

# Chetoacidosi diabetica

Dott. **Antonio Scarcella**, Medico Specializzando Università di Firenze  
Dott.ssa **Laura Nanni**, Pediatra Pronto Soccorso AOU Meyer



## DEFINIZIONE

- Iperglicemia  $> 200$  mg/dL ( $> 11$  mmol/L)
- pH venoso  $< 7,3$  OPPURE  $\text{HCO}_3^- < 15$  mmol/L
- Chetonemia ( $\geq 3$  mmol/L)

## GRAVITÀ

- LIEVE: pH  $< 7,3$  oppure  $\text{HCO}_3^- < 15$  mEq/L
- MODERATA: pH  $< 7,2$  oppure  $\text{HCO}_3^- < 10$  mEq/L
- GRAVE: pH  $< 7,1$  oppure  $\text{HCO}_3^- < 5$  mEq/L

## CLINICA

- **Poliuria, polidipsia**
- **Alito acetone**
- **Disidratazione** iperosmolare (con sodiemia N/bassa per compenso dell'iperglicemia)
- Tachicardia, tachipnea
- **Nausea, vomito, dolore addominale** (2-3% ha addome acuto!) causati dai corpi chetonici circolanti
- **Confusione, sonnolenza**, obnubilamento del sensorio, perdita di coscienza, coma
- **Respiro di Kussmaul** (atti respiratori lenti con inspirazione profonda e rumorosa seguita da breve apnea inspiratoria, breve espirazione gemente e pausa post-espiratoria prolungata). NB: la saturazione periferica d'ossigeno ( $\text{SpO}_2$ ) è normale
- **Oligo-anuria** (se disidratazione  $> 10\%$ )
- Astenia, crampi, ipotonia muscolare (dovuti a ipokaliemia intracellulare)

## GESTIONE DEL PAZIENTE CON CHETOACIDOSI DIABETICA (DKA, DIABETIC KETOACIDOSIS)

### TRIAGE

- Parametri vitali
- Glicemia capillare e chetonemia capillare
- Peso e altezza

NB: Se disidratazione grave, la glicemia capillare può essere più bassa di quella reale.

### VALUTAZIONE CLINICA SECONDO ABCDE

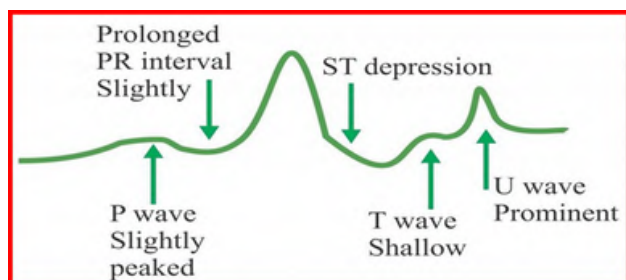
- **Airway**
  - Assicurare la pervietà delle vie aeree nel paziente incosciente o obnubilato
  - Considerare il sondino nasogastrico (SNG) nel paziente incosciente o obnubilato per prevenire l'inalazione
  - Evitare l'intubazione se possibile: un aumento della pressione parziale dell'anidride carbonica (pCO<sub>2</sub>) durante o dopo tale procedura (rispetto ai livelli mantenuti dal paziente) può provocare una riduzione del pH nel liquor e aggravare l'edema cerebrale
- **Breathing**
  - **Somministrare ossigenoterapia (O<sub>2</sub>) solo se SHOCK!** L'iperventilazione è un meccanismo di compenso dell'acidosi metabolica; contrastarlo favorisce il peggioramento dell'acidosi stessa
- **Circulation**
  - Valutare grado di disidratazione:
    - 5%: tempo di refill capillare allungato, cute ipoelastica
    - 10%: occhi infossati, pianto senza lacrime, mucose asciutte, estremità fredde
    - 15-20%: ipotensione, oliguria, polsi periferici deboli o assenti, shock

Dato che la stima della disidratazione è spesso soggettiva e quindi inaccurata:

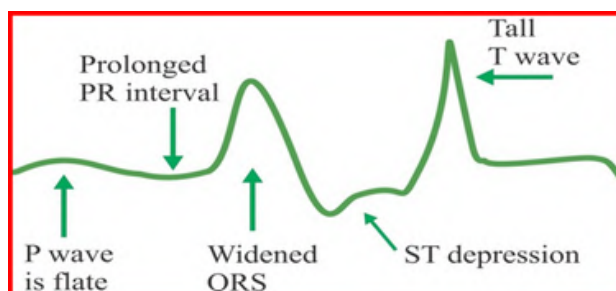
- **se DKA moderata, considerare una disidratazione del 5-7%**
- **se DKA grave, considerare una disidratazione del 7-10%**

- posizionare cardiomonitor ed eseguire ECG per individuare alterazioni compatibili con:

#### ▪ Ipokaliemia



#### ▪ Iperkaliemia



- o **Reperire 2 accessi venosi** (se disponibile un solo accesso venoso, utilizzare un rubinetto a 3 vie)
- o Prelevare **esami ematici** (profilo diabete all'esordio URGENZE + ROUTINE) prima di infondere insulina:
  - URGENZE: **1 verde + 1 viola + 1 EGA** (glicemia, urea, creatinina, Na, K, Cl, Ca, P, Mg, albumina, AST, ALT, amilasi, PCR, CK, LDH, emocromo con formula, EGA)
  - ROUTINE: **1 rossa + 1 verde + 1 gialla + 1 viola** (insulina, peptide C, Ab anti-insulina [IAA], Ab anti-GAD, Ab anti-tirosin fosfatasi [IA2], HbA1C, fT4, TSH)

NB: la provetta dell'insulinemia deve essere CENTRIFUGATA

- **Disability**

- o Glasgow Coma Scale

- **Exposure**

- o Temperatura corporea: la febbre non è di per sé un segno di chetoacidosi diabetica e, qualora presente, indica un'infezione sottostante.

### MONITORAGGIO

- Parametri vitali (PA, FC, SpO2) → ogni 60 min o secondo condizioni cliniche
- GCS → ogni 60 min
- Glicemia capillare → ogni 60 min
- Chetonemia → ogni 2-4 ore
- Na, K, Cl, Ca, P, Mg, EGA → ogni 2-4 ore

### TRATTAMENTO

Prima di avviare la terapia, **eseguire i seguenti calcoli:**

- **SUPERFICIE CORPOREA:**

$$\sqrt{\frac{P \text{ (Kg)} \times h \text{ (in cm)}}{3600}} \quad \text{oppure} \quad \frac{7 + (\text{peso in kg} \times 4)}{\text{peso in kg} + 90}$$

- **Na+ CORRETTO:**

$$\text{Na (mEq/l)} + 0.016 \times [\text{glicemia (mg/dl)} - 100]$$

- **K+ CORRETTO:**

sottrarre 0,6 per ogni 0,1 di pH (se pH < 7,2) dal valore di K dosato in laboratorio

#### Prime due ore di terapia

- **Reidratazione endovenosa con soluzione fisiologica (NaCl 0,9%):**

- o 5 ml/kg/h se disidratazione 5%
- o 7 ml/kg/h se disidratazione 10%
- o 10 ml/kg/h se shock
- o MAX 300 ml/h

- **Se Na+ corretto > 150 mEq/L**, utilizzare soluzione emifisiologica (NaCl 0,45%)

- **Se anomalie ECG suggestive di ipokaliemia** e/o K+ corretto < 2,5 mEq/L, supplementare potassio a una concentrazione di 40 mEq/L

**50% K-fosfato + 50% K-aspartato**

**MAI SOLO K-cloruro !!! Peggiora ipercloremia**

## Dalla terza ora in poi di terapia

### ➔ PRIMA VIA ENDOVENOSA

- **Soluzione fisiologica:**
  - *mantenimento* delle 24 h (a cui sottrarre il volume somministrato nelle prime 2 h) calcolato in base al peso:
    - ≤ 10 kg: 100 ml/kg in 24 ore
    - 11 - 20 kg: 1000 ml + 50 ml/kg (per ogni kg fra 11 e 20) in 24 ore
    - ≥ 20 kg: 1500 ml + 20 ml/kg (per ogni kg oltre 20) in 24 ore
  - *perdite* (grado di disidratazione) da reintegrare in 48 h
- **Potassio** (50% K-fosfato + 50% K-aspartato): 0,1 - 0,5 mEq/Kg/h

SE DIURESIS CONSERVATA, iniziare SEMPRE infusione di potassio (anche in caso di iperkaliemia) in concomitanza con l'avvio dell'infusione di insulina.

SE DIURESIS ASSENTE e K<sup>+</sup> corretto > 5 mEq/L, ritardare la supplementazione di potassio fino a che il paziente non urina.

### ➔ SECONDA VIA ENDOVENOSA

**Insulina umana regolare** (Humulin R, Insuman Rapid), in pompa siringa: 50 UI = 0.5 ml di insulina + 49,5 ml di soluzione fisiologica)

- < 6 anni (o < 30 kg):
  - 0,025 UI/kg/h se pH > 7,2
  - 0,05 UI/kg/h se pH < 7,2
- > 6 anni (o > 30 kg):
  - 0,05 UI/kg/h se pH > 7,2
  - 0,1 UI/kg/h se pH < 7,2

### ➔ TERZA VIA ENDOVENOSA

Quando la glicemia è ≤ 250-300 mg/dl o se la glicemia scende a velocità ≥ 100 mg/dl/h, aggiungere:

- **Soluzione glucosata 10%:** 1 ml/kg/h
- **Potassio:** 0,1 - 0,5 mEq/Kg/h

#### NB:

- Rispettare il volume totale di liquidi da infondere e ricalcolare la velocità di infusione della 1° via endovenosa;
- Mantenere la tonicità complessiva dei liquidi infusi non inferiore all'emifisiologica (NaCl 0,45%);
- Il potassio infuso in totale fra 1° e 3° via deve essere sempre pari a 0,1 - 0,5 mEq/kg/h

**Adeguare la velocità di infusione di insulina** in base ai controlli glicemici orari:

- Se > 350 mg/dl aumentare la velocità del 40%
- Se > 250 mg/dl aumentare la velocità del 20%
- Se 150 - 250 mg/dl, proseguire alla medesima velocità
- Se < 150 mg/dl, ridurre la velocità di infusione del 20%
- Se < 80 mg/dl, stop infusione

**Passare a reidratazione per os e insulina sottocute** se:

- Paziente vigile, non nausea
- Chetonemia < 1 mmol/L
- Glicemia < 250 mg/dl
- pH > 7,3 e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> > 15 mmol/L
- Elettroliti nella norma

## BICARBONATO

- Utilizzare il bicarbonato SOLO SE acidosi severa resistente e persistente (pH < 6,85 e/o HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> < 5 mmol/L) eventualmente associata a compromissione della contrattilità cardiaca o iperkaliemia che mette a rischio la vita del paziente;
- *DOSAGGIO*: 1-2 mEq/kg in infusione endovenosa in 1-2 ore (da diluire in soluzione fisiologica).

## COMPLICANZA PRINCIPALE DELLA DKA: EDEMA CEREBRALE

Si sviluppa in genere fra 4 e 12 ore dopo l'inizio del trattamento, ma può talvolta avvenire sin da subito o anche dopo 24-48 ore

### Fattori di rischio:

- DKA all'esordio di diabete mellito di tipo 1 (DM1)
- Giovane età del paziente
- Lunga durata dei sintomi
- ↑ **ipocapnia** alla presentazione
- ↑ **acidosi** alla presentazione
- Precoce e marcata riduzione dell'osmolarità plasmatica durante il trattamento
- Ridotto incremento del Na<sup>+</sup> durante il trattamento
- Elevati volumi di liquidi somministrati nelle prime 4 ore
- Somministrazione di insulina nella prima ora

### QUANDO SOSPETTARE EDEMA CEREBRALE:

- **Cefalea** comparsa o progressivamente peggiorata dopo l'inizio del trattamento
- **Cambiamento dello status neurologico** (irritabilità, confusione, incontinenza, incapacità di alzarsi)
- **Segni neurologici focali** (paralisi dei nervi cranici, papilledema)
- **Triade di Cushing** (bradicardia, ipertensione, depressione respiratoria) in genere tardiva
- **Riduzione SpO<sub>2</sub>**

## DIAGNOSI DI EDEMA CEREBRALE

### 1 CRITERIO DIAGNOSTICO

*oppure*

### 2 CRITERI MAGGIORI

*oppure*

### 1 CRITERIO MAGGIORE + 2 CRITERI MINORI

#### Criteria diagnostici

- Risposta motoria o verbale anomala al dolore
- Postura decorticata o decerebrata
- Paralisi di un nervo cranico (specialmente III, IV e VI)
- Pattern respiratorio anomalo neurogenico (tachipnea, respiro di Cheyne-Stokes, apnea)

#### Criteria maggiori

- Confusione, alterazione dello stato mentale, livello di coscienza fluttuante
- Riduzione sostenuta della FC (> 20 bpm) non attribuibile a ↑ volume intravascolare o al sonno
- Incontinenza inappropriata per l'età del bambino

#### Criteria minori

- Vomito
- Cefalea
- Letargia o difficoltà al risveglio
- PAS > 90 mmHg
- Età < 5 anni

### Trattamento dell'edema cerebrale

- **Mannitolo, 0,5 – 1 g/kg ev** in 10 – 15 minuti
  - Comparsa effetto dopo circa 15 minuti
  - Durata effetto circa 120 minuti
  - Ripetibile dopo 30 minuti se mancata risposta
- **Ridurre di 1/3 la quantità di liquidi** somministrata
- **Elevare la testa del letto** di circa 30°
- **Soluzione salina ipertonica 3%**, 2,5 – 5 ml/kg in 10 – 15 minuti
  - In alternativa al mannitolo
  - In aggiunta al mannitolo in caso di scarsa risposta
- **Intubare** se necessario (insufficienza respiratoria imminente dovuta a deterioramento neurologico)

## ESEMPIO PRATICO DI GESTIONE DI UN PAZIENTE CON DKA

Presentiamo il caso clinico di un paziente di età 12 mesi, peso 10 kg, lunghezza 75 cm, con i seguenti valori:

- pH 7,05
- HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 7 mEq/L
- Glicemia capillare: 713 mg/dl
- Chetonemia capillare: 4,5 mmol/L
- Na<sup>+</sup> 132 mEq/L
- K<sup>+</sup> 4,8 mEq/L
- Stick urine: glicosuria 4+, chetonuria 3+

→ **DKA GRAVE**

### Calcoli prima della terapia

- **Superficie corporea** =  $\sqrt{[(10 \times 75) / 3600]} = 0,456 \text{ m}^2$
- **Na<sup>+</sup> corretto** =  $132 + [(713 - 100) \times 0,016] = 142 \text{ mEq/L}$
- **K<sup>+</sup> corretto** =  $4,8 - 0,6 \times [(7,2 - 7,05) \times 10] = 3,9 \text{ mEq/L}$

### Prime due ore di terapia

- DKA grave quindi considerare **disidratazione 10%**: 7 ml/kg/h di soluzione fisiologica = 140 ml in 2 ore
- NON infondere emifisiologica (NaCl 0,45%) perché Na<sup>+</sup> corretto < 150 mEq/L
- NON infondere supplementazione di K<sup>+</sup> nelle prime 2 ore perché K<sup>+</sup> corretto > 2,5 mEq/L

### Dalla terza ora in poi

→ **PRIMA VIA ENDOVENOSA**

- **Soluzione fisiologica (SF):**
  - *Mantenimento*: 100 ml/kg = 1000 ml (nelle 24 ore) - 140 ml (infusi nelle prime 2 ore) = 860 ml
  - *Perdite*: 10% del peso = 1000 ml (da reintegrare in 48 ore)

Pertanto: (860 ml / 22 h) + (1000 ml / 48 h) = 39,09 ml/h + 20,83 ml/h = 59,92 ml/h ≈ 60 ml/h

- **Potassio** (50% K-fosfato + 50% K-aspartato): 0,1 mEq/kg/h = 1 mEq/h

### Come preparare la soluzione:

- Un flacone da 250 ml di SF alla velocità di 60 ml/h durerà circa 4 ore

Volume della SF x mEq/h di K<sup>+</sup> da infondere/velocità di infusione = mEq di K<sup>+</sup> da mettere nella SF (250 ml x 1/60 = 4 mEq di K)

- 2 mEq (pari a 1 ml) di K fosfato (fiale da 2 mEq/ml)
- 2 mEq (pari a 2 ml) di K aspartato (fiale da 10 mEq/10 ml)

→ **SECONDA VIA ENDOVENOSA**

Paziente < 6 anni (< 30 kg) e pH < 7,2

- **Insulina regolare** (es. Insuman Rapid)
  - 0,05 UI/kg/h = **0,5 UI/h**

### Come preparare la soluzione:

- 50 UI (pari 0,5 ml) di Insuman Rapid (100 UI/ml)
- 49,5 ml di SF in pompa siringa

La soluzione così composta contiene 1 UI/ml di insulina regolare: 0,5 UI/h pari a 0,5 ml/h della soluzione

## → TERZA VIA ENDOVENOSA

- **Soluzione glucosata 10%:** 1 ml/kg/h = 10 ml/h
- **Potassio** (50% K aspartato+ 50% K fosfato)

### Come preparare la soluzione:

- Un flacone da 250 ml di soluzione glucosata 10%
- Per mantenere invariata la quantità totale di potassio infusa fra 1° e 3° via, è necessario preparare nella terza via una soluzione con la medesima concentrazione di potassio di quella della 1° via. Aggiungere quindi al flacone da 250 ml di soluzione glucosata 10%:
  - 2 mEq (pari a 1 ml) di K-fosfato (fiale da 2 mEq/ml)
  - 2 mEq (pari a 2 ml) di K-aspartato (soluzione da 10mEq/10ml)

**Modificare la velocità di infusione della prima via per mantenere invariato il volume totale di liquidi infuso:  
60 - 10 = 50 ml/h**

### BIBLIOGRAFIA

- Gruppo di Studio di Diabetologia Pediatrica SIEDP. *Raccomandazioni per la gestione della chetoacidosi diabetica in età pediatrica*, Acta Biomed 2015; Vol. 86, Quaderno 1.
- Wolfsdorf JI et al. *ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Diabetic ketoacidosis and the hyperglycemic hyperosmolar state*. *Pediatr Diabetes*. 2018 Oct;19 Suppl 27:155-177.

*Revisionata dal Dott. Lorenzo Lenzi, Pediatra Diabetologo AOU Meyer - dicembre 2022*

**QUESTA NEWSLETTER NON INTENDE SOSTITUIRE UN PROTOCOLLO DIAGNOSTICO TERAPEUTICO, MA SEMPLICEMENTE ESSERE FONTE DI AGGIORNAMENTO E RIFLESSIONE SULL'ARGOMENTO**

Vai all'archivio  
newsletter  
SIMYoung



[www.meyer.it/simulazione](http://www.meyer.it/simulazione)