



SID

Società Italiana
di Diabetologia



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

LA TECNOLOGIA PER LA CURA DEL DIABETE: DALLA SMART MDI ALL'HYBRID CLOSED LOOP

Roma, 1/2 aprile 2025

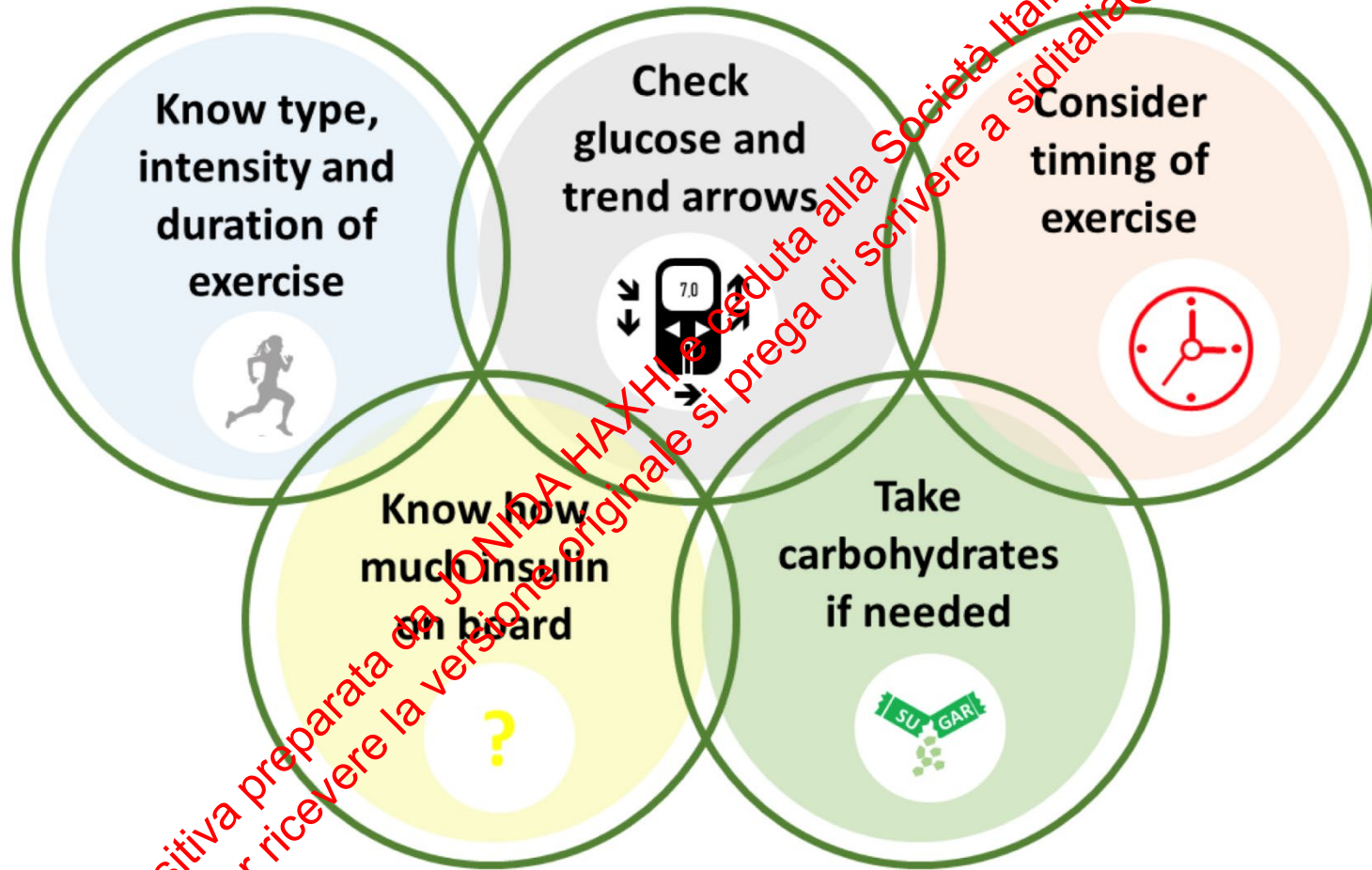
AUTOMAZIONE AVANZATA ED ESERCIZIO FISICO

Dott.ssa Jonida Haxhi

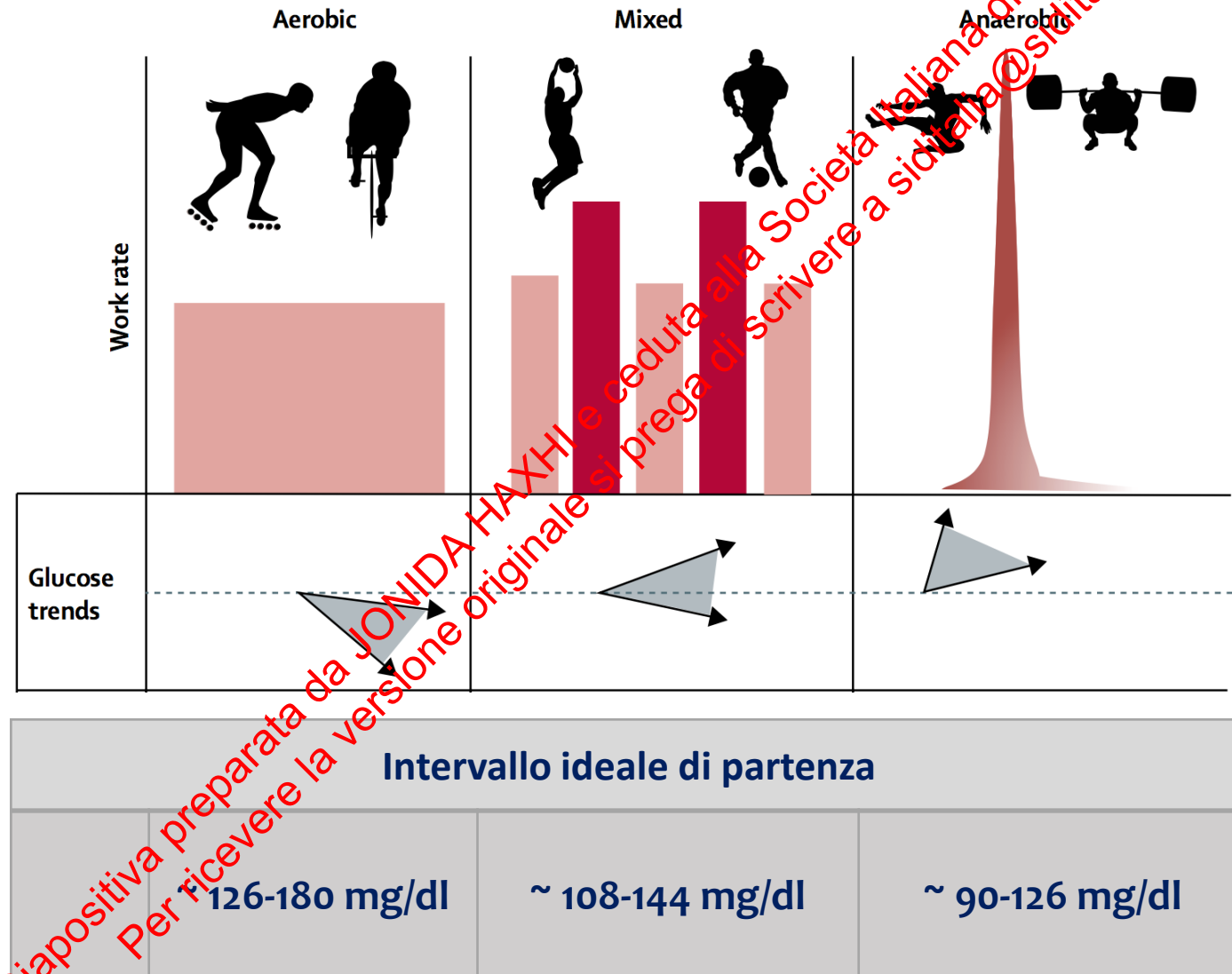
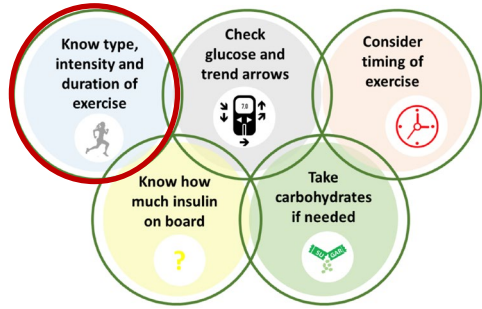
Dipartimento di Medicina Clinica e Molecolare

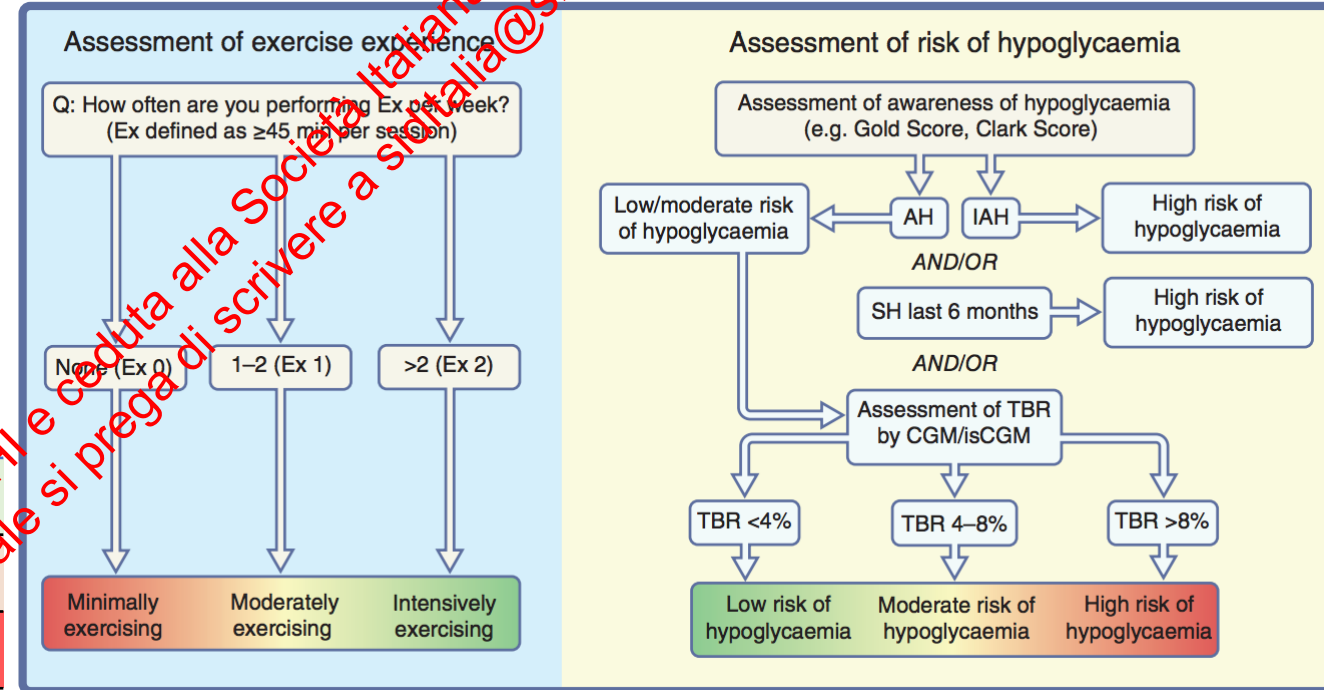
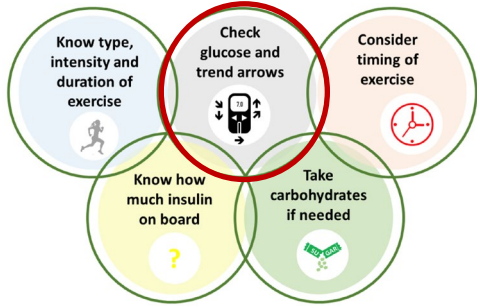
Università degli Studi di Roma La Sapienza

Diapositiva preparata da JONIDA HAXHI e ceduta alla Società Italiana di Diabetologia.
Per ricevere la versione originale si prega di scrivere a siditalia@siditalia.it



Diapositiva preparata da JONIDA HAXHI e ceduta alla Società Italiana di Diabetologia.
Per ricevere la versione originale si prega di scrivere a siditalia@siditalia.it





RISCHIO BASSO	126-180 mg/dl
RISCHIO MODERATO	145-198 mg/dl
RISCHIO ELEVATO	162-216

>15.0 mmol/l (>270 mg/dl) AND >1.5 mmol/l blood ketones	↑↑→↓↓	No Ex, Insulin correction
<3.9 mmol/l (<70 mg/dl)		Individual amount CHO ingestion, Delay all Ex ^f

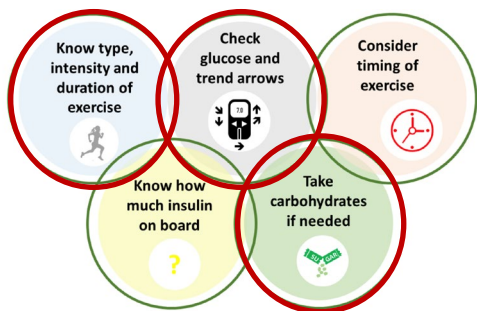


Table 2. Extra carbohydrate and insulin adjustment for different physical activity depending on duration and intensity (percentage of maximal heart rate)

	Duration			
Intensity	< 20 min	20–60 min	> 60 min	> 60 min (insulin dosage)
< 60%	0 g	15 g	30 g/h	-20%
60%–75%	15 g	30 g	75 g/h	-20%
> 75%	30 g	75 g	100 g/h	-30%

(Data from Grimm et al. [7•].)



3–6 g for a horizontal trend arrow



9–12 g for a decreasing arrows



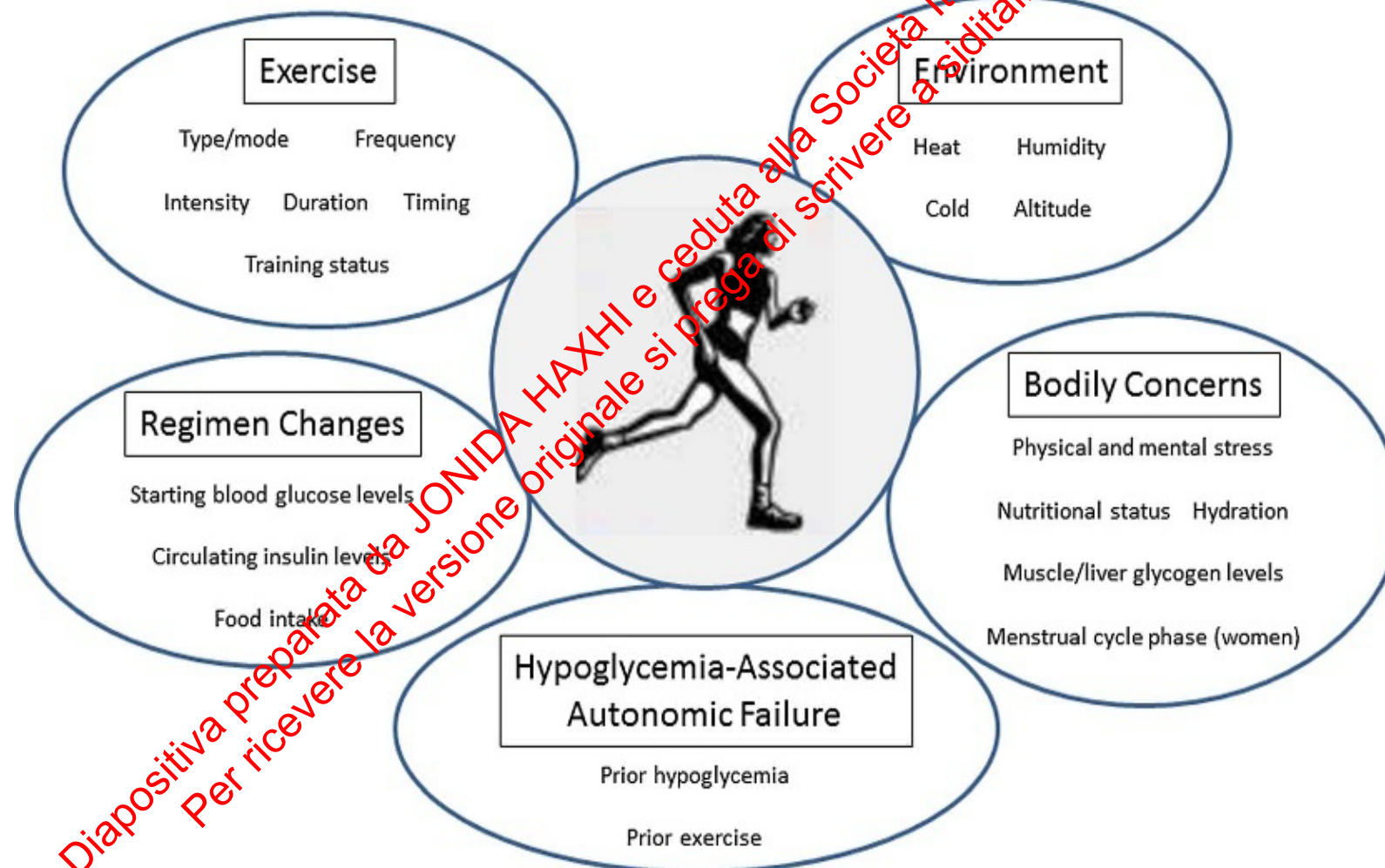
6–9 g for a slightly decreasing trend arrow



12–20 g for 2 or 3 decreasing arrows

Diapositiva preparata da JONIDA HAXHI e ceduta alla Società Italiana di Diabetologia.
Per ricevere la versione originale si prega di scrivere a siditalia@siditalia.it

Altri fattori da considerare



Sistemi automatici

Hybrid Closed Loop Automation

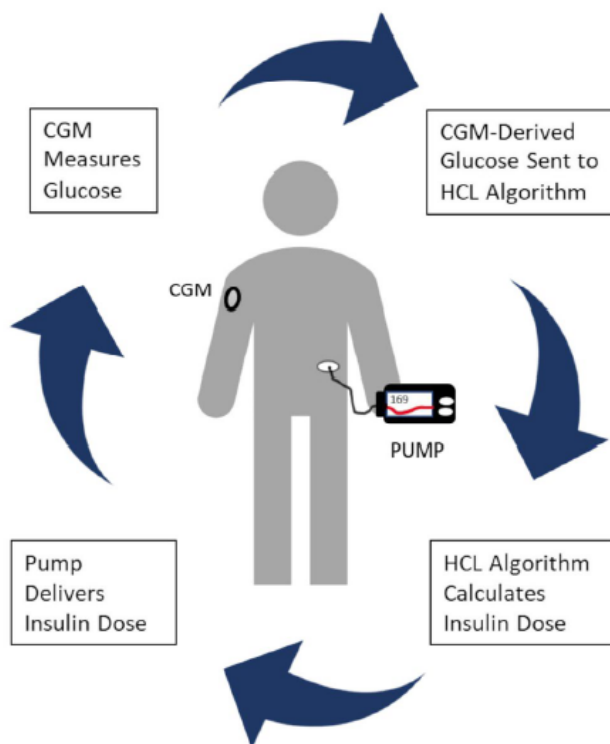


Table 1. Strengths and Limitations of Current Commercially Available CL Systems During Exercise.

Strengths	Limitations
• Responsive to changes in glucose • Devices are portable • Improved time-in-range during exercise • Most systems are waterproof or water-resistant • Device performance is not significantly impacted by exercise	• Preplanning required due to slow onset and offset of subcutaneously delivered insulin • CGM and cannula site adhesive may be affected by sweat • Inability to automatically recognize exercise versus rest • CGM accuracy can be impacted with rapid changes in glucose during exercise

Abbreviations: CL, closed loop; CGM, continuous glucose monitoring.

Sistemi automatici e esercizio

Target temporaneo a **150 mg/dl**

Durata programmabile fino a 24 ore

Basale automatica ridotta

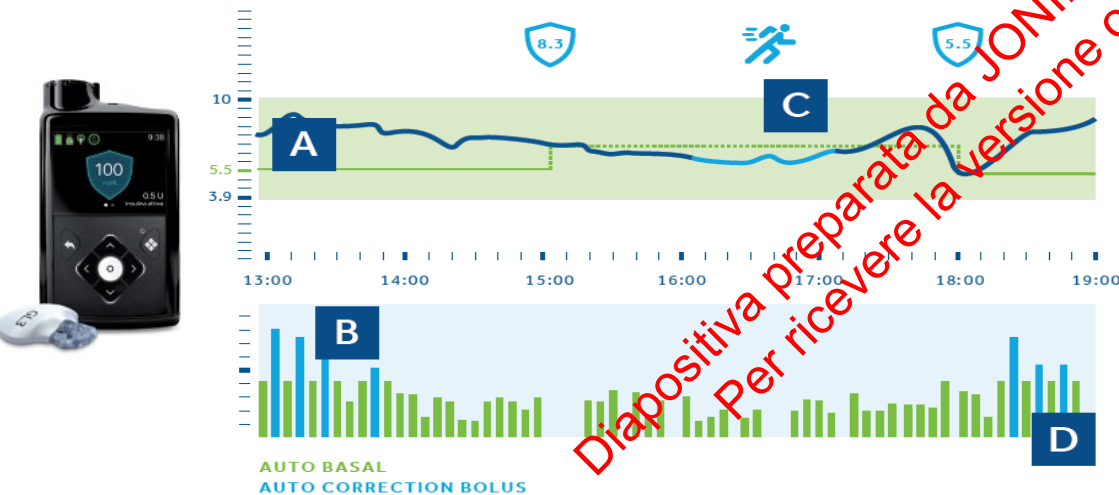
No boli automatici (AHCL)

Modalità «Esercizio» con range tra **140 - 160 mg/dl**

Necessita di essere sospesa manualmente

Si boli automatici

Possibilità di modificare il bolo consigliato



Sistemi automatici e esercizio

Modalità Ease-off – **Aumento del target** di 40 mg/dl e **riduzione dell'erogazione**

dell'insulina del 35%

Durata programmabile 10 minuti fino a 24 ore

Possibilità di modificare il bolo consigliato

Target temporaneo aumentato di 70 mg/dl (modulazione basale e boli di correzione)

Possibilità di ridurre la sensibilità insulinica fino a 14 ore

Possibilità di annunciare intensità diverse di esercizio

Raccomandazione dei carboidrati di emergenza



Attività pianificata

1. SE prevista riduzione glicemica:
 - a) **Target temporaneo** 1-2 ore prima
 - b) Riduzione del **bolo prandiale** 25-30% (AF entro 2h dal pasto)
2. SE previsto aumento glicemico:
 - a) **Riduzione del target** a inizio AF
 - b) Bolo solito al pasto pre-AF

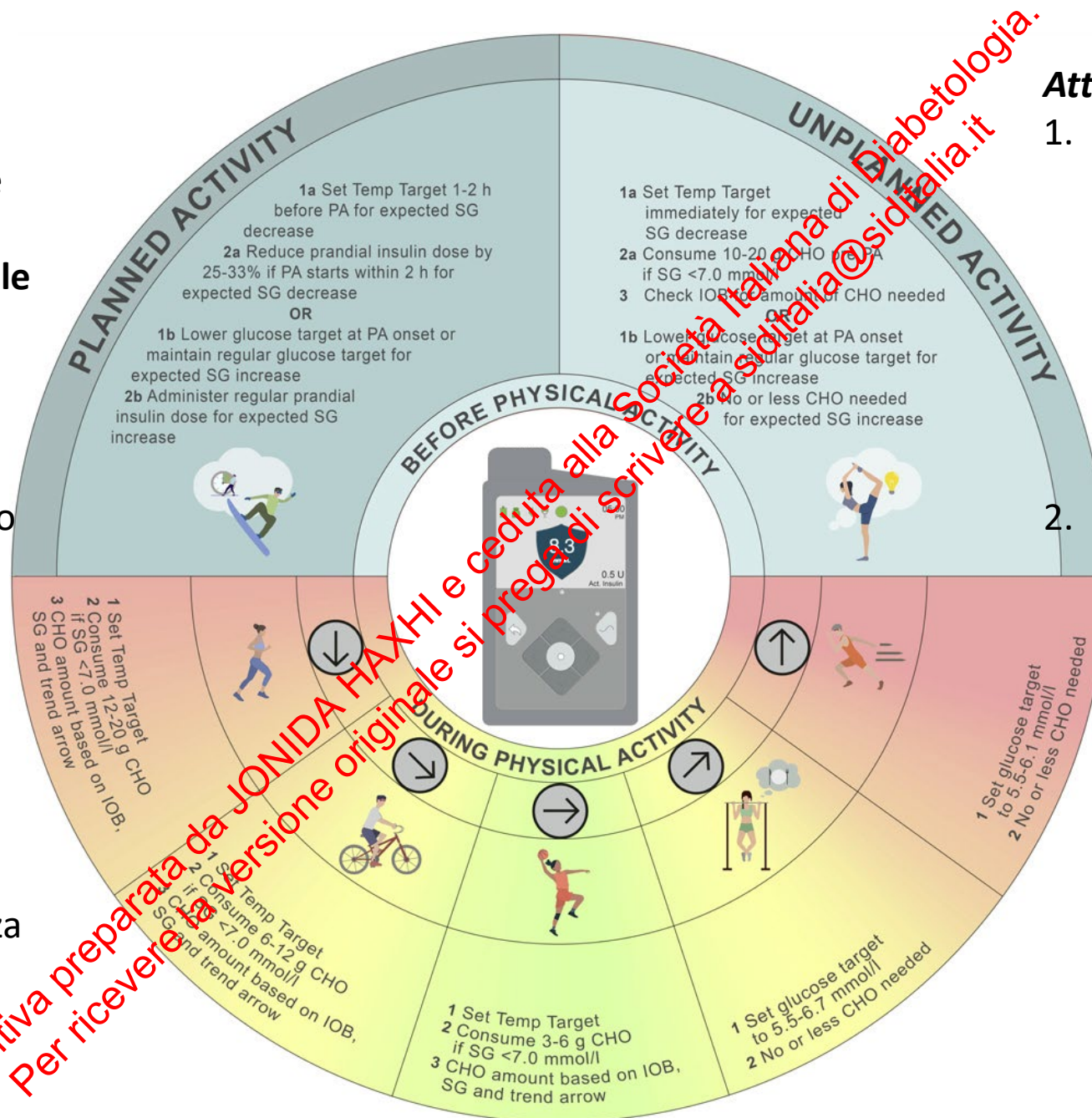
Durante l'Attività:

SE riduzione della glicemia:

- a) Consumare **CHO** in base a: glicemia, frecce di tendenza e IOB

SE aumento della glicemia:

- a) Riduzione del target
- b) No CHO



Attività non pianificata:

1. SE prevista riduzione della glicemia:
 - a) **Target temporaneo** appena inizia AF
 - b) Consumare 10-20 g di **CHO** se glicemia < 126 mg/dl (+IOB)
2. SE previsto aumento della glicemia:
 - a) **Riduzione del target/target solito**
 - b) No CHO

Aspetti unici dell'atleta con T1D

Diabetologia (2020) 63:1475–1490

<https://doi.org/10.1007/s00125-020-05183-8>

REVIEW

The competitive athlete with type 1 diabetes



Michael C. Riddell^{1,2}  • Sam N. Scott^{3,4} • Paul M. Fournier⁵ • Sheri R. Colberg⁶ • Ian W. Gallen⁷ • Othmar Moser⁸ • Christoph Stettler³ • Jane E. Yardley^{9,10,11} • Dessi P. Zaharieva¹² • Peter Adolfsson^{13,14} • Richard M. Bracken¹⁵

Diapositiva preparata da JONIDA HAXHI e ceduta alla Società Italiana di Diabetologia.
Per ricevere la versione originale si prega di scrivere a siditalia@siditalia.it

Aspetti unici dell'atleta con T1D

❑ Sfide personali:

- ✓ Allenamenti frequenti e lunghi, spesso più di uno al giorno
- ✓ *Target glicemico* durante allenamenti e gare
- ✓ *Paura dell'ipoglicemia*
- ✓ Capacità di riconoscere l'ipoglicemia/fidarsi troppo' dei sintomi percepiti invece di misurare la glicemia
- ✓ *Alimentazione* adeguata (omeostasi glicemica, prestazione fisica)
- ✓ Gestione dello *stress* gara-related

❑ Sfide dello staff medico (preparatore Atletico, nutrizionista dello sport, medico dello sport/diabetologo):

- ✓ *Sicurezza* dell'atleta: monitoraggio glicemico, dieta adeguata, terapia insulinica adeguata (chetoni, diuresi osmotica, disidratazione)
- ✓ *Prestazione* fisica ottimale in gara: evitare ipoglicemia (neuroglicopenia) e iperglicemia

In Viaggio – ‘must-haves’



- ✓ Collaborazione tra l'atleta, preparatore atletico e medico
- ✓ Kit di Viaggio: IL DOPPIO del fabbisogno medico previsto per il viaggio
- ✓ Solo nel bagaglio a mano
- ✓ Snacks e pacchetti di alimenti pronti all'uso
- ✓ Emergency card/braccialetto che attesta la patologia

Sicurezza dell'atleta

- ✓ Conoscenza delle esigenze dell'atleta con diabete tipo 1 da parte di tutto lo staff
- ✓ Educazione terapeutica continua
- ✓ Permessi speciali per misurare la glicemia durante la gara; portare cgm o microinfusore durante la gara
- ✓ In caso di ipoglicemia grave:
 - ✓ Non zucchero per os
 - ✓ Glucagone scio nasale
 - ✓ Soluzione glucosata ev.

Ogni sport ha le sue specifiche

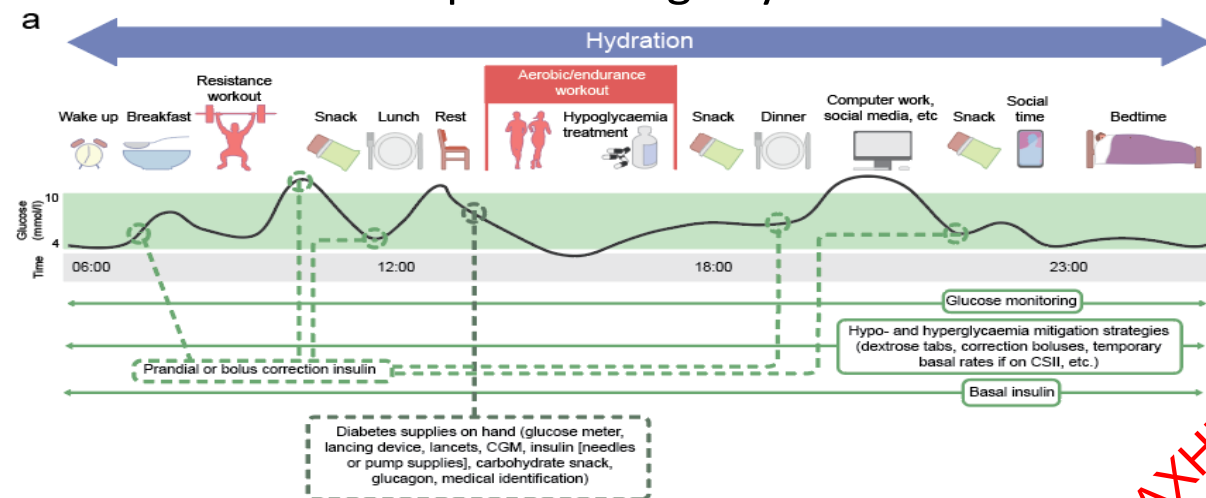
- ✓ **Maratona/Endurance:** fino a 80% di riduzione del fabbisogno insulinico; riduzione glicemica stimata di 10-15 mg/dl/Miglio; durate >30-60 min, bisogno di integrazione continua con cho.
- ✓ **Altitudine:** aumento del tono simpatico e aumento della gluconeogenesi; aumentata insulinoresistenza; riduzione dell'appetito.
- ✓ **Sport da contatto:** CGM e Microinfusori possono danneggiarsi; consigliate correzioni insuliniche intermittenti con penna e misurazioni capillary, nelle pause durante la gara.
- ✓ **Triathlon:** durante il nuoto, usare cgm e microinfusore impermeabili oppure rimuovere e rimettere dopo
- ✓ **Immersioni:** generalmente sconsigliate ma possibili se diving partner conosce la patologia.

Target glicemico durante allenamenti e gare

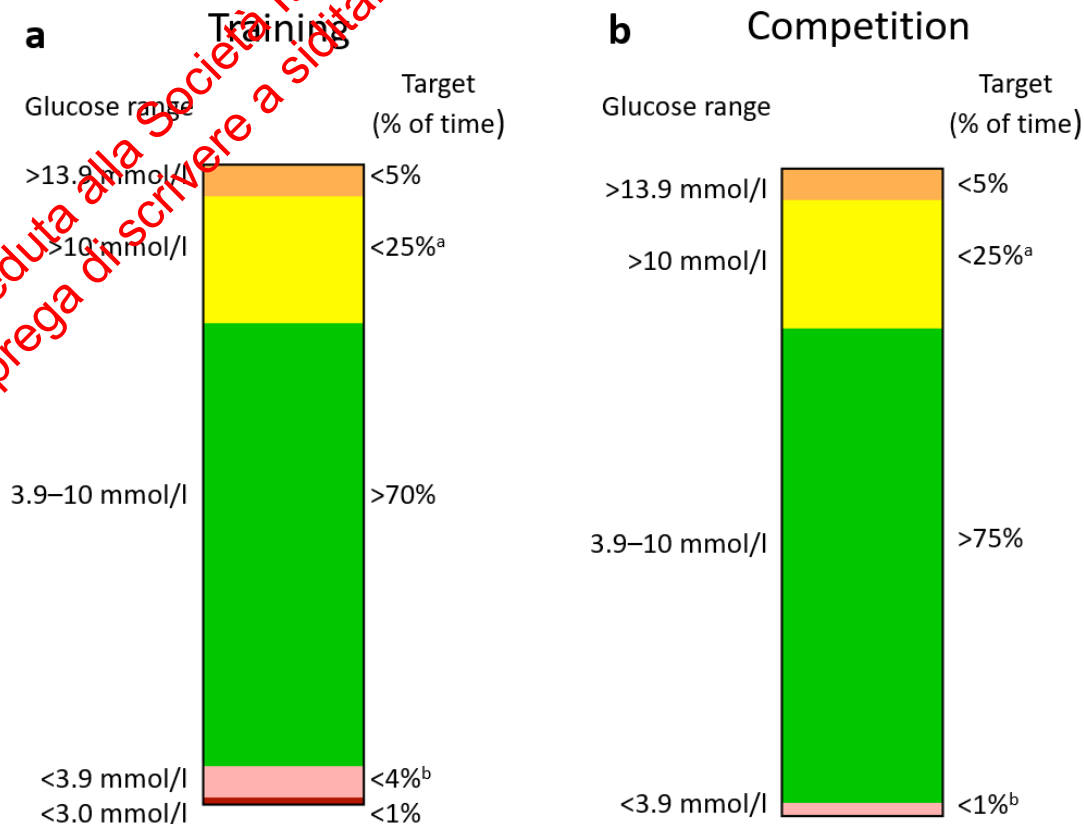
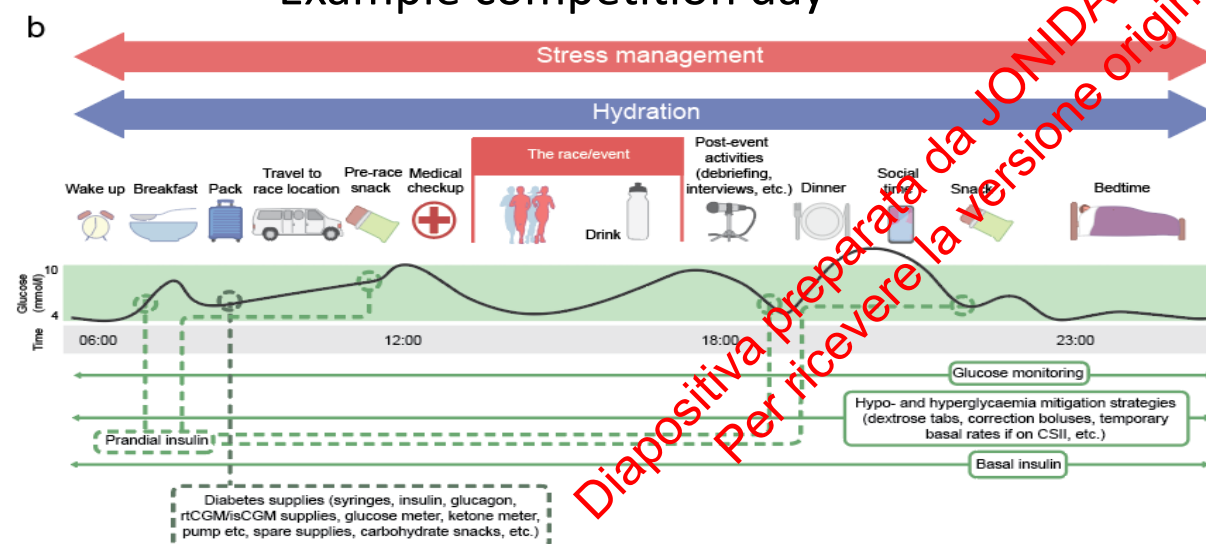
- ✓ Prestazione migliore: tra **70-150 mg/dl**
- ✓ Ogni atleta 'impara' con l'esperienza quale è il range glicemico migliore
- ✓ La maggior parte degli atleti con T1D preferiscono mantenere un range tra **120 e 180 mg/dl**
- ✓ In sport di endurance, mantenere un equilibrio *steady-state* tra **richieste energetiche-infusione di insulina-assunzione di cho**

Example training day

Allenamento vs. Gara



Example competition day



Proposed CGM-based targets for athletes with type 1 diabetes during training (a) and competition (b).

Prestazione fisica ottimale in gara

Evitare ipoglicemia → neuroglicopenia

Evitare iperglicemia → chetoni, diuresi osmotica, disidratazione

- ✓ Educazione terapeutica continua
- ✓ Brevi scatti di esercizio intenso possono ridurre il rischio di ipoglicemia successiva
- ✓ La diuresi osmotica e disidratazione conseguente l'iperglicemia interferisce con la prestazione fisica
- ✓ Allenamento regolare nello stesso orario della gara prevista → sviluppare strategie personali per aggiustare insulina e assunzione di cibo
- ✓ **Recupero post-gara**

Recupero post-gara

Terapia
insulinica

Introito di
nutrienti

Depositi di
glicogeno

Glicemia
adeguata

Proteine
muscolari

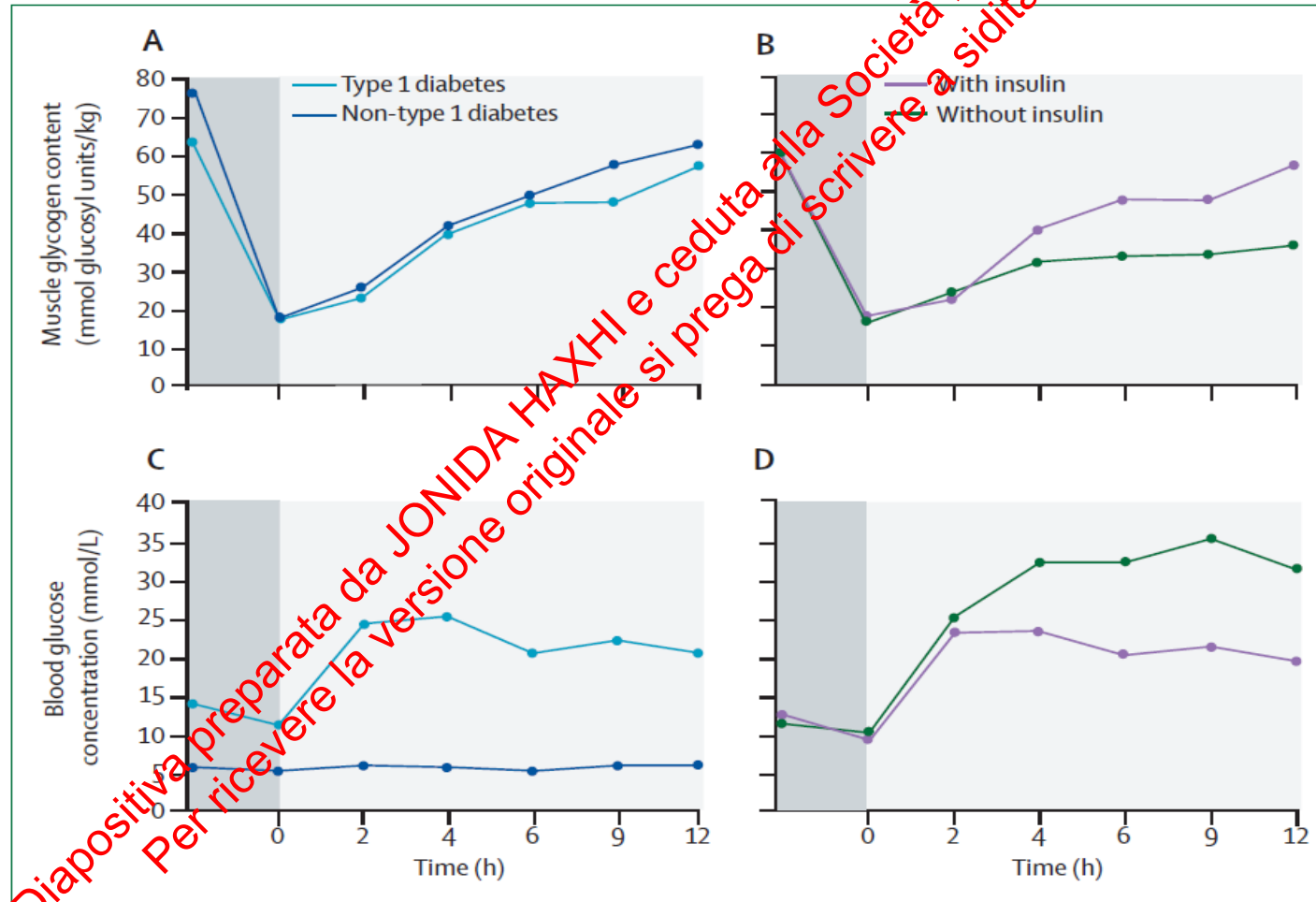
✓ “golden recovery period”
1.0–1.3 g di carboidrati/kg nelle prime 4 ore

**Rischio di ipoglicemia inversamente
proporzionale al deposito di glicogeno**

✓ Riduzione del 20-30% del **bolo del pasto**
successivo e della **basale** nelle 6-12 ore
successive (Insulina lenta se MDI)

Recupero post-gara

! Ridurre l'insulina ma non troppo



Post-exercise recovery for the endurance athlete with type 1 diabetes: a consensus statement

Sam N Scott, Federico Y Fontana, Matt Cocks, James P Morton, Asker Jeukendrup, Radu Dragulin, Jørgen Fa Wojtaszewski, Jørgen Jensen, Rafael Castol, Michael C Riddell, Christoph Stettler, for the working group for the study of Integrative Biology of Exercise in diabetes

GLUCOSE CHECK^{*1, 62}

- Check immediately after exercise because of increased risk of hypoglycaemia or hyperglycaemia^{14, 63}
- Continue to check at regular intervals (15 min) or use CGM or flash glucose monitoring because of an increased risk of dysglycaemia after exercise^{*5, 62}
- Consider setting alarms to guide the timings of your checking routine*
- Because of the potentially elevated risk of hypoglycaemia overnight, CGM alarms should be set at 4.4 mmol/L (80 mg/dL) and those using flash glucose monitoring should do at least one scan during the night⁶²

INSULIN ADJUSTMENTS (including pre-exercise and post-exercise)

- These are likely to be highly individual and depend on the circumstances, including but not limited to, the type, intensity, and timing of the exercise done^{1, 5, 11–14, 63, 51}
- After exercise, the magnitude of increased insulin sensitivity can be high, substantially increasing the risk of post-exercise hypoglycaemia
- If using multiple daily injections*
 - Consider reducing insulin dose pre-exercise^{*51}
 - Reduce the first basal insulin dose in the recovery period, particularly if the exercise session was >30–60 min^{*1}
 - Reduce bolus insulin dose with recovery meal^{14, 64}
- If using subcutaneous insulin infusion*
 - Basal rate reduction 60–90 min before the start of exercise^{*5}
 - When suspending the pump at the start of the exercise limit the suspension to a maximum of 45–60 min. Consider a hybrid regimen¹³
 - The bolus insulin dose can be reduced by 20–50% at the first recovery meal, along with a similar reduction in the insulin basal delivery rate for 6–12 h^{*5}

COOL DOWN

- If during the last 10 min of exercise the blood glucose concentration is >10.0 mmol/L, consider a more prolonged low-intensity cool down*
- If during the last 10 min of exercise the blood glucose concentration is 5–10 mmol/L, reduce the length of the cool down*

CARBOHYDRATE INTAKE

- Initiate carbohydrate feeding when the glucose concentration is less than 8.0 mmol/L (144 mg/dL), particularly if glucose is decreasing^{*5}
- When rapid recovery from a long period of exercise is the key objective, and peak performance is required within 24 h, aim to consume 1.0–1.3 g carbohydrates per kg-1 per h-1 for the first 4 h of recovery, starting as soon as possible after exercise, with frequent feeding intervals thereafter (ie, every 30 min)^{6,36,37,65}
- In some scenarios (eg, focus is on enhancing the training stimulus or adaptive response), low carbohydrate availability might be deliberately done by reducing the total carbohydrate intake, or by manipulating carbohydrate intake related to training sessions (eg, training in a fasted state or undertaking a second exercise session with a low carbohydrate intake).⁶⁶ However, there is little information on athletes with type 1 diabetes and we do not generally recommend a low carbohydrate diet for exercise performance^{*66}
- The use of multiple transportable carbohydrates (eg, fructose) in combination with glucose after exercise will promote a faster liver glycogen repletion rate than glucose alone^{26,56,57}
- Fructose alone cannot be used to immediately treat low blood glucose⁶⁷
- Fructose and glucose co-ingestion will require a lower insulin dose compared with glucose alone^{68,69}

PROTEIN INTAKE

- Daily protein recommendations are 1.6–1.8 g per kg-1 per d-1 for endurance athletes^{6,7}
- Protein added to carbohydrate immediately after exercise might speed up recovery^{4,6,7,32,36,70–74}

HYDRATION

- Be aware of the effects of drinks containing high amounts of carbohydrate on blood glucose concentration*
- Hydrate with carbohydrate-free drinks if blood glucose concentration >10.0 mmol/L*
- Effective rehydration requires the intake of a greater volume of fluid (eg, 125–150%) than the final fluid deficit (eg, 1.25–1.50 L fluid for every 1 kg of bodyweight lost)⁶
- Dietary sodium and sodium chloride (from foods or fluids) helps to retain ingested fluids
- Be aware of environmental conditions (hot or humid conditions)^{75,76}
- Excessive alcohol intake in the recovery period is discouraged because of the diuretic effect and increased risk of hypoglycaemia^{77–79}

Conclusioni

La tecnologia nel diabete facilita la pratica di attività fisica e sport in sicurezza, previa:

- ✓ Educazione adeguata e continua (esperienza personale, staff medico)
- ✓ Gestione integrata e specializzata multidisciplinaria
- ✓ Collaborazione e supporto di tutte le figure coinvolte (atleta con diabete, famiglia, compagni di squadra, allenatore, medico, associazioni di pazienti, Federazioni sportive ect.)

I sistemi automatici permettono una maggiore flessibilità durante esercizio purchè ci sia:

- ✓ Pianificazione adeguata, ma possibile anche l'attività spontanea
- ✓ Adeguate conoscenze delle funzionalità dello strumento
- ✓ Interazione efficace paziente-microinfusore prima, durante e dopo esercizio per ottenere l'equilibrio steady-state tra richieste energetiche-infusione di insulina-assunzione di cibo