



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

Dottorato di Ricerca in Storia della Cultura e della Tecnica
Dipartimento di Scienze Psicologiche, Pedagogiche e della Formazione
Settore Scientifico Disciplinare M-EDF/01

RELAZIONI TRA FATTORI AMBIENTALI, STILI DI VITA E METABOLISMO ENERGETICO NEI SOGGETTI OBESI

IL DOTTORE
ANGELO CATALDO

IL COORDINATORE
PROF. PIETRO DI GIOVANNI

IL TUTOR
PROF. MARCELLO TRAINA

CICLO XXV
ANNO CONSEGUIMENTO TITOLO 2015

INDICE

CAPITOLO 1: Stili di vita e salute

La qualità della vita relativa alla salute	2
Il sistema di sorveglianza P.A.S.S.I.	4
La percezione dello stato di salute	5

CAPITOLO 2: Determinanti sociali

Le condizioni socioeconomiche e lavorative	8
La depressione	8
Lo stato nutrizionale e le abitudini alimentari	12
L'attività fisica	15

CAPITOLO 3: Esercizio fisico e metabolismo energetico

I substrati energetici	21
Lo studio sulla determinazione dell'intensità di esercizio utile a raggiungere la massima ossidazione lipidica (FATmax)	22
Bibliografia	30

CAPITOLO 1

STILI DI VITA E SALUTE

La qualità della vita relativa alla salute

La “qualità della vita relativa alla salute” è una valutazione soggettiva globale dello stato di salute che include, oltre al benessere fisico e mentale, i diversi fattori ad esso correlati tra cui: le condizioni e i comportamenti associati alla salute (come fumo, alcol, sedentarietà), lo stato funzionale, lo stato socio-economico e il grado di integrazione sociale. La qualità della vita dipende anche da aspetti difficili da rilevare oggettivamente, come per esempio le risorse psicologiche e fisiologiche di una persona o la sua capacità di reagire all’eventuale presenza di malattie. Dal punto di vista cognitivo, inoltre, il proprio stato di salute viene soggettivamente giudicato in modo relativo, in base alle circostanze e alle aspettative proprie e dei pari.

I determinanti sociali sono fattori noti nell'implicare importanti differenze di salute. Il loro impatto sullo stato di salute degli individui, in termini di prevenzione, comparsa e guarigione delle malattie e delle disabilità, è stato ampiamente dimostrato sia in Paesi ad alto che a basso reddito.

Le misure della qualità della vita forniscono dunque indicazioni relative alle disuguaglianze sociali nella salute, perché tali misure non dipendono solo dalla presenza e dal tipo di malattia, ma anche dalle risorse economiche, sociali e culturali. Utilizzando il concetto della “qualità della vita”, ci si scosta quindi dalla definizione di salute come assenza di malattia, per utilizzarne una più ampia di stato di benessere fisico, mentale, sociale e culturale.

Nella maggior parte dei Paesi europei sono condotte regolarmente indagini in cui è presente una domanda sulla salute percepita, che è una delle misure della qualità della vita. Sebbene i confronti tra Paesi possano risultare di difficile interpretazione per l’influenza di fattori

socio-culturali e di altri limiti, è stato rilevato che la maggioranza della popolazione adulta in Europa si sente in buona salute, con le performance migliori in Irlanda, Svezia e Svizzera (80%), performance vicine alla media europea (67%) per Paesi come Francia, Germania e Italia, e valori inferiori al 60% nei Paesi dell'Europa orientale e in Portogallo.

In tutta Europa, un migliore stato di salute percepito è stato riscontrato negli uomini rispetto alle donne, nei giovani rispetto alle persone in età più avanzata, e negli occupati rispetto ai senza lavoro. Inoltre, un elevato livello di istruzione e di reddito influenzano positivamente la percezione dello stato di salute.

Il sistema di sorveglianza P.A.S.S.I.

Il Piano Sanitario Nazionale 2006-2008 ha indicato l'opportunità di monitorare i fattori comportamentali di rischio per la salute e la diffusione delle misure di prevenzione. Nel 2006 il Ministero della Salute ha affidato al Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute (CNESPS) dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) il compito di sperimentare un sistema di sorveglianza della popolazione adulta dedicato a questi temi. Il sistema di sorveglianza P.A.S.S.I. (Progressi delle Aziende Sanitarie per la Salute in Italia) è un progetto del ministero della Salute e delle Regioni/P.A. che ha l'obiettivo di mettere a disposizione di tutte le Regioni e Aziende sanitarie locali (ASL) del Paese una sorveglianza dell'evoluzione di questi fenomeni nella popolazione adulta. PASSI è concepito per fornire informazioni dettagliate a livello aziendale e regionale, in modo da consentire confronti tra le ASL e le Regioni partecipanti e fornire elementi utili per le attività programmatiche locali.

La raccolta dati avviene a livello di ASL tramite somministrazione telefonica di un questionario standardizzato e validato a livello nazionale ed internazionale. Operatori sanitari delle ASL, specificamente formati, intervistano al telefono persone di 18-69 anni, residenti nel territorio aziendale. Il campione è estratto dalle liste anagrafiche delle ASL, mediante un campionamento casuale stratificato per sesso ed età. Il questionario è costituito da un nucleo

fisso di domande, che esplorano i principali fattori di rischio comportamentali e gli interventi preventivi. Gli ambiti indagati sono: il fumo, l'inattività fisica, l'eccesso ponderale, il consumo di alcol, le abitudini alimentari, lo stato di benessere fisico e psicologico, e ancora alcuni aspetti inerenti la qualità della vita connessa alla salute, con particolare riferimento ad indicatori individuali come lo status socio-economico e le differenze territoriali e geografiche.

Dal 2008 al 2013 sono state raccolte informazioni complessivamente su più di 228.543 persone. Nel 2012 hanno partecipato al PASSI 136 su 147 Aziende sanitarie locali italiane, in cui risiede circa il 90% della popolazione adulta italiana. L'analisi dei dati raccolti è stata effettuata utilizzando un software dedicato (EPI Info 3.4) e i risultati sono stati espressi in massima parte sotto forma di percentuali e proporzioni, riportando le stime puntuali con gli intervalli di confidenza al 95% solo per la variabile principale. Per analizzare l'effetto di ogni singolo fattore sulla variabile di interesse, in presenza di tutti gli altri principali determinanti (età, sesso, livello di istruzione, ecc.), sono state effettuate analisi mediante regressione logistica. In alcuni casi vengono mostrati dei grafici per confrontare il dato regionale con quello delle singole ASL introducendo anche i rispettivi intervalli di confidenza (IC) per la variabile considerata.

Le operazioni previste dalla sorveglianza PASSI in cui sono trattati dati personali sono effettuate nel rispetto della normativa sulla privacy (Decreto Legislativo 30 giugno 2003, n. 196 - Codice in materia di protezione dei dati personali). È stata chiesta una valutazione sul sistema PASSI da parte del Comitato Etico dell'Istituto Superiore di Sanità che ha formulato un parere favorevole sotto il profilo etico.

La percezione dello stato di salute

La valutazione delle condizioni di salute di una popolazione è un problema molto complesso; l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) definisce la salute come uno stato di

“benessere psicofisico”, evidenziando sia una componente oggettiva (presenza o assenza di malattie) sia una soggettiva (il modo di vivere e percepire la malattia stessa); in particolare la percezione dello stato di salute testimonia l’effettivo benessere o malessere psicofisico vissuto dalla persona.

Nel sistema di sorveglianza PASSI la salute percepita viene valutata col metodo dei “giorni in salute” (*Healthy Days*), che misura la percezione del proprio stato di salute e benessere attraverso quattro domande: lo stato di salute auto-riferito, il numero di giorni nell’ultimo mese in cui l’intervistato non si è sentito bene per motivi fisici, il numero di giorni in cui non si è sentito bene per motivi mentali e/o psicologici ed il numero di giorni in cui ha avuto limitazioni nelle attività abituali.

I Dati PASSI:

- Nel periodo 2009-2012, PASSI rileva che 2/3 degli intervistati (68%) giudica positivo il proprio stato di salute riferendo di sentirsi bene o molto bene, quasi 1/3 riferisce di sentirsi discretamente (28%) e solo il 4% invece riferisce di sentirsi male o molto male.
- I gruppi di popolazione che si dichiarano più soddisfatti della propria salute sono i giovani (87%), gli uomini (72%), le persone con un livello di istruzione più alto (79%), chi non ha difficoltà economiche (76%), chi non riferisce condizioni patologiche severe fra quelle indagate da PASSI (75%) e gli stranieri (77%).
- L’analisi multivariata, condotta separatamente per genere, conferma come significative l’associazione fra percezione positiva dello stato di salute e la giovane età, il vantaggio socio-economico, l’assenza di cronicità e la cittadinanza straniera.
- Mediamente ogni intervistato dichiara di aver vissuto, nel mese precedente l’intervista, 5 giorni in cattiva salute. Di questi, mediamente, 3 giorni sono vissuti in cattiva salute fisica (per motivi legati a malattie e/o incidenti), 3 giorni in cattiva salute psicologica (per problemi emotivi, di ansia, depressione e stress) e in almeno 1

giorno tali disagi comportano una limitazione nel normale svolgimento delle proprie attività.

- Il numero medio di giorni vissuti in cattiva salute, sia fisica che psicologia (o con limitazioni nelle abituali attività) è maggiore fra le donne (6 gg), gli anziani (6 gg) e fra coloro che hanno un basso livello di istruzione (8 gg); questo dato è ancor più alto fra chi ha molte difficoltà economiche (8 gg) o è affetto da malattie croniche severe (9 gg).
- C'è da sottolineare che se il numero medio di giorni in cui la cattiva salute (fisica e/o psicologica) condiziona le abituali attività non supera 1 giorno al mese, la maggior parte degli intervistati (68%) riferisce di non aver vissuto alcun giorno con questa limitazione nei 30 precedenti l'intervista, il 14% dichiara di averne vissuti fino a 14 e il 3% dichiara un numero di giorni ben maggiore, superiore alle due settimane, in cui non è stato in grado di svolgere le proprie abituali attività.

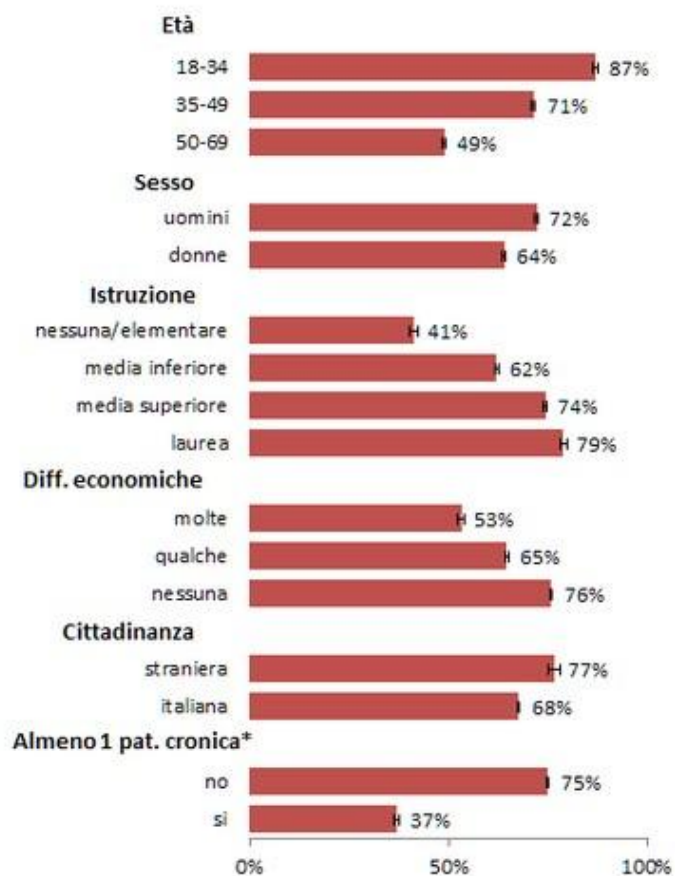
Questi dati sono in linea con quelli rilevati dall'indagine multiscopo dell'ISTAT 2008. Viene confermata una maggiore percezione negativa del proprio stato di salute nella classe d'età più avanzata, nelle donne, nelle persone con basso livello d'istruzione, con difficoltà economiche o affette da patologie severe.

Percezione dello stato di salute - pool di Asl 2009-2012 (n=150.322)	
	% (IC95%)
Risponde bene/molto bene alla domanda sul proprio stato di salute	68,1 (67,8-68,4)
Numero di giorni riferiti con limitazione di attività per cattiva salute fisica o psicologica	
0 giorni:	83,4 (83,1-83,6)
1-13 giorni	13,4 (13,1-13,6)
≥14 giorni	3,3 (3,2-3,4)

Stato di salute percepito positivamente

Prevalenze per caratteristiche socio-demografiche - Passi 2009-12 (n=150.322)

Pool di Asl: 68,1% (IC95%: 67,8-68,4)



CAPITOLO 2

DETERMINANTI SOCIALI

Le condizioni socioeconomiche e lavorative

L'Italia, insieme ad altri Paesi occidentali, sta attraversando la crisi economica più grave dal dopoguerra ad oggi. La crisi minaccia di compromettere tutte le dimensioni del benessere di una popolazione, di cui la salute è quella giudicata più importante. Il 43% del campione ha riferito di non avere nessuna difficoltà economica ad arrivare a fine mese con le proprie risorse finanziarie, il 42% qualche difficoltà e il 15% molte difficoltà economiche. La frequenza di persone che dichiarano di avere molte difficoltà economiche aumenta con l'età e il chiaro gradiente Nord-Sud indica quote maggiori di persone in difficoltà economica nelle Regioni meridionali. Per quanto riguarda il lavoro, nel periodo 2008-2013 diminuisce in modo significativo la quota di chi dichiara di lavorare in modo continuativo: dal 61% al 52%, aumenta quella di chi dichiara di non lavorare (dal 33% al 39%) e di chi dichiara di lavorare in modo non continuativo (dal 6% all'8%).

Relativamente alle difficoltà economiche, nel periodo 2008-2013 diminuisce in modo significativo la quota di coloro che dichiarano nessuna difficoltà economica (dal 44% al 39%), e aumenta la quota di coloro che ne dichiarano molte (dal 14% al 18%) o qualche (dal 42% al 43%).

La depressione

Il disturbo depressivo maggiore si presenta con tono dell'umore particolarmente basso per un periodo lungo, sofferenza psicologica, fatica nel prendersi cura del proprio aspetto e della propria igiene, riduzione e peggioramento delle relazioni sociali, tendenza all'isolamento, difficoltà sul lavoro o a scuola, peggioramento del rendimento. I sintomi più frequenti sono:

stato d'animo di tristezza, abbattimento, perdita di piacere e interesse, cambiamenti nell'appetito, disturbi del sonno, agitazione e irrequietezza o al contrario rallentamento, riduzione dell'energia, facile stanchezza e spossatezza, senso di valere poco, senso di colpa eccessivo, difficoltà di concentrazione, incapacità di pensare lucidamente, pensieri ricorrenti che non vale la pena di vivere o pensieri di morte e di suicidio.

La maggior parte dei casi di depressione è causata da una combinazione di fattori genetici, biologici, ambientali, sociali e psicologici. Il disturbo risulta associato ad altri problemi di salute mentale (come il disturbo d'ansia e quello da stress post traumatico), malattie (come le cardiovascolari, l'ictus, il morbo di Parkinson), a comportamenti nocivi (come la sedentarietà e l'abuso di alcol), a fattori socio-demografici (come la povertà, la mancanza di lavoro, il genere femminile), a fattori ambientali (come i disastri naturali o causati dall'uomo).

Nelle indagini di popolazione, uno degli strumenti più utilizzati è il *Patient Health Questionnaire* che, nella versione completa (PHQ-9), è composto da nove domande con cui è possibile individuare la presenza di episodio depressivo maggiore con buona sensibilità e specificità > 90, una validità che si ottiene anche con una versione a 8 domande (PHQ-8).

PASSI utilizza una versione ridotta, il PHQ-2, che include solo le prime due domande relative ai sintomi di umore depresso e perdita di interesse o piacere per tutte, o quasi tutte, le attività.

La persona con sintomi di depressione è colui che, nelle due settimane prima dell'intervista, ha sperimentato questi due sintomi in modo duraturo.

In Italia, la stima della prevalenza di depressione maggiore, a 12 mesi, tra le persone da 18 anni in su è pari al 3%.

I dati PASSI:

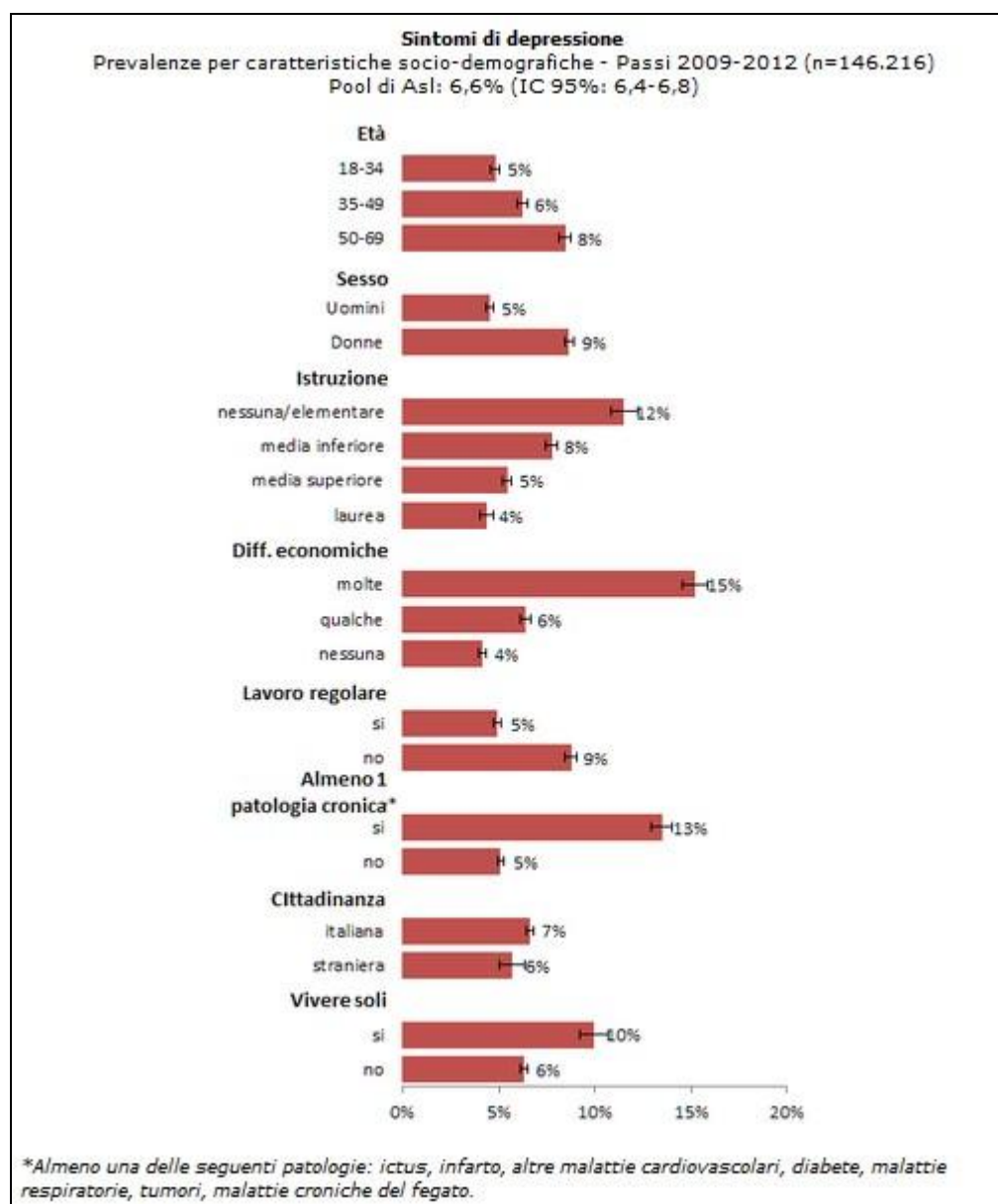
- Nel periodo 2009-2012, PASSI rileva che una quota non trascurabile, pari al 7% degli adulti fra 18 e 69 anni, riferisce sintomi di depressione e percepisce come

compromesso il proprio benessere psicologico per una media di 17 giorni nel mese precedente l'intervista.

- Molte di queste persone (42%) non chiedono aiuto a nessuno, chi lo fa si rivolge soprattutto a un medico/operatore sanitario (33%), altri a familiari e amici (18%), alcuni a entrambi, medici e persone care, (8%); gli uomini riferiscono più raramente delle donne di aver chiesto aiuto (53% vs 61%).
- La prevalenza di persone con sintomi depressivi cresce al crescere dell'età, ed è significativamente più elevata fra i 50-69enni (8%), fra le donne (9%), fra le persone con un titolo di studio basso o assente (12%), fra quelle con molte difficoltà economiche (15%) o senza un lavoro regolare (9%), fra quelli che riferiscono una diagnosi di patologia cronica (13%), tra coloro che dichiarano di vivere da soli (10%) e tra gli italiani (7%).
- L'analisi multivariata conferma l'associazione fra sintomi depressivi, dimensione socio-economica e presenza di cronicità (queste due, fra tutte, le più associate), conferma l'associazione anche con il vivere da soli, il genere femminile e la cittadinanza. Se condotta separatamente per genere, questa analisi consente di mettere in evidenza che fra le donne la condizione lavorativa ha meno importanza, mentre per gli uomini perdono di importanza il livello di istruzione e la cittadinanza nell'associazione con i sintomi depressivi.
- La distribuzione della prevalenza dei sintomi depressivi non disegna un chiaro gradiente geografico e la variabilità regionale è piuttosto contenuta, tuttavia tra le Regioni italiane si rilevano alcune significative differenze : in Sardegna si registra la prevalenza maggiore (11%) e in Basilicata la più bassa (3%) (dati medi annui del periodo 2009-2012).
- La qualità della vita percepita delle persone che riferiscono sintomi depressivi è decisamente peggiore del resto della popolazione: solo una persona su tre fra quelle

che vivono questa condizione descrive il proprio stato di salute come “buono” o “molto buono”, meno della metà del resto della popolazione senza sintomi depressivi (71%).

- Anche la salute fisica, oltre quella psicologica, delle persone che riferiscono sintomi depressivi risulta decisamente compromessa se paragonata al resto della popolazione adulta: nel mese precedente l’intervista le prime dichiarano mediamente molti più giorni vissuti in cattive condizioni fisiche (10 giorni vs 2 giorni), in cattiva salute psicologica (16 vs 2) e molti più giorni con limitazione delle abituali attività, a causa dello stato fisico e psicologico (7 vs 1).



Lo stato nutrizionale e le abitudini alimentari

Lo stato nutrizionale è un determinante importante delle condizioni di salute di una popolazione; l'eccesso di peso rappresenta un fattore di rischio rilevante per le principali patologie croniche (cardiopatie ischemiche, alcuni tipi di neoplasia, ictus, ipertensione, diabete mellito) ed è correlato con una riduzione di aspettativa e qualità di vita nei paesi industrializzati.

L'obesità può essere definita come una condizione di accumulo di grasso in eccesso nel tessuto adiposo, in quantità tale da poter danneggiare lo stato di salute. Tuttavia stimare la quantità di tessuto adiposo e determinare quanto esso influenzi lo stato di salute non è facile.

In genere il grasso in eccesso si riflette nell'eccesso di peso, ma non sempre un peso eccessivo è dovuto esclusivamente al grasso, ad esempio anche l'aumento di massa muscolare fa aumentare il peso. Quindi, per diagnosticare una condizione di obesità occorre valutare se l'eccedenza di peso è attribuibile al grasso e stimare la proporzione del grasso che può rappresentare un rischio per la salute.

Per definire l'obesità sono necessari un'adeguata misura del grasso e un valore soglia appropriato. Esistono diversi modi per valutare indirettamente la massa grassa e determinarne la distribuzione. I metodi attualmente ritenuti più accurati sono il DEXA (dual energy x-ray absorptiometry), che quantifica il grasso totale e nelle varie regioni corporee mediante due fasci di raggi X; i metodi basati sull'idrodensitometria (pesata idrostatica); l'impedenza bioelettrica (Bia); la pletismografia ad aria (Bod-Pod).

Per valutare l'adiposità in clinica e nella sorveglianza, si usano misure antropometriche: la plicometria, la circonferenza della vita e gli indici staturponderali.

Nella sorveglianza epidemiologica il metodo comunemente usato si fonda sul calcolo dell'Indice di massa corporea (IMC), definito dal peso in chilogrammi diviso l'altezza (in metri) elevata al quadrato. In base al valore di IMC, le persone vengono classificate in 4

categorie: sottopeso (IMC <18,5), normopeso (IMC 18,5-24,9), sovrappeso (IMC 25,0-29,9), obeso (IMC \geq 30).

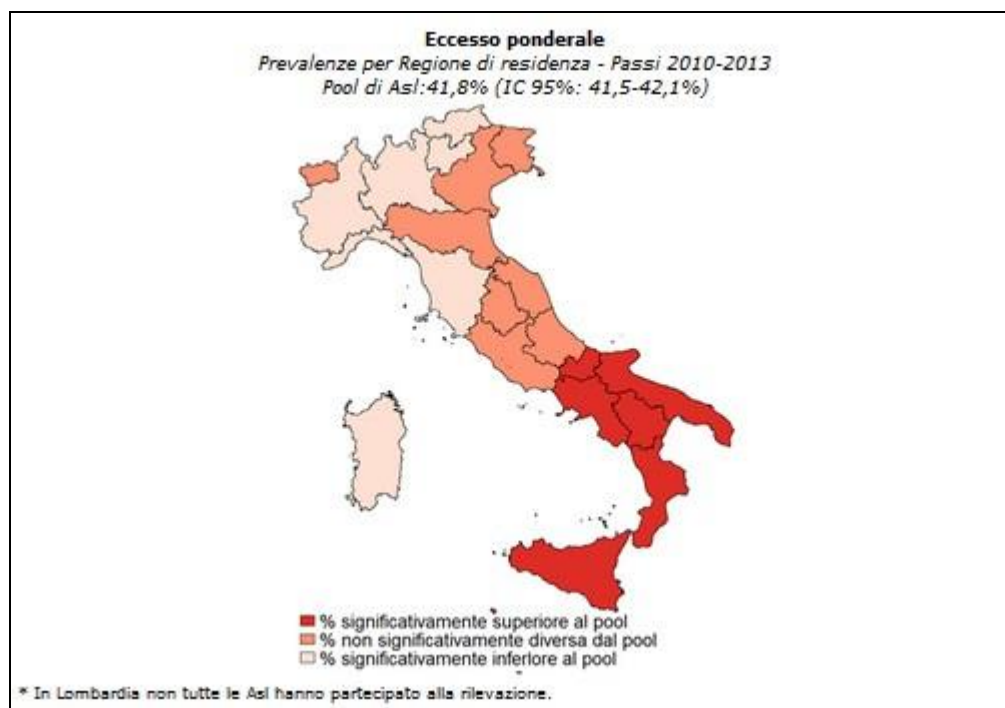
Per calcolare l'indice di massa corporea nella sorveglianza di popolazione, si utilizzano i dati di peso e altezza riferiti, che hanno il vantaggio della semplicità, economicità e rapidità della rilevazione, ma che forniscono una sottostima della prevalenza di obesità.

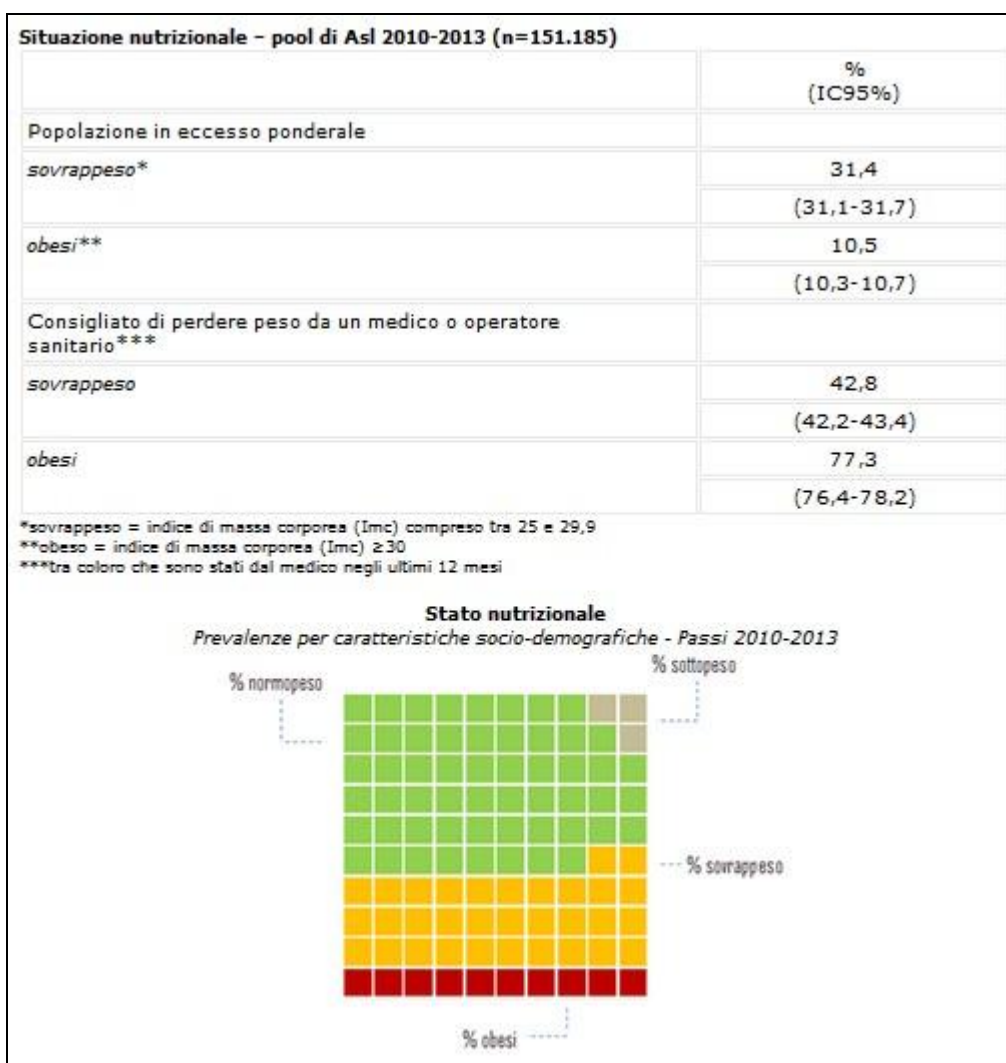
I dati PASSI:

- Due adulti su cinque (42%) sono in eccesso ponderale (Imc \geq 25), in particolare il 31% è in sovrappeso ($25 \leq$ Imc<30) e l'11% è obeso (Imc \geq 30).
- Per il periodo di rilevazione 2010-2013, l'eccesso ponderale è significativamente più frequente fra i 50-69enni (in sovrappeso il 40% e obesi il 16%), fra gli uomini (in sovrappeso il 40% e obesi l'11%), fra le persone con molte difficoltà economiche (in sovrappeso il 35% e obesi 15%), fra quelle con un titolo di studio basso o assente (in sovrappeso il 41% e obesi 23%) e tra gli intervistati con cittadinanza italiana (in sovrappeso il 31% e obesi 11%).
- La distribuzione geografica della prevalenza di persone in eccesso ponderale disegna un chiaro gradiente Nord-Sud con una maggiore diffusione nelle Regioni meridionali: la Basilicata e Campania sono le Regioni con le prevalenze più alte (rispettivamente 49% e 48%) mentre nella P.A. Bolzano si osserva il valore più basso (33%).
- Relativamente all'evoluzione temporale, nel periodo 2008-2013, non si evidenzia un particolare andamento nella prevalenza dell'eccesso ponderale. Per quanto riguarda l'obesità si registra un lieve andamento in diminuzione nel Centro (da 10,0% a 8,7%). Complessivamente la situazione appare in controtendenza rispetto all'allarmante aumento di obesità in altri Paesi.
- La percezione del proprio peso corporeo non sempre coincide con quello calcolato in base ai dati antropometrici riferiti dagli intervistati: nel periodo 2010-2013, solo una persona in sovrappeso su due ritiene il proprio peso troppo alto e, addirittura, tra gli

obesi il 10% considera il proprio peso giusto. Si registra una percezione del proprio peso corporeo più corretta fra le donne che non fra gli uomini: fra le donne in sovrappeso il 65% considera troppo alto il proprio peso corporeo, mentre fra gli uomini in sovrappeso questa percentuale scende al 40%; l'8% delle obese ritiene giusto il proprio peso, mentre fra gli uomini obesi questa percentuale sale al 12%.

- Tra le persone in eccesso ponderale: il 24% dichiara che sta seguendo una dieta per perdere o mantenere peso (in particolare seguono una dieta il 22% delle persone in sovrappeso e il 32% degli obesi); la percentuale di persone a dieta sale al 31% fra coloro che hanno una corretta percezione del proprio stato ponderale, mentre scende al 14% fra coloro che non hanno una corretta percezione del proprio peso; il 65% dichiara di svolgere attività fisica almeno moderata (ovvero il 67% fra le persone in sovrappeso e il 59% fra gli obesi).





L'attività fisica

L'attività fisica è definita come qualsiasi attività muscolo-scheletrica che comporta un dispendio energetico. È quindi possibile essere fisicamente attivi grazie all'attività lavorativa, al trasporto attivo (camminare, andare in bicicletta), alle attività del tempo libero. Le attività svolte nel tempo libero possono essere suddivise in esercizio fisico e sport, definito come attività strutturata che segue determinate regole e obiettivi (gare).

L'attività fisica praticata regolarmente induce numerosi benefici per la salute, aumenta il benessere psicologico e svolge un ruolo di primaria importanza nella prevenzione della malattie cronico degenerative.

Forte evidenza per la riduzione di:

- mortalità per tutte le cause
- malattie cardiovascolari
- ipertensione
- ictus
- sindrome metabolica
- diabete di tipo ii
- cancro al seno
- cancro al colon
- depressione
- cadute.

Forte evidenza inoltre per:

- rafforzamento osseo
- miglioramento funzioni cognitive
- perdita di peso, soprattutto se associato alla riduzione di calorie
- miglioramento della fitness cardiovascolare e muscolare.

Le più recenti stime indicano che in Italia la sedentarietà è causa di:

- 9% delle malattie cardio-vascolari
- 11% del diabete di tipo II
- 16% dei casi di cancro al seno
- 16% dei casi di cancro al colon
- 15% dei casi di morte prematura

È stato evidenziato che non esiste una precisa soglia al di sotto la quale l'attività fisica non produce effetti positivi per la salute. Risulta quindi molto importante il passaggio dalla sedentarietà a un livello di attività anche inferiore ai livelli indicati dalle linee guida.

Le linee guida internazionali e nazionali raccomandano:

- *bambini e ragazzi* (5–17 anni): almeno 60 minuti al giorno di attività moderata-vigorosa, includendo almeno 3 volte alla settimana esercizi per la forza che possono consistere in giochi di movimento o attività sportive
- *adulti* (18–64 anni): almeno 150 minuti alla settimana di attività moderata o 75 di attività vigorosa, con esercizi di rafforzamento dei maggiori gruppi muscolari da svolgere almeno 2 volte alla settimana
- *anziani* (dai 65 anni in poi): le indicazioni sono le stesse degli adulti, con l'avvertenza di svolgere anche attività orientate all'equilibrio per prevenire le cadute. Chi fosse impossibilitato a seguire in pieno le raccomandazioni, dovrebbe fare attività fisica almeno 3 volte alla settimana e adottare uno stile di vita attivo adeguato alle proprie condizioni.

Importante anche impegnarsi personalmente per modificare il contesto in cui si vive al fine di sostenere i cambiamenti necessari per rendere più facile l'adozione di uno stile di vita sano e attivo nella proprio città, nei luoghi di lavoro e di studio.

Promuovere l'attività fisica rappresenta pertanto un'azione di sanità pubblica prioritaria, ormai inserita nei piani e nella programmazione sanitaria in tutto il mondo. Negli Stati Uniti il programma *Healthy People 2010* inserisce l'attività fisica tra i principali obiettivi di salute per il Paese. L'Unione europea nel *Public Health Programme* (2003-2008) propone progetti per promuovere l'attività fisica.

In Italia, sia nel Piano Sanitario Nazionale sia nel Piano della Prevenzione, si sottolinea l'importanza dell'attività fisica per la salute; il programma *Guadagnare Salute* si propone di favorire uno stile di vita attivo, col coinvolgimento di diversi settori della società allo scopo di “rendere facile” al cittadino la scelta del movimento.

I dati PASSI:

- Solo il 33% degli intervistati di 18-69 anni può essere classificato come attivo (cioè effettua un lavoro pesante oppure 30 minuti di attività moderata per almeno 5 giorni

alla settimana oppure attività intensa per più di 20 minuti per almeno 3 giorni), il 36% come parzialmente attivo (non svolge un lavoro pesante ma fa qualche attività fisica nel tempo libero, senza però raggiungere i livelli raccomandati) e ben il 31% può essere classificato come sedentario (non fa un lavoro pesante e non pratica attività fisica nel tempo libero).

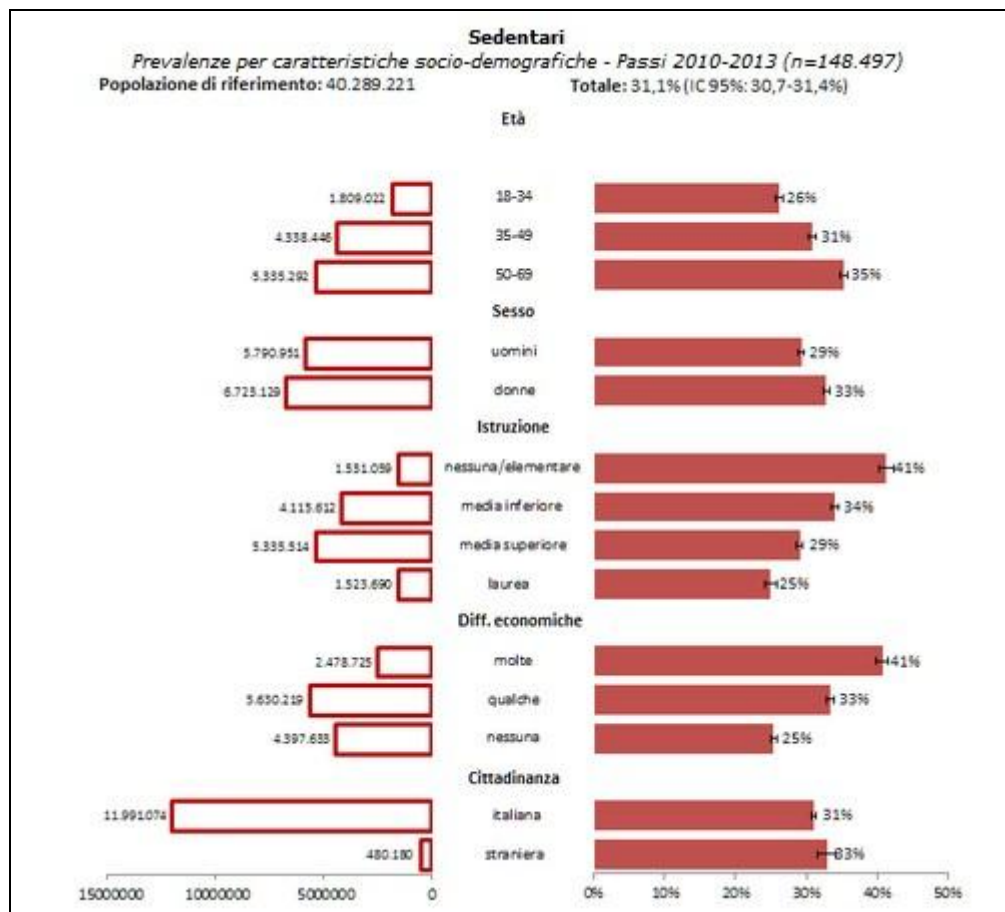
- Per il periodo di rilevazione 2010-2013, la sedentarietà è significativamente più frequente nella fascia di età più anziana (50-69 anni, 35%), fra le donne (33%), fra le persone con molte difficoltà economiche (41%), fra quelle con un titolo di studio basso o assente (41%). Tutte queste associazioni sono confermate come statisticamente significative dall'analisi multivariata, anche quando condotta separatamente per genere.
- La distribuzione della sedentarietà per Regione di residenza divide l'Italia in due macroaree in maniera netta, con una maggiore diffusione nelle Regioni centromeridionali, con il valore più alto in Basilicata (56%) e quello più basso nella P. A. Bolzano (7%). Al Sud fanno eccezione il Molise (23%) e la Sardegna (26%) che presentano valori significativamente minori anche rispetto alla media nazionale.
- Relativamente stabile nel tempo la prevalenza dei sedentari, nel periodo 2008-2013, in tutte le macroaree del Paese.
- Non sempre la percezione soggettiva del livello di attività fisica praticata corrisponde a quella effettivamente svolta. Infatti, uno su due degli adulti parzialmente attivi (51%) e un sedentario su cinque (19%) percepiscono il proprio livello di attività fisica come sufficiente.
- Le donne sembrano avere una percezione del proprio livello di attività fisica più corretta rispetto agli uomini: tra le persone parzialmente attive, l'attività fisica svolta è percepita come sufficiente in maggior misura dagli uomini (54%) che dalle donne

(49%); così come fra i sedentari fra i quali l'attività fisica svolta è percepita sufficiente in maggior misura dagli uomini (21%) che dalle donne (18%).

- Troppo bassa appare l'attenzione degli operatori sanitari al problema della sedentarietà: nel periodo 2010-2013, meno di un intervistato su tre (31%) riferisce che un operatore sanitario si è interessato all'attività fisica che svolge. È dello stesso valore (31%) la percentuale di persone che dichiarano di aver ricevuto il consiglio di effettuare una regolare attività fisica.
- La distribuzione geografica dell'attenzione degli operatori non evidenzia un chiaro gradiente. Il valore più alto (44%) è registrato in Sardegna insieme ad alcune Regioni del Nord (P.A. di Trento con il 39% e Lombardia con il 38%) e del Centro (Lazio, 34%), mentre quello più basso in Basilicata (20%).
- Nel periodo 2008-2013, non si evidenzia un particolare andamento di questo indicatore in nessuna delle macroaree geografiche del Paese.
- A partire dall'anno di rilevazione 2012, sono state introdotte tre domande di approfondimento sul suggerimento dell'operatore sanitario all'intervistato in merito allo svolgimento di una regolare attività fisica. Nel biennio 2012-2013, al 45% degli intervistati a cui è stato consigliato di fare regolare esercizio fisico è stato raccomandato il tipo di attività da svolgere; tra questi, il 68% ha avuto indicazioni sulla frequenza e durata e il 67% riporta che alle visite successive gli è stato chiesto se l'attività suggerita è stata effettivamente svolta (azioni di follow up).

Attività fisica - pool di Asl 2010-2013 (n=148.497)	
	% (IC95%)
Livello di attività fisica	
attivo*	33,2 (32,9-33,50)
parzialmente attivo**	35,8 (35,5-36,1)
sedentario***	31,1 (30,7-31,4)

* lavoro pesante oppure adesione alle linee guida (30 minuti di attività moderata per almeno 5 giorni alla settimana, oppure attività intensa per più di 20 minuti per almeno 3 giorni)
 ** non fa lavoro pesante, ma fa qualche attività fisica nel tempo libero, senza però raggiungere i livelli raccomandati
 *** non fa un lavoro pesante e non fa nessuna attività fisica nel tempo libero.



Lo stile di vita sedentario si associa spesso ad altre condizioni di rischio; in particolare è risultato essere sedentario il:

- 52% delle persone depresse
- 51% degli ipertesi
- 48% delle persone in eccesso ponderale.
- 44% dei fumatori.

CAPITOLO 3

ESERCIZIO FISICO E METABOLISMO ENERGETICO

I substrati energetici

I carboidrati e gli acidi grassi sono i combustibili ossidati per la produzione di energia durante l'esercizio fisico. Il loro contributo è influenzato dalla intensità di lavoro (Romijn JA et al., 1993), con un progressivo aumento della ossidazione dei carboidrati, mentre la velocità di ossidazione lipidica aumenta con l'attività da bassa a moderata e declina via via che l'esercizio diventa più intenso (Martin WH et al., 1998). A riposo la maggior parte dell'energia (circa il 60%) necessaria per la muscolatura scheletrica non contratta, deriva dall'ossidazione dei lipidi. Nell'attività fisica di bassa intensità (25%-40% del VO_2max) l'energia è fornita principalmente dal metabolismo lipidico con liberazione di acidi grassi dai trigliceridi contenuti nel tessuto adiposo, mentre i trigliceridi intramuscolari ed il glicogeno non contribuiscono in maniera determinante alla produzione energetica. La massima attivazione del metabolismo degli acidi grassi viene raggiunta mediamente dopo 20-30 minuti dall'inizio dell'esercizio fisico; la mobilitazione degli acidi grassi dal tessuto adiposo, il successivo trasporto nel circolo sanguigno e l'entrata all'interno delle cellule e poi nel mitocondrio è infatti un processo piuttosto lento. Se l'attività a bassa intensità è di breve durata, lipidi e carboidrati contribuiscono in egual misura alle richieste energetiche; se si protrae per almeno un'ora, il depauperamento delle riserve di glicogeno muscolare determina un maggiore utilizzo di lipidi, che arrivano a soddisfare l'80% della richiesta energetica. Durante l'attività fisica di moderata intensità (40-70% del VO_2max), lipidi e glucosio vengono in ugual misura ossidati dal lavoro muscolare. Con l'aumento della durata dell'esercizio ad intensità moderata, il glucosio plasmatico, a causa della deplezione del glicogeno muscolare, diventa la principale sorgente energetica di tipo glucidico, ma la

maggior parte di energia è fornita dai lipidi. Per un esercizio fisico di elevata intensità (70-90% del $VO_2\text{max}$), i carboidrati diventano la principale fonte energetica e la velocità di utilizzazione degli acidi grassi scende al di sotto dei valori basali in corrispondenza di intensità sub-massimali di sforzo fisico (oltre 80%); al di sopra di questa intensità di esercizio, l'energia necessaria per il lavoro della muscolatura scheletrica diventa strettamente dipendente dalle riserve muscolari di glicogeno e dal glucosio plasmatico e l'attività fisica non può essere protratta per oltre 30-60 minuti, anche nei soggetti bene allenati.

Tuttavia, i risultati di diverse ricerche e di molti autori mostrano che i meccanismi regolatori responsabili della modalità di impiego dei substrati energetici dipendono dall'interazione tra diversi fattori. Tra questi, lo stato di forma fisica determinato dai livelli abituali di attività fisica praticata e lo stato nutrizionale dei soggetti sembrano essere particolarmente importanti nel determinare le percentuali di utilizzo delle fonti energetiche lipidiche e glucidiche.

Numerosi studi hanno descritto i rapporti tra l'esercizio fisico e la capacità di ossidazione lipidica, sottolineando gli effetti benefici apportati a livello cardiovascolare e respiratorio e sulla capacità ossidativa del muscolo scheletrico. È stato dimostrato che l'esercizio fisico regolare svolto alle intensità che determinano la maggiore velocità di ossidazione lipidica (FATmax) modifica e migliora la capacità stessa di ossidazione dei substrati lipidici, soprattutto in soggetti affetti da sindromi dismetaboliche come nel caso dell'obesità e del diabete di tipo 2, determinando una riduzione della massa grassa ed un miglioramento dell'indice di composizione corporea (BMI).

Lo studio sulla determinazione dell'intensità di esercizio utile a raggiungere la massima ossidazione lipidica (FATmax)

Scopo e metodi

Per determinare l'intensità di esercizio utile a raggiungere il FATmax, e per verificare se esistessero differenze sostanziali tra tipologie diverse di soggetti, ho condotto uno studio su

soggetti con caratteristiche diverse, diversi livelli abituali di attività fisica praticata e diversa composizione corporea. Sono stati reclutati soggetti di ambo i sessi, di età compresa tra i 30 e i 70 anni, e sono stati suddivisi in quattro gruppi omogenei: sedentari normopeso, sedentari sovrappeso od obesi, sedentari diabetici non obesi e allenati normopeso. I livelli abituali di attività fisica praticata da tutti i partecipanti sono stati determinati mediante somministrazione di apposito questionario (IPAQ, *International Physical Activity Questionnaire*). Sono stati esclusi i soggetti con malattia cardiovascolare, polmonare o muscolare e i soggetti affetti da disabilità. Ogni soggetto, dopo aver ricevuto una spiegazione della natura e dell'obiettivo dello studio, ha fornito consenso informato scritto per la partecipazione. Le procedure sono state condotte in conformità alla Dichiarazione di Helsinki e sono state approvate dalla Commissione IRB del nostro istituto.

Tutti i soggetti hanno svolto una prova da sforzo incrementale fino ad esaurimento su treadmill, eseguita presso il Laboratorio di Valutazione Funzionale della Sezione di Scienze Motorie e Sportive "DISMOT" dell'Università di Palermo. Diversamente dalla maggior parte degli altri studi sulla determinazione del FATmax, in cui l'ossidazione lipidica veniva misurata soltanto durante tre o quattro diverse intensità costanti di esercizio, nel presente studio il FATmax è stato determinato lungo un'ampia gamma di intensità. Poiché per una valutazione valida del FATmax può essere utilizzato un protocollo con incrementi del carico di lavoro ogni 3 minuti (Achten J. et al., 2002), è stato utilizzato il protocollo di Bruce, che prevede incrementi dell'intensità di esercizio mediante aumenti della velocità e dell'inclinazione del tappeto ogni 3 minuti. Il test è stato interrotto quando sono stati soddisfatti uno o più dei seguenti criteri: raggiungimento di un plateau del $VO_2\text{max} < 2,2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$; quoziente respiratorio (QR) $> 1,10$; frequenza cardiaca massima (FCmax) prossima al valore teorico di 220-età; soggetto non in grado di mantenere l'intensità di lavoro richiesta. Poiché l'assunzione di carboidrati può influenzare la velocità di ossidazione lipidica durante l'esercizio fisico, i soggetti hanno eseguito le prove lontano dai pasti: tutti i

test si sono svolti tra le 8 e le 10 del mattino, dopo un digiuno di 12 ore, e sono stati preceduti da una sessione di familiarizzazione di 10 minuti, seguita da un periodo di riposo. La pressione arteriosa e la glicemia a riposo sono state misurate prima dei test. L'altezza e il peso corporeo sono stati misurati utilizzando rispettivamente uno statimetro e una bilancia elettronica (SECA, Germania).

Durante i test, una maschera monouso con 50-80 ml di spazio vuoto (Cosmed V2, Cosmed Srl, Italia) è stata utilizzata per raccogliere l'aria espirata. Il consumo di ossigeno (VO_2) e la produzione di biossido di carbonio (VCO_2) sono stati registrati con un sistema di misurazione ergospirometrico (Cosmed Quark CPET, Cosmed Srl, Italia) e il massimo consumo di ossigeno (VO_{2max}) è stato definito come il più elevato valore medio consecutivo di 30s raggiunto durante il test. Il flussometro e gli analizzatori di gas sono stati calibrati prima di ogni test, in base alle istruzioni del produttore.

Per misurare la velocità di ossidazione lipidica, a riposo e durante esercizio fisico, è stata utilizzata la metodica della calorimetria indiretta che, attraverso la misurazione diretta del VO_2 e della VCO_2 e con il presupposto che il tasso di escrezione dell'azoto urinario fosse trascurabile, ci permette di calcolare le velocità di ossidazione dei substrati lipidici applicando l'equazione di Peronnet e Massicote:

$$FAT \text{ (g/min)} = 1.6946 \cdot VO_2 - 1.7012 \cdot VCO_2$$

(VO_2 e VCO_2 sono espressi in l/min)

I valori di FAT sono stati poi espressi graficamente in funzione dell'intensità di esercizio, indicata in percentuale del VO_{2max} . Da ciascuna curva FAT sono stati determinati i valori di picco (FATmax) e l'intensità di esercizio alla quale questi si presentavano, in assoluto (VO_2) e come percentuale del massimo consumo di ossigeno ($\%VO_{2max}$). Durante i test, la frequenza cardiaca di ogni partecipante è stata registrata utilizzando un sistema radio-

telemetrico a corto raggio (Polar Electro Oy, Finlandia). Tutte le risposte sono state monitorate durante i periodi di riposo, di esercizio fisico e di recupero e sono state mostrate graficamente. Per l'analisi statistica dei dati è stato utilizzato il software GraphPad InStat. I dati sono stati presentati come media \pm deviazione standard (*ds*). Le differenze tra i gruppi sono state valutate con il test t di Student a due code per dati non appaiati. Un modello di regressione lineare semplice è stato utilizzato per valutare le relazioni tra FATmax e VO₂max. Il coefficiente di correlazione di Pearson (*r*) è stato usato per determinare l'associazione tra i parametri considerati. Un valore P inferiore a 0,05 è stato considerato statisticamente significativo.

Risultati

Sono stati valutati 53 soggetti, suddivisi in quattro gruppi: 14 sedentari normopeso (SN), 14 sedentari sovrappeso od obesi (SO), 11 sedentari diabetici non-obesi (SD) e 14 allenati normopeso (AN). I criteri per l'inserimento dei soggetti nel gruppo degli allenati prevedeva la pratica regolare da almeno due anni dei livelli minimi di esercizio fisico suggeriti dalle linee guida internazionale (almeno 150 minuti alla settimana di attività moderata o 75 di attività vigorosa). Le caratteristiche di ogni gruppo sono mostrate in tabella 1.

Tabella 1: Caratteristiche dei soggetti (medie \pm <i>ds</i>).				
	normopeso (SN)	obesi (SO)	diabetici (SD)	allenati (AN)
n	14	14	11	14
Età (aa)	48 \pm 6.8	51 \pm 11.4	57 \pm 5.5	51 \pm 6.5
Altezza (cm)	167 \pm 8.5	169 \pm 10.5	168 \pm 11.7	170 \pm 7.0
Peso (Kg)	66 \pm 9.8	88 \pm 10.8 ** °°	77 \pm 8.3 * °°	67 \pm 10.0
BMI (Kg \cdot m ⁻²)	23.4 \pm 1.6	30.8 \pm 2.6 ** °°	27.6 \pm 2.6 ** °°	23.1 \pm 2.3
VO ₂ max (ml \cdot min ⁻¹)	1980 \pm 522.4 **	2216 \pm 589.8 *	1581 \pm 409.1 ** °	2867 \pm 210.4 °°
VO ₂ max (ml \cdot Kg ⁻¹ \cdot min ⁻¹)	29.81 \pm 4.92 **	25.02 \pm 4.94 ** °	20.31 \pm 4.13 ** °°	42.51 \pm 10.20 °°
HR _{max} (bpm)	152 \pm 12.3	142 \pm 14.0 * °	123 \pm 18.6 ** °°	153 \pm 10.1
* differenza significativa rispetto ai soggetti AN (<i>P</i> < 0.05)				
** differenza molto significativa rispetto ai soggetti AN (<i>P</i> < 0.01)				
° differenza significativa rispetto ai soggetti SN (<i>P</i> < 0.05)				
°° differenza molto significativa rispetto ai soggetti SN (<i>P</i> < 0.05)				

La composizione dei gruppi si è dimostrata omogenea per età, sebbene leggermente superiore ma non in maniera significativa nel gruppo SD. Il VO_2 max raggiunto al test incrementale, indice della capacità fisica dei soggetti, era ridotto nel gruppo SO ed estremamente ridotto nel gruppo SD rispetto al gruppo SN. Il gruppo AN ha mostrato valori di VO_2 max significativamente superiori a quelli degli altri gruppi.

Sono state valutate la validità e la riproducibilità del test per la determinazione della velocità di ossidazione dei substrati lipidici: i coefficienti di correlazione intraclassa estremamente elevati (ICC=0,99; IC al 95%=0,98-1) e i bassi coefficienti di variazione (CV=2,5%; IC al 95%=2,1-2,8%) del quoziente respiratorio (RER, VCO_2/VO_2) utilizzato per il calcolo del FAT soddisfano ampiamente il criterio di affidabilità comunemente accettato.

I principali parametri relativi al metabolismo energetico sono mostrati nella tabella 2.

Tabella 2: Valori di ossidazione lipidica dei soggetti (medie \pm ds).				
	normopeso (SN)	obesi (SO)	diabetici (SD)	allenati (AN)
FAT _{max} (g · min ⁻¹)	0.53 \pm 0.2 *	0.60 \pm 0.2	0.50 \pm 0.1 **	0.73 \pm 0.2 °
FAT _{max} (mg · Kg ⁻¹ · min ⁻¹)	7.84 \pm 2.4 *	6.81 \pm 1.9 **	6.39 \pm 1.3 **	10.94 \pm 3.6 °
VO ₂ al FAT _{max} (ml · min ⁻¹)	1280 \pm 406.5 **	1447 \pm 456.6	1129 \pm 260.8 **	1744 \pm 453.9 °°
VO ₂ al FAT _{max} (ml · Kg ⁻¹ · min ⁻¹)	19.15 \pm 4.2 **	16.31 \pm 4.2 **	14.48 \pm 2.3 ** °	26.14 \pm 7.1 °°
%VO ₂ max al FAT _{max} (%)	64.5 \pm 12.3	65.3 \pm 11.9	72.5 \pm 9.3 ** °	61.7 \pm 8.0
HR al FAT _{max} (bpm)	109 \pm 14.5	103 \pm 9.2	97 \pm 11.7 * °	108 \pm 16.8
%HRmax al FAT _{max} (%)	69 \pm 15.5	73 \pm 8.3	80 \pm 8.5 * °	71 \pm 8.6
* differenza significativa rispetto ai soggetti AN (P < 0.05)				
** differenza molto significativa rispetto ai soggetti AN (P < 0.01)				
° differenza significativa rispetto ai soggetti SN (P < 0.05)				
°° differenza molto significativa rispetto ai soggetti SN (P < 0.05)				

I gruppi dei soggetti sedentari (SN, SO e SD) hanno mostrato valori simili di FATmax. In questi soggetti il FATmax si raggiungeva a valori di VO₂ non significativamente diversi fra loro. Tuttavia il gruppo SD raggiungeva la sua massima velocità di ossidazione lipidica ad intensità d'esercizio (%VO₂max) significativamente più elevate rispetto a tutti gli altri gruppi. I soggetti allenati hanno mostrato valori di FATmax superiori a quelli di tutti i

soggetti sedentari e, anche se tali valori sono stati ottenuti alla stessa intensità (%VO₂max) degli altri gruppi, il VO₂ al FATmax era significativamente superiore.

Quando è stata effettuata l'analisi di regressione lineare, in tutti i gruppi esaminati è stata osservata una correlazione lineare positiva tra FATmax e VO₂max. I dati relativi alle correlazioni lineari tra FATmax e VO₂max sono mostrati graficamente nella figura 1 e riportati nella tabella 3.

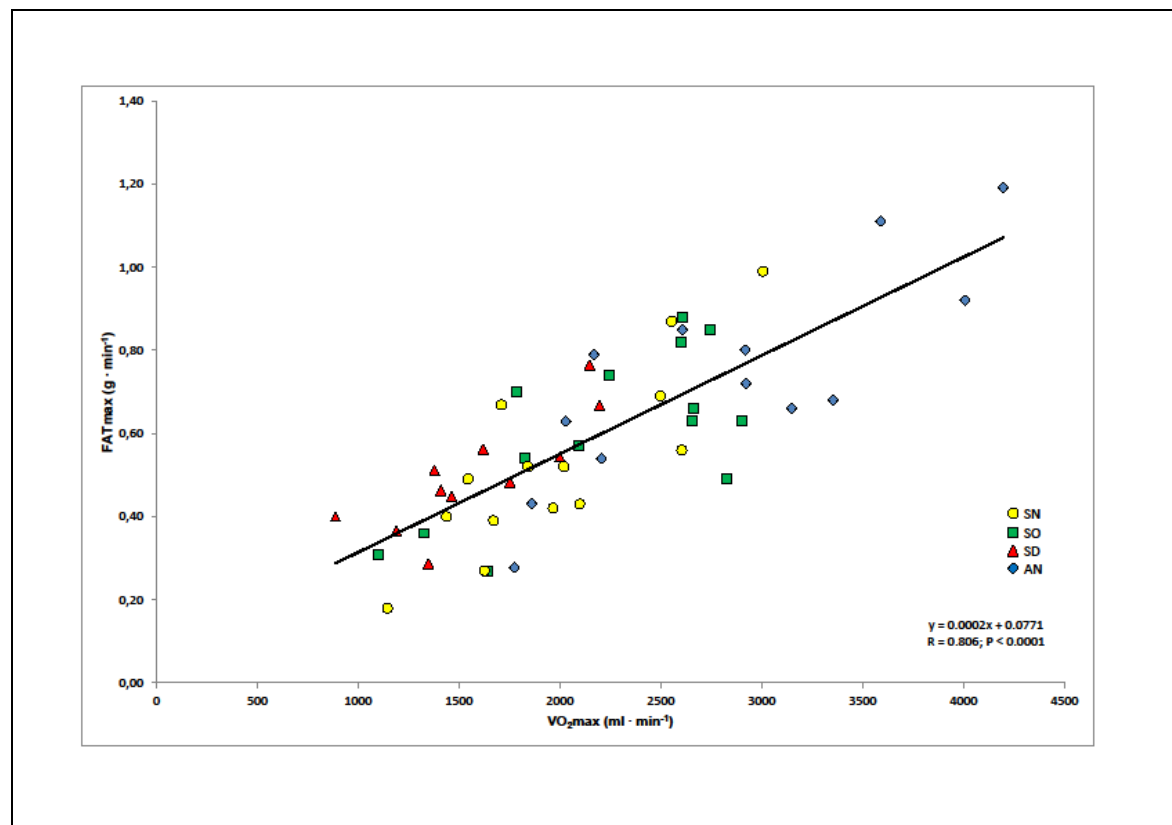


Figura 1: Correlazione tra FATmax e VO₂max in tutti i soggetti.

Tabella 3: Correlazione lineare tra FATmax e VO ₂ max nei diversi gruppi di soggetti.				
	normopeso (SN)	obesi (SO)	diabetici (SD)	allenati (AN)
r	0.832	0.693	0.817	0.793
P	0.0002	0.006	0.002	0.0007
* correlazione significativa per P < 0.05				

Conclusioni

L'esercizio fisico regolare è trattamento essenziale per prevenire e gestire l'aumento del peso corporeo. L'intensità dell'esercizio fisico è un fattore determinante per l'utilizzo dei substrati

energetici (Achten J. et al., 2004) e il livello di esercizio fisico al quale l'ossidazione lipidica è massima migliora la capacità di ossidazione dei substrati lipidici e, nei soggetti con diabete di tipo 2 o con sindrome metabolica, migliora la sensibilità all'insulina e il controllo glicemico (Ghanassia E. et al., 2006).

Diversi studi sul metabolismo energetico hanno cercato di valutare l'ossidazione dei substrati a riposo e durante esercizio fisico e spiegazioni contrastanti sono state date circa l'influenza che il peso corporeo riveste nei confronti dell'utilizzo degli acidi grassi. Tuttavia, l'incapacità di ossidare lipidi sembrerebbe essere un fattore importante nella eziologia dell'obesità.

In questo studio, la velocità di ossidazione lipidica nei soggetti appartenenti ai tre gruppi di sedentari (SN, SO e SD), aventi composizione corporea diversa, non ha mostrato differenze significative e i livelli di FATmax venivano raggiunti agli stessi valori di VO_2 , e ciò indica che l'aumento del peso corporeo non provoca alterazione del metabolismo lipidico nei gruppi SO e SD rispetto al gruppo SN. Tuttavia, i valori di VO_{2max} normalizzati per il peso corporeo e di HRmax riscontrati al test incrementale erano significativamente più bassi nei gruppi SO e SD rispetto al gruppo SN, mentre erano significativamente più elevati nel gruppo AN. Queste differenze nei valori di VO_{2max} e HRmax sono giustificate dalla diversa fitness cardiovascolare dei soggetti e dalla loro diversa capacità di sostenere sforzi fisici, condizioni che, soprattutto nel gruppo dei diabetici (SD), determinano il raggiungimento della massima velocità di ossidazione lipidica ad intensità di esercizio ($\%VO_{2max}$) significativamente più elevate rispetto agli altri gruppi.

Inoltre, in tutti i gruppi esaminati i valori di FATmax raggiunti hanno mostrato una forte correlazione con i livelli di VO_{2max} . Questo dato suggerisce che la capacità di ossidazione lipidica può migliorare nei soggetti sedentari ed in quelli con malattie del metabolismo, in risposta ad una attività fisica regolare mirata all'aumento delle capacità aerobiche, e questo può riflettersi in un migliore contributo alla riduzione e al controllo del peso corporeo.

Sebbene la maggior parte delle raccomandazioni sulla prescrizione dell'esercizio fisico per la gestione del diabete indichino un minimo di 30 minuti al giorno (per 5 giorni/settimana) di esercizio aerobico continuo di moderata intensità (pari al 40-60% del $VO_2\text{max}$) (Colberg S.R. et al., 2010), i nostri dati indicano che al fine di ottenere un effetto ottimale sul metabolismo dei lipidi in soggetti con diabete di tipo 2 non obesi e sedentari, l'intensità mirata a un livello di ossidazione lipidica massimale deve essere prossima al 70% del $VO_2\text{max}$ (pari a quasi l'80% della $FC\text{max}$). Tuttavia, la maggior parte delle persone con diabete non ha una capacità aerobica sufficiente per sostenere la quantità di esercizio fisico raccomandata. Poiché alcuni benefici cardiovascolari e glicemici possono essere ottenuti da volumi di esercizio fisico minori eseguiti ad un'intensità più elevata (Colberg S.R. et al., 2010), suggeriamo che, in soggetti sedentari non obesi con diabete di tipo 2, un allenamento aerobico a intervalli di alta intensità con periodi ripetuti di qualche minuto (fino a 10) prossimi al 70% del $VO_2\text{max}$ possa essere più efficace, rispetto a un esercizio fisico costante di moderata intensità, al fine di aumentare il massimo consumo di ossigeno, contribuendo alla riduzione del grasso corporeo centrale e migliorando il controllo glicemico.

Bibliografia

Achten J, Gleeson M, Jeukendrup AE. Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation, *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2002;34(1):92-97.

Achten J, Jeukendrup AE. Maximal fat oxidation during exercise in trained men. *International Journal of Sports Medicine* 2003;24:603-608.

Achten J, Jeukendrup AE Optimizing fat oxidation through exercise and diet. *Nutrition* 2004;20(7-8):716-727.

Achten J, Jeukendrup AE. Relation between plasma lactate concentration and fat oxidation rates over a wide range of exercise intensities. *International Journal of Sports Medicine* 2004; 25:32-37.

Achten J, Venables MC, Jeukendrup AE. Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: A cross-sectional study. *Journal of Applied Physiology* 2005; 98:160-167.

Alonso J and ESEMeD/MHEDEA 2000 Investigators. European Study of the Epidemiology of Mental Disorders (ESEMeD) Project. Prevalence of mental disorders in Europe: results from the European Study of the Epidemiology of Mental Disorders (ESEMeD) project. *Acta Psychiatr Scand Suppl.* 2004;(420):21-7.

Binkin N, Gigantesco A, Ferrante G. Depressive symptoms among adults 18-69 years in Italy: results from the Italian behavioural risk factor surveillance system, 2007. *Int J Public Health.* 2010 Oct;55(5):479-88.

Blaak EE, Van Aggel-Leijssen DPC, Wagenmakers AJM. Impaired oxidation of plasma-derived fatty acids in type 2 diabetic subjects during moderate-intensity exercise. *Diabetes* 2000; 49:2105–2107.

Blair SN, Kampert JB, Kohl HW, Barlow CE, Macera CA, Paffenbarger RS, et al. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all- cause mortality in men and women. *Jama* 1996; 276(3):205-210.

Bordenave S, Flavier S, Fe'dou C, Brun JF, Mercier J. Exercise calorimetry in sedentary patients: Procedures based on short 3 min steps underestimate carbohydrate oxidation and overestimate lipid oxidation. *J. in Diabetes and Metabolism* 2007; 33:379-384.

Brun JF, Romain AJ, Mercier J. Maximal lipid oxidation during exercise (Lipoxmax): From physiological measurements to clinical applications. Facts and uncertainties. *Science & Sports* 2011; 26:57-71.

Center for Disease Control and prevention Web site: Defining overweight and obesity. <http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/obesity/defining.htm>.

Chenevière X, Malatesta D, Peters EM, Borrani F. A Mathematical Model to Describe Fat Oxidation Kinetics during Graded Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2009; 41(8):1615–1625.

Chenevière et al. Effect of a 1-hour single bout of moderate-intensity exercise on fat oxidation kinetics. *Metabolism Clinical Experimental* 2009; 1178:1786.

Darr KC, Bassett DR, Morgan BJ, Thomas DP. Effects of age and training status on heart rate recovery after peak exercise. *The American journal of physiology* 1988; 254:H340-343.

Decombaz J, Schmitt B, Ith M. Postexercise fat intake repletes intramyocellular lipids but no faster in trained than in sedentary subjects. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2001; 281: R760–769.

Fabien P, Moro C, Harant I, Garrigue E, et al. Lipid oxidation according to intensity and exercise duration in overweight men and women. *Obesity* 2007; 15:2256-2262.

Frayn KN. Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. *Journal of Applied Physiology* 1983; 55:628-634.

Gruppo Tecnico di coordinamento del Progetto di sperimentazione del Sistema di sorveglianza PASSI. Sistema di Sorveglianza PASSI: Progressi delle Aziende Sanitarie per la Salute in Italia. Roma: Istituto Superiore di Sanità (Rapporti ISTISAN 07/30).

Hagberg JM, Hickson RC, Ehsani AA, Holloszy JO. Faster adjustment to and recovery from submaximal exercise in the trained state. *J Appl Physiol* 1980; 48(2):218-224.

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

Horowitz JF, Klein S. Lipid metabolism during endurance exercise. *Am J Clin Nutr* 2000; 72:558S-563S.

Jeukendrup AE, Wallis GA. Measurement of Substrate Oxidation During Exercise by Means of Gas Exchange Measurements. *Int J Sports Med.* 2005; 26(Suppl 1):S28-37.

Kanaley JA, Cryer PE, Jensen MD. Fatty acid kinetic responses to exercise. Effects of obesity, body fat distribution, and energyrestricted diet. *J Clin Invest* 1993; 92: 255–61.

Keitj SW, Redden DT, Katzmarzyk PT, et al. Putative contributors to the secular increase in obesity: exploring the roads less traveled. *Int J Obes* 2006; 30(11): 1585-94.

Khan KM, Thompson AM, Blair SN, Sallis JF, Powell KE, Bull FC, Bauman AE. Sport and exercise as contributors to the health of nations, *The Lancet* 2012; Vol 380 (July 7).

Kroenke K, Spitzer RL, Williams JB. The patient health questionnaire-2: validity of a two-item depression screener. *Med Care* 2003;41(11):1284-92.

Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy, *The Lancet* 2012; Vol 380 (July 21).

Martin WH, Dalsky GP, Hurley BF Effect of endurance training on plasma free fatty acid turnover and oxidation during exercise. *Am J Physiol* 1993; 265: E708–14.

Moore SC, Patel AV, Matthews CE, Berrington de Gonzalez A, Park Y, et al. Leisure Time Physical Activity of Moderate to Vigorous Intensity and Mortality: A Large Pooled Cohort Analysis. *PLoS Med* 2012; 9 (11).

National Institute of Health. Clinical guidelines on the identification, evaluation and treatment of overweight and obesity in adults-the evidence report. *Obes Res* 1998; 6(2suppl):2129-41.

Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS. Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am J Physiol* 1993; 265:E380–391.

SNLG. Lotta alla sedentarietà e promozione dell'attività fisica, linea guida prevenzione.

http://www.snlg-iss.it/lgp_sedentarieta_2011.

Van Loon LJC, Greenhaff PL, Constantin-Teodosiu D, Saris WHM, Wagenmakers AJM.

The effects of increasing exercise intensity on muscle fuel utilisation in humans. *J Physiol* 2001 ;536:295–304.

Wei M, Kampert JB, Barlow CE, Nichaman MZ, Gibbons LW, Paffenbarger RS, et al.

Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight, and obese men. *Jama* 1999; 282(16):1547-1553.

Wen Chi Pang, Wai Jackson Pui Man, Tsai Min Kuang, Yang Yi Chen, Cheng Ting Yuan

David, et. al. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *The Lancet* 2011; 378:1244-1253.

WHO. Global Recommendations on Physical activity for Health (2010).

http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599979_eng.pdf.

Wolf AM, Manson JE, Colditz GA. The economic impact of overweight, obesity and weight loss. *Obesity: Mechanism and Clinical Management*. Lippincott, Williams & Wilkins: 2002.