

ARTICOLO ORIGINALE

La corsa nel paziente con diabete mellito tipo 1: basi teoriche e risultati sul campo

Running in patients with type 1 diabetes mellitus: theoretical basis and field results

Felice Strollo¹, Natalia Visalli², Nicolina De Biase³, Antonio Gianfelici⁴, Alessandro Scotto di Palumbo⁵, Marzia Bongiovanni⁶, Sabrina Spera²

¹Casa di Cura Madonna delle Grazie, Ambulatorio di Endocrinologia, Velletri (RM). ²UOC Diabetologia e Dietologia ASL Roma 1. ³Ospedale San Pietro Roma, Servizio di Diabetologia. ⁴Istituto di Medicina e Scienza dello Sport, CONI, Roma; Dipartimento di Scienze Motorie, Umane e della Salute, Università degli studi di Roma 'Foro Italico'. ⁵Dipartimento di Scienza dello Sport, del Movimento Umano e della Salute, Università degli studi di Roma Foro Italico. ⁶Ospedale Santa Maria Goretti, UOC Diabetologia Universitaria (LT)

Corresponding author: felix.strollo@gmail.com



OPEN
ACCESS



PEER-
REVIEWED

Citation Strollo F, Visalli N, De Biase N, Gianfelici A, Scotto di Palumbo A, Bongiovanni M, Spera S. La corsa nel paziente con diabete mellito tipo 1: basi teoriche e risultati sul campo. *JAMD* 29:17–30, 2026.

DOI 10.36171/jamd.26.29.1.3

Editor Luca Monge, Associazione Medici Diabetologi, Italy

Received March, 2026

Accepted April, 2026

Published May, 2026

Copyright © 2026 Strollo F. This is an open access article edited by [AMD](#), published by [Idelson Gnocchi](#), distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement All relevant data are within the paper and its supporting Information files.

Funding The Author received no specific funding for this work.

Competing interest The Author declare no competing interests.

Abstract

AIM OF THE STUDY To review the fundamentals of exercise pathophysiology in type 1 diabetes (T1D), providing useful suggestions for adapting insulin therapy and carbohydrate intake for short-duration aerobic activity. In support of this premise, we describe the metabolic adaptation strategies for a competitive 10-km race adopted by five athletes with T1D mostly using hybrid closed-loop insulin pumps in manual mode, and correlate glucose profiles with individualized therapeutic choices.

DESIGN AND METHODS Critical review and observational analysis of five trained athletes regularly followed by sports-experienced diabetologists. All participants were treated with hybrid automated insulin pumps. To ensure data homogeneity, an additional continuous glucose monitoring sensor (FreeStyle Libre 2 Plus) was worn simultaneously. Glucose trends during the race were analyzed together with basal rate adjustments, pre-race bolus modifications, and carbohydrate (CHO) supplementation strategies.

RESULTS Despite heterogeneous management approaches—temporary basal reduction/ suspension, breakfast bolus adjustments, and targeted CHO intake—all athletes maintained satisfactory glycemic control during aerobic exercise. Glucose fluctuations were consistent with exercise intensity and duration, with occasional pre-race hyperglycemia related to adrenergic stress and mild post-exercise declines effectively prevented through tailored CHO supplementation. Marked interindividual variability was observed, influenced by training status, insulin sensitivity, and psychological factors.

CONCLUSIONS A 10 km aerobic run is compatible with optimal metabolic control in T1D when supported by structured training, hybrid technology or manual adaptations, and highly individualized therapeutic adjustments. Practical experience, grounded in solid physiological principles and reinforced by close diabetes team support, remains essential to optimize both safety and athletic performance.

KEY WORDS type 1 diabetes mellitus; exercise; glucose sensor; insulin pump.

Riassunto

SCOPO DELLO STUDIO Ricordare i fondamenti della fisiopatologia dell'esercizio fisico nel DMT1 con suggerimenti sull'adattamento della terapia insulinica e dell'apporto di carboidrati per attività aerobica di breve durata. A supporto, vengono poi descritte le strategie di adattamento metabolico ad una corsa competitiva di 10 km di cinque atleti in terapia con microinfusore in modalità ibrida automatizzata per la maggior parte passati alla modalità manuale solo durante la corsa, correlando i profili del sensore alle scelte terapeutiche individuali e ai principi fisiopatologici descritti.

DISEGNO E METODI Revisione critica con analisi osservazionale di cinque atleti seguiti da diabetologi esperti in ambito sportivo in terapia con microinfusori a sistema ibrido. Per uniformare i profili glicemici della gara è stato impiegato in parallelo un unico tipo di sensore aggiuntivo. Sono state raccolte anche informazioni su adattamenti della basale, modifiche del bolo pre-gara e integrazione di carboidrati (CHO).

RISULTATI Nonostante strategie differenti (riduzione o sospensione temporanea della basale, modulazione del bolo di colazione, assunzione mirata di CHO), tutti hanno mantenuto un controllo glicemico soddisfacente durante l'esercizio aerobico. Le variazioni glicemiche sono risultate coerenti con intensità e durata dello sforzo, con occasionali incrementi iniziali legati allo stress pre-gara e lievi cali post-esercizio prevenuti con integrazione mirata. È emersa una marcata variabilità interindividuale, influenzata da allenamento, sensibilità insulinica ed emotività.

CONCLUSIONI La corsa aerobica di 10 km è compatibile con un buon compenso metabolico nel

DMT1 se supportata da adeguata preparazione, tecnologia ibrida o adattamento manuale e personalizzazione terapeutica. L'esperienza individuale, integrata da solide basi fisiopatologiche e dal supporto del team diabetologico, rappresenta il fattore chiave per ottimizzare sicurezza e performance.

PAROLE CHIAVE diabete mellito tipo 1; esercizio fisico; sensore glicemico; microinfusore.

Introduzione

L'esercizio fisico costituisce uno dei cardini del trattamento del diabete mellito fin dalle prime fasi della storia della malattia. Già Elliot P. Joslin, considerato il padre della diabetologia moderna, lo includeva tra i quattro pilastri indispensabili per una gestione ottimale della patologia insieme ad alimentazione, trattamento farmacologico ed educazione terapeutica strutturata⁽¹⁾.

Attualmente, nel diabete mellito di tipo 1 (DMT1), l'esercizio fisico e la pratica sportiva sono considerati elementi fondamentali della terapia, al pari della corretta alimentazione e del trattamento insulinico. Tali elementi, integrati in modo appropriato nel piano di cura, contribuiscono in maniera determinante al miglioramento del compenso metabolico, della qualità di vita e del benessere psicofisico fin dalla giovane età⁽²⁾.

Il presente lavoro si propone di offrire al lettore una breve revisione critica della fisiopatologia dell'esercizio fisico nel diabete mellito di tipo 1 (DMT1) e, per esemplificare quanto riportato in tal senso per l'esercizio fisico aerobico, presentare i dati relativi all'adattamento metabolico osservato in cinque atleti con DMT1 in trattamento cronico con microinfusore integrato con sensore glicemico che, proprio perché atleti di lungo corso sia per sport sia per durata di malattia e quindi dotati di notevole esperienza, in gara hanno preferito in larga misura adottare strategie personali risultate efficaci ai fini del compenso metabolico e della prestazione.

Gli atleti sono regolarmente seguiti dai diabetologi dell'ANIAD (Associazione Nazionale Italiani Atleti Diabetici), organizzazione di volontariato iscritta al RUNTS (Registro Nazionale del Terzo Settore), impegnata nella promozione sempre più ampia dell'esercizio fisico tra le persone con diabete e i loro familiari, nonché nella formazione continua sul campo

da parte di diabetologi con specifica esperienza in ambito sportivo.

Riepilogo delle nozioni di base sull'esercizio fisico (EF)

Nelle persone con diabete è importante non considerare come sinonimi l'attività fisica e l'esercizio fisico, errore purtroppo ancora a volte riscontrabile in lavori di livello internazionale⁽³⁾. Una definizione chiara di esercizio fisico (EF) consente, infatti, di entrare nel dettaglio della spesa energetica prevista e di altri elementi utili a comprendere l'impatto del singolo evento sul metabolismo in generale e su quello glicidico in particolare⁽⁴⁾, come evidenziato anni fa su questa stessa rivista da uno degli autori⁽⁵⁾. Ricordiamo che l'Attività Fisica (AF) comprende qualsiasi tipo di movimento svolto nel tempo libero, negli spostamenti fra casa e lavoro e nello svolgimento delle attività quotidiane.

Per esercizio fisico (EF) si intende invece un insieme di movimenti realizzati in forma strutturata, pianificata e ripetitiva (ad es. corsa, nuoto, sollevamento pesi, yoga) con intensità e obiettivi definiti, con la finalità, non necessariamente competitiva, di migliorare la forma fisica.

Tipi di impegno energetico-metabolico caratteristiche dell'EF:

- **EF anaerobico o di potenza** (detto anche “contro resistenza”): è tipicamente rappresentato da attività di potenziamento muscolare e scatti ad elevata intensità. Comporta l'utilizzo di substrati energetici in assenza di ossigeno e per tale motivo è necessariamente di breve durata.

Si distingue in:

- **anaerobico alattacido**, tipico dei salti, dei lanci, del sollevamento pesi e della corsa dei 100 m, che utilizza il “carburante” di deposito rappresentato da ATP e fosfocreatina. Si esaurisce, pertanto, in pochi secondi con un basso dispendio energetico ed effetto pressoché nullo sulla glicemia (se non per eventuali picchi iperglicemici legati allo stress competitivo) pur provocando notevoli sollecitazioni al sistema cardio-vascolare.
- **anaerobico lattacido**, tipico della corsa piana di 400-800 m, della corsa ad ostacoli o delle fasi anaerobiche degli sport di squadra, che richiede la combustione incompleta del glucosio disponibile e di quello derivante dalla glicogenolisi.

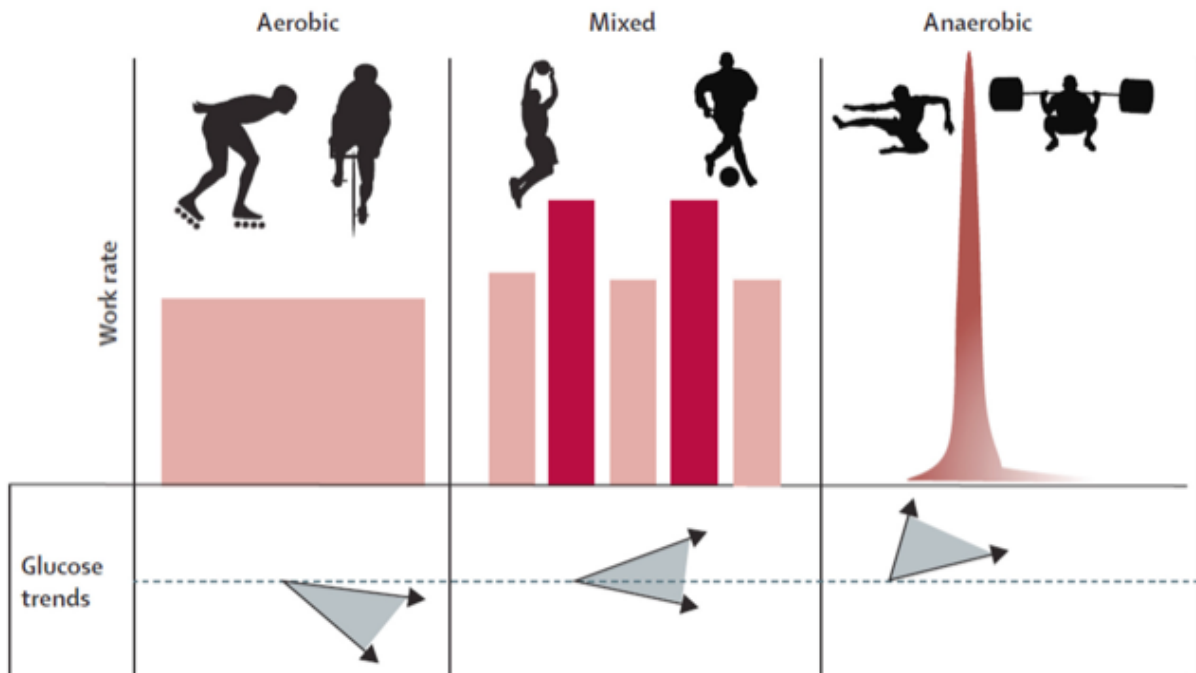


Figura 1 | Differenze nell'andamento glicemico (glucose trends) in rapporto all'intensità di lavoro (work rate) in tre tipi fondamentali di esercizio fisico: aerobico o di resistenza (Aerobic), misto (Mixed) e anaerobico o di potenza (Anaerobic)⁽⁶⁾.

Si esaurisce pertanto entro al massimo 5 minuti per accumulo di acido lattico.

Quest'ultima forma di esercizio, oltre a determinare un significativo impegno cardiovascolare, si associa frequentemente a iperglicemia da stress al termine della sessione e, non di rado, a ipoglicemie tardive post-esercizio, legate al recupero spontaneo (non insulino-mediato) delle scorte di glicogeno quando queste siano state ampiamente consumate.

- **EF aerobico di resistenza:** è tipicamente rappresentato da camminata, jogging, corsa, ciclismo, nuoto ed altri sport di regolarità. Può protrarsi a lungo, fino a 4 ore o più in relazione al grado di allenamento, determinando un dispendio energetico elevato (in casi estremi anche migliaia di calorie) Questo tipo di esercizio comporta, da parte del muscolo, l'utilizzo completo dell'ossigeno apportato da una respirazione continua e regolare con un consumo prevedibile e graduale sia degli acidi grassi sia del glucosio proveniente dalle riserve di glicogeno muscolare ed epatico oltre che dal compartimento tissutale e circolante. L'effetto metabolico più evidente è la riduzione graduale e progressiva della glicemia, proporzionale all'intensità e alla durata dell'attività.

La figura 1, tratta da un lavoro fondamentale di Riddell⁽⁶⁾ uno dei maggiori esperti mondiali della diabetologia sportiva, mostra chiaramente la differenza della risposta glicemica ai tre tipi di EF appena descritti.

Fattori importanti ai fini del consumo dei substrati energetici, fra i quali il glucosio, sono poi:

- **intensità:** se bassa (come nel caso di una passeggiata) comporta l'utilizzo prevalente dei grassi e quindi consente di escludere quasi del tutto il rischio di ipoglicemia. Successivamente, con il suo progressivo incremento – e in modo ancora più marcato con l'incremento della velocità, come illustrato chiaramente nella figura 2 – si osserva un progressivo spostamento nell'utilizzo dei substrati energetici: cresce il contributo dei carboidrati mentre diminuisce proporzionalmente quello dei grassi. Questo andamento segue un modello prevedibile, valido sia a livello individuale sia su base generale;

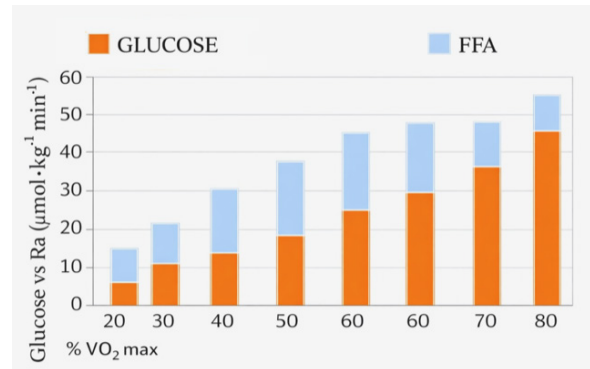


Figura 2 | Utilizzo relativo di glucosio e acidi grassi liberi (FFA) in rapporto al massimo consumo di ossigeno (adattata da⁽⁷⁾).

- **allenamento:** già dopo 10 settimane di carico di lavoro crescente e personalizzato si osserva un aumento della capacità di utilizzare i grassi durante l'EF, con conseguente riduzione del rischio di ipoglicemia⁽⁸⁾;
- **durata:** nel corso di un EF protratto, l'utilizzo di glucosio tende a ridursi progressivamente; intorno alla seconda ora aumenta, infatti, la quota relativa di energia derivante dagli acidi grassi liberi circolanti⁽⁹⁾ (Figura 3).

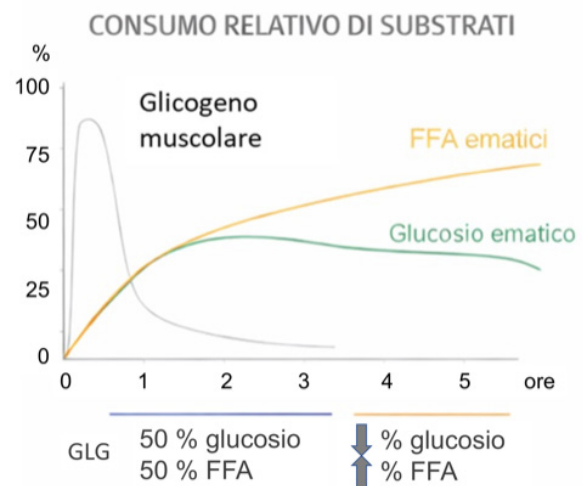


Figura 3 | Consumo relativo di glicogeno (GLG), glucosio e acidi grassi liberi (FFA) circolanti. (liberamente tratto da⁽⁹⁾).

In tale tipo di attività, al fine di favorire un'adeguata funzionalità muscolare ed evitare il rischio di ipoglicemia è spesso utile iniziare la sessione di esercizio aerobico con una glicemia lievemente superiore alla norma (120-180 mg/dL) (Tabella 1).

Tabella 1 | Vantaggi e svantaggi delle strategie più comunemente utilizzate per gestire gli adattamenti terapeutici alle varie condizioni nel DMT1⁽⁵⁾.

STRATEGIA	VANTAGGI	SVANTAGGI
Riduzione del bolo 1,5-2 h prima dell'EF	Riduzione del fabbisogno di CHO e degli episodi di ipoglicemia in corso di EF. Miglioramento della gestione del peso corporeo	Richiesta programmazione EF. Possibile innalzamento della glicemia pre- EF
Aggiustamento della velocità basale del microinfusore prima e durante l'EF	Come sopra	Richiesta programmazione EF con necessità di adattamenti già 1 - 2 ore prima dell'EF
Riduzione della quota basale dopo l'EF	Riduzione del rischio di ipoglicemia tardiva	Possibile innalzamento della glicemia pre- EF
Assunzione di CHO durante l'EF	Maggiore utilità nei casi di EF protratto e non pianificato	Possibile contrasto sulla gestione del controllo peso. Non idoneo ad alcuni tipi di EF. Meteorismo, diarrea
Sprint pre- o post- EF	Prevenzione delle ipoglicemie post EF	Risultati più soddisfacenti per EF di breve durata e di bassa intensità. Inefficacia in corso di EF
Assunzione di caffeina pre- EF (0,6mg/kg)	Riduzione delle ipoglicemie e richiesta di CHO durante e dopo EF	Possibile alterazione del sonno e del controllo motorio.

Per valutare in modo sufficientemente approssimato l'intensità dell'EF di tipo aerobico e a carico pressoché costante, si può fare riferimento alla frequenza cardiaca (FC) massima, utilizzando la formula di Karvonen⁽¹⁰⁾ basata sulla FC di riserva, pari al valore fisso di: 220 a cui sottrarre l'età e la FC a riposo e calcolando che:

- se la FC mantenuta durante l'EF è pari al 50% della massima, l'utilizzo di CHO è del 40%,
- se la FC mantenuta durante l'EF è pari al 60% della massima, l'utilizzo di CHO è del 50%,
- se la FC mantenuta durante l'EF è pari al 70% della massima, l'utilizzo di CHO è del 60%,
- se la FC mantenuta, durante l'EF è pari al 80% della massima, l'utilizzo di CHO è del 70%.

In funzione di quanto appena descritto, la quantità di carboidrati (CHO) da assumere a sostegno dell'esercizio programmato dovrebbe essere decisa in primo luogo sulla base di un attento automonitoraggio glicemico, effettuato secondo la seguente tempistica:

- mezz'ora/un'ora prima dell'EF
- all'inizio dell'EF
- mezz'ora dopo l'inizio dell'EF e ogni ora dopo l'inizio in caso di sessioni protratte.

Tuttavia, ove l'atleta sia capace di modulare adeguatamente l'apporto esogeno di CHO temporizzandolo in base alle proprie specifiche esigenze e sulla variazione delle concentrazioni del glucosio riportate dal sensore, è sicuramente preferibile affrontare la

gara con concentrazioni iniziali di glucosio superiori a 120 mg/dl e tentare di mantenere il profilo stabile nel tempo⁽¹¹⁾. Inoltre, secondo i dati di letteratura, resta generalmente consigliabile un'integrazione iniziale di carboidrati CHO a rapido assorbimento, in quantità ormai ben definita sulla base dell'esperienza maturata durante gli allenamenti⁽⁷⁾.

In sua assenza, infatti, nella prima mezz'ora di un esercizio di intensità medio-elevata, nella quale la fonte principale di CHO (circa l'80% del fabbisogno) è rappresentata dal glicogeno muscolare, si può prevedere un calo glicemico di circa 70 mg/dl con conseguente significativo rischio di ipoglicemia. A tale fenomeno concorrono, infatti, non solo il naturale consumo delle fonti energetiche circolanti ma anche l'inibizione dell'utilizzo del glicogeno muscolare secondaria al temporaneo aumento della velocità di apporto sanguigno di insulina alla periferia⁽¹²⁾. Per ottenere un livello di glucosio circolante stabile e garantire il miglior risultato metabolico, gli atleti con DMT1 utilizzano per lo più il microinfusore integrato al sensore del glucosio in modalità ibrida automatizzata, ossia in grado di modulare la velocità di erogazione dell'insulina in funzione del target glicemico impostato per uno specifico momento o intervallo della giornata. In tal caso, però, soprattutto in previsione di una sessione di breve durata, spostando l'utilizzo del sistema da ibrido a manuale sulla base di un'abitudine consolidata riconosciuta da anni⁽¹³⁾, gli atleti riducono temporaneamente l'erogazione insulinica basale del 70-80% fino, a volte, ad azzerarla del tutto in linea con quanto sugger-

to da recenti lavori internazionali in materia⁽¹⁴⁾. In quest'ultimo caso, la gestione viene affidata a un eventuale bolo insulinico calcolato in misura equivalente alla quota prevista nel medesimo intervallo temporale di sospensione, dopo l'assunzione di una quantità nota di carboidrati (CHO).

La tabella 1 sintetizza vantaggi e svantaggi delle strategie più spesso utilizzate da chi pratica EF per ottenere i risultati migliori in termini di controllo metabolico e prestazioni fisiche.

Recentemente, uno studio condotto con microinfusore dotato di sistema di gestione basato sul monitoraggio del glucosio sottocutaneo in continuo per prevedere le crisi ipoglicemiche ha consentito di sviluppare l'algoritmo liberamente riadattato in figura 4 come indicazione di massima sulla quantità di CHO da assumere in base alle frecce di tendenza del sensore⁽¹⁵⁾.

A tale proposito, ci permettiamo di suggerire un'attenta lettura di una recente, dettagliata consensus internazionale che ha fatto ampio riferimento ai concetti appena espressi per offrire spunti pratici di gestione dell'esercizio fisico nelle persone di diverse fasce di età con DMT1 e variabile grado di allenamento che fanno uso di sistemi automatizzati di erogazione dell'insulina⁽¹⁶⁾.

I messaggi principali di tale lavoro sono i seguenti:

- in caso di attività fisica programmata, è utile impostare un target glicemico elevato 1-2 ore prima dell'evento se si prevede un calo progressivo delle concentrazioni di glucosio (esercizio aero-

bico) ma mantenere un target glicemico normale o relativamente basso se si prevede un aumento della glicemia (esercizio anerobico);

- se la sessione aerobica è programmata entro 2 ore da un pasto ad elevato apporto di CHO, è bene non solo impostare un target glicemico elevato ma anche ridurre il bolo di insulina del 25-33%;
- assumere piccole quantità di carboidrati a rapido assorbimento (3-20 g) se, durante la sessione, il sensore segnala valori < 126 mg/dL, prestando particolare attenzione alle frecce di tendenza; in questo modo si evita che quote di CHO eccessive provochino iperglicemia e successiva ipoglicemia reattiva per aumento della velocità di erogazione automatica di insulina;
- ove possibile, è sempre preferibile pianificare l'esercizio per momenti a bassa insulina attiva (insulin on board o IOB), come, ad es., prima dei pasti o a digiuno, scegliendo attività a bassa intensità per valori postprandiali elevati e rinviare la sessione per concentrazioni di glucosio >270 mg/dL e chetonemia >1,5 mmol/L;
- in caso di esercizio fisico non programmato, per attività aerobica è necessario impostare immediatamente un target glicemico elevato ed assumere 10-20 g di CHO a rapido assorbimento per valori del sensore <126 mg/dL mentre per attività anaerobica è bene mantenere un target glicemico normale o relativamente basso.

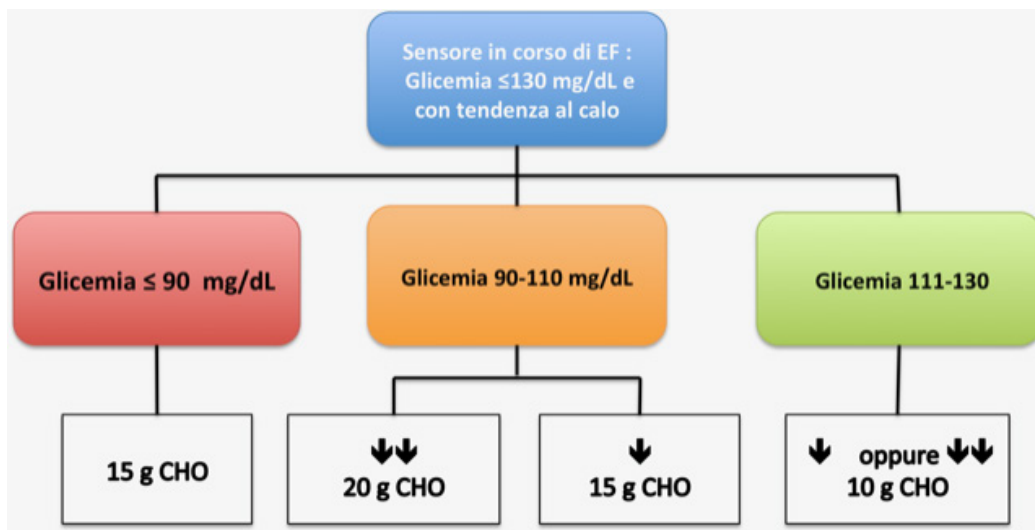


Figura 4 | Schema dei possibili adattamenti in tema di assunzione di CHO in rapporto alle frecce di tendenza del glucosio sottocutaneo segnalate dal sensore (adattata da ⁽¹⁵⁾).

In realtà, però, non tutte le persone con DMT1 mantengono attivo il sistema automatizzato nel corso dell'allenamento sportivo o delle gare vere e proprie per esperienze negative che le hanno indirizzate ad una scelta più "tradizionale": il passaggio alla regolazione manuale nello stretto periodo attivo e il successivo ripristino della modalità ibrida nelle fasi di recupero. Tale scelta dipende per lo più da anomalie del profilo rilevate dal sensore in risposta all'eccessivo carico di CHO assunto a correzione di un'ipoglicemia attesa in base alle frecce di tendenza o, a volte, dall'erogazione spontanea di microboli in eccesso rispetto alle reali necessità per incongruenza fra le scelte operate dall'algoritmo prefissato e la risposta individuale.

Il presente lavoro ha proprio lo scopo di offrire esempi pratici di comportamento di atleti con DMT1 specificamente allenati che si ritengono in grado di prevedere l'impatto dell'EF aerobico di resistenza sul consumo di glucosio e, quindi, sul proprio profilo glicemico e, per tale motivo, a volte preferiscono il passaggio alla regolazione manuale in corso di gara.

Rischio di ipoglicemia notturna

Nelle ore successive all'esercizio la sensibilità insulinica risulta aumentata; inoltre, in modo spontaneo e insulino-indipendente, il muscolo ripristina le scorte di glicogeno esaurite ricorrendo al glucosio esogeno. La somma di tali due fenomeni espone l'atleta al rischio di ipoglicemia tardiva, a insorgenza spesso notturna.

Sono disponibili tabelle o formule (a cui ricorrono alcune applicazioni per cellulari) che consentono di stimare il consumo calorico dell'attività svolta e di

calcolare così la quantità di carboidrati utilizzati in base all'intensità dell'esercizio.

Considerando che 1 g di CHO fornisce 4 kcal, è sufficiente dividere per 4 la quota di energia attribuibile ai CHO per ottenere i grammi consumati durante quella specifica sessione di EF. Sottraendo l'eventuale quantità di CHO assunta nel corso dell'attività, è possibile stimare i grammi da reintegrare sotto forma di glicogeno, distribuendoli in aggiunta all'apporto abituale nei 2-3 pasti successivi secondo lo schema riportato in figura 5.

Data l'aumentata sensibilità insulinica e la deplezione delle scorte, può rendersi necessaria anche una riduzione dell'insulina del pasto successivo e/o della quota basale notturna, stimabile generalmente nell'ordine del 20-50%.

Materiali e metodi

Alla luce di quanto finora ricordato, abbiamo ritenuto utile riportare un'analisi osservazionale di cinque atleti – tutti regolarmente seguiti da team diabetologici esperti in ambito sportivo – iscritti alla Corsa di Miguel, una prova sulla distanza dei dieci chilometri svoltasi a Roma nel gennaio 2026.

Tutti utilizzavano differenti microinfusori con sistemi ibridi automatizzati (AID) ma, come d'abitudine in occasioni del genere, per uniformare i dati ai fini del futuro confronto clinico-educazionale a posteriori, avevano accettato di impiegare in parallelo – e non in collegamento con il microinfusore – un sensore aggiuntivo (FreeStyle Libre 2 Plus) fornito a titolo gratuito e non condizionante dalla Abbott Italia s.r.l. Tutti, come d'abitudine, indossavano il cardiofrequenzimetro per cogliere immediatamente eventuali variazioni del battito cardiaco e, in tale modo, scegliere di rallentare o accelerare il passo in base

$$\text{CHO reint} = \frac{\text{ECHOE}}{4} - \text{CHOass}$$

ove:

- ECHOE = energia totale (in Kcal) attribuibile ai CHO durante l'EF
- CHOass = grammi di CHO assunti durante l'EF
- CHOREint = grammi di CHO da reintegrare dopo l'EF

Figura 5 | Calcolo dei grammi di CHO da reintegrare a fine EF.

all'esperienza acquisita e al tempo stesso verificare durata e entità dell'aumento della frequenza cardiaca atteso a fine gara per la tensione finale verso il traguardo.

Nel presente lavoro riportiamo i profili glicemici durante la gara, insieme alle informazioni su adattamenti della basale, modifiche del bolo pre-gara e eventuale integrazione di carboidrati (CHO).

I pazienti hanno fornito consenso informato scritto alla pubblicazione dei dati e delle immagini cliniche, nel rispetto della normativa sulla protezione dei dati personali (GDPR 2016/679).

Nonostante ciascun sistema di erogazione disponga ormai di una funzione specificamente dedicata all'EF, tale da consentire maggiore flessibilità gestionale alle persone con diabete, abbiamo tenuto presente il fatto che, per età, gli atleti che abbiamo coinvolto avevano una innata diffidenza verso i sistemi ibridi e, pur essendosi affidati ad essi per il quotidiano, al momento della gara tendevano ad affidarsi più alla propria esperienza che all'automazione. Abbiamo, quindi, volutamente lasciato a ogni atleta piena libertà decisionale in merito all'uso pieno della funzione "esercizio" dei loro microfusori o ai tempi di adattamento manuale della basale, all'eventuale sospensione della stessa e alla tempistica e all'entità dell'integrazione di carboidrati in base al grado di allenamento, alla percentuale di massa grassa – elemento che influenza la sensibilità insulinica –, allo stress pre-gara e ad altri fattori personali. Come si vedrà, quattro di essi, nonostante utilizzassero con beneficio la modalità ibrida in condizioni di vita lavorativa e sociale, hanno preferito passare in modalità manuale in gara per essere certi di mante-

nere buoni livelli prestazionali grazie al contenimento nel tempo dei succitati possibili problemi legati a eventuali picchi iperglicemici involontari ed alla prevenzione di crisi ipoglicemiche sostenute nel tempo legate al sistema AID.

Risultati

La tabella 2 fornisce una visione d'insieme delle caratteristiche dei cinque atleti esaminati.

Il primo atleta, GC, 58 anni (185 cm, 80 kg), con HbA1c del 6,9% ed esordio di DMT1 nel 2014, ha abbandonato precocemente lo schema basal-bolus passando alla terapia con microinfusore e, da cinque anni, utilizza il sistema Tandem Control-IQ Movi attenendosi costantemente alla modalità ibrida automatizzata associato al sensore Dexcom G7. Il fabbisogno insulinico basale è di 21,4 UI/die (0,27 U/kg); il bolo della colazione è abitualmente pari a 2,5 UI per 25 g di CHO.

La mattina della gara ha impostato la funzione Exercise Activity del sistema, come previsto per l'attività fisica, che prevede un target glicemico più elevato e compreso, in particolare, fra 140 e 160 mg/dL riducendo la velocità di erogazione insulinica senza modificare per questo il profilo basale. Ha incrementato il bolo pre-prandiale a 3,5 UI assumendo 40 g di CHO, come suggerito dal microinfusore stesso in considerazione di una glicemia a digiuno di 148 mg/dL, superiore al valore medio abituale (105 mg/dL) ma in linea con il target stabilito dalla funzione "esercizio" stessa. Avendo notato una tendenza all'ipoglicemia, poco prima della gara ha assunto 40 di

Tabella 2 | Caratteristiche antropometriche, metaboliche, di utilizzo della tecnologia e di frequenza cardiaca a riposo dei cinque atleti esaminati.

Atleta	Età (anni)	Altezza	Peso	Durata (anni)	HbA1c %	Micro	TDD	Basale %	I:CHO U/g	TIR %	TBR %	CV %	FC (ripos)
GC	58	185	80	12	6,9	Tandem	38,5	55	1:10	85	2	32	52
GMP	55	172	69	34	6,8	780G	29,5	40	1:10	79	3	34	50
GLM	51	172	71	23	5,5	Omnipod 5	30,2	49	1:16	81	2	31	48
RDL	46	172	67	17	5,9	780G	23,7	38	1:14	85	1	29	46
SS	38	187	81	21	6,8	780G	26,3	41	1:20	80	1	33	42

TDD = Total Daily Dose (dose totale di insulina giornaliera); Basale % = percentuale della TDD impegnata sotto forma di erogazione basale; I:CHO = rapporto fra unità di insulina rapida e grammi di carboidrati da assumere a colazione; TIR % = percentuale di Time In Range calcolato dal sistema AID (percentuale di tempo trascorso con valori entro il range prestabilito di 70-180 mg/dL; valori ottimali > 70%); TBR % = percentuale del Time Below Range calcolato dal sistema AID (percentuale di tempo trascorso con valori al di sotto di 70mg/dL; valori ottimali < 4%); CV % = percentuale del coefficiente di variazione (=percentuale di variazione dei valori di glucosio attorno al valore medio, indice della variabilità glicemica; valori ottimali <36%). FC (ripos) = frequenza cardiaca a riposo in battiti/minuto.

CHO sotto forma di gelatina che ha comportato un temporaneo picco pre-gara di 238 mg/dL progressivamente attenuatosi con il passare dei minuti.

Il profilo glicemico registrato durante la gara (Figura 6) mostra un controllo metabolico non ottimale ma complessivamente accettabile, con valori basale e finale rispettivamente di 191 mg/dL e 118 mg/dL. Non si sono resi necessari ulteriori adattamenti rispetto alla programmazione abituale; la lieve iperglicemia iniziale appare verosimilmente correlata sia alla recente assunzione di carboidrati sia alla tensione pre-gara, coerente con l'indole competitiva dell'atleta.

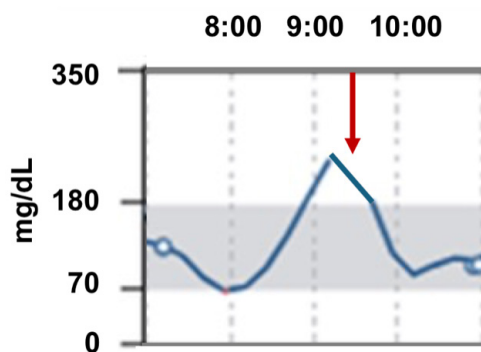


Figura 6 | Profilo del sensore relativo all'atleta GC; per i valori si faccia riferimento al testo. La freccia indica l'inizio della corsa.

La prova, completata in 51 minuti (5,1 min/km) a partire da una frequenza cardiaca di 52 b/min, configura un esercizio di resistenza con consumo di carboidrati lievemente superiore a quello atteso per un'attività aerobica stabile, che, nel caso di soggetti allenati, è di circa 0,01 g/kg/min. La maggiore pendenza in basso della curva del glucosio nella fase terminale della gara rispecchia verosimilmente l'impennata della frequenza cardiaca da 100 a 148 b/min rilevata nei due minuti finali, con un grado di allenamento tale da contenere significativamente l'attivazione adrenergica tipica dello sprint finale, come testimoniato dall'assenza di rimbalzo iperglicemico. Il secondo atleta, GMP, 55 anni, altezza 172 cm, peso 69 kg, HbA1c 6,8%, convive con il diabete da 34 anni. Utilizza da 8 anni il sistema Medtronic 780G in modalità ibrida automatizzata, associato al sensore Guardian 4. Il fabbisogno insulinico basale è pari a 11,8 U/die (0,17 U/kg); il bolo a colazione, abitualmente pari a 1,4 U per 18 g di CHO (sensibilità insulinica 54 mg/dL) il giorno della gara è stato mantenuto aumentando i CHO a 25 g. Piuttosto che attivare la modalità sport, con la quale troppo spesso il sistema aveva erogato insulina in

eccesso rispetto alle effettive necessità provocando ipoglicemia, un'ora prima della gara, con una IOB di 0,6 U, ha sospeso l'utilizzo del sistema automatizzato. Mezz'ora prima della gara, però, avendo notato una riduzione della glicemia, verosimilmente per l'utilizzo della bicicletta per raggiungere il punto d'incontro, ha assunto una barretta energetica contenente 40 g di CHO somministrandosi 2,7 U di insulina.

Egli ha pertanto iniziato la corsa con una glicemia di 249 mg/dL che è ulteriormente aumentata fino a 287 mg/dL per poi ridursi rapidamente e rientrare nel range ottimale, fino a un progressivo calo a 90 mg/dL al nono km ed infine a 87 mg/dL al termine della prova. A quel punto ha assunto 10 g di CHO sotto forma di gelatina, mantenendo valori analoghi (85 mg/dL) poco dopo la conclusione dell'evento, come evidenziato chiaramente dalla figura 7, con successivo lieve rimbalzo contenuti, peraltro, nei limiti del range prestabilito di 70-180 mg/dL. La durata della sessione è stata di 58 minuti (5,8 min/km, velocità compatibile con un'attività aerobica piena) per una frequenza cardiaca basale di 50 b/min e finale di 123 b/min.

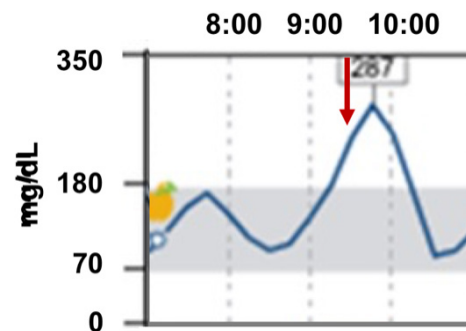


Figura 7 | Profilo del sensore relativo all'atleta GMP; per i valori si faccia riferimento al testo. La freccia indica l'inizio della corsa.

L'atleta GLM, 51 anni, altezza 172 cm, peso 71 kg, HbA1c 5,5%, con diagnosi di DMT1 posta a 28 anni, utilizza da 8 anni il microinfusore Omnipod (dapprima DASH, ora 5 associato al sensore Dexcom G7). Il fabbisogno insulinico basale è di 14,8 U/die (0,21 U/kg); il bolo a colazione, abitualmente pari a 3,4 U per 55 g di CHO è stato evitato, riducendo a 25 g i CHO della colazione.

La mattina della gara, un'ora prima dell'evento, per un'abitudine ormai acquisita, l'atleta ha preferito non impostare la modalità esercizio ma passare al sistema manuale con una IOB di 0,3 U, riducendo la

velocità di erogazione basale da 0,75 a 0,05 U/h assumendo, prima della partenza, un gel contenente 20 g di CHO.

Come evidenziato dal profilo glicemico riportato nella figura 8, con valori basali di 156 mg/dL, dopo un lieve e progressivo calo dei valori fino a circa un'ora prima della gara, si osserva un graduale incremento con successiva stabilizzazione a 179 mg/dL, valore mantenutosi pressoché costante anche dopo la conclusione dell'evento. La durata della prova è stata di 50 minuti (5,0 min/km), compatibile con un'attività aerobica a consumo di CHO costante e non particolarmente elevato⁽⁷⁾, seguita tuttavia, anche nel suo caso, da un'attivazione adrenergica finale, verosimilmente legata allo sprint conclusivo ad elevata frequenza cardiaca terminale (arrivata fino a 156 b/min dal valore immediatamente precedente di 118 b/min ed iniziale di 48 b/min) con lieve, tardiva risalita della glicemia.

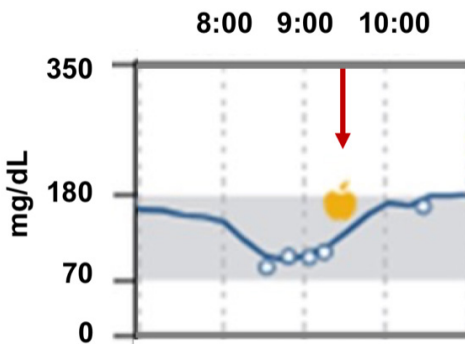


Figura 8 | Profilo del sensore relativo all'atleta GLM; per i valori si faccia riferimento al testo. La freccia indica l'inizio della corsa.

Il quarto atleta, RDL, 46 anni, altezza 172 cm, peso 67 kg, HbA1c 5,9%, con DMT1 da 17 anni, è in trattamento con sistema Medtronic 780G associato a sensore Simpler con un fabbisogno insulinico basale di 9,0 U/die (0,13 U/kg). Generalmente fa un bolo pari a 3,8 U per una colazione contenente 50 g di CHO ma la mattina della gara lo ha ridotto a 3,0 U senza modificare il carico di CHO e ha diminuito del 30% l'erogazione basale un'ora prima della partenza con un'IOB di 0,6 U ad inizio gara. Al termine della competizione, completata in 46 minuti (4,6 min/km) con una frequenza cardiaca basale di 46 b/min e finale di 123 b/min, ha assunto cautelativamente una barretta contenente 18 g di CHO per reintegrare il consumo energetico, somministrando contestualmente un bolo aggiuntivo di 1,3 U, ossia una quota di insulina pari a quella abituale in termini di rapporto

con i CHO. Tale scelta va contro il classico consiglio di ridurre del 50-70% la dose di insulina negli spuntini e nei pasti post-gara per prevenire un'ipoglicemia tardiva ma è in linea con quanto fatto dall'atleta in tutte le prove precedenti con buoni risultati e quindi funzionale al proprio profilo di risposta al tipo ed all'intensità dell'esercizio affrontato.

Il profilo glicemico riportato nella figura 9, con valori basale e finale rispettivamente di 152 mg/dL e 173 mg/dL, documenta anche in questo caso un ottimo mantenimento dei valori entro il target. Tuttavia, la tendenza al calo osservata immediatamente dopo l'evento, per quanto non conduca ad una crisi ipoglicemica, suggerisce che l'atleta avrebbe potuto ridurre il bolo finale a 0,8-1 U come previsto dalle consensus citate in precedenza, considerando anche lo sprint conclusivo effettuato per ottimizzare il tempo di gara, ma, come verificato dai dati del sensore successivi alla gara, tale scelta soggettiva non ha comportato di fatto alcuna ipoglicemia tardiva.

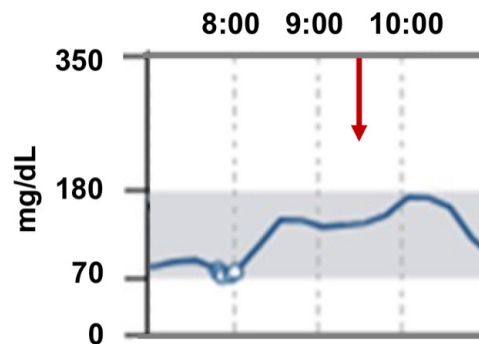


Figura 9 | Profilo del sensore relativo all'atleta RDL; per i valori si faccia riferimento al testo. La freccia indica l'inizio della corsa.

L'ultimo atleta, SS, 38 anni, altezza 187 cm, peso 81 kg, HbA1c 6,8%, con durata del diabete di 21 anni, utilizza da 8 anni il sistema Medtronic 780G associato a sensore Guardian 4. Il fabbisogno insulinico basale è pari a 10,8 U/die (0,13 U/kg); il bolo a colazione è di 2,0 U per 40 g di CHO ma, due ore prima della corsa, completata in 36 minuti, l'atleta ha sospeso l'erogazione insulinica e praticato un bolo di 2 U per una colazione contenente 50 g di CHO e quindici minuti prima della partenza, con una IOB di 0,5 U, ha assunto 25 g di CHO sotto forma di un gel.

Il profilo glicemico riportato in figura 10, con valori basale e finale rispettivamente di 139 mg/dL e 170 mg/dL, evidenzia un incremento dei valori nel periodo pre-esercizio, verosimilmente correlato alla sospensione anticipata dell'erogazione e alla tensione

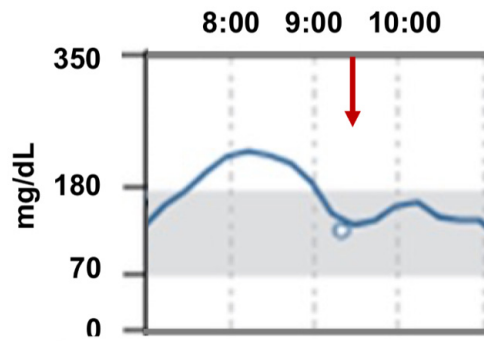


Figura 10 | Profilo del sensore relativo all'atleta SS; per i valori si faccia riferimento al testo. La freccia indica l'inizio della corsa.

pre-gara. Durante la competizione si osserva tuttavia un buon contenimento dei livelli glicemici entro un range di sostanziale stabilità, senza necessità di ulteriori boli correttivi a fronte dell'assunzione aggiuntiva di CHO. La velocità sostenuta (3,6 min/km) implicava infatti un utilizzo necessariamente elevato di carboidrati, nonostante il buon grado di allenamento dell'atleta, testimoniato da una frequenza cardiaca basale di 42 b/min e finale di 145 b/min.

Discussione

Dall'analisi complessiva dei dati relativi ai cinque atleti emergono alcuni elementi comuni: il basso fabbisogno insulinico giornaliero tipico di soggetti fisicamente allenati (pari, come media \pm DS, a $0,18\pm 0,06$ rispetto alle $0,60\pm 0,20$ U/kg comunemente riportate nei pazienti con DMT1), la sostanziale stabilità dei valori glicemici durante un esercizio pienamente aerobico – come tale più prevedibile rispetto ad altre tipologie di sforzo – e, soprattutto, la necessità di un'estrema personalizzazione della gestione terapeutica.

Ciascun atleta ha adottato una strategia individuale: riduzione o sospensione temporanea della basale, mantenimento del bolo della colazione su livelli generalmente inferiori rispetto ai giorni precedenti e integrazione mirata di CHO verso il termine della gara con l'obiettivo, puntualmente raggiunto, di prevenire ipoglicemie post-esercizio.

In pratica, l'atleta deve considerare numerosi fattori interferenti, tra i quali il grado di emotività, l'orario della prova, il livello di preparazione fisica e la stabilità del compenso metabolico nel periodo precedente, per modulare con precisione la dose del bolo

insulinico antecedente la gara in rapporto alla quantità di carboidrati necessaria per la durata e l'intensità previste.

Come evidenziato dall'analisi dei profili del glucosio, l'aumento della velocità di corsa si associa a un maggiore utilizzo e quindi a una più marcata riduzione delle concentrazioni del nutriente. Questo dato è ampiamente documentato in letteratura e confermato da una recente meta-analisi, che riporta una riduzione media di circa 80 mg/dL in 45 minuti di corsa a velocità sostenuta, in assenza di adattamenti della dose insulinica o dell'apporto di CHO⁽¹⁶⁾.

I meccanismi fisiopatologici alla base di tale risposta includono: a) la contrazione muscolare, che induce la traslocazione dei trasportatori GLUT-4 e aumenta l'assorbimento di glucosio⁽¹⁷⁾; b) l'incremento dello smaltimento di glucosio per soddisfare le richieste energetiche del muscolo; c) l'aumento del flusso ematico muscolare, che facilita il trasporto di glucosio e insulina al tessuto scheletrico; d) una contro-regolazione ormonale meno efficace nell'incrementare i livelli glicemici⁽¹⁸⁻²⁰⁾.

A differenza di quanto accade nelle persone metabolicamente sane, il suddetto fine intreccio di adattamenti avviene in assenza della fisiologica riduzione dell'insulinemia indotta dall'EF, meccanismo che normalmente favorisce una più efficiente utilizzazione del glucosio in risposta sia alla contrazione muscolare per mancata inibizione della glicogenolisi sia al progressivo aumento della sensibilità periferica all'insulina.

La persona con DMT1, infatti, pur non potendo compensare spontaneamente le oscillazioni glicemiche con la secrezione insulinica residua, impara a modulare con competenza l'apporto di carboidrati, la terapia farmacologica e la tempistica di esecuzione dell'EF, ottenendo spesso risultati eccellenti che si ripercuotono nel tempo in un miglioramento di lunga durata dell'intero assetto metabolico e, di conseguenza, anche della fisiologia endoteliale. Tale ultimo elemento appare fondamentale soprattutto in considerazione del fatto che, a fronte di un minor fabbisogno insulinico giornaliero totale, di un ridotto rischio sia di chetoacidosi diabetica sia di episodi di ipoglicemia grave fino al coma, negli adulti con DMT1 fisicamente attivi si osserva una netta riduzione della prevalenza di complicanze micro- e macro-angiopatiche⁽²¹⁾.

Conclusioni

La corsa aerobica di 10 km è compatibile con un buon compenso metabolico nel DMT1 se supportata da adeguata preparazione, e personalizzazione degli adattamenti in presenza di tecnologia ibrida di erogazione insulinica. L'esperienza individuale, integrata da solide basi fisiopatologiche e dal supporto del team diabetologico in tema di terapia insulinica e di calcolo dei carboidrati rappresenta il fattore chiave per ottimizzare sicurezza e performance.

Allo stato attuale la tecnologia offre grandi opportunità agli atleti con diabete, tuttavia la definizione della strategia personalizzata richiede all'atleta e al team diabetologico di supporto ottima conoscenza di fisiologia e fisiopatologia, dei sistemi di erogazione, delle indicazioni relative alla gestione insulinica e di integrazione e di "interpretazione" dell'esercizio svolto.

Una corretta lettura e interpretazione dei dati secondo logica durante le sessioni di allenamento permette l'ottimizzazione della strategia e il raggiungimento di performance in sicurezza durante la gara. Tutto ciò valorizza ovviamente le competenze del team e del paziente stesso e smentisce, almeno in parte, la credenza originaria che tutta la gestione fosse per lo più esperienziale e non riconducibile ad andamenti prevedibili e quindi ad adattamenti sempre più fini. È auspicabile e prevedibile che una sempre maggiore conoscenza della fisiopatologia dell'esercizio fisico e dei meccanismi alla base del funzionamento dei sistemi AID possa garantire la massima stabilità del compenso metabolico alla base di prestazioni di ottimo livello non solo ai ragazzi che si impegnano in regolari sessioni di esercizio fisico per il proprio benessere psico-fisico ma anche a quanti intendono praticare gli sport più vari a livello amatoriale o competitivo.

Il presente lavoro, in realtà, offre uno spaccato su un gruppo di atleti meno giovani con lunga anamnesi di DMT1 e, pertanto, storicamente influenzati dall'atteggiamento "fai da te" tipico degli anni in cui ancora ci si affidava soprattutto alla terapia multi-iniettiva e a ripetuti controlli "spot" della glicemia capillare. Nonostante ciò, il quadro complessivo conferma, ancora una volta, la possibilità di utilizzare i sistemi AID per mantenere un ottimo compenso metabolico testimoniato dalla valida emoglobina glicata, dall'elevato TIR, dal TBR minimale e dal CV ottimale con elevate prestazioni atletiche grazie a un allenamento costante. Proprio quest'ultimo,

infatti, consente a ciascun atleta di conoscere non solo le proprie capacità fisiche, ma anche la risposta glicemica alle sollecitazioni muscolari e la riduzione dell'apporto insulinico necessaria in tale contesto. Le scelte da adottare si fondano su principi scientifici consolidati⁽⁶⁾, da intendersi, però, non come applicazione di rigidi algoritmi ma come linee guida flessibili da adattare alla specificità del singolo individuo e del momento contingente.

In tale fine processo di adattamento continuo, gli atleti e, con essi, tutti i pazienti fisicamente attivi iscritti all'ANIAD (Associazione Nazionale Italiana Atleti Diabetici) trovano un riferimento fondamentale nella presenza costante - fisica o sotto forma di controllo a distanza - del diabetologo di riferimento.

Per senso di responsabilità e, soprattutto, per autentica passione, quest'ultimo, infatti, ha imparato a non giudicare e ad evitare di prescrivere comportamenti assoluti fidando su una elevata competenza scientifica a forti basi teoriche ma non supportata dall'esperienza vissuta di chi si confronta con la malattia tutti i giorni. Il diabetologo ANIAD, quindi, sceglie di affiancare chi pratica sport con il diabete a qualsiasi livello condividendone dubbi, slanci, incertezze e aggiustamenti posologici e trova la massima soddisfazione nei risultati sportivi e nel buon compenso metabolico conseguiti dal paziente. In un percorso condiviso, infatti, il professionista impara a cogliere le molte sfumature del trattamento di una patologia complessa e dinamica, affinando la propria sensibilità clinica e rafforzando la fiducia - propria e del paziente - nelle possibilità di una gestione efficace e consapevole.

In un simile contesto, la vicinanza del team diabetologico, rappresentato non solo dal diabetologo ma anche da figure altrettanto determinanti per la formazione del paziente, quali dietisti, psicologi e chinesologi, la cui presenza, purtroppo, nelle varie realtà cliniche nazionali non è sempre assicurata, rappresenta un valore aggiunto determinante. Con il supporto del team, infatti, l'atleta affronta la prova con la sicurezza di avere al proprio fianco consulenti esperti e impara a gestire con serenità eventuali scostamenti glicemici dovuti a errori involontari, legati all'ansia da prestazione o alla difficoltà di abbandonarsi alle "competenze" di sistemi automatizzati sempre più affidabili, sapendo che certi errori, se contenuti nel tempo, possono essere rapidamente corretti senza conseguenze negative nel medio periodo.

Lo stesso paziente attivo, poi, con l'esempio personale e la consapevolezza di poter regolare sempre meglio il compenso metabolico anche in una condizione, come lo sport, di per se stessa in grado di perturbarlo, permette di ampliare la platea di ragazzi e adulti capaci di affrontare in modo sempre più

consapevole e costruttivo la gestione di una malattia cronica che troppo a lungo è stata vissuta e subita dai più in modo passivo e demotivante e che, nell'era dell'intelligenza artificiale e degli algoritmi sempre più sofisticati, trova oggi un potente alleato nei sistemi AID.

Messaggi chiave

Obiettivi

- richiamare la fisiopatologia dell'esercizio fisico nel DMT1 per analizzare i dati rilevati dal sensore sottocutaneo in cinque atleti durante una corsa di 10 km;
- correlare tali profili alle scelte terapeutiche del momento, alle caratteristiche della sessione e al grado di allenamento.

Cosa emerge

- è ormai scientificamente acclarata la modalità ottimale di adattamento degli schemi terapeutici e di integrazione alimentare per determinati tipi di esercizio fisico;
- nella vita reale, però, grado di allenamento, durata ed intensità dell'attività prevista e compenso metabolico influiscono sulle scelte individuali del momento.

Rilevanza

- l'esercizio fisico è sempre più diffuso fra i pazienti con DMT1 anche grazie alla tecnologia – ibrida e non – dei microinfusori che, grazie ai dati provenienti dal sensore, garantisce maggiore sicurezza di sé;
- il presente lavoro intende aiutare i diabetologi a correggere possibili errori di adattamento legati ad eccessiva fiducia dei pazienti nei propri mezzi.

Key messages

Objectives

- recall the pathophysiology: to analyze the pathophysiology of exercise in type 1 diabetes (T1DM) by examining the data obtained from a subcutaneous sensor in five athletes during a 10 km run.
- correlate profiles: to correlate the obtained profiles with the therapeutic choices made at the moment, the characteristics of the training session, and the training level of the athletes.

What Emerges

- therapeutic adaptation: it is scientifically established that there is an optimal way to adjust therapeutic regimens and dietary integration for specific types of physical exercise.
- impact of Real-life variables: however, in real life, training level, duration and intensity of planned activity, and metabolic control influence immediate individual choices.

Relevance

- exercise is increasingly common: exercise is becoming more prevalent among patients with T1DM, also thanks to hybrid and non-hybrid technology in insulin pumps that ensures greater self-reliance.
- support for healthcare professionals: this paper aims to help diabetologists correct possible adaptation errors linked to patients' disproportionate confidence in their abilities.

Si ringraziano i cinque atleti dell'ANIAD che, come d'abitudine, hanno accettato di indossare un ulteriore sensore al fine di garantire l'omogeneità della raccolta dati da mettere a disposizione dei loro diabetologi per futuri confronti.

Bibliografia

1. Joslin EP. Diabetes in the future. *Diabetes* 10:148-151. 10.2337/diab.10.2.148, 1961.
2. Anderson BJ, Laffel LM, Domenger C, Danne T, Phillip M, Mazza C et al. Factors associated with diabetes-specific health-related quality of life in youth with type 1 diabetes: the global TEENS study. *Diabetes Care* 40(8):1002-1009. 10.2337/dc16-1990, 2017.
3. Yang X, Li H, Zhao Q, Han R, Xiang Z, Gao L. Clinical practice guidelines that address physical activity and exercise during pre-

gnancy: a systematic review. *J Midwifery Womens Health* 67:53-68. 10.1111/jmwh.13352, 2022.

4. Corigliano G, Iazzetta N, Corigliano M, Strollo F. Blood glucose changes in diabetic children and adolescents engaged in most common sports activities. *Acta Biomed* 77(Suppl 1):26-33, 2006.
5. Corigliano G, Strollo F, Assaloni R, De Fazio C. Il percorso diagnostico-terapeutico assistenziale (PDTA) per l'attività fisica nella persona con diabete. *JAMD* 21(3):179-196, 2018.
6. Riddell MC, Gallen IW, Smart CE, Taplin CE, Adolfsson P, Lumb AN et al. Exercise management in type 1 diabetes: a consensus

- statement. *Lancet Diabetes Endocrinol* 5(5):377-390. 10.1016/S2213-8587(17)30014-1, 2017.
7. Brooks GA, Trimmer JK. Glucose kinetics during high-intensity exercise and the crossover concept. *J Appl Physiol* (1985) 80:1073-1075. 10.1152/jappl.1996.80.3.1073, 1996.
 8. Sjödin B, Svedenhag J. Applied physiology of marathon running. *Sports Med* 2(2):83-99. 10.2165/00007256-198502020-00002, 1985.
 9. Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS, Gastaldelli A, Horowitz JF, Endert E et al. Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am J Physiol* 265(3 Pt 1):E380-E391. 10.1152/ajpendo.1993.265.3.E380, 1993.
 10. Nakanishi M, Izumi S, Nagayoshi S, Sato H, Kawaguchi H, Yoshimoto M et al. Physical activity group classification algorithm using triaxial acceleration and heart rate. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* 2015:510-513. 10.1109/EMBC.2015.7318413, 2015.
 11. Galassetti P, Riddell MC. Exercise and type 1 diabetes (T1DM). *Compr Physiol* 3(3):1309-1336. 10.1002/cphy.c110040, 2013.
 12. Wheeler G, Montgomery SB, Beeson L, Bahjri K, Shulz E, Firek A et al. En Balance: the effects of Spanish diabetes education on physical activity changes and diabetes control. *Diabetes Educ* 38:723-732. 10.1177/0145721712450924, 2012.
 13. McAuley SA, Horsburgh JC, Ward GM, La Gerche A, Gooley JL, Jenkins AJ et al. Insulin pump basal adjustment for exercise in type 1 diabetes: a randomised crossover study. *Diabetologia* 59(8):1636-1644. 10.1007/s00125-016-3979-2, 2016.
 14. Franc S, Daoudi A, Pochat A, Petit MH, Randazzo C, Petit C et al. Insulin-based strategies to prevent hypoglycaemia during and after exercise in adult patients with type 1 diabetes on pump therapy: the DIABRASPORT randomized study. *Diabetes Obes Metab* 17(12):1150-1157. 10.1111/dom.12547, 2015.
 15. Riddell MC, Milliken J. Preventing exercise-induced hypoglycemia in type 1 diabetes using real-time continuous glucose monitoring and a new carbohydrate intake algorithm. *Diabetes Technol Ther* 13:819-825. 10.1089/dia.2011.0051, 2011.
 16. Moser O, Zaharieva DP, Adolfsson P, Battelino T, Bracken RM, Buckingham BA et al. The use of automated insulin delivery around physical activity and exercise in type 1 diabetes: a position statement of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD). *Diabetologia* 68(2):255-280. 10.1007/s00125-024-06308-z, 2025.
 17. Eckstein ML, Aziz F, Aberer F, Böckel S, Zimmer RT, Erlmann MP et al. Blood glucose response to running or cycling in individuals with type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabet Med* 40(2):e14981. 10.1111/dme.14981, 2023.
 18. Moser O, Eckstein ML, West DJ, Goswami N, Sourij H, Hofmann P. Type 1 diabetes and physical exercise: moving (forward) as an adjuvant therapy. *Curr Pharm Des* 26:1-12. 10.2174/1381612826666200121144540, 2020.
 19. Moser O, Riddell MC, Eckstein ML et al. Glucose management for exercise using continuous glucose monitoring (CGM) and intermittently scanned CGM (isCGM) systems in type 1 diabetes: position statement of the EASD and ISPAD endorsed by JDRF and supported by the ADA. *Diabetologia* 63(12):2501-2520. 10.1007/s00125-020-05263-9, 2020.
 20. Riddell MC, Scott SN, Fournier PA et al. The competitive athlete with type 1 diabetes. *Diabetologia* 63(8):1475-1490. 10.1007/s00125-020-05183-8, 2020.
 21. Brindisi MC, Bouillet B, Vergès B, Halimi S. Cardiovascular complications in type 1 diabetes mellitus. *Diabetes Metab* 36:341-344. 10.1016/j.diabet.2010.04.001, 2010.