		PASIENTER OG BRUKERE		Generelt dokument	
DIABETISK KETOACIDOSE HOS BARN				Side 1 av 7	
Dokument ID: II.SOK.AIO.SSK.2.a-32		Gruppe: □	Godkjent dato: 04.04.2024	Gyldig til: 04.04.2026	Revisjon: 1.05

Somatikk Kristiansand/Anestesi, Intensiv, Operasjon/Intensiv - SSK/Pasienter og brukere/Behandlingsrutiner

Bakgrunn

Diabetisk ketoacidose (DKA) skyldes en absolutt eller relativ insulinmangel kombinert med væsketap (glukosuri/ketonuri) og motreguleringsmekanismer (økt glukoneogenese, økt glykogenolyse og økt lipolyse). Utløsende årsaker er nyoppdaget diabetes eller utilstrekkelig insulintilførsel ved kjent diabetes (infeksjoner, uteglemte injeksjoner, nål som har glidd ut eller hull på slangen ved pumpebruk). DKA forekom i Norge i 2020 hos 28 % av barn med nyoppdaget diabetes og hos ca. 2 % av barn per år med kjent diabetes.

Biokjemiske kriterier for diagnosen DKA

- S-glukose > 11 mmol/l (kan være lavere ved langvarig faste eller meget lavt inntak av karbohydrater)
- pH < 7,30 eller bikarbonat < 15 mmol/l
- Ketonemi (β -OH-butyrat > 3 mmol/l) eller ketonuri

Alvorlighetsgrad av DKA vurderes ut ifra blodgass


- **Mild DKA:** venøs pH 7,20–7,29 eller bikarbonat 10–14 mmol/l
- **Moderat DKA:** venøs pH 7,10–7,19 eller bikarbonat 5–9 mmol/l
- **Alvorlig DKA:** venøs pH < 7,10 eller bikarbonat < 5 mmol/l

NB **Euglykemisk DKA** kan forekomme ved uttalt lipolyse pga. nedsatt mengde sirkulerende glukose, bl.a. ved faste, nedsatt karbohydratinntak (lavkarbo-kost), anoreksi, samt ved bruk av SGL2 hemmer.

Avklaringer

- Dette avsnittet gjelder barn med DKA som er dehydrert (> 5 %) og klinisk påvirket (brekninger og/eller sløret bevissthet). Barn med mild DKA uten dehydrering og brekninger kan behandles med p.o. væske og hurtigvirkende analog insulin sc. Gi i så fall initialt 0,1 E/kg sc. (0,05 E/kg dersom < 5 år), deretter 0,1 E/kg (evt. 0,05 E/kg) sc. hver 1–2 time inntil s-glukose er rundt 15 mmol/l. Ev. med insulinpumpe. Se kapittel om [Diabetes mellitus](#) i Generell veileder
- Dette avsnittet gjelder ikke ved hyperglykemisk hyperosmolart syndrom/hyperosmolart nonketotisk koma forenlig med type 2 diabetes/insulinresistens (s-glukose > 33 mmol/l, pH > 7,30, bikarbonat > 15 mmol/l, mild ketonuri, s-osmolalitet > 320, evt. stupor/koma). For slike tilfeller se spesiallitteratur, kontakt evt. indremedisiner/endokrinolog.

Utarbeidet av: Akuttsveileder Pediatri - NBLA	Først utgitt: 19.12.2013	Fagansvarlig: Ole Georg Vinorum	Godkjent av: Avd.leder Grete K. Erdvik	
---	------------------------------------	---	--	--

		Diabetisk Ketoacidose hos barn			Side: 2 Av: 7
Dokument-id: II.SOK.AIO.SSK.2.a-32	Utarbeidet av: Akuttveileder Pediatri - NBLA	Fagansvarlig: Ole Georg Vinorum	Godkjent dato: 04.04.2024	Godkjent av: Avd.leder Grete K. Erdvik	Revisjon: 1.05

Somatikk Kristiansand/Anestesi, Intensiv, Operasjon/Intensiv - SSK/Pasienter og brukere/Behandlingsrutiner

Symptomer og funn

Typiske symptomer og funn ved DKA er tørste, magesmerter, kvalme, oppkast, takypné, Kussmauls respirasjon (dyp hyperventilasjon), acetonlukt, sløret bevissthet, dehydrering, lavt blodtrykk/hurtig puls. Ved bruk av insulinpumpe kan utviklingen av DKA skje i løpet av få timer og symptomene være influensalignende. Blodprøver viser hyperglykemi (men NB ikke nødvendigvis veldig uttalt), metabolsk acidose (lav pH og negativ base excess/lav bikarbonat), lav pCO₂, høy kreatinin og urea. S-kalium er ofte forhøyet, men kan være normal eller lav. I urinen finner man ketoner og glukose.

Differensialdiagnoser: Gastroenteritt med metabolsk acidose, akutt abdomen, salicylatforgiftning, renal tubulær acidose.

Diagnostikk og utredning

Primær utredning ved innkomst

- Klinisk vurdering, aktuell vekt (for dosering av væske/insulin), vurder spesielt dehydreringsgrad (se kapittel om [Sjokk og alvorlig dehydrering](#)) og bevissthetsnivå (Glasgow coma scale, GCS)
- Blodprøver: Blodsukker, ketoner (strimmel), elektrolytter, blodgass, kreatinin, urea, osmolalitet, hematologiske prøver. Blodkultur ved mistanke om infeksjon.
- Urin: Ketoner, hvis ikke mulig med blodstrimmel. Bakteriell dyrkning ved feber. Legg blærekateter ved sirkulatorisk ustabil/bevisstløs pasient.
- EKG: Tas med tanke på T-bølge ved kaliumforstyrrelser og før s-K svar foreligger.
- Legg evt. arteriekran eller ekstra iv tilgang for blodprøvetaking i tillegg til en iv tilgang for væske-/insulinbehandling, dvs. minst 2 innganger!


Monitorering hver time (inntil avklart situasjon og stabile verdier)

- Bevissthetsnivå (GCS) og vitale parametere
- Blodsukker, blodgass, Na, K og Cl
- Kontinuerlig overvåking med BT og pulsoksymetri.

Andre blodprøver (kreatinin, urea, kalsium, fosfat, magnesium) tas regelmessig inntil hver 2. til 4. time det første døgnet etter innleggelse.

Potensielle komplikasjoner

- Inadekvat rehydrering/overhydrering, hypoglykemi, hypokalemi, hyperkloremisk acidose, hjerneødem

		Diabetisk Ketoacidose hos barn			Side: 3 Av: 7
Dokument-id: II.SOK.AIO.SSK.2.a-32	Utarbeidet av: Akuttveileder Pediatri - NBLA	Fagansvarlig: Ole Georg Vinorum	Godkjent dato: 04.04.2024	Godkjent av: Avd.leder Grete K. Erdvik	Revisjon: 1.05

Somatikk Kristiansand/Anestesi, Intensiv, Operasjon/Intensiv - SSK/Pasienter og brukere/Behandlingsrutiner

Behandling og oppfølging

Nivå: Svikt i vitale funksjoner, fare for hjerneødem og alder < ett år er absolutte indikasjoner for innleggelse i intensiv-avdeling. Alle andre med alvorlig eller moderat DKA bør behandles enten på en intensivavdeling eller en overvåkingsenhet, avhengig av lokale forhold, og med pulsoksymetri og BT-overvåking på alle.

Mål: Korrigere dehydrering. Avslutte den katabole tilstanden/stoppe lipolysen ved å tilføre tilstrekkelig insulin, dermed senke s-glukosen etter oppstart med insulin langsamt. Unngå komplikasjoner. Behandlingsavsnittet er delt opp i underpunkter som er gjensidig avhengige av hverandre; se på alle faktorene samtidig.

Væske

Ved sirkulatorisk sjokk:

Det er sjelden med sirkulatorisk sjokk ved DKA, men hvis det foreligger: Gi væskestøt Ringer-acetat/ Plasmalyte 10 ml/kg. Vurdere effekt og behov for nytt væskestøt.

Hvis pasienten ikke er i sjokk:


1. Start initial rehydrering med Plasmalyte (inneholder Na 140 mmol/L og K⁺ 5 mmol/L) eller Ringer acetat (inneholder Na⁺ 130 mmol/L og K⁺ 4 mmol/L). Gi 10 ml/kg i løpet av en time. Den initiale rehydreringen gir alltid et markert fall i s-glukose.
2. Beregn væskedeficit. Husk at dersom pasienten har hatt symptomer over tid (spesielt ved nyopptaget diabetes) vil væskedeficit overestimeres om det baseres på pasientens vekttap. Ved adekvat perifer sirkulasjon bør følgende tommelfingerregler brukes for beregning av dehydreringsgrad/deficit:
 - a. Moderat DKA: 5–7 % dehydrert (50–70 ml/kg)
 - b. Alvorlig DKA: 8–10 % dehydrert (80–100 ml/kg)
3. Beregn væskevedlikeholdsbehov per døgn etter vanlig formel, se kapittel om [Sjokk og alvorlig dehydrering](#).
4. Start den videre rehydrering over 48 timer (inkluderer all væske som gis, dvs. også drikke). NB Totalt væskevolum skal uansett ikke overskride det dobbelte av vanlig vedlikeholdsbehov per 24 timer for alder og vekt

Eksempel: Pasienten veier 30 kg med antatt 7 % deficit:

- I. Initial rehydrering 10 ml/kg/time i 1 time = 10 ml x 30 kg = 300 ml
- II. Antatt deficit = (7 x 30 kg)/100 = 2,1 kg = 2100 ml
- III. Vedlikeholdsbehov per døgn = 1700 ml

Dette medfører følgende behov for væske per time etter initial rehydrering:

$[II - I] + 2 \times III = [2100 \text{ ml} - 300 \text{ ml}] + [2 \times 1700 \text{ ml}] = 5200 \text{ ml}$ fordelt på 48 timer ≈ 115

		Diabetisk Ketoacidose hos barn			Side: 4 Av: 7
Dokument-id: II.SOK.AIO.SSK.2.a-32	Utarbeidet av: Akuttveileder Pediatri - NBLA	Fagansvarlig: Ole Georg Vinorum	Godkjent dato: 04.04.2024	Godkjent av: Avd.leder Grete K. Erdvik	Revisjon: 1.05

Somatikk Kristiansand/Anestesi, Intensiv, Operasjon/Intensiv - SSK/Pasienter og brukere/Behandlingsrutiner

ml/time.

Ved unormalt høy timediurese (som osmotisk diurese pga. hyperglykemi) må det vurderes ekstra væskeerstatning for diurese som er over det normale.

Når s-glukose har falt til <15 mmol/l, endrer man infusjonsbehandling til Glukose 50 mg/ml tilsatt natrium og kalium, eller Plasmalyte-glucos 50 mg/ml® tilsatt kalium, se nedenfor.

NB. Målt s-Na skal stige mens s-glukose faller!

- Manglende stigning av s-Na er en risikofaktor for hjerneødem.
- Hvis manglende stigning i s-Na når s-glukosen faller (ønsket stigning av s-Na er 0,5 mmol/l per fall på 1 mmol/l glukose), skal Na-tilskuddet styres av s-Na-nivået
- Na-situasjonen kan vurderes ut i fra "korrigert-Na" ($S\text{-Na} + [2 \times (s\text{-glukose} - 5,6)/5,6]$ mmol/l. Denne verdien skal i prinsippet være relativt stabil, eventuelt synke sakte.
- Inntak av væske per os skal være minimalt de første 12 timene og kan først gis (ikke rent vann, men melk eller svak saft) når pasienten er i klar bedring. Mengden skal alltid inkluderes i væskeregnskapet.

Insulin

Tilføres tidligst 60–90 minutter etter at rehydreringen er startet. Ønsket fall i s-glukose, **etter at insulin er startet**, er inntil 5 mmol/l per time. Dersom fallet er > 5 mmol/l eller s-glukose har falt til <15 mmol/l, endrer man infusjonsbehandling til Glukose 50 mg/ml tilsatt natrium og kalium, eller Plasmalyte-glucos 50 mg/ml® tilsatt kalium, se nedenfor.


B-ketoner bør følges hver andre time og bør synke med 0,5–1,0 mmol/l per time ved adekvat insulineffekt. Med en insulininfusjon på 0,05 E/kg/time eller mindre, kan B-ketoner synke langsommere og i så fall bør man vurdere å øke insulintilførselen.

Hurtigvirkende insulin; Humalog® (insulin lispro) eller NovoRapid® (insulin aspart) blandes ut til 1 E/ml (eks. 1 ml à 100 E/ml i 99 ml NaCl 9 mg/ml). Gis med sprøytepumpe Dosering: 0,1 E/kg/time for barn ≥ 5 år og 0,05 E/kg/time for barn < 5 år.

Ved moderat og mild DKA kan lavere doser forsøkes (hhv. 0,05 og 0,03 E/kg/t). Ønsket s-glukose inntil acidosen er hevet er 12–15 mmol/l.

- Hvis s-glukose < 8 mmol/l og vedvarende acidose: Øk glukose-tilskuddet ved å gå over fra Glukose 50 mg/ml til Glukose 100 mg/ml.
- Hvis s-glukose < 8 mmol/l og opphevet acidose (BE > -5): Reduser insulin til 0,05 E/kg/t.

Hvis man reduserer insulintilførselen for tidlig, vil insulinmangelen gjøre at lipolysen fortsetter og dermed vedlikeholdes acidosen. Når acidosen er hevet, kan man gå over til s.c. insulinbehandling (NB i.v. insulininfusjon skal pågå i 60 min etter første s.c. dose). En

		Diabetisk Ketoacidose hos barn			Side: 5 Av: 7
Dokument-id: II.SOK.AIO.SSK.2.a-32	Utarbeidet av: Akuttveileder Pediatri - NBLA	Fagansvarlig: Ole Georg Vinorum	Godkjent dato: 04.04.2024	Godkjent av: Avd.leder Grete K. Erdvik	Revisjon: 1.05

Somatikk Kristiansand/Anestesi, Intensiv, Operasjon/Intensiv - SSK/Pasienter og brukere/Behandlingsrutiner

praktisk løsning er å starte s.c. insulin ved første måltid. Sett da en bolusdose + basalinsulin (langtidsvirkende), eventuelt start med insulin-pumpe.

NB Apidra® (insulin glulisin) skal ikke brukes til infusjonsbehandling.

Kalium

S-kalium kan være normal eller forhøyet ved diagnostidspunkt, men kroppens kaliumlagre er lave. Husk at s-kalium faller raskt når acidosen bedres.

Initial vurdering av behov for kaliumtilførsel:


- Ved normokalemi og moderat hypokalemi (< 3,5 mmol/l) ved innkomst: Tilsett 20 mmol/l KCl og 20 mmol/l monokaliumfosfat (KH₂PO₄) i rehydreringsvæsken, totalt K⁺ 40 mmol/L. NB dette gjøres etter det initiale væsketøtet. NB Monokaliumfosfat skal IKKE tilsettes i Ringer-acetat på grunn av fare for utfelling, men kan tilsettes Plasmalyte.
- Dersom det er behov for kaliumtilskudd mer enn 40 mmol/l bør den gis som konsentrert kaliuminfusjon i separat sprøytepumpe. Kan gå alene i CVK. I perifer venflon skal kalium gå blandet i annen infusjon i en stor vene. Se "[kaliumforstyrrelser](#)" i [Akuttveilederen](#) og «Elektrolyttveilederen» for detaljer.
- Hvis alvorlig lav s-Kalium (< 2,5 mmol/l): Vent med insulin til K > 2,5 mmol/l og start med redusert insulindose.
- Plasmalyte inneholder K⁺ 5 mmol/L. Ringer-acetat inneholder K⁺ 4 mmol/L. Ta hensyn til dette når det tilsettes kalium i rehydreringsvæsken, ved å trekke fra KCl-mengden slik at totalmengden blir K⁺ 40 mmol/L.
- Hvis s-Kalium er høy (> 5,0 mmol/l): Vent med kaliumtilsetning til pasienten har diurese.

Følg EKG hvis s-kalium < 3 mmol/l eller > 6 mmol/l. Flat T-bølge, lang QT-tid og en U-bølge taler for hypokalemi.

Anbefalt maksimal dose av K-tilførsel er 0,5 mmol/kg/t. Maks K-tilskudd for barn er 20 mmol/t, - voksne 40 mmol/t. Hvis fortsatt hypokalemi på tross av høy K-tilførsel, kan man i stedet redusere insulintilførselen

Fosfat

S-fosfat vil alltid være lav ved DKA. Vi anbefaler at man gir fosfattilskudd med KH₂PO₄, se [avsnitt om Kalium](#). Symptomatisk hypofosfatemi (slapphet, irritabilitet, myokardpåvirkning) er dog sjelden før fosfat er i området 0,3–0,35 mmol/l, og fosfatverdier vil vanligvis normaliseres raskt etter overgang til normal kost.

		Diabetisk Ketoacidose hos barn			Side: 6 Av: 7
Dokument-id: II.SOK.AIO.SSK.2.a-32	Utarbeidet av: Akuttveileder Pediatri - NBLA	Fagansvarlig: Ole Georg Vinorum	Godkjent dato: 04.04.2024	Godkjent av: Avd.leder Grete K. Erdvik	Revisjon: 1.05

Somatikk Kristiansand/Anestesi, Intensiv, Operasjon/Intensiv - SSK/Pasienter og brukere/Behandlingsrutiner

Acidosekorrigering

Kun unntaksvis nødvendig, men ved $\text{pH} < 6,9$ og samtidige holdepunkter for sterkt nedsatt kardial kontraktilitet og/eller perifer vasodilatasjon, gis NaHCO_3 1–2 mmol/kg over 1 time. Ved livstruende hyperkalemi kan bufring også gjøres. Bruk samme mengde buffer, men raskere infusjon (over 5–15 minutter etter hvor kritisk s-kaliumverdien er).

Andre forhold og tiltak ved komplikasjoner

Vekt måles 2 x per døgn. Pasienter med alvorlig og moderat DKA skal ha kontinuerlig/tett overvåkning, enten på en intensivhet eller tilsvarende enhet med mulighet for øyeblikkelig intervensjon.

Vitale parametere (puls, respirasjon, BT), GCS, væske- og elektrolyttregnskap følges nøye. Vær obs. på underliggende/kompliserende infeksjon.


Hjerneødem

Forekommer, hvis det oppstår, vanligvis innen de første 4–12 timer, men kan opptre før og inntil 24–48 timer etter oppstart av behandling.

Symptomer og tegn: Endret bevissthetsnivå (utelukk hypoglykemi), hodepine, bradykardi, stigende BT, raskt stigende s-Na, hjernenerveutfall, nedsatt O_2 -metning. Hjerneødem kan opptre med få av de klassiske tegn, derfor er overvåking av bevissthetsnivå særlig viktig.

Hvis hjerneødem oppstår gjøres følgende:

- Tilkall anestesilege
- Iverksett behandling umiddelbart dersom hjerneødem mistenkes
- Hev sengens hodeende med 30 grader
- Reduser væsketilførselen med 30 % eller mer.
- Gi Mannitol: 0,5–1 g/kg i.v. 5–15 min (5 ml/kg à 150 mg/ml = 0,75 g/kg). Gjenta hvis ikke effekt etter 30–120 min. Mannitol gir økt diurese som ev. må kompenseres. Behandling av hjerneødem styres av anestesi-/intensivlege, ev i samarbeid med nevrokirurg.
- Ved manglende effekt av Mannitol innen 15–30 min eller reell hyponatremi, skal hypertont NaCl infusjon gis: 3 % (0.5 mmol/ml), 2–5 ml/kg over 5–15 minutter. Kan gjentas flere ganger. Se også kapittel om [Sjokk og alvorlig dehydrering](#) og [Natrium og Osmolalitetstforstyrrelser](#)
- Tett kontakt med nevrokirurg/anestesilege under behandling. Vurder ny Mannitolinfusjon inntil 1 g/kg eller infusjon av hypertont saltvann hvis ikke bedring etter 12 timer.
- Vurder MR/CT-caput når situasjonen er stabilisert (blødning, trombose, infarkt)

 SØRLANDET SYKEHU		Diabetisk Ketoacidose hos barn			Side: 7 Av: 7
Dokument-id: II.SOK.AIO.SSK.2.a-32	Utarbeidet av: Akuttveileder Pediatri - NBLA	Fagansvarlig: Ole Georg Vinorum	Godkjent dato: 04.04.2024	Godkjent av: Avd.leder Grete K. Erdvik	Revisjon: 1.05

Somatikk Kristiansand/Anestesi, Intensiv, Operasjon/Intensiv - SSK/Pasienter og brukere/Behandlingsrutiner

- Vurder intubasjon særlig ved hjerneødem og fallende GCS ≤ 8 .
- Hvis pasienten trenger respiratorbehandling og PaCO₂ er lav, bør PaCO₂ holdes relativt uendret inntil andre tiltak mot hjerneødem har hatt ønsket effekt.

Referanser

1. Oslo Universitetssykehus. Barnediabetes registeret hjemmesider (inkl. retningslinjer og skjemaer). Tilgjengelig fra:
<https://oslo-universitetssykehus.no/avdelinger/barne-og-ungdomsklinikken/avdeling-for-barnemedisin-ulleval/barnediabetesregisteret-bdr#les-mer-om-barnediabetesregisteret-bdr>
2. Diakonhjemmet sykehus. Elektrolyttveileder. Tilgjengelig fra:
<https://www.uio.no/studier/program/medisin/journalskriving/elektrolyttveileder-2-utgave-web.pdf>
3. Wolfsdorf JI, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Diabetic ketoacidosis and the hyperglycemic hyperosmolar state. Pediatric Diabetes October 2018; 19 (Suppl. 27): 155–177. Tilgjengelig fra:
https://cdn.ymaws.com/www.ispad.org/resource/resmgr/consensus_guidelines_2018_/11.diabetic_etoacidosis_and.pdf