

Lavoro originale

Validazione di un multisensore portatile per la misurazione del dispendio energetico a riposo in pazienti con diabete mellito di tipo 2

RIASSUNTO

Introduzione. La maggiore componente del dispendio energetico è il dispendio energetico a riposo (*resting energy expenditure*, REE), pertanto la sua misura è di massima importanza per la definizione di strategie mirate alla correzione del sovrappeso. La calorimetria indiretta (CI) è il metodo di riferimento per la misurazione del REE, ma è una metodica complessa quindi, nella pratica clinica, si utilizzano generalmente le equazioni predittive. Recentemente, in alternativa alla CI, è stato proposto un multisensore (*SenseWear Armband*, SWA), tuttavia sono pochissimi gli studi che ne hanno validato l'attendibilità come mezzo per la misurazione del REE. Questo studio si propone di: 1) valutare l'accuratezza di SWA verso calorimetria indiretta per la misurazione del REE; 2) identificare il metodo più appropriato per l'utilizzo del SWA; 3) valutare i vantaggi dell'uso di SWA rispetto alle formule predittive.

Soggetti e metodi. Lo studio è stato condotto su 57 pazienti con diabete mellito di tipo 2, età 60 ± 5 anni e IMC (indice di massa corporea) 30 ± 5 kg/m². Il REE è stato misurato con CI e con SWA utilizzando secondo tre modalità differenti: 1) "senza adattamento" (i.e. contemporaneamente alla CI analizzando l'intero periodo di registrazione); 2) "con adattamento" (i.e. contemporaneamente alla CI scartando dall'analisi i primi 10 minuti di registrazione considerati come tempo di adattamento dei sensori alle condizioni ambientali); 3) "SWA notte" (i.e. utilizzando come misura del REE la media delle registrazioni dei 10 minuti precedenti il risveglio per tre notti consecutive). Il REE è stato anche stimato mediante le formule di Harris-Benedict e Mifflin. I dati sono stati analizzati mediante t-test per dati appaiati e correlazione di Pearson; inoltre, per ogni metodica è stata calcolata la differenza percentuale ($\Delta\%$ o bias %) rispetto ai valori di REE ottenuti mediante CI.

Risultati. Per tutte le metodiche utilizzate i valori stimati di REE sono significativamente correlati con la CI. Le stime di REE ottenute con "SWA senza adattamento" e "SWA notte" sono significativamente più elevate della misura ottenuta con la CI (rispettivamente 1590 ± 336 e 1512 ± 214 vs 1455 ± 221 kcal/die; $p < 0,05$), mentre le stime del REE ottenute mediante "SWA con

S. Coccozza, G. Donnarumma,
E. Massimino, V. Tia, F. Procino,
E. Lapice, A. Giacco, O. Vaccaro

Dipartimento di Medicina Clinica e Sperimentale,
Università "Federico II" di Napoli

Corrispondenza: dott.ssa Olga Vaccaro,
Dipartimento di Medicina Clinica e Sperimentale,
Università "Federico II" di Napoli, via S. Pansini 5,
80131 Napoli
e-mail: ovaccaro@unina.it

G It Diabetol Metab 2009;29:114-119

*Pervenuto in Redazione il 15-04-2009
Accettato per la pubblicazione il 29-06-2009*

Parole chiave: dispendio energetico a riposo,
calorimetria indiretta, SenseWear Armband,
equazioni predittive

Key words: resting energy expenditure,
indirect calorimetry, SenseWear Armband,
prediction equations

adattamento" sono molto vicine ai valori misurati con la CI (1469 ± 193 vs 1455 ± 221 kcal/die; $p = ns$). La metodica di registrazione "con adattamento" inoltre, presenta il bias % più basso rispetto alla CI. La formula di Harris-Benedict sovrastima significativamente il REE rispetto alla CI diversamente dall'equazione di Mifflin (rispettivamente 1545 ± 201 e 1466 ± 209 vs 1455 ± 221 kcal/die, mentre il bias % è 7,3% per Harris-Benedict e 1,3% per Mifflin). Le stime di REE ottenute mediante SWA con adattamento non differiscono significativamente da quelle ottenute con la formula di Mifflin.

Conclusioni. Il SWA può essere efficacemente utilizzato per la misura del REE; la modalità più appropriata di registrazione è quella con adattamento; tuttavia l'utilizzo del SWA non presenta significativi vantaggi rispetto alla formula di Mifflin nella nostra popolazione.

SUMMARY

Validation of a new portable device for the measurement of resting energy expenditure in patients with type 2 diabetes mellitus

Introduction. The resting energy expenditure (REE) represents the largest component of total daily energy expenditure. Estimating REE is of utmost importance for targeted interventions in obese people. Indirect calorimetry (IC) is the gold standard for the measurement of REE but it is a complex procedure, therefore prediction equations are often used in clinical practice. Recently, a portable multisensor (SenseWear Armband, SWA) has been proposed, as an alternative to IC for the measurement of REE, however the few existing works on the validity of this method for the measurement of REE have provided apparently controversial results. The study aims are: 1) to validate the accuracy of the SWA versus IC as a means for the estimate of REE; 2) to assess the most appropriate method for the use of SWA; 3) to evaluate whether the use of SWA provides advantages as compared to the equations.

Subjects and methods. The study was conducted on 57 patients with diabetes mellitus type 2 average age and IMC were 60 ± 5.3 years and 30 ± 5 kg/m². In 57 type 2 diabetic patients REE was measured by IC and with SWA using three recording methods: 1) "SWA without acclimatisation" (i.e. simultaneously with CI analyzing the whole recording period); 2) "SWA with acclimatisation" (i.e. simultaneously with CI, but discarding from analysis the first 10 minutes to allow for the adaptation of the sensors to the environmental conditions); 3) "SWA night" (i.e. using the average recordings of 10 minutes prior awakening for three consecutive nights). The REE was also estimated by the prediction equation of Harris-Benedict and Mifflin. Data analysis was conducted by paired t-test and Pearson correlation, furthermore the percent difference ($\Delta\%$ or bias %) of each value against IC was calculated. The REE estimate provided by "SWA with acclimatisation" is very similar at the REE estimated with the Mifflin equation.

Results. For all methods, the estimated values of REE are significantly correlated with the IC. On average REE measured by "SWA without adaptation" and "SWA night" was significantly higher than with IC (respectively 1590 ± 336 and 1512 ± 214 vs 1455 ± 221 kcal/day; $p < 0.05$), whereas REE measured by "SWA with adaptation" is very similar to the value obtained by IC (1469 ± 193 vs 1455 ± 221 kcal/day; $p = ns$). Of the 3 recording methods "SWA with adaptation" has the lowest bias % as compared to IC. As for the predictive equations Harris-

Benedict's, but not Mifflin's significantly overestimates REE (respectively 1545 ± 201 e 1466 ± 209 vs 1455 ± 221 kcal/day), accordingly the bias % is 7,3% for Harris-Benedict, and only 1,3% for Mifflin.

Discussion. Our results indicate that the SWA can be effectively used for the measurement of REE; the most appropriate mode of use is "with adaptation"; the use of SWA does not provide substantial advantage over Mifflin's formula.

Introduzione

Il dispendio energetico totale è definito dalla somma di tre diverse componenti: il dispendio energetico basale o a riposo (*resting energy expenditure*, REE), che rappresenta la quantità di calorie richieste dall'organismo per mantenere le funzioni biologiche vitali, l'energia usata per il metabolismo dei substrati (*diet-induced thermogenesis*, DIT) e l'energia usata in attività fisiche (*activity energy expenditure*, AEE). Tra queste il dispendio energetico a riposo è la componente più importante rappresentando il 60-70% del dispendio energetico totale giornaliero, perciò variazioni del dispendio energetico a riposo giocano un ruolo importante nella regolazione del peso corporeo. Una valutazione accurata del dispendio energetico è un presupposto fondamentale per il calcolo di una corretta prescrizione dietetica, particolarmente nei pazienti con diabete di tipo 2 nei quali la correzione del sovrappeso, frequentemente associato alla malattia, è un obiettivo terapeutico di fondamentale importanza¹.

Il metodo di riferimento per la misurazione del REE è la calorimetria indiretta (CI) che registra le quantità di ossigeno consumato e di anidride carbonica prodotta nei gas respiratori². È noto che l'energia rilasciata dai nutrienti deriva da quella chimica prodotta attraverso l'ossidazione dei substrati nutrizionali che vengono convertiti in CO₂, acqua e calore in presenza di ossigeno. Il REE pertanto può essere calcolato dalla misurazione della quantità di O₂ utilizzato (VO₂) e di CO₂ prodotto dal corpo (VCO₂)². La calorimetria indiretta è però un'indagine costosa che richiede personale qualificato; inoltre, per la misura del REE sono necessarie appropriate condizioni ambientali e cliniche quali 12 ore di digiuno, astensione dal fumo e da attività fisica intensa prima del test, misurazione in un soggetto sveglio e in posizione supina, ambiente confortevole. Per questi motivi nella pratica clinica quotidiana e nelle indagini epidemiologiche il REE viene stimato attraverso l'utilizzo di una varietà di formule predittive sulla base di parametri di semplice misurazione quali sesso, età, altezza, peso corporeo³. Tali formule sono di facile impiego, senza dover ricorrere a equipaggiamenti specializzati, tuttavia il loro utilizzo non è esente da limiti. La più conosciuta e utilizzata è l'equazione di Harris-Benedict⁴ validata nel 1919 su un campione di 239 volontari sani (136 M, 103 F) normopeso, di età compresa tra 15 e 73 anni. Questa è oggi oggetto di numerose critiche, soprattutto quella di non essere sufficientemente validata nei soggetti obesi. Bisogna inoltre considerare che il campione su cui è stata studiata la formula riflette una popolazione profondamente diversa da quella odierna: meno sedentaria, con un'alimentazione meno ricca

di grassi. Un'equazione molto più recente, ma meno utilizzata, è quella di Mifflin⁹, validata verso calorimetria indiretta su un campione di 501 uomini e donne, tra i 19 e 78 anni, in cui erano rappresentati soggetti sia normopeso sia obesi.

Negli ultimi anni è stato proposto come possibile alternativa alla CI per la misura del REE l'uso di un multisensore portatile chiamato SenseWear Armband (SWA). Lo strumento sembra avere un grande potenziale per la valutazione del dispendio energetico a riposo⁶⁻⁹, nonostante sia stato originariamente sviluppato per la stima del dispendio energetico totale e da esercizio fisico⁸⁻¹¹, poiché è in grado di registrare anche parametri non strettamente legati al movimento, come flusso di calore, risposta cutanea galvanica, temperatura cutanea e ambientale. Per questo motivo alcuni autori ne hanno suggerito l'uso per la valutazione del REE; tuttavia gli studi di validazione in proposito sono pochi e le conclusioni discordanti⁶⁻⁹, inoltre è ancora poco chiaro quale sia la modalità di utilizzo più appropriata per la misurazione del REE (i.e. momento della registrazione, durata della registrazione ecc.).

Scopo dello studio è stabilire la validità del SWA nella misurazione del dispendio energetico a riposo in confronto alla CI; definire il metodo di utilizzo più appropriato confrontando diverse modalità di acquisizione e analisi dei dati, e infine stabilire se esiste un vantaggio nell'uso di questo multisensore rispetto alle stime del REE ottenute con le equazioni predittive di Harris-Benedict e di Mifflin.

Metodi

Lo studio è stato condotto su pazienti con diabete mellito di tipo 2 definito come età di insorgenza > 35 anni e trattamento con dieta e/o ipoglicemizzanti orali per almeno 2 anni dopo la diagnosi. Hanno partecipato 57 pazienti, 38 uomini e 19 donne, di età tra 40 e 70 anni, reclutati consecutivamente tra i pazienti afferenti all'ambulatorio di diabetologia del dipartimento. Sono stati esclusi dallo studio i pazienti con alterazioni funzionali tiroidee, valutate mediante anamnesi e misurazione del TSH, con gravi patologie epatiche o renali (AST e ALT > 2 volte i valori normali, creatinemia $\geq 1,5$ mg/dl) e i pazienti con eventi cardiovascolari nei sei mesi precedenti. Tutti i pazienti sono stati edotti sulle finalità e procedure dello studio e hanno firmato un consenso informato.

I pazienti sono stati studiati al mattino, dopo 12 ore di digiuno. È stata fatta una breve anamnesi, un questionario dietetico delle 24 ore precedenti l'esame per valutare l'introito dei singoli nutrienti, sono stati misurati peso, altezza e circonferenza vita con protocollo standard. Il dispendio energetico basale è stato misurato mediante CI, mediante SWA, utilizzando tre differenti metodiche di acquisizione dei dati, e infine stimato con le equazioni di Harris-Benedict e Mifflin.

Le principali caratteristiche cliniche dei partecipanti sono riportate in tabella 1. Non sorprendentemente, trattandosi di pazienti con diabete di tipo 2, l'indice di massa corporea (IMC) è piuttosto elevato (in media $30,0 \pm 5,0$ kg/m²), tuttavia il range delle osservazioni è abbastanza ampio poiché nel

nostro campione sono rappresentati sia pazienti sovrappeso o normopeso (n = 34, ossia il 60% del totale), sia obesi (n = 23 pazienti, 40% del totale). I partecipanti erano generalmente in buon compenso glicemico, come dimostrato dai valori di emoglobina glicosilata (Tab. 1).

Calorimetria indiretta

L'esame è stato effettuato con Sensor Medics Vmax SM-29N con casco trasparente ventilato, di mattina tra le 8:30 e le 10:30. Il calorimetro veniva calibrato prima di ogni esame. Ai pazienti venivano raccomandati una notte di riposo e 12 ore di digiuno, astensione da: fumo, attività fisiche intense e consumo di bevande diverse dall'acqua la mattina in cui veniva effettuato il test. Le misurazioni sono state effettuate in ambiente confortevole, silenzioso, termoneutrale (temperatura ambientale compresa tra 21 e 27 °C) e in assenza di stimoli esterni, con i pazienti svegli e in posizione supina. Sono stati registrati i dati sugli scambi respiratori per circa 45-30 minuti, ma sono stati scartati i dati raccolti durante i primi 10 minuti per consentire ai pazienti di adattarsi alla presenza del casco e ai rumori dello strumento. La misurazione del REE veniva considerata valida se si riusciva a ottenere una registrazione con una variazione < 5% nel quoziente respiratorio/minuto (RQ/minuto) e nell'ossigeno consumato/minuto (VO₂/minuto)² per almeno 15 minuti. Il REE è stato calcolato mediante l'equazione modificata di Weir¹²: REE (kcal/die) = [(VO₂·3,941) + (VCO₂·1,11)]·1440).

SenseWear Armband

Il SWA è un apparecchio multisensore indossabile a fascia sul tricipite del braccio destro. Lo strumento misura in continuo dati sul movimento (numero di passi effettuati, tempo trascorso sdraiati), grazie alla presenza di sensori come un accelerometro su 2 assi. Misura, inoltre, parametri fisiologi-

Tabella 1 Caratteristiche generali dei partecipanti allo studio (n = 57).

Età (anni)	60,0 ± 5,3 [47-69]
Uomini [%]	38 [67]
Peso (kg)	79,6 ± 11,9 [55-108]
Altezza (cm)	163,2 ± 9,3 [145-180]
BMI (kg/m ²)	30,0 ± 5,0 [22-49]
Obesi n [%]	23 [40]
Circonferenza vita (cm)	102,5 ± 10,8 [82-124]
Glicemia (mg/dl)	150 ± 33 [92-261]
HbA _{1c} [%]	6,9 ± 1,0 [5,2-10,1]
Solo dieta n [%]	13 [23%]
Ipoipoglicemizzanti orali n [%]	36 [63%]
Insulina n [%]	8 [14%]

Media ± DS [] range

ci come la temperatura cutanea e quella ambientale, la risposta galvanica della cute, il calore dissipato che, usati in combinazione con le informazioni su sesso, età, altezza e peso, forniscono la stima del dispendio energetico attraverso un algoritmo non noto elaborato dalla casa produttrice (Innerview Versione 6.1). Nel nostro studio il SWA è stato utilizzato secondo tre diverse modalità di acquisizione dei dati:

- 1) “senza adattamento”: cioè contemporaneamente alla CI, utilizzando per il calcolo del REE l'intero periodo di registrazione (45 min);
- 2) “con adattamento”: cioè contemporaneamente alla CI, escludendo dall'analisi i primi 10 minuti di registrazione considerati come necessari ai sensori per equilibrarsi con la temperatura cutanea e ambientale;
- 3) di “notte” durante il sonno: facendo indossare ai pazienti il SWA per tre giorni consecutivi e utilizzando per il calcolo del REE la media delle registrazioni nei 10 minuti precedenti il risveglio per tre notti consecutive.

Equazioni predittive

Abbiamo scelto di usare, tra le tante, le equazioni di Harris-Benedict e di Mifflin^{4,5}. La prima è la più usata, nonostante sia stata validata all'inizio del secolo (nel 1919) su una popolazione che quindi chiaramente risulta essere molto diversa da quella attuale: meno sedentaria, con un'alimentazione meno ricca di grassi e diversa anche etnicamente dalla attuale. È stata ulteriormente criticata per non essere sufficientemente validata nei soggetti obesi. L'equazione di Mifflin, benché non sia molto usata, è stata validata su una popolazione maggiormente rappresentativa di quella odierna. Le equazioni sono riportate di seguito:

Harris-Benedict:

$$\text{♀ REE} = 655 + 9,56 [\text{peso (kg)}] + 1,85 [\text{altezza (cm)}] - 4,68 [\text{età (anni)}]$$

$$\text{♂ REE} = 66,47 + 13,75 [\text{peso (kg)}] + 5,0 [\text{altezza (cm)}] - 6,75 [\text{età (anni)}]$$

Mifflin:

$$\text{♀ REE} = -161 + 10 [\text{peso (kg)}] + 6,25 [\text{altezza (cm)}] - 5 [\text{età (anni)}]$$

$$\text{♂ REE} = 5 + 10 [\text{peso (kg)}] + 6,25 [\text{altezza (cm)}] - 5 [\text{età (anni)}]$$

Analisi statistica

I dati sono presentati come media e deviazione standard o percentuali. Il confronto tra medie è stato eseguito con test di Student per dati appaiati. La concordanza delle varie metodiche studiate con la CI è stata valutata anche mediante correlazione di Pearson, inoltre per ogni metodo è stata calcolata la differenza percentuale ($\Delta\%$ o bias %) dal valore del REE misurato nello stesso paziente con la CI utilizzando la formula: $\text{bias \%} = (\text{REE stimato con SWA o formula} - \text{REE da CI}) \cdot 100 / \text{REE CI}$.

L'analisi è stata effettuata con il programma SPSS per Windows versione 14.0; la significatività statistica è stata posta a $p < 0,05$.

Risultati

Per ciascuna delle metodiche utilizzate i valori di REE ottenuti correlavano positivamente e significativamente con l'IMC. Tutte le stime del REE, sia quelle ottenute con SWA sia quelle ottenute mediante le equazioni predittive, correlano positivamente e significativamente con i valori ottenuti mediante CI (Tab. 2). I coefficienti di correlazione sono generalmente alti e tutti statisticamente significativi, il coefficiente più elevato si osserva per l'equazione di Mifflin ($r = 0,844$), mentre quello più basso si ottiene per la metodica “SWA senza adattamento” ($r = 0,524$).

Nella tabella 3 è riportato il confronto tra i valori di REE misurati con la CI e i valori ottenuti mediante le tre modalità di utilizzo di SWA e mediante le formule predittive. In generale tutte le metodiche tendono a sovrastimare il REE, rispetto alla CI. Osservando i valori forniti dal SWA si nota che tra le tre differenti modalità di utilizzo quella “con adattamento” fornisce un valore non significativamente diverso rispetto alla CI (1469 vs 1455 kcal/die; $p = \text{ns}$), mentre gli altri due metodi (“SWA senza adattamento” e “SWA notte”) forniscono entrambi misure significativamente più alte rispetto alla CI

Tabella 2 Correlazione tra i valori di REE (kcal/die) ottenuti con la CI o stimati mediante diversi metodi di registrazione con SWA e mediante le formule predittive di Harris-Benedict e di Mifflin.

	Calorimetria Indiretta	SWA con adattamento	SWA senza adattamento	SWA notte	Harris-Benedict	Mifflin
Calorimetria Indiretta	1	–	–	–	–	–
SWA con adattamento	0,746*	1	–	–	–	–
SWA senza adattamento	0,524*	0,521*	1	–	–	–
SWA notte	0,776*	0,946*	0,538*	1	–	–
Harris-Benedict	0,827*	0,937*	0,552*	0,943*	1	–
Mifflin	0,844*	0,901*	0,527*	0,908*	0,967*	1

* $p < 0,05$

($p < 0,05$). In accordo con questo dato, la differenza percentuale media (bias %) più bassa dei valori ottenuti con CI, si osserva proprio per la metodica “con adattamento” (+ 3,8%), mentre con le altre due metodiche il bias % è più elevato: rispettivamente + 10,1% per “SWA senza adattamento” e + 4,8% per “SWA notte”. Questi dati in combinazione con i dati del confronto tra medie indicano che tra le metodiche di utilizzo di SWA testate nello studio, quella con adattamento è da preferire perché fornisce valori di REE molto simili a quelli ottenuti con CI.

Per quanto riguarda le formule la stima di REE più vicina alla CI si ottiene con la formula di Mifflin (Tab. 3), mentre l'equazione di Harris-Benedict produce valori significativamente più elevati, inoltre il bias % è molto contenuto con l'equazione di Mifflin (+ 1,3%) e sostanzialmente più elevato per la formula di Harris-Benedict (+ 7,3%).

I valori di REE ottenuti mediante SWA, nella modalità con adattamento, e i valori stimati con la formula di Mifflin non sono significativamente diversi tra loro e sono entrambi molto simili a quelli ottenuti con CI rispetto alla quale, inoltre, presentano bias % molto contenuti.

Discussione

Diversi studi hanno dimostrato la validità del SWA per la stima del dispendio energetico da attività fisica⁸⁻¹¹, mentre non ci sono chiare indicazioni sulla modalità di utilizzo del SWA per la stima del REE. Gli studi che hanno valutato l'attendibilità dello strumento come mezzo per la stima del dispendio energetico a riposo sono pochissimi e apparentemente discordanti, inoltre mancano totalmente dati su pazienti diabetici. Questo studio contribuisce ad accrescere le conoscenze sull'utilizzo dello SWA per la misura del REE in quanto è, a nostra conoscenza, il primo condotto su pazienti diabetici e inoltre analizza tre diverse modalità di acquisizione dei dati con SWA. I risultati indicano che SWA fornisce una stima di REE sovrapponibile a quella ottenuta mediante CI. La migliore metodica di acquisizione dei dati è una registrazione di circa 45 minuti in posizione di assoluto riposo, a digiuno, evitando il fumo e l'esercizio fisico prima della registrazione e rimuovendo in fase di analisi i primi dieci minuti di registrazione considerati come una

fase di adattamento necessaria ai sensori per equilibrarsi con la temperatura cutanea e ambientale. Le altre modalità di acquisizione dei dati investigate nello studio (i.e. SWA senza adattamento o SWA notte) sono risultate meno soddisfacenti.

Queste conclusioni sono in accordo con quelle di alcuni⁶⁻⁸, ma non di tutti^{7,9} i lavori condotti in persone non diabetiche, infatti sono stati finora riportati sia una buona sia una scarsa concordanza tra la stima di REE ottenuta mediante SWA o misurata mediante CI⁶⁻⁹. Questa discordanza può essere in parte spiegata dall'utilizzo di diversi modi di impiego del SWA o da importanti differenze nella distribuzione dell'IMC tra le popolazioni studiate. Infatti, alcuni studi si sono concentrati su persone prevalentemente normopeso come nello studio di Malavolti e coll.⁶ e di Fruin e coll.⁸, mentre altri hanno incluso prevalentemente persone obese (Papazoglou e coll.⁹ e Bertoli e coll.⁷). Inoltre, il software per la stima del REE mediante SWA viene continuamente aggiornato dalla casa produttrice, pertanto le differenti versioni utilizzate finora dai diversi autori potrebbe avere introdotto un ulteriore elemento di variabilità.

Data la complessità di esecuzione della CI nella pratica clinica il REE viene generalmente stimato utilizzando una varietà di equazioni predittive, di cui la più conosciuta è quella di Harris Benedict⁴. Le equazioni predittive vengono spesso usate in maniera intercambiabile, poiché vengono considerate sostanzialmente equivalenti tra loro. In realtà i dati da noi ottenuti dimostrano chiaramente che l'equazione di Harris-Benedict tende a sovrastimare sensibilmente il REE, mentre quella di Mifflin⁵ risulta essere molto più accurata, fornendo valori sovrapponibili a quelli misurati mediante CI. Questo risultato non è completamente nuovo^{3,13,14} ed è probabilmente spiegato dal fatto che l'equazione di Harris Benedict, a differenza della formula di Mifflin, è stata sviluppata a partire da un campione di soggetti non obesi di cui 16 erano atleti professionisti. Non è pertanto del tutto inatteso che, quando applicata a persone obese, per lo più sedentarie e quindi con masse muscolari poco sviluppate, tenda a sovrastimare il REE. L'equazione di Mifflin molto più recente è invece stata sviluppata su un campione ampio di soggetti sia normopeso sia obesi, non è quindi sorprendente che nel nostro campione produca una stima di REE migliore rispetto alla formula di Harris-Benedict.

Tabella 3 Confronto tra i valori di REE (kcal/die) ottenuti con la CI o stimati mediante diversi metodi di registrazione con SWA e mediante le formule predittive di Harris-Benedict e di Mifflin.

	REE: media ± DS	REE: range	Bias %: media ± DS	Bias %: range
Calorimetria indiretta	1455 ± 221	868-1970	–	–
SWA con adattamento	1469 ± 193	1152-2003	3,8 ± 11,8	– 17,8 + 43,8
SWA senza adattamento	1590* ± 336	1142-2880	10,1 ± 20,7	– 17,1 + 84,6
SWA notte	1512* ± 214	1056-2048	4,8 ± 11,7	– 12,4 + 51,4
Harris-Benedict	1545* ± 201	1135-2077	7,3 ± 10,1	– 10,2 + 45,9
Mifflin	1466 ± 209	959-1929	1,3 ± 8,9	– 22,9 + 31,1

* $p < 0,05$

Per valutare meglio la potenzialità dello SWA nella pratica clinica abbiamo confrontato la stima di REE ottenuta mediante SWA con la stima del REE ottenuta mediante le formule di Harris Benedict e di Mifflin che rappresentano al momento il modo più utilizzato per la stima del REE nella pratica clinica, quando non è possibile utilizzare la CI. Da questo confronto si evince che l'uso di SWA con adattamento o dell'equazione di Mifflin permettono entrambi di stimare con ottima approssimazione il REE, senza significative differenze tra loro e verso la CI. La stima del dispendio energetico attraverso SWA è resa possibile per la presenza sull'armband di sensori che registrano diverse variabili come il calore dissipato, la temperatura cutanea, la risposta galvanica della cute e l'accelerazione su 2 assi. Attraverso un software fornito dalla casa produttrice i dati provenienti da questi sensori vengono integrati tra loro e con dati relativi a peso, età e sesso della persona; vengono poi processati in base ad algoritmi forniti dal produttore, che non sono noti, per avere la stima del dispendio energetico. Probabilmente i parametri registrati sono determinanti per ottenere la stima del dispendio energetico da attività fisica, mentre sono molto meno importanti per la stima del REE. Tali segnali fisiologici, infatti, variano molto poco in un soggetto a riposo e quindi hanno verosimilmente un peso limitato rispetto a dati come sesso, peso ed età per l'elaborazione del REE, spiegando così l'elevatissima concordanza con la stima di REE ottenuta mediante l'equazione di Mifflin che si basa proprio su questi dati. In conclusione, il nostro studio dimostra che nei pazienti con diabete di tipo 2 il SWA può essere efficacemente utilizzato per la misura del REE in alternativa alla CI; la modalità più appropriata di registrazione è 45 minuti in condizioni di riposo, a digiuno, evitando il fumo e l'esercizio fisico prima della registrazione e scartando dall'analisi i primi 10 minuti di registrazione. Tuttavia l'utilizzo del SWA non presenta significativi vantaggi rispetto alla formula di Mifflin, almeno nella nostra popolazione.

Conflitto di interessi

Nessuno.

Bibliografia

1. American Diabetes Association. *Nutrition recommendations and interventions for diabetes (position statement)*. Diabetes Care 2007;30(suppl. 1):S48-61.
2. Haugen HA, Chan LN, Li F. *Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians*. Nutr Clin Pract 2007;22:377-88.
3. Noè D, Bergamaschi E, Lanzi P, Spiti R, Poli M. *Attendibilità delle equazioni predittive del dispendio energetico a riposo nella grande obesità*. G It Diabetol Metab 2006;26:54-62.
4. Harris JA, Benedict FG. *A biometric study of basal metabolism in man*. Washington, DC: Carnegie Institute of Washington 1919. Publication n. 279.
5. Mifflin MD, St. Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Koh YO. *A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals*. Am J Clin Nutr 1990;51:241-7.
6. Malavolti M, Pietrobelli A, Dugoni M, Poli M, Romagnoli E, De Cristofaro P et al. *A new device for measuring resting energy expenditure (REE) in healthy subjects*. Nutr Metab Cardiovasc Dis 2007;17:338-43.
7. Bertoli S, Posata A, Battezzati A, Spadafranca A, Testolin G, Bedogni G. *Poor agreement between a portable armband and indirect calorimetry in the assessment of resting energy expenditure*. Clin Nutr 2008;27:307-10.
8. Fruin ML, Rankin JW. *Validity of a multi-sensor armband in estimating rest and exercise energy expenditure*. Med Sci Sports Exerc 2004;1063-9.
9. Papazoglou D, Augello G, Tagliaferri M, Savia G, Marzullo P, Maltezos E et al. *Evaluation of a multisensor armband in estimating energy expenditure in obese individuals*. Obesity 2006;14:2217-23.
10. St-Onge M, Mignault D, Allison DB, Rabasa-Lhoret R. *Evaluation of a portable device to measure daily energy expenditure in free-living adults*. Am J Clin Nutr 2007;85:742-9.
11. Jakicic JM, Marcus M, Gallagher KI, Randall C, Thomas E, Goss FL et al. *Evaluation of the SenseWear pro Armband to assess energy expenditure during exercise*. Med Sci Sports Exerc 2004;897-904.
12. Weir JB. *New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism*. J Physiol 1949;109:1-9.
13. Frankenfield DC, Rowe WA, Smith JS, Cooney RN. *Validation of several established equations for resting metabolic rate in obese and non obese people*. J Am Diet Assoc 2003;103:1152-9.
14. Frankenfield D, Roth-Yousey L, Compher C. *Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review*. J Am Diet Assoc 2005;105:775-9.