

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo

Fuga per la vittoria: corriamo con la tecnologia

Gestire terapia e alimentazione durante l'attività fisica

Dott.ssa Luisa Barana
SS Diabetologia ed Endocrinologia ASL BI

Dott.ssa Beatrice Cavigiolo
*Scuola di Specializzazione in Endocrinologia e Malattie del Metabolismo
Università degli Studi del Piemonte Orientale*

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo

Agenda

- ✓ *Esercizio fisico: sì, ma quale*
- ✓ *Esercizio fisico e DMT1: complessità*
- ✓ *Esercizio fisico e DMT1: come lo gestisco?*
- ✓ *Il ruolo dell'alimentazione: non solo carboidrati e glicemie*
- ✓ *Attività, BGM e MDI: ancora possibile?*
- ✓ *CGM durante l'attività: sfruttarlo al meglio*
- ✓ *Microinfusori e HCL: l'arma in più?*

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo



Metabolismo aerobico

- Entità tensione muscol. = moderata (- 30% del max)
- Durata del lavoro = da alcuni minuti a più ore
- Frequenza cardiaca = sotto la soglia anaerobica
- Consumo di ossigeno = elevato
- Fibre muscolari coinvolte = ST (lente)
- Capacità interessata = resistenza organica e muscolare



Metabolismo anaerobico lattacido

- Entità tensione muscol. = submassimale
- Durata del lavoro = fino a circa 45 sec.
- Frequenza cardiaca = 180 e oltre
- Consumo di ossigeno = elevato
- Fibre muscolari coinvolte = FTa (veloci/resistenti)
- Capacità interessata = resist./potenza alattacida (**)

(*) E' in relazione alle masse muscolari coinvolte contemporaneamente.

(**) La durata e l'intensità dello sforzo determinano la resistenza e la potenza.



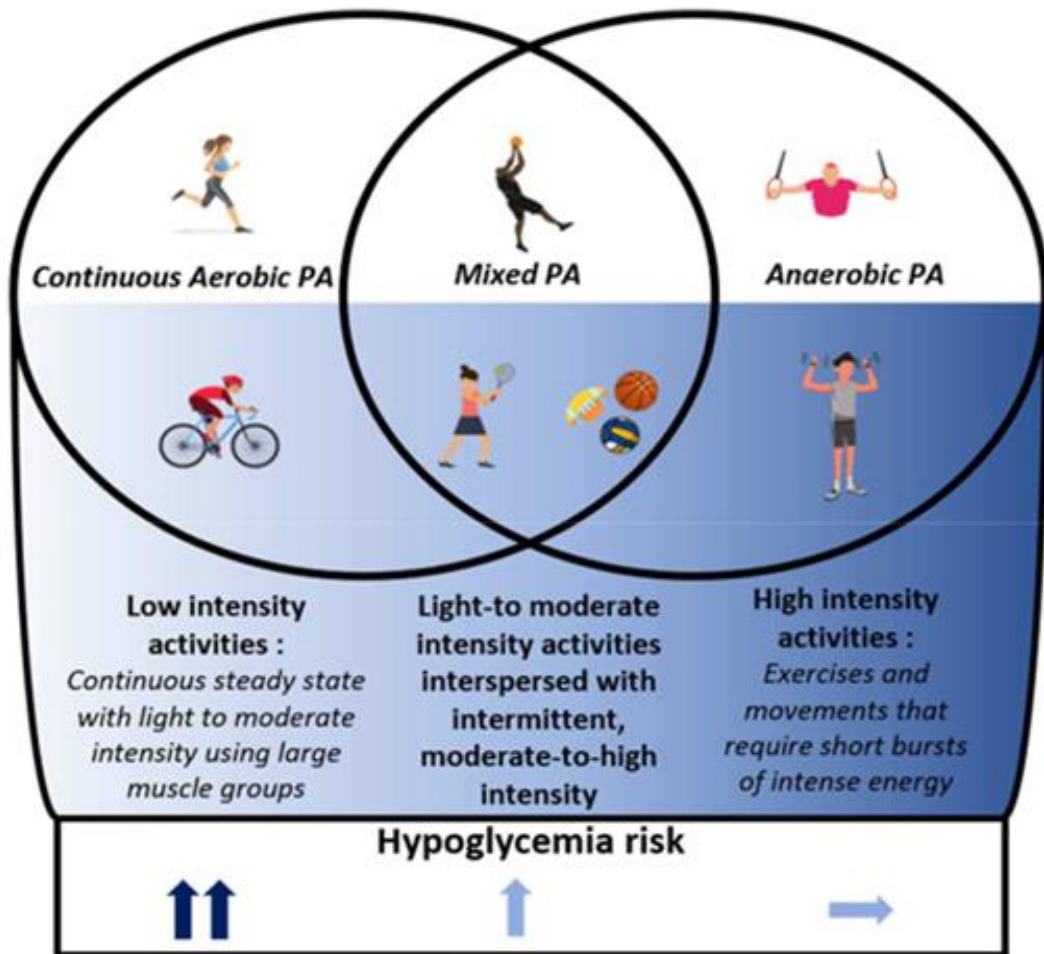
Metabolismo anaerobico alattacido

- Entità tensione muscol. = massima
- Durata del lavoro = fino a 6-8 sec. circa
- Frequenza cardiaca = 180 e oltre (*)
- Consumo di ossigeno = ---- ---- ----
- Fibre muscolari coinvolte = FTb (veloci)
- Capacità interessata = forza e velocità

Esercizio fisico: si ma quale?

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo



La risposta glicemica all'esercizio fisico è molto variabile, soggettiva e poco prevedibile

Molveau, Can J Diabetes. 2021

Esercizio fisico e DMT1: complessità

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo

Condizioni
esterne

Intensità

Insulina
attiva

Timing:
post-prandiale
a digiuno

Ormoni della
contro-
regolazione

Durata

Tipo di attività:
aerobica,
anaerobica

La risposta
glicemica
all'esercizio fisico è
molto variabile,
soggettiva e poco
prevedibile

Ansia da
prestazione,
stress

Glicemia
prima
dell'esercizio

Esercizio fisico e DMT1: complessità

Obiettivi:



Strategie:

- Iniziare l'attività con buoni valori glicemici
- evitare ipoglicemie ed iperglicemie durante l'attività
- evitare ipoglicemie tardive e notturne
- praticare attività fisica con la miglior serenità possibile

- Ottimizzare l'alimentazione
- Incrementare la frequenza di misurazioni
- Imparare a conoscere le proprie risposte
- Utilizzare la tecnologia

Esercizio fisico e DMT1: come lo gestisco?

EASD raccomanda i seguenti target glicemici all'inizio dell'attività, in base al grado di allenamento ed al rischio di ipoglicemia:

<126 mg/dl per pz con basso rischio ipoglicemico o molto allenati

<145 mg/dl per pz con medio rischio ipoglicemico o moderatamente allenati

<161 mg/dl per pz ad alto rischio ipoglicemico o poco allenati



Physical Activity/Exercise and
Diabetes: A Position Statement of
the American Diabetes Association

Sheri R. Colberg,¹ Ronald J. Sigal,²
Jane E. Yardley,³ Michael C. Riddell,⁴
David W. Dunstan,⁵ Paddy C. Dempsey,⁵
Edward S. Horton,⁶ Kristin Castorino,⁷ and
Deborah F. Tate⁸

Esercizio fisico e DMT1: come lo gestisco?

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo

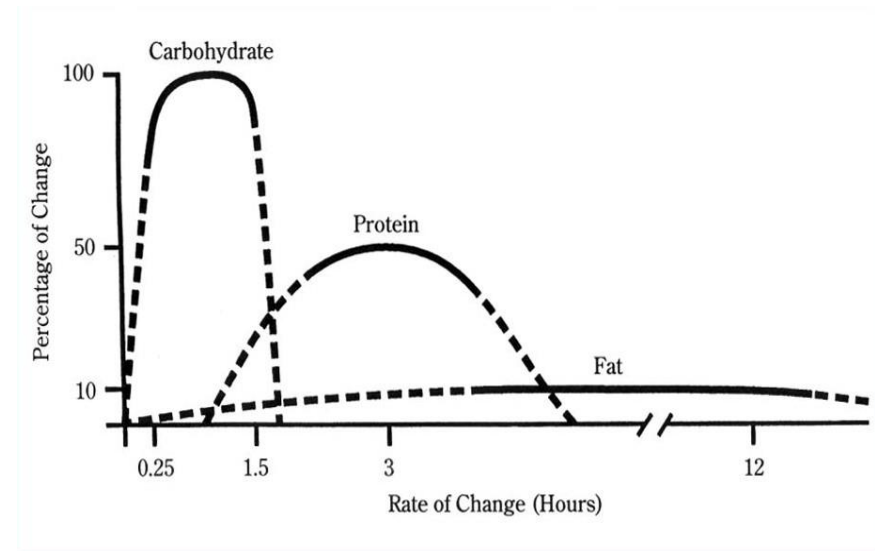
Obiettivi dell'alimentazione per la pratica sportiva:

- Disponibilità energetica durante l'attività
- Miglioramento composizione corporea
- Rapido recupero



Nel paziente con diabete:

- Disponibilità energetica
- Miglioramento composizione corporea
- Rapido recupero
- **Evitamento escursioni glicemiche**



Tempo di conversione di carboidrati, proteine e lipidi in glucosio

Il ruolo dell'alimentazione: non solo carboidrati e glicemie

PRIMA

Table 1—Suggested carbohydrate intake or other actions based on blood glucose levels at the start of exercise

Pre-exercise blood glucose	Carbohydrate intake or other action
<90 mg/dL (<5.0 mmol/L)	<ul style="list-style-type: none">• Ingest 15–30 g of fast-acting carbohydrate prior to the start of exercise, depending on the size of the individual and intended activity; some activities that are brief in duration (<30 min) or at a very high intensity (weight training, interval training, etc.) may not require any additional carbohydrate intake.• For prolonged activities at a moderate intensity, consume additional carbohydrate, as needed (0.5–1.0 g/kg body mass per h of exercise), based on blood glucose testing results.
90–150 mg/dL (5.0–8.3 mmol/L)	<ul style="list-style-type: none">• Start consuming carbohydrate at the onset of most exercise (~0.5–1.0 g/kg body mass per h of exercise), depending on the type of exercise and the amount of active insulin.
150–250 mg/dL (8.3–13.9 mmol/L)	<ul style="list-style-type: none">• Initiate exercise and delay consumption of carbohydrate until blood glucose levels are <150 mg/dL (<8.3 mmol/L).
250–350 mg/dL (13.9–19.4 mmol/L)	<ul style="list-style-type: none">• Test for ketones. Do not perform any exercise if moderate-to-large amounts of ketones are present.• Initiate mild-to-moderate intensity exercise. Intense exercise should be delayed until glucose levels are <250 mg/dL because intense exercise may exaggerate the hyperglycemia.
≥350 mg/dL (≥19.4 mmol/L)	<ul style="list-style-type: none">• Test for ketones. Do not perform any exercise if moderate-to-large amounts of ketones are present.• If ketones are negative (or trace), consider conservative insulin correction (e.g., 50% correction) before exercise, depending on active insulin status.• Initiate mild-to-moderate exercise and avoid intense exercise until glucose levels decrease.

Adapted from Zaharieva and Riddell (88). American Diabetes Association (ADA), 2020

- **CHO:** meglio complessi, abbinati a piccola fonte proteica facilmente digeribile 2–4 h prima (fino a 3–4 g CHO/kg se attività estremamente intense) oppure zuccheri semplici a ridosso dell'attività (fino a 1 g CHO/kg, meglio liquidi)
- **FLUIDI:** al massimo 4 h prima dell'esercizio, 350– 600 mL di acqua o miscele per sportivi.

Il ruolo dell'alimentazione: non solo carboidrati e glicemie

DURANTE

- *Se necessità di zuccheri semplici durante l'attività meglio usare mix di diversi tipi di zuccheri per facilitare assorbimento*

	1 classe	2 classe	3 classe
QUALI	Extra rapidi Destrosio, glucosio, sciroppo di glucosio, maltosio	Medio assorbimento Saccarosio e maltodestrine	Lento assorbimento Isomaltosio e ciclodestrine
QUANTI	3-15 gr	10-30 gr	20-25 gr
QUANDO	Se ipoglicemia Sprint finale	Per prevenire calo	Per attività aerobica bassa intensità e lunga durata (mantenimento della glicemia)
LATENZA ED EFFETTI	5-10 ' da assunzione Breve durata	10-20' da assunzione, Breve durata	Dopo 30' da assunzione Mantenimento per 40- 60'

- **CHO:** semplici, secondo valore glicemico e intensità dell'attività (15-30 gr ogni 30')
- **FLUIDI:** 0.4 - 0.8 L/h, a seconda delle esigenze (sudore, calore...)

Il ruolo dell'alimentazione: non solo carboidrati e glicemie

DOPO

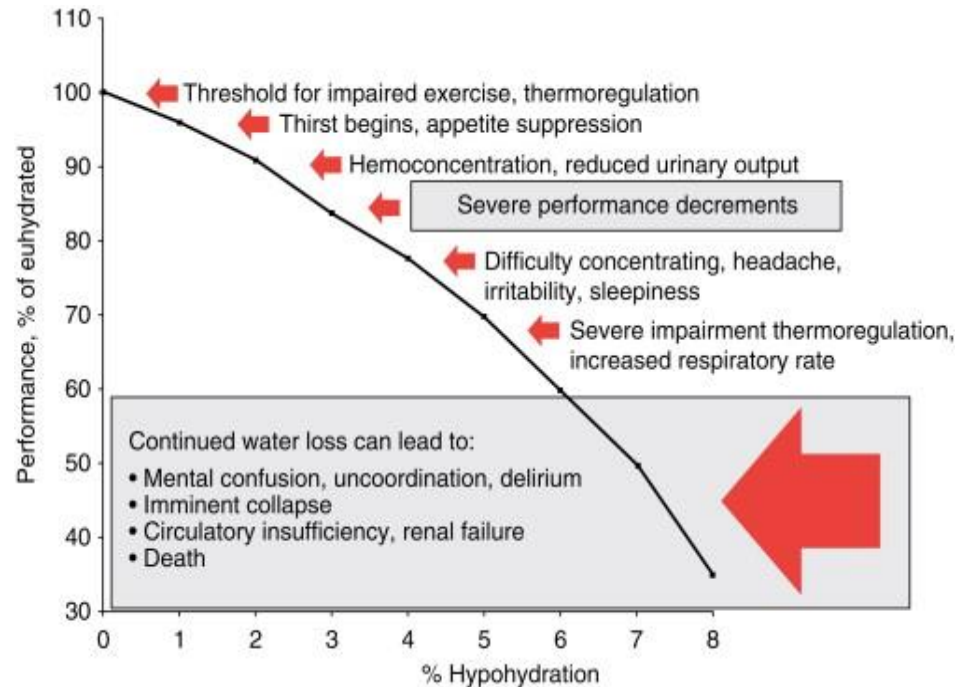
- **CHO:** fino a 1.0–1.5 g/kg entro 30 min per incrementare le scorte di glicogeno e ridurre il tempo di recupero muscolare
- **PROTEINE:** 10–20 gr nelle ore successive favoriscono riparazione tissutale e sintesi proteica
- **LIQUIDI:** 125%–150% rispetto alle perdite.

Attenzione alle
ipoglicemie tardive!

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo

- *Un eccesso di zuccheri e di liquidi (così come un pasto abbondante a ridosso dell'attività) può causare discomfort GI*
- *La disidratazione causa pseudo-iperlicemia (ma dà sintomi simil ipo!!)*



A.W. Subudhi, et al., *Encyclopedia of Human Nutrition (Third Edition)*, 2013

Il ruolo dell'alimentazione: non solo carboidrati e glicemie

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo

- *Riduzione del bolo il pasto precedente per innalzare il target glicemico pre-attività*
- *Riduzione della basale la sera prima per attività veramente intense e prolungate (es trekking o maratone) ed eventualmente la sera stessa → ipoglicemie tardive*
- *Adeguate gestione dell'alimentazione (pre-durante-post)*
- *Misurazione frequente della glicemia (ogni 15-30 minuti, appena prima, durante e fino a 90 minuti dopo l'esercizio)*

Table 1 Recommendations for the reduction of pre-meal insulin bolus depending on the duration and intensity of PA (Rabasa-Lhoret et al., 2001)

	PA duration	PA intensity (% VO _{2max})		
		25%	50%	75%
Dose of meal bolus reduction (%)	30-min	25	50	75
	60-min	30	75	∅

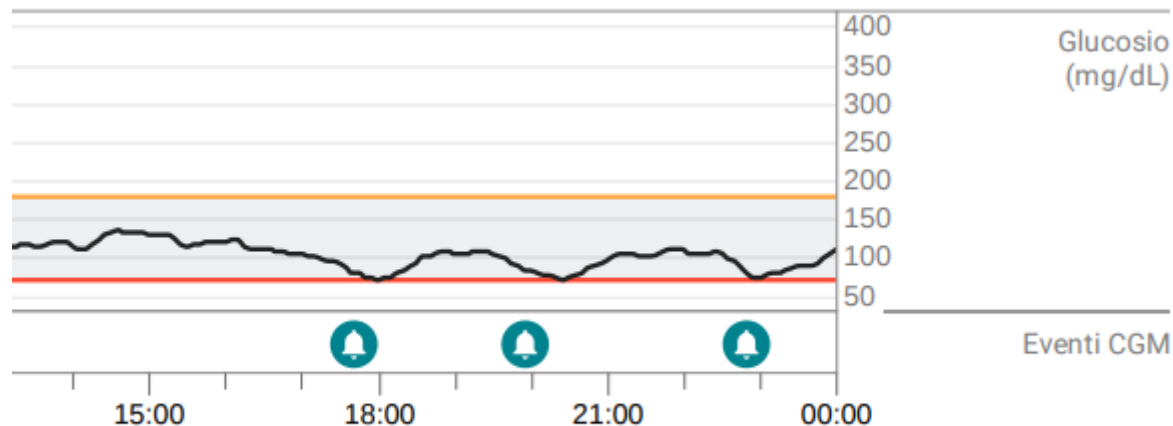
Attività, BGM e MDI: ancora possibile?

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo

CGM e FGM di ultima generazione facilitano il controllo glicemico:

- praticità e rapidità nell'utilizzo
- allarmi predittivi, reali e ripetibili
- frecce di tendenza



CGM durante l'attività: sfruttarlo al meglio

Pre-exercise sensor glucose for different groups in T1D			Trend arrow	Action	
Ex 2 and/or low hypo risk	Ex 1 and/or moderate hypo risk ^a	Ex 0 and/or high hypo risk ^b	Direction	Increase in sensor glucose expected	Decrease in sensor glucose expected
>15.0 mmol/l (>270 mg/dl) AND >1.5 mmol/l blood ketones			↗↘↔↙↕	No Ex, Insulin correction	
>15.0 mmol/l (>270 mg/dl) AND ≤1.5 mmol/l blood ketones			↗↗	Consider insulin correction ^c , Can start AE	Consider insulin correction ^c , Can start all Ex
			→	Consider insulin correction ^c , Can start AE	Consider insulin correction ^c , Can start all Ex
			↘↘	Can start all Ex	
10.1–15.0 mmol/l (181–270 mg/dl)	11.1–15.0 mmol/l (199–270 mg/dl)	12.1–15.0 mmol/l (217–270 mg/dl)	↗↗	Can start AE Consider insulin correction for RT, HIT ^c	
			→	Can start all Ex, Consider insulin correction ^c	Can start all Ex
			↘↘	Can start all Ex	
7.0–10.0 mmol/l (126–180 mg/dl)	8.0–11.0 mmol/l (145–198 mg/dl)	9.0–12.0 mmol/l (162–216 mg/dl)	↗↗	Can start all Ex	
			→		
			↘↘	Can start all Ex	~15 g CHO, Can start all Ex
5.0–6.9 mmol/l (90–125 mg/dl)	5.0–7.9 mmol/l (90–144 mg/dl)	5.0–8.9 mmol/l (90–161 mg/dl)	↗↗	Can start all Ex	~15 g CHO, Can start all Ex
			→	~10 g CHO, Can start all Ex	~20 g CHO, Can start all Ex
			↘	~15 g CHO, Delay all Ex ^d	~25 g CHO, Delay all Ex ^d
			↓	20 g CHO, Delay all Ex ^d	~30 g CHO, Delay all Ex ^d
3.9–4.9 mmol/l (70–89 mg/dl)			↑	~10 g CHO, Can start all Ex	~20 g CHO, Delay all Ex ^d
			↗	~15 g CHO, Delay all Ex ^e	~25 g CHO, Delay all Ex ^d
			→	20 g CHO, Delay all Ex ^e	~30 g CHO, Delay all Ex ^d
			↘	~25 g CHO, Delay all Ex ^e	~35 g CHO, Delay all Ex ^d
			↓	Individual amount CHO ingestion, Delay all Ex ^e	Individual amount CHO ingestion, Delay all Ex ^d
<3.9 mmol/l (<70 mg/dl)			Individual amount CHO ingestion, Delay all Ex ^f		

Attenzione!

Il CGM però

- aument
- maggior
- fattori in
- corpore
- fattori “

Controllare s

Il monitoraggio
consumo di
dopo l'eserc

Points to consider when using CGM/isCGM around exercise

Before exercise

- Know type, intensity and duration of exercise
- Consider timing of exercise
- Know how much insulin on board
- Target a sensor glucose range based on exercise routine and risk of hypoglycaemia accompanied by adequate trend arrow

During exercise

- Target sensor glucose ranges should be between 7.0 mmol/l and 10.0 mmol/l (126 mg/dl and 180 mg/dl) and slightly higher for those with an increased risk of hypoglycaemia
- At a glycaemic threshold of 7.0 mmol/l (126 mg/dl), accompanied by a horizontal trend arrow, 10–15 g of carbohydrates should be consumed; 15–25 g carbohydrates should be consumed immediately if accompanied by a (slightly) downward trend arrow; 20–35 g of carbohydrates should be consumed if accompanied with a downward trending arrow
- If sensor glucose levels are elevated (>15.0 mmol/l [>270 mg/dl]), monitor blood ketone levels, and an insulin correction may be performed (50% of individual's regular correction factor)
- Exercise should be suspended in adults if the sensor glucose level reaches <3.9 mmol/l (<70 mg/dl) and, if below 3.0 mmol/l (54 mg/dl), then exercise should not be restarted

After exercise

- During the first 90 min following exercise, a sensor glucose range of 4.4 mmol/l to 10.0 mmol/l (80 mg/dl to 180 mg/dl) might be targeted and ~10–15 g carbohydrates should be consumed at the lower glucose limit based on the trend arrow
- If an insulin correction is applied due to high sensor glucose levels, then the regular correction factor might be reduced by up to 50%. CGM alarm should set at 4.4 mmol/l (80 mg/dl) and those using isCGM system should perform at least one scan during the night-time period



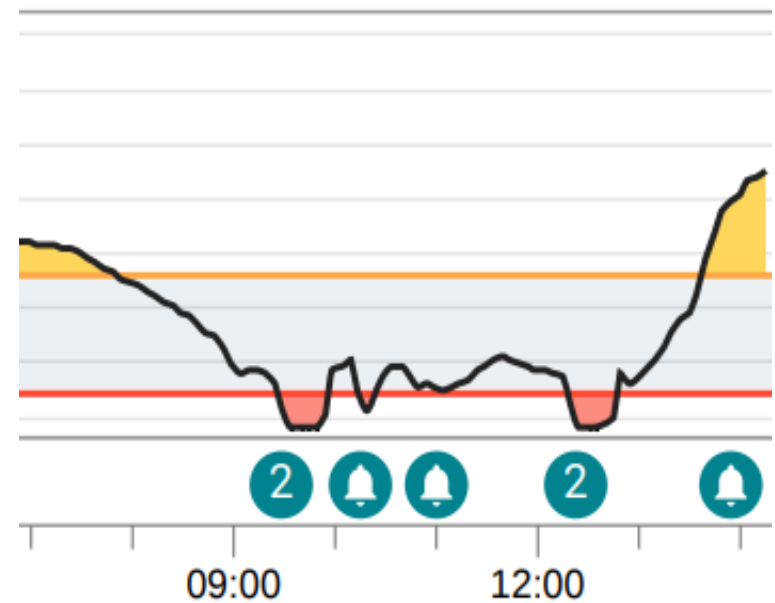
peratura

ento cerotto.

ica, il
durante e

Con i **sistemi non integrati** si dovrebbe:

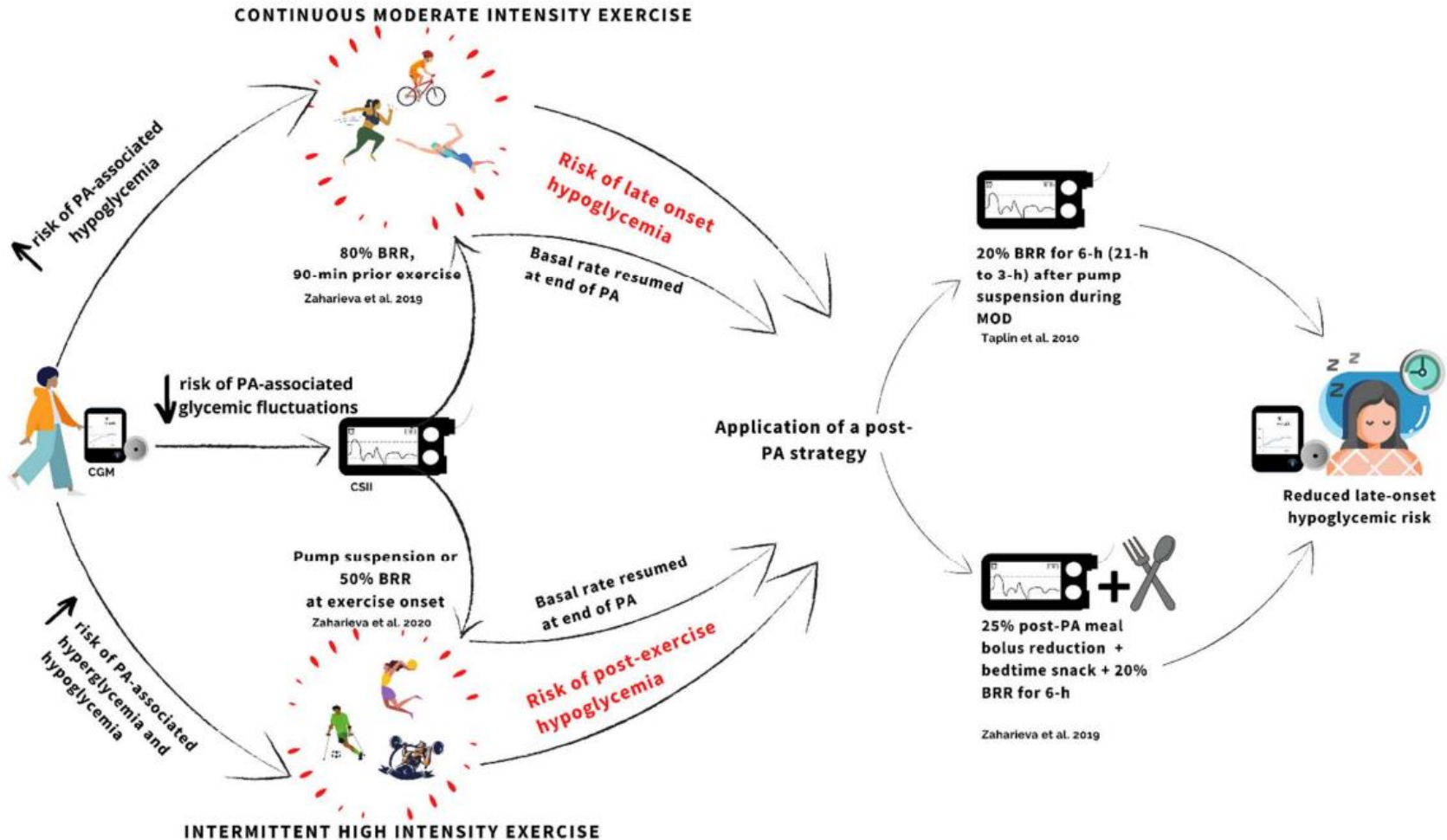
- Ridurre del 50-80% o sospendere l'erogazione basale di insulina circa 1 ora prima (in base al tipo di attività fisica e alla sua durata..)
- Mantenere una velocità ridotta nelle 6-12 ore successive
- Se l'esercizio fisico è post-prandiale (2-3 ore) ridurre il bolo pasto del 25-75%
- Se l'esercizio fisico non è programmato ed è moderato e breve (<30 minuti) ridurre la velocità della basale e integrare con carboidrati.
- Creare un profilo basale ad hoc "sport"



Microinfusori e HCL: l'arma in più?

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo



PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo

Sistemi integrati: permettono un miglior controllo glicemico grazie (non solo) a specifiche funzioni «sport» attivabili, che permettono:

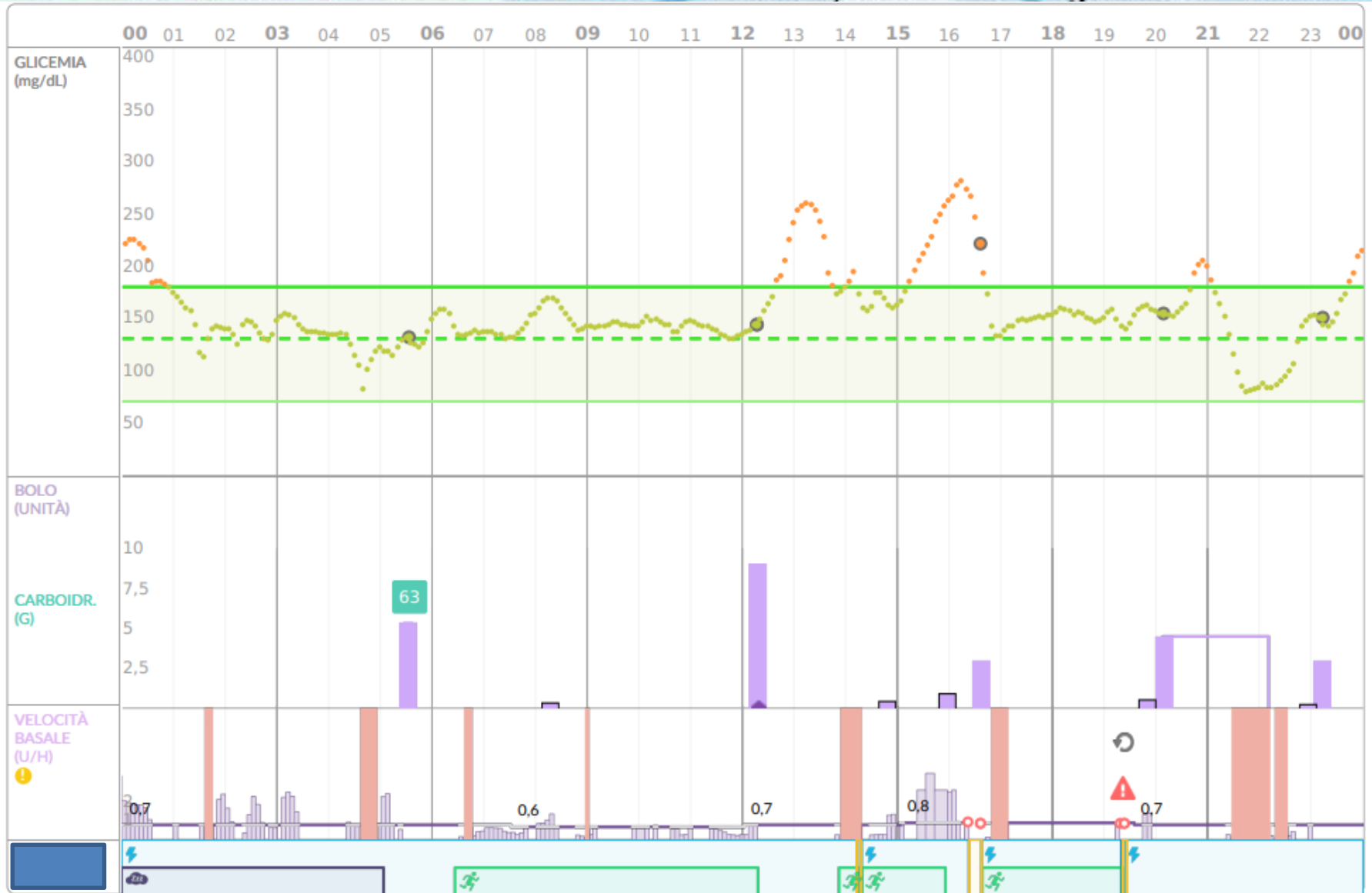
- un target glicemico temporaneo più elevato e più stringente
- la predizione dell'andamento glicemico tramite gli algoritmi
- la modulazione della velocità di erogazione insulinica per contrastare variazioni brusche di glicemia















Microinfusori e HCL: l'arma in più?

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM **Diabete e tecnologia: la conosco?**

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM **Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo**






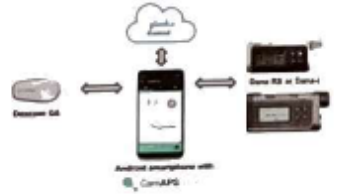
I diversi sistemi a confronto

	<p>CE FDA approved Age ≥ 6 years</p>		<p>MPC Glucose target: 112.5-160 mg/dL Algorithm on the pump Meal: announced (CHO ratio) Physical activity: announced (target glucose range 140-160 mg/dL) Sleep mode (112.5-120 mg/dL)</p>
	<p>CE FDA approved Age ≥ 7 years</p>		<p>PID+Insulin Feedback Glucose target: 100 mg/dL Algorithm on the pump Meal: announced (CHO ratio) Physical activity: target @ 150 mg/dL</p>
	<p>CE approved FDA not approved Age ≥ 18 years</p>		<p>MPC Glucose target: 100-130 mg/dL Algorithm on a dedicated device Meal: announced (CHO ratio or semi-quantitative) Physical activity: announced Zen mode (reduce hypo risk) Confidential mode (interrupt data sharing)</p>
	<p>CE in progress FDA approved Age ≥ 2 years</p>		<p>MPC Glucose target: 110-150 mg/dL Algorithm on the pod Meal: announced (CHO ratio) Physical activity: announced</p>
	<p>CE approved Age ≥ 1 year FDA not approved</p>		<p>MPC Glucose target: 80-198 mg/dL Algorithm on a smartphone Meal: announced (CHO ratio or semi-quantitative) Mode «Boost» or «Ease-Off»</p>
	<p>CE not approved FDA not approved</p>		<p>MPC Glucose target: modifiable Algorithm on the smartphone Meal: announced (CHO) or semi-quantitative or automated (GPS restaurant/home) Physical activity: announced or automated (GPS)</p>

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

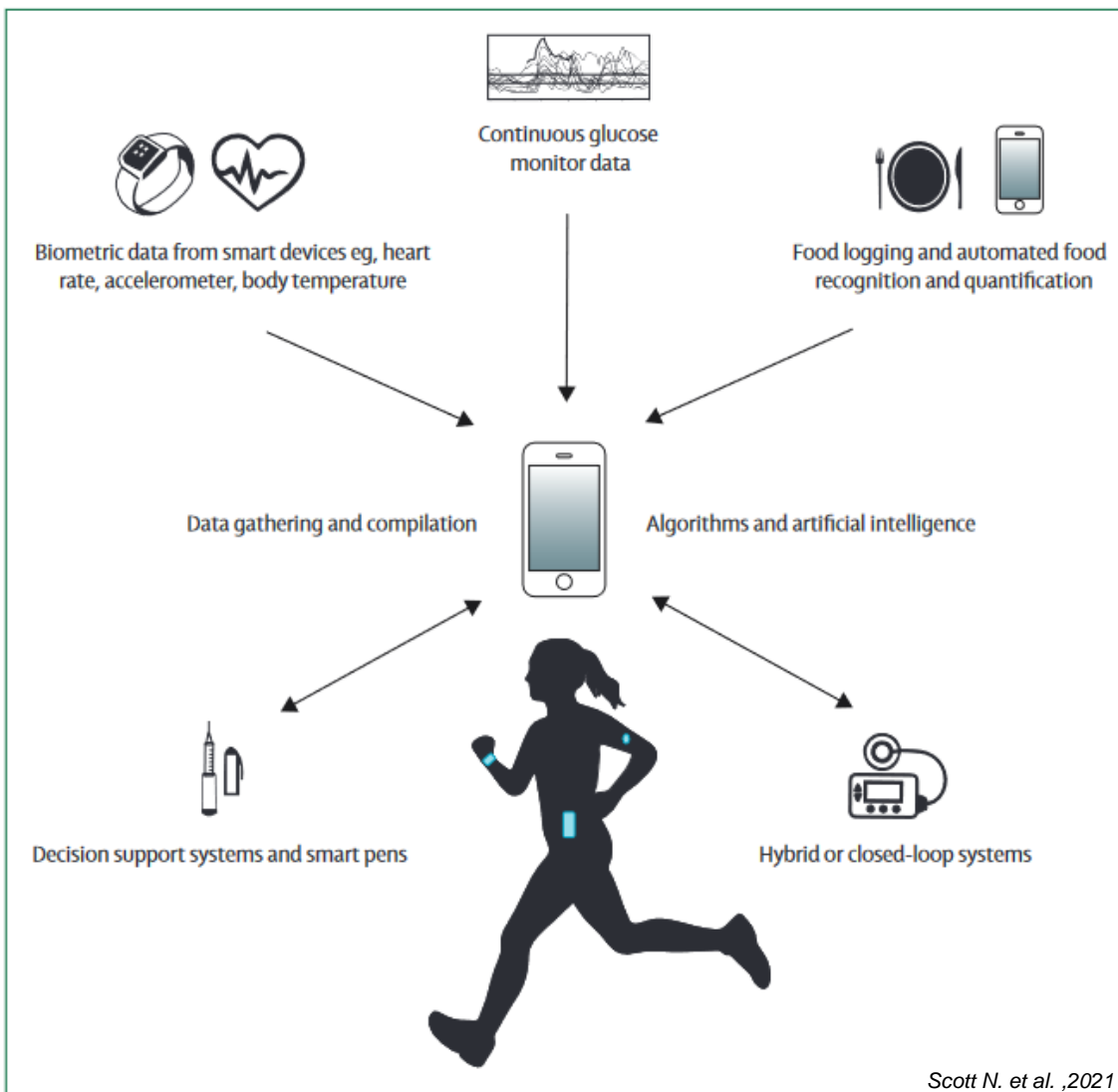
SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo

TABLE 3 Exercise Targets and Settings for Available AID Systems

AID System	Sensor and Pump Technology	Standard Glucose Target, mg/dL	Exercise Glucose Target, mg/dL	Exercise Target Terminology	Additional Information
		120	150	Temp Target	Program for duration of time; will automatically deactivate at the end of the programmed time period
		100, 110, or 120	150	Temp Target	Program for duration of time; will automatically deactivate at end of the programmed time period; Temp Target disables the automated bolus feature
		112-160	140-160	Exercise Activity (up to six personal profiles can be created with personalized basal doses, insulin-to-carbohydrate ratios, and insulin sensitivity factors for use with Exercise Activity)	Manual start/stop—cannot program a duration of time; exercise mode suspends insulin delivery at a higher predicted glucose than standard mode but delivers insulin for usual hyperglycemic targets; overrides programmed sleep mode unless exercise mode switched off
		105 (customizable)	Customizable	Ease-Off or Planned Ease-Off	Program for duration of time; will automatically deactivate at the end of the programmed time period
		110, 120, 130, 140, or 150 (customizable throughout the day)	150	Activity	During activity feature, automated insulin delivery is decreased, calculated IOB is increased, and maximum insulin delivery is restricted; enable for 1-24 hours; will automatically deactivate at end of enabled time period
		Customizable	Customizable	Ability to change/scale all insulin delivery parameters (aggressiveness of automation) and targets	Program for duration of time or schedule for specific time; will automatically deactivate at the end of the programmed or scheduled time period
		Customizable	Customizable	Ability to change/scale all insulin delivery parameters (aggressiveness of automation) and targets	Program for duration of time or schedule for specific time; will automatically deactivate at the end of the programmed or scheduled time period
		Customizable	Customizable	Ability to change/scale all insulin delivery parameters (aggressiveness of automation) and targets	Program for duration of time or schedule for specific time; will automatically deactivate at the end of the programmed or scheduled time period

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo



L'integrazione di dati e misurazioni differenti permetterà sempre più facilmente l'approccio all'attività sportiva anche nella persona con diabete di tipo 1

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo

- *L'attività fisica e lo sport sono essenziali per la salute e il benessere e devono essere parte della vita della persona con DMT1*
- *La risposta glicemica all'attività dipende non solo dal tipo di attività, ma da molti altri fattori ormonali, ambientali, nutrizionali e psicologici.*
- *L'alimentazione gioca un ruolo fondamentale nella pratica sportiva, non solo ai fini glicemici!*
- *L'utilizzo di tecnologie sempre più avanzate permette alle persone con diabete di tipo 1 di approcciarsi allo sport con una serenità maggiore, raggiungendo gli obiettivi di benessere e i risultati competitivi sperati*

Conclusioni

PRIMO TEMPO: COGITO ERGO SUM Diabete e tecnologia: la conosco?

SECONDO TEMPO: INTELLEGO ERGO SUM Diabete, cibo e tecnologia: come la utilizzo



Grazie per l'attenzione!