rilevare l'attività fisico-motoria o le attività sedentarie facendole collocare agli intervistati esattamente nel periodo di tempo a cui i quesiti si riferiscono. Un questionario può richiedere di ricordare l'attività fisico – sportiva svolta nelle ultime 24 ore, nella settimana precedente l'intervista, oppure in periodi più lunghi di tempo (in genere fino ad un anno). Diverse sono le problematiche a secondo del periodo di riferimento scelto: periodi di riferimento troppo brevi (ad esempio le ultime 24 ore) potrebbero rilevare erroneamente comportamenti di attività motoria non abituali; mentre periodi di riferimento troppo lunghi, richiedendo un eccessivo sforzo di memoria potrebbero aumentare la percentuale di errore, sottostimando in particolare le attività motorie leggere o moderate.

Per limitare gli errori di compilazione, a volte si preferisce ricorrere a questionari per intervista, in cui un intervistatore ben addestrato somministra lo strumento agli intervistati, aiutandoli, se serve, ad avere chiarimenti sui quesiti proposti. Limite della somministrazione *interviewer assisted* risiede nel fatto di poter scatenare meccanismi di desiderabilità sociale; gli intervistati cioè potrebbero avere la tendenza a fornire delle risposte sull'attività fisicomotoria da loro svolta non del tutto veritiere, per fornire all'intervistatore un'immagine di loro positiva.

Nel nostro paese esistono numerose fonti di tipo istituzionale, che ci offrono discreti esempi di applicazione di un approccio indiretto alla rilevazione dell'attività fisico-motoria versus sedentarietà e dell'obesità tra i minori. Tutte queste indagini utilizzano nella maggior parte dei casi questionari standardizzati, ma in alcuni casi viene utilizzato anche lo strumento del Diario del tempo.

In Italia, l'Istat conduce periodicamente una serie di indagini in cui vengono raccolte informazioni sulle attività della vita quotidiana svolte anche dai bambini (in genere dai 3 anni in su), ma in particolar modo sulle attività motorie e sportive svolte abitualmente nel tempo libero. In talune di queste indagini viene anche richiesto di indicare il peso e la statura, informazioni che consentono di calcolare l'indice di massa corporea e di darci quindi un'idea sulla distribuzione del sovrappeso e dell'obesità.

Tra le indagini condotte dall'ISTAT ricordiamo:

- 1) L'Indagine Aspetti della vita quotidiana (studio *cross sectional* condotto ogni anno dal 1993): rileva tramite un questionario standardizzato informazioni sulla pratica nel tempo libero di sport ed attività sportive delle persone di 3 anni e più.
- 2) L'Indagine "Condizioni di salute e ricorso ai servizi sanitari" (studio *cross sectional* condotto periodicamente ogni 5 anni dal 1980): raccoglie tramite un questionario standardizzato informazioni sulla pratica nel tempo libero di attività fisico-sportive con sforzo fisico "intenso", "moderato" e "leggero" delle persone di 3 anni e più. Indagine HIS (*health interview survey*).

3) L'Indagine uso del tempo (studio *cross sectional* condotto periodicamente ogni 5 anni dal 1989): raccoglie tramite un diario del tempo (unità di tempo=10 minuti) informazioni su tutte le attività svolte durante la giornata (e tra queste anche quelle di tipo fisico-motorio), sul luogo in cui queste attività vengono svolte, e sulle persone eventualmente presenti.

4) L'Indagine tempo libero e cultura (studio *cross sectional* condotto periodicamente ogni 5 anni dal 1990): rileva, tramite un questionario standardizzato, informazioni sulla pratica nel tempo libero di sport ed attività sportive delle persone di 3 anni e più. È l'indagine ISTAT più completa sull'argomento perché approfondisce anche l'aspetto organizzativo e competitivo dell'attività sportive praticate.

Esistono poi una serie di altri studi che hanno posto l'attenzione sulla pratica di attività fisico-motoria dei più piccoli e che si basano su di una raccolta dati effettuata tramite questionario. Tra questi, un progetto molto interessante è quello denominato "OKkio alla SALUTE - Promozione della salute e della crescita sana dei bambini della scuola primaria"¹¹². Questo studio è stato promosso dal 2008 in poi dal Ministero della Salute e dalle Regioni ed è stato affidato al Cnesps (Centro nazionale di epidemiologia, sorveglianza e promozione della salute). Il progetto ha avuto come obiettivo quello di creare un sistema di raccolta dati sullo ISS, (2009), "OKkio alla SALUTE: sistema di sorveglianza su alimentazione e attività fisica nei bambini della scuola primaria. Risultati 2008". Rapporti ISTISAN 09/24. Il Progetto era collegato al programma europeo "Guadagnare salute" e al Piano nazionale di prevenzione.

Lo studio è stato condotto all'interno della scuola primaria nella quale è stata scelta la terza elementare, con bambini di età di 8 anni¹¹⁴. La raccolta delle informazioni è avvenuta attraverso 4 strumenti, di cui tre questionari:

- 1) Un questionario della scuola, compilato dal Direttore scolastico;
- 2) Un questionario destinato ai bambini e compilato da loro stessi in classe;
- 3) Un questionario destinato ai genitori dei bambini.

Le aree tematiche dei 3 questionari hanno riguardato:

- 1) Abitudini alimentari;

- 2) Attività fisico-motoria e attività sedentarie svolte nel tempo libero;
- 3) *Commuting* casa-scuola-casa (a piedi, in bicicletta, in macchina, etc.);
- 4) Attività motorie svolte a scuola (con indicazioni delle strutture dove viene eventualmente praticata;

Come si è avuto già modo di dire nel primo capitolo di questo lavoro, con le informazioni raccolte tramite OKkio alla salute, si è avuto modo di descrivere l'evoluzione della situazione nutrizionale e motoria dei bambini delle scuole primarie e del loro ambiente scolastico, in modo tale da avere gli elementi utili per suggerire azioni politiche appropriate e basate su prove di efficacia.

Un altro studio molto interessante è l'Indagine su "Abitudini alimentari, consumi e stili di vita dei giovani", che è stata condotta nel 2009 dall'Università di Roma "Sapienza" in collaborazione con la provincia di Roma. Questo studio, ha riguardato un campione di bambini e ragazzi in età tra 11 e 19 anni tutti frequentanti la scuola secondaria inferiore e superiore. L'indagine ha utilizzato un questionario strutturato autocompilato direttamente dai ragazzi e ha raccolto diverse informazioni su:

- 1) Abitudini alimentari;
- 2) Attività fisiche esportive;
- 3) Attività culturali e di tempo libero;
- 4) Informazioni antropometriche su peso ed altezza;
- 5) Consumo di alcolici e abitudine al fumo;
- 6) Informazioni socio demografiche.

Tramite questo studio è stato possibile ottenere un quadro sulle abitudini e i comportamenti dei più giovani. Tutto ciò, sia per ragioni di carattere biologico (in quanto in questa fascia di età la situazione nutrizionale è ancora poco influenzata dalla pubertà), sia per questioni di sviluppo cognitivo, in quanto i bambini sono già in grado di rispondere con precisione e validità ad alcune semplici domande. L'età dei ragazzi facenti parte del campione (11-19 anni) ha permesso che loro potessero compilare autonomamente il questionario somministrato.

Osservazione diretta, accelerometro, pedometro, monitoraggio del battito cardiaco (HR), calorimetro, DLW (*doubly labelled water*) sono gli strumenti diretti, principalmente utilizzati per la misurazione dell'attività fisico-motoria versus sedentarietà.

Rispetto ai metodi indiretti vengono preferiti per la loro maggiore accuratezza e precisione nel rilevare la frequenza e l'intensità delle attività fisiche motorie svolte. Tuttavia sono strumenti costosi (in termini di tempo e di denaro), non sempre di facile utilizzo e che possono essere quindi utilizzati solo su studi effettuati su piccoli campioni. Rispetto alle metodologie indirette hanno inoltre il limite di non dirci nulla sul tipo dell'attività fisico-motoria e del contesto in cui questa viene svolta (ad eccezione dell'osservazione diretta).

L'osservazione diretta rappresenta uno dei più antichi metodi di misurazione dell'attività fisico-motoria. Viene effettuata tramite l'ausilio di "osservatori" che vengono appositamente formati per registrare l'intensità dell'attività fisico-motoria svolta (a volte viene rilevato anche il tipo di attività in modo specifico e il contesto dove questa viene svolta). Normalmente l'osservazione si svolge nel modo seguente: un osservatore guarda il soggetto da rilevare per periodi di tempo (*session*) di 30-120 minuti, registrando in una scheda (cartacea o elettronica) minuto per minuto l'intensità dell'attività svolta secondo vari livelli.

Numerosi studi per validare strumenti di osservazione diretta si sono avvalsi spesso di un accelerometro come strumento di comparazione. In molti casi sono stati ottenuti alti livelli di *sensitivity* e *specificity* e percentuali di agreement elevate. Ad esempio, nello studio condotto da Reilly e Altri nel 2003, effettuato comparando l'osservazione diretta con i dati raccolti tramite un accelerometro actigraph 7164, si sono ottenuti dei valori di *sensitivity* e di *specificity* rispettivamente pari all'83% e all'82%; mentre nello studio condotto da Sirard e Altri nel 2007 la *specificity* e la *sensitivity* sono risultate

superiori al 90%; e la correlazione ottenuta tra le due misurazioni compresa tra lo 0,50 e lo 0,70.

Malgrado i numerosi vantaggi che questo strumento possiede, tuttavia presenta alcuni svantaggi come ad esempio i lunghi periodi di tempo richiesti per la formazione degli osservatori e l'effetto esperimento che l'osservazione può scatenare sugli intervistati. Si corre cioè il rischio che gli osservati modifichino i loro comportamenti abituali trovandosi davanti a qualcuno che li osserva. Inoltre i tempi per la rilevazione sono mediamente lunghi dato che l'osservatore può raccogliere informazioni su di un bambino alla volta e che ogni paziente richiede più sessioni di osservazione.

Gli accelerometri sono degli apparecchi di piccole dimensioni, leggeri ma robusti in grado di misurare la frequenza, l'intensità e la quantità del movimento in funzione del tempo (di norma il minuto o frazioni di questo). Solitamente vengono fissati tramite una cintura e indossati posizionandoli ai fianchi per periodi più o meno lunghi di tempo. Possono registrare i movimenti su uno o più assi. Gli accelerometri monoassiali registrano i movimenti sull'asse verticale (*up and down movements*); gli accelerometri biassiali registrano anche i movimenti nell'asse anteroposteriore (*forwards and backwards movements*); infine gli accelerometri triassiali registrano anche i movimenti medio laterali (*side to side movements*). Sono strumenti non invasivi che forniscono misure molto accurate sull'attività fisico-motoria (provata attendibilità e validità). Possono essere impiegati anche su bambini molto piccoli perché permettono di misurare ogni movimento prodotto seppur breve (*shorts bouts of activity*).

Limiti di questi strumenti risiedono nell'elevato costo sia in termini economici che di tempo di impiego (di norma 1 o più giorni), che ne circoscrive l'uso in studi condotti su campioni ridotti di soggetti, e l'effetto esperimento che si può innescare nei soggetti che partecipano allo studio. Come per molti altri strumenti di rilevazione diretta anche le misurazioni effettuate tramite accelerometro non forniscono informazioni sul tipo e sul contesto dell'attività fisico-motoria svolta e sono poco adatti a misurare alcuni tipi

di attività come ad esempio il nuoto (non essendo nella maggior parte dei casi strumenti waterproof).

Molti studi si sono soffermati a definire i *cut point* da usare sia per definire la sedentarietà che per definire vari livelli di attività fisico-motoria. A esempio, riguardo alla sedentarietà il “*Framingham children’s study*” ha definito come inattivi i bambini e ragazzi che svolgono un’attività fisico motoria al di sotto della mediana. In altri casi come nello studio condotto da Relly e altri, un cut off pari a 1100 *counts/1minute* è stato scelto per identificare i soggetti con comportamenti inattivi. Questo studio ha validato questa misura dell’accelerometro attraverso la comparazione con quella ottenuta tramite l’osservazione diretta effettuata con *CPAF method*.

Per i pazienti giovani adulti c’è un consenso abbastanza unanime sui cut point da utilizzare. Quelli proposti in diversi studi hanno come unità di misura di riferimento il METS (*metabolic equivalents*). e sono pari a:

- *Sedentary behaviour* = da 1 a 1,5 Mets;
- *Light physical activity* = da 1,5 a 3 Mets;
- *Moderate physical activity* = da 3 a 6 Mets;
- *Vigorous physical activity* = da 6 a 9 Mets;
- *Very vigorous physical activity* = da 9 a in su.

Una delle fasce di età più problematiche su cui misurare l’attività motoria tramite accelerometro è quella dei *preschoolers* (3-5 anni) e negli anziani over 65. Infatti sussiste la difficoltà di utilizzare dei *cut point* specifici per questa fascia di età che siano realmente in grado di cogliere l’attività motoria praticata rispetto a diversi livelli di intensità/sforzo fisico.

C’è da dire che esistono diverse raccolte di studi che danno indicazioni su diverse soglie/*cut point* per i soggetti di questa età.

I METS vengono spesso usati per esprimere l’intensità delle attività fisico motorie. Un MET viene definito come il costo energetico in una situazione a riposo ed equivale al consumo calorico di 1 Kcal/Kg/hour. Convenzionalmente si stima che comparato con una situazione a riposo, il consumo calorico di una persona è di 3-6 volte superiore

quando svolge un'attività fisica moderata, mentre è di 6 o più volte superiore quando svolge una attività fisica di tipo intenso.

A valori di METS compresi tra 3 e 5,9 corrisponde una attività fisico-motoria moderata, mentre a valori di METS pari a 6 o più corrisponde una attività fisico-motoria di tipo intenso.

Secondo altri autori (Shen, Rinehart-Lee, Alexander) invece i cut off proposti sono pari a :

–*Sedentary behavior*: <1100 (*counts/1min*);

–*Light/moderate physical activity*: 1100-3200 (*counts/1min*);

–*Vigorous physical activity*: >3200 (*counts/1min*).

Tra i *motion sensor* più utilizzati possiamo annoverare anche il pedometro. Il pedometro è un apparecchio che conta il numero di passi (*steps*) effettuati in una unità di tempo. Il numero di passi fornisce una misura valida ad approssimare l'attività fisico-motoria svolta. Sono apparecchi di basso costo e facile uso, e che per il download dei dati raccolti non necessitano di nessun software. Esistono diversi tipi di pedometro che variano nel costo e nell'accuratezza delle misure che permettono di ottenere. Hanno tuttavia dei limiti. Innanzitutto non forniscono informazioni su tipo, intensità e contesto dell'attività fisico-motoria; inoltre, pur risultando utilissimi per rilevare attività motorie di tipo *walking type*, non risultano allo stesso modo validi per misurare altri tipi di attività motorie.

Tra gli strumenti di tipo diretto vengono annoverati una serie di altri strumenti che non fanno parte della categoria *motion sensor*. Ci riferiamo ad esempio al Monitoraggio del battito cardiaco (HR). L'HR misura la risposta che il cuore fornisce quando è sottoposto a sforzo fisico, misura che risulta linearmente proporzionale all'attività fisico-motoria svolta. È uno strumento di precisione, utile in studi effettuati su piccoli campioni. Il grosso limite di questo apparecchio è che la misurazione che si ottiene è fortemente influenzata da fattori estranei al movimento fisico come lo stato emotivo, la temperatura corporea, l'età, il peso dei soggetti interessati, le patologie correlate. Inoltre non fornisce informazioni su tipo, intensità e contesto dell'attività fisico-motoria

Un altro apparecchio afferente alla categoria di strumenti diretti è il Calorimetro. Questo strumento misura il consumo di ossigeno e fornisce una misura del dispendio energetico (Kcal/giorno); tuttavia è uno strumento che ha un costo monetario elevato e che, come altri strumenti diretti, non dà informazioni nel sul tipo né sul contesto dell'attività fisico-motoria.

Ultimo, ma non per ultimo, il DLW (*doubly labelled water*) è considerato il *gold standard* nella misurazione della spesa energetica complessiva (TEE) direttamente legata all'attività fisico-motoria praticata. Le misurazioni ottenute tramite questo strumento sono considerate come punto di riferimento con cui comparare quelle ottenute con altri strumenti perché dotate di elevata attendibilità e validità. Altro vantaggio di questo strumento risiede nella sua poca invasività. Tuttavia è uno strumento molto costoso e di difficile utilizzo e che richiede periodi di misurazione molto lunghi (di norma 1-2 settimane), tutto ciò ne limita l'uso a campioni di piccole dimensioni. Altro svantaggio che accomuna il DLW ad altri strumenti di cui abbiamo già parlato è il fatto di non fornire informazioni sul tipo, durata, frequenza e contesto dell'attività fisico-motoria, indicatori di grande importanza nello studio dell'attività fisico-motoria praticata.

Un riassunto degli strumenti di misurazione più diffusi per misurare l'attività fisicomotoria versus sedentarietà, divisi rispetto alla tipologia (diretti versus indiretti) e ai vantaggi/svantaggi che offrono, sono offerti in tabella.

ALTRI METODI DI RILEVAZIONE:		
Monitoraggio del battito cardiaco (HR)	<ul style="list-style-type: none"> - Strumento di precisione. - Utile in studi su piccoli campioni. - Misure linearmente proporzionali all'attività fisico-motoria svolta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Effetto esperimento: la misurazione è influenzata da diversi fattori (stato emotivo, temperatura corporea, età, peso corporeo).
Calorimetro	<ul style="list-style-type: none"> - Misura del consumo di ossigeno, fornisce una misura del dispendio energetico a riposo (Kcal/giorno). 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto costo; - Effetto esperimento. - Non dà informazioni sul tipo e contesto dell'attività fisico-motoria.
DLW (<i>doubly labelled water</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Elevata attendibilità e validità. - Non invasivo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto costo. - Di difficile uso.
Osservazione diretta	<p>Fornisce informazioni su: tipo, durata e luogo dell'attività fisico-motoria.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Adatti in modo particolare per i bambini piccoli (nessuna distorsione da effetto ricordo). - Basso costo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Richiede molto tempo. -Solo su piccoli campioni. - Richiede controllo sull'attendibilità degli intervistatori. -Effetto esperimento sui partecipanti.

METODI DIRETTI		
	Vantaggi	Svantaggi
MOTION SENSORS:		
- Accelerometro	<ul style="list-style-type: none"> - Strumento di precisione (provata attendibilità e validità). - Misura del movimento su più assi (verticale, anteroposteriore, medio-laterale,). - Dà informazioni sull'intensità dell'attività fisico-motoria. - Permette di misurare anche brevi momenti di attività fisico-motoria (<i>shorts bouts of activity</i>). - Non invasivo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto costo. - Necessitano di software per download ed elaborazione dati raccolti. - Effetto esperimento (anche se limitato). - Non dà informazioni sul tipo e contesto dell'attività fisico-motoria. - Poco adatto per misurare alcuni tipi di attività (ciclismo, nuoto).
- Pedometro:	<ul style="list-style-type: none"> - Non invasivo. - Facile utilizzo. - Utile per attività <i>walking type</i>. - Misura la frequenza del movimento. - Basso costo. - NON necessita di software per download ed elaborazione dati raccolti. 	<ul style="list-style-type: none"> - Non dà informazioni su tipo, intensità e contesto dell'attività fisico-motoria. - Non utile per attività che non siano <i>walking type</i>. - Effetto esperimento (anche se limitato).

CONCLUSIONI

Lo studio della sedentarietà e dell'obesità è diventato negli ultimi anni una priorità a livello mondiale. Le stime a disposizione indicano, infatti, come il *trend* nella diffusione di questi due fenomeni sia in crescita in tutta la popolazione, ma in modo particolare tra i bambini e gli adolescenti. Tutto ciò malgrado esistano ormai prove scientifiche forti che indicano come un'errata alimentazione, l'obesità e una insufficiente attività fisico-motoria costituiscano alcuni tra i comportamenti/fattori di rischio maggiormente associati all'insorgenza di numerose malattie croniche non trasmissibili.

A partire dalle fonti disponibili sulla sedentarietà e sull'eccesso ponderale, nel lavoro che è stato presentato in queste pagine si è cercato innanzitutto di analizzare ed approfondire le tematiche oggetto di studio tramite gli strumenti teorici e metodologici disponibili nell'ambito del dibattito attualmente in corso. C'è da dire che nel panorama nazionale ed internazionale sono presenti, ormai da tempo, numerosi fonti che danno la possibilità di effettuare delle riflessioni sulla diffusione di entrambi i fenomeni.

Per quanto concerne le metodologie di misurazione della sedentarietà e dell'obesità, si possono fare delle riflessioni che riguardano sia la loro definizione teorica, che il passaggio dal piano teorico-definitorio a quello empirico, che risulta essere un processo indispensabile per una corretta misurazione dei due fenomeni. A tal proposito, riguardo allo studio della sedentarietà emerge come si sono sviluppati sull'argomento due principali filoni di ricerca. Un primo filone studia l'inattività fisico- motoria definendola come l'estremo inferiore di una variabile continua la cui estensione va da un'attività intensa ad una completa inattività; un secondo filone la identifica, invece, con tutta una serie di attività che presuppongono scarso o nullo sforzo fisico come ad esempio guardare la televisione, usare il computer, leggere. In realtà, ciò che sembrerebbe più corretto adottare è una terza via che miri cioè a studiare l'interrelazione che sussiste tra livello di attività fisico- motoria praticata da una parte e attività sedentarie dall'altra. Questa terza prospettiva di analisi deriva dalla constatazione che spesso individui che praticano un'attività fisico-motoria anche intensa trascorrono il resto della loro

giornata in attività e passatempi sedentari. I due aspetti vanno visti quindi in modo congiunto per valutare quale sia il loro impatto sul bilancio energetico giornaliero globale e sullo stile di vita generale dell'individuo.

L'obiettivo più concreto di questa ricerca sarebbe quello di aver fornito al medico di medicina generale dei parametri basilari su cui lavorare per una corretta valutazione del livello di attività fisica dei propri pazienti, che andrebbe ad inserirsi in un più ampio discorso di valutazione degli stili di vita. Resta da discutere quanto possa essere incisiva un'indagine a tappeto sulla popolazione, volta ad indagare il livello di sedentarietà dei soggetti, con lo scopo, non solo scientifico di raccolta dati, ma anche di svolgere una sorta di counseling motivazionale che porti il paziente alla consapevolezza dei benefici di una vita "in movimento".



Bibliografia

L. Cordain, R. W. Gotshall, S. B. Eaton. Physical activity, energy expenditure and fitness: an evolutionary perspective. *International Journal of sport medicine* (1998).

Harrison . *Principi di medicina intern.* 16^a edizione (2005).

C. Rugarli. *Medicina interna sistematica.* volume secondo, quarta edizione – Masson (2001).

C. Di Loreto, C. Fanelli, P. Lucidi, G. Murdolo, A. De Cicco, N. Parlanti, A. Ranchelli, C. Fatone. C. Taglioni, F. Santeusano, P. De Feo, Make your diabetic patient walk. Long term impact of different amount of physical activity on type 2 diabetes (2005).

American Diabetes Association. *Handbook of Exercise in Diabetes* (2002).

Diabetes Prevention Program Research Group. *DPP: Reduction the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin* (2002).

Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE (2002). Exercise capacity and mortality testing among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*.

American Diabetes Association. *Standards of Medical Care in Diabetes 2007*.

Morpurgo B (1897). Uber Aktivitats-Hypertrophie der willkurlichen Muskeln. *Virchow's Arch* 150: 522-554.

Brodal P, Injer F, Hermansen L, (1977). Capillary supply of skeletal muscle fibers in untrained and endurance-trained men. *Am J Physiol* 232.

Holloszy JO, Booth FW (1976). Biochemical adaptation to endurance exercise in muscle. *Annu Rev Physiol* 38: 273-291.

Hoppeler H, Howald H, Conley K et al 1985. Endurance training in humans: aerobic capacity and structure of skeletal muscle. *J Appl Physiol* 59: 320-327.

Robinson S, Harmon PM (1941). The lactic acid mechanism and certain properties of the blood in relation to training. *Am J Physiol* 132: 757-769.

S. Balducci – Guida alla prescrizione dell'esercizio fisico nella malattia diabetica – Associazione Fitness Metabolica (2003)

Manson JE, Nathan DM, Krolewski AS, Stampfer MJ, Willett WC, Hennekens CH. A prospective study of exercise and incidence of diabetes among U.S. male physicians. *JAMA* 1992;268(1):63-7.

Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger RS Jr. Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *New England Journal of Medicine* 1991;325:147-52.

Hu FB, Sigal RJ, Rich-Edwards JW, Colditz GA, Solomon CG, Willett WC, Speizer FE, Manson. Walking compared with vigorous physical activity and risk of type 2 diabetes in women: a prospective study. *JAMA*. 1999 Oct 20;282(15):1433-9.

Hu FB, Manson JE, Stamper MJ, Colditz G, Liu S, Solomon CG, Willett WC. Diet, lifestyle and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *New Engl J Med* 2001;345:790-7.

Meisinger C, Löwel H, Thorand B, Döring A. Leisure time physical activity and the risk of type 2 diabetes in men and women from the general population. The MONICA/KORA Augsburg Cohort Study. *Diabetologia*. 2005 Jan;48(1):27-34.

Jeon CY, Lokken RP, Hu FB, van Dam RM. Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Care*. 2007 Mar;30(3):744-52.

Mozaffarian D, Kamineni A, Carnethon M, Djoussé L, Mukamal KJ, Siscovick D. Lifestyle risk factors and new-onset diabetes mellitus in older adults: the cardiovascular health study. *Arch Intern Med*. 2009 Apr 27;169(8):798-807.

Fretts AM, Howard BV, Kriska AM, Smith NL, Lumley T, Lee ET, Russell M, Siscovick D. Physical activity and incident diabetes in American Indians: the Strong Heart Study. *Am J Epidemiol*. 2009 Sep 1;170(5):632-9.

Krishnan S, Rosenberg L, Palmer JR. Physical activity and television watching in relation to risk of type 2 diabetes: the Black Women's Health Study. *Am J Epidemiol*. 2009 Feb 15;169(4):428-34.

Pan XR, Li GW, Hu YH, Wang JX, Yang WY, An ZX, Hu ZX, Lin J, Xiao JZ, Cao HB, Liu PA, Jiang XG, Jiang YY, Wang JP, Zheng H, Zhang H, Bennett PH, Howard BV. Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care*. 1997 Apr;20(4):537-44.

Wing RR, Venditti E, Jakicic JM, Polley BA, Lang W. Lifestyle intervention in overweight individuals with a family history of diabetes. *Diabetes Care*. 1998 Mar;21(3):350-9.

Diabetes Prevention Program Research Group: Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002 346:393–403.

Ramachandran A, Snehalatha C, Mary S, Mukesh B, Bhaskar AD, Vijay V. The Indian Diabetes Prevention Programme shows that lifestyle modification and metformin prevent type 2 diabetes in Asian Indian subjects with impaired glucose tolerance (IDPP-1). *Diabetologia* 2006 49: 289–297.

Tao LL, Deng YB, Fan XB, Bao QD. Effect of exercise training in patients with impaired glucose tolerance. *Zhongguo Linchuang Kangfu* 2004;8:2912-3

Payne WR, Walsh KJ, Harvey JT, Livi MF, McKenzie KJ, Donaldson A, Atkinson MG, Keogh JB, Moss RS, Dunstan DW, Hubbard WA. Effect of a low-resource-intensive lifestyle modification program incorporating gymnasium-based and home-based resistance training on type 2 diabetes risk in Australian adults. *Diabetes Care*. 2008 Dec;31(12):2244-50.

Yates T, Davies M, Gorely T, Bull F, Khunti K. Effectiveness of a pragmatic education program designed to promote walking activity in individuals with impaired glucose tolerance: a randomized controlled trial. *Diabetes Care*. 2009 Aug;32(8):1404-10.

Kosaka K, Noda M, Kuzuya T: Prevention of type 2 diabetes by lifestyle intervention: a Japanese trial in IGT males. Toranamom study *Diabetes Res Clin Pract* 2005 67:152–162.

Bo S, Ciccone G, Baldi C, Benini L, Dusio F, Forastiere G, Lucia C, Nuti C, Durazzo M, Cassader M, Gentile L, Pagano G. Effectiveness of a lifestyle intervention on metabolic syndrome. A randomized controlled trial. *J Gen Intern Med*. 2007 22(12):1695-703.

Oldroyd JC, Unwin NC, White M, Mathers JC, Alberti KG. Randomised controlled trial evaluating lifestyle interventions in people with impaired glucose tolerance. *Diabetes Res Clin Pract*. 2006 May;72(2):117-27.

Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, Keinanen-Kiukkaanniemi S, Laakso 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*. 2001 344:1343–1350.

Finnish Diabetes Prevention Study Group. Physical Activity in the Prevention of Type 2 Diabetes.

The Finnish Diabetes Prevention Study. *Diabetes* 2005 54:158-165.

Li G, Zhang P, Wang J, Gregg EW, Yang W, Gong Q, Li H, Li H, Jiang Y, An Y, The long-term effect of lifestyle interventions to prevent diabetes in the China Da Qing Diabetes Prevention Study: a 20-year follow-up study. *Lancet* 2008 371:1783–1789.

Finnish Diabetes Prevention Study Group. Sustained reduction in the incidence of type 2 diabetes by lifestyle intervention: follow-up of the Finnish Diabetes Prevention Study. *Lancet* 2006 368:1673–1679.

Seals DR, Hagberg JM, Hurley BF, Ehsani AA, Holloszy JO (1984). Endurance training in older men and women. I. Cardiovascular responses to exercise. *J Apply Physiol* 57: 1024-1029.

Diabetes Prevention Program Research Group. 10-year follow-up of diabetes incidence and weight loss in the Diabetes Prevention Program Outcomes Study. *Lancet* Early Online Publication, 29 October 2009

Herman WH, Hoerger TJ, Brandle M, Hicks K, Sorensen S, Zhang P, Hamman RF, Ackermann RT, Engelgau MM, Ratner RE; Diabetes Prevention Program Research Group. The cost-effectiveness of lifestyle modification or metformin in preventing type 2 diabetes in adults with impaired glucose tolerance. *Ann Intern Med.* 2005 Mar 1;142(5):323-32

Wasserman DH, Zinman B (1995). Fuel homeostasis. In: Ruderman N, Devlin JT, eds. *The health professional's guide to diabetes and exercise*. Alexandria (VA): American Diabetes Association; 29-47.

Powell KE, Thompson PD, Caspersen CJ, Kendrick JS. Physical activity and the incidence of coronary heart disease. *Annu Rev Public Health* 1987.

Shephard RJ, Balady GJ. Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation* 1999.

LeFevre ML, U.S. Preventive Services Task Force. Behavioral counseling to promote a healthful diet and physical activity for cardiovascular disease prevention in adults with cardiovascular risk factors: U.S. Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *Ann Intern Med* 2014.

Pahor M, Guralnik JM, Ambrosius WT, et al. Effect of structured physical activity on prevention of major mobility disability in older adults: the LIFE study randomized clinical trial. *JAMA* 2014.

Lemaitre RN, Siscovick DS, Raghunathan TE, et al. Leisure-time physical activity and the risk of primary cardiac arrest. *Arch Intern Med* 1999.

Shiroma EJ, Lee IM. Physical activity and cardiovascular health: lessons learned from epidemiological studies across age, gender, and race/ethnicity. *Circulation* 2010.

Reddigan JI, Ardern CI, Riddell MC, Kuk JL. Relation of physical activity to cardiovascular disease mortality and the influence of cardiometabolic risk factors. *Am J Cardiol* 2011.

Fletcher GF, Balady G, Blair SN, et al. Statement on exercise: benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. A statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation* 1996.

Fletcher GF, Balady G, Froelicher VF, et al. Exercise standards. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. Writing Group. *Circulation* 1995.

Smith JK, Dykes R, Douglas JE, et al. Long-term exercise and atherogenic activity of blood mononuclear cells in persons at risk of developing ischemic heart disease. *JAMA* 1999.

Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, et al. Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation* 2007.

Albert CM, Mittleman MA, Chae CU, et al. Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. *N Engl J Med* 2000.

Blair SN, Kohl HW 3rd, Paffenbarger RS Jr, et al. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *JAMA* 1989.

Blair SN, Kampert JB, Kohl HW 3rd, et al. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA* 1996.

Sandvik L, Erikssen J, Thaulow E, et al. Physical fitness as a predictor of mortality among healthy, middle-aged Norwegian men. *N Engl J Med* 1993.

Leon AS, Connett J, Jacobs DR Jr, Rauramaa R. Leisure-time physical activity levels and risk of coronary heart disease and death. The Multiple Risk Factor Intervention Trial. *JAMA* 1987.

Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, et al. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med* 1993.

Sesso HD, Paffenbarger RS Jr, Lee IM. Physical activity and coronary heart disease in men: The Harvard Alumni Health Study. *Circulation* 2000.

Lee IM, Sesso HD, Paffenbarger RS Jr. Physical activity and coronary heart disease risk in men: does the duration of exercise episodes predict risk? *Circulation* 2000.

Lee IM, Sesso HD, Oguma Y, Paffenbarger RS Jr. Relative intensity of physical activity and risk of coronary heart disease. *Circulation* 2009.