



## Ultraljud hjärna under neonatalperioden

### Nationell riktlinje

Jenny Bolk<sup>1</sup>, Mikael Finder<sup>2</sup>, Laszlo Markasz<sup>3</sup>, Olga Romantsik<sup>4</sup>, Karin Sävman<sup>5</sup> för  
Neonatalföreningens arbetsgrupp i Neonatal Neurologi

<sup>1</sup>Neonatalsektionen, Sachsska barn-och ungdomssjukhuset, Stockholm

<sup>2</sup>Medicinsk Enhet Neonatologi, Karolinska Universitetssjukhuset, Stockholm

<sup>3</sup>Neonatalsektionen, Akademiska sjukhuset, Uppsala

<sup>4</sup>Neonatalsektionen, Skånes universitetssjukhus, Lund

<sup>5</sup>Neonatalsektionen, Drottning Silvias barn-och ungdomssjukhus, Göteborg

Nationell referensgrupp som bidragit med värdefulla synpunkter på vårdprogrammet:  
Lena Hellström Westas, Johan Ågren

## Innehåll

Sammanfattning av riktlinjen .....	3
Diagnostisk Ultraljudsundersökning: .....	3
Rutinmässig Screening med Ultraljud Hjärna: .....	3
Bakgrund.....	4
Rekommendation för rutinmässig screening av underburna barn .....	7
Indikation.....	7
Rekommenderade lägsta antal tidpunkter och möjliga fynd .....	7
Rekommendation för diagnostisk undersökning med ultraljud hjärna hos barn med misstanke om allvarlig sjukdom/ cerebral patologi .....	8
Indikation.....	8
Appendix 1 Utförande av ultraljud hjärna .....	9
Förslag för att optimera bildtagning .....	9
Standardundersökning .....	9
Främre fontanellen - Coronara standardprojektioner C1-C6.....	10
Främre fontanellen - Sagittala standardprojektioner S1-S5.....	12
Doppler undersökning .....	13
Accessoriska projektioner.....	15
Appendix 2: Lokala riktlinjer i Sverige .....	19
Referenser.....	20

## Sammanfattning av riktlinjen

### Diagnostisk Ultraljudsundersökning:

Alla nyfödda barn, oavsett gestationsålder, med tecken på cerebral patologi/sjukdom bör genomgå minst en diagnostisk ultraljudsundersökning av hjärnan, var god se sida 8.

Tidpunkt för undersökningarna styrs utifrån den kliniska frågeställningen.

### Rutinmässig Screening med Ultraljud Hjärna:

Ultraljud hjärna rekommenderas som rutinmässig screening av:

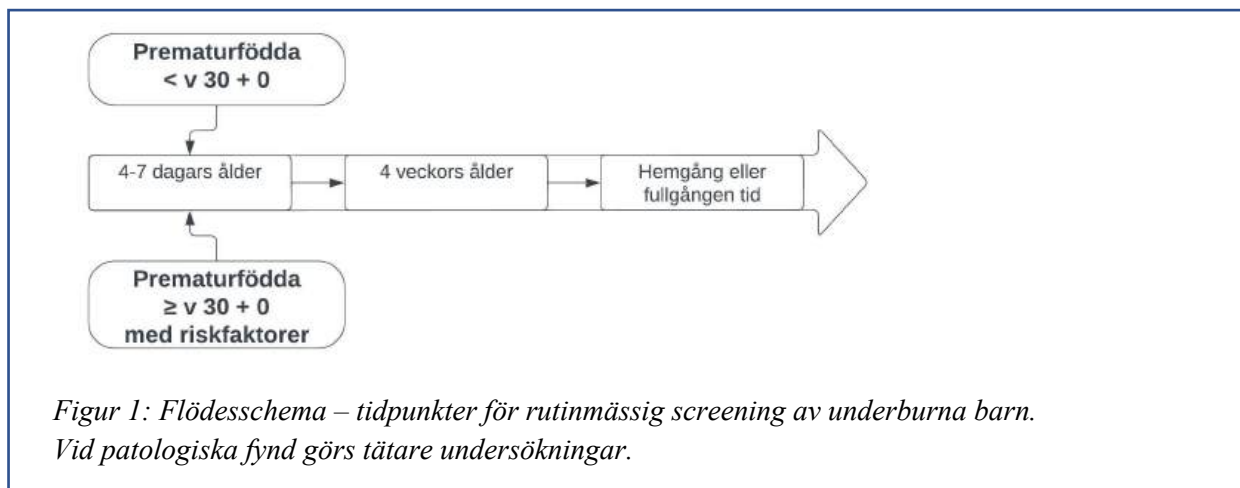
- Alla underburna barn födda < 30+0 gestationsveckor
- Alla underburna barn, oavsett gestationsvecka, med riskfaktorer

### Rekommenderade tidpunkter för rutinmässig screening med ultraljud hjärna

- Vid cirka **en veckas ålder** (4-7 dagars ålder)  
*Ultraljud före 4 dagars ålder rekommenderas ej rutinmässigt, utan bara på klinisk indikation.*
- Vid cirka **4 veckors ålder**
- Vid **fullgången tid** alternativt vid hemgång (kan ersättas av MR hjärna)

Vid patologiska fynd oavsett undersökningstillfälle rekommenderas ny undersökning inom några dagar beroende på fynd, därefter minst veckovis tills regress/stationärt.

Vid uttalad intraventrikulär blödning (IVH) finns en risk för utveckling av posthemorragisk ventrikeldilatation. Då kan tätare ultraljud (ibland dagliga) krävas för att inte fördröja intervention.



## Bakgrund

Ultraljud av hjärnan är en screeningundersökning som enkelt kan göras bedside. Rutiner för ultraljud hjärna varierar stort internationellt<sup>1</sup> och även inom Sverige, vilket tydligt framkommit vid genomgång av svenska lokala protokoll för ultraljud hjärna på Sveriges neonatalavdelningar.

Neonatalföreningen har vid utarbetandet av denna riktlinje vägt samman tillgänglig evidens för vilka nyfödda barn som har störst nytta av screening med ultraljud hjärna med vilka förutsättningar som finns på Sveriges olika neonatalavdelningar.

## Utförare

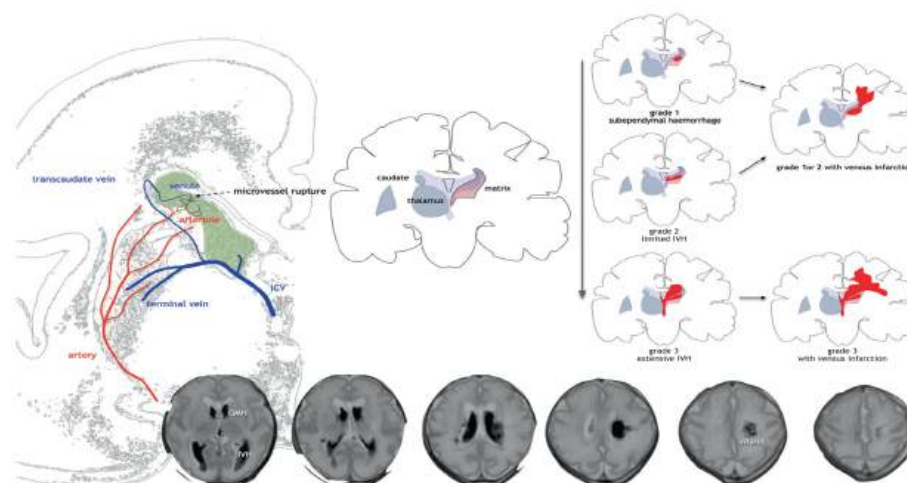
Ultraljud är användarberoende och internationellt rekommenderas ett strukturerat träningsprogram innan man anses kvalificerad för att kunna utföra ultraljud hjärna självständigt.

## Intraventriculär blödning, Periventriculär hemorragisk infarkt, Periventriculär leukomalaci och hydrocefalus inklusive Post-hemorragisk ventrikeldilatation

Ultraljud hjärna kan användas som screening för bland annat intraventriculära blödningar (IVH), periventriculär leukomalaci (PVL) och hydrocefalus inklusive posthemorrhagisk ventrikeldilatation, och för att följa hur dessa och andra cerebrala patologier utvecklas över tid.

Målet är att kunna upptäcka behandlingsbara tillstånd samt att diagnosticera tillstånd som kan påverka prognos och planerad uppföljning av barnet.

Att underburna barn riskerar att drabbas av IVH är känt sedan 1960 talet. 1968 publicerades en studie där IVH sågs hos majoriteten av avlidna barn födda före vecka 28 som obducerades.<sup>2</sup> Rapporten följdes av en studie av Papile et al. publicerad 1978, där man med datortomografi på 46 barn med födelsevikt <1500 gram beskrev en gradering av IVH från grad 1 till grad 4<sup>3</sup>. Graderingen förekommer än idag, även om det idag är mer vedertaget att det som tidigare kallades för IVH grad 4 bör kallas periventriculär hemorragisk infarkt (PVHI) (se Figur 2), vilket kan förekomma vid alla grader av IVH.<sup>4</sup>



Figur 2: IVH - ursprung och gradering, inklusive periventriculär hemorragisk infarkt<sup>4</sup>  
(Parodi et al. Cranial ultrasound findings in preterm germinal matrix haemorrhage, sequelae and outcome. *Pediatr Res.* 2020;87(1):13-24).

Papile et al. beskrev också att IVH ofta fanns hos barn som inte visade några kliniska symtom på IVH under nyföddhetsperioden, samt att grad av IVH var associerat med risk för neurologiska funktionshinder.<sup>5</sup> Man drog därför slutsatsen att det är viktigt att screena för IVH även hos välmående mycket ( $\leq 32$  gestationsveckor) och extremt ( $\leq 28$  gestationsveckor) för tidigt födda barn.

Det är framför allt IVH grad 3 med eller utan periventrikulär hemorragisk infarkt (tidigare kallad IVH grad 4) som är associerad med ökad risk för neurologisk funktionsnedsättning. Risken för svår IVH ökar ju mer omoget barnet är vid födseln.

I den svenska nationella studien Extremely Preterm infant Study in Sweden (EXPRESS) var incidensen av IVH grad 3-4 cirka 10% bland barn födda i vecka 22-27 under åren 2014-2017, med högst risk hos de mest omogna barnen.<sup>7</sup> I Svenskt Neonatalt Kvalitetsregister (SNQ)<sup>8</sup> hade endast 19 av 1900 barn födda i vecka 30+0 – 31+6 IVH grad 3 med eller utan periventrikulär hemorragisk infarkt (tidigare kallad IVH grad 4) under åren 2018-2022.

Cerebellära blödningar har rapporterats förekomma hos mellan 1,5 och 19% av underburna barn. Även isolerade cerebellära blödningar är associerade till en sämre neurologisk utveckling.

Post-hemorragisk ventrikeldilatation (PHVD) brukar vanligtvis uppträda ca 7-14 dagar efter debut av IVH, varför fynd av IVH, framför allt mer uttalad IVH, kräver frekventa upprepade undersökningar för att tidigt upptäcka begynnande ventrikeldilatation.

Banker och Laroche myntade begreppet periventrikulär leukomalaci (PVL) baserat på obduktionsfynd och sedan 1980-talet har man kunnat diagnosticera PVL med hjälp av ultraljud.

([https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(05\)80189-5](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(05)80189-5)). PVL drabbar framför allt det prematurfödda barnet, men även det fullgångna barnet efter asfyxi. I ett akut skede kan man vid PVL se ökad periventrikulär ekogenicitet där vit substans är ljusare än plexus choroideus. Omvandling från ökad periventrikulär ekogenicitet till cystiska förändringar tar vanligtvis cirka två veckor vid omfattande PVL och kan ta upp till ca 4-5 veckor vid fokala cystiska förändringar. Små cystor kan vara synliga i några veckor, men brukar minska i storlek och är inte alltid synliga efter några månader. Gradering av PVL har föreslagits av de Vries et al 1992.

### **Faktorer som har påverkat rekommendationen för rutinmässig screening med ultraljud av hjärnan hos underburna barn**

Svenska Neonatalföreningen har vägt samman internationella rekommendationer, svenska data på prevalens av IVH samt lokala riktlinjer och förutsättningar på Sveriges neonatalkliniker vid utarbetande av denna riktlinje.

Internationellt finns varierande rekommendationer för tidpunkter för screening. The American Academy of Pediatrics (AAP) rekommenderade 2020 att alla barn födda före 31 gestationsveckor och barn födda från 31+0 gestationsveckor med riskfaktorer screenas med ultraljud hjärna vid 7-10 dagars ålder, vid 4-6 veckors ålder och vid utskrivning/fullgången ålder.<sup>1</sup> Barn med patologiska fynd rekommenderades att undersökas oftare och seriellt. Den europeiska gruppen eurUS.brain group rekommenderade 2020 screening av alla nyfödda barn med risk för hjärnskada. Tidpunkter som föreslogs varierade med gestationsålder. För barn födda före 28 gestationsveckor/födelsevikt under 1000 gram rekommenderades screening vid 1, 3, 7, 14, 21, 28 dagars ålder, därefter varannan vecka till fullgången tid och från 28+0 gestationsveckor rekommenderades screening vid 1, 3, 7, 14, 28 dagars ålder, vid 6 veckors ålder och i fullgången tid.<sup>9</sup>

Genomgång av lokala protokoll från Sveriges neonatalavdelningar visar att många neonatalavdelningar screenar rutinmässigt alla barn födda före 30 gestationsveckor samt barn med riskfaktorer. Detta i kombination med att det i SNQ endast var 19/1900 barn födda i vecka 30+0 –

31+6 som hade IVH grad 3 med eller utan periventrikulär hemoragisk infarkt (tidigare kallad IVH grad 4) under åren 2018-2022, varav många förmodas ha haft riskfaktorer, har gjort att denna riktlinje landat i att rekommendera rutinmässig screening av alla barn födda före 30 gestationsveckor.

Svenska neonatalföreningen rekommenderar i denna riktlinje för den rutinmässiga screeningen av det underburna barnet att det första ultraljudet genomförs vid 4-7 dagars ålder eftersom de allra flesta IVH sker inom de första tre dyggen och att barnen de första tre levnadsdyggen rekommenderas att fredas från procedurer och störningar vars resultat inte påverkar barnets omedelbara vård. Undersökning vid 0-3 dagars ålder rekommenderas bara om undersökningens resultat kan förväntas påverka barnets omedelbara vård. Hos de minsta, mest omogna barnen rekommenderas alltid en van undersökare och att undersökningen sker anpassat till barnets förutsättningar.

### **Ultraljud vid Hypoxisk Ischemisk Encefalopati (HIE)**

Vid måttlig-svår HIE där barnet kylbehandlats rekommenderas magnetkameraundersökning (MR) för att bedöma utbredningen av ischemiska förändringar efter genomförd kylbehandling.

Ultraljud kan användas som ett komplement för att leta efter stora blödningar och hitta antenatala skador som kan tala för bakomliggande sjukdom (till exempel atrofi, porencefali, hydrocefalus, cystor, lenticulostratial vaskulopati etc).<sup>7</sup> Denna typ av bakomliggande skador har rapporterats hos knappt en femtedel (14/83) av barn med HIE i en studie.<sup>8</sup> Ökad ekogenicitet i vit substans innan kylbehandlingsstart kan indikera prenatal skada. Ultraljud hjärna som görs ca två dygn efter skadetillfället kan också påvisa skador i thalamus och basala ganglier. Förlust av differentiering mellan vit och grå substans kan vara ett sent tecken till utbredda asfyxiskador. "Luxusperfusion" vid dopplerundersökning av blodflöde i arteria cerebri anterior är ett indirekt tecken på måttlig till svår hjärnpåverkan, sannolikt till följd av svullnad och vasoparalys.<sup>9</sup> Korrelationen mellan luxusperfusion och neurokognitiv funktionsnedsättning är inte lika stark under hypotermibehandling, men är åter prediktiv efter uppvärmning.<sup>8</sup>

### **Ultraljud hjärna vid andra indikationer**

Ultraljud hjärna rekommenderas även som diagnostisk undersökning vid andra typer av neurologiska avvikelser eller misstanke på cerebral patologi, som till exempel neonatala anfall, neonatala cerebrala infektioner och misstänkta hjärnmissbildningar.

Ultraljud hjärna ska inte ersätta MR hjärna när en mer komplett kartläggning av skadeutbredning, hjärnans anatomi och strukturer krävs. En del förändringar, till exempel. förkalkningar, kan dock synas bättre på ultraljud än på MR.

## Rekommendation för rutinmässig screening av underburna barn

### Indikation

**Alla underburna barn födda före 30+0 gestationsveckor**

**Underburna barn födda från 30+0 gestationsveckor med riskfaktorer så som:**

- Svår sjuklighet (tex pneumothorax som kräver pleuradrän, ECMO, sepsis med chock)
- Uttalad tillväxthämning
- Tecken till intrauterin hypoxi, t.ex. barn födda efter uttalad placentainsufficiens (blodflödespåverkan, CTG-påverkan, tvillingtransfusionssyndrom)

### Rekommenderade lägsta antal tidpunkter och möjliga fynd

# Vid cirka **en veckas ålder** (4-7 dagar)

Intraventrikulära hjärnblödningar (IVH), periventrikulär hemorragisk infarkt, cerebellära blödningar, eventuella missbildningar

Ytterligare undersökning dag 0-3 kan utföras på klinisk indikation, till exempel vid misstanke om större blödning som direkt påverkar barnets vård. Eftersträva så kort undersökning som möjligt för att minimera onödig stress för barnet.

# Vid cirka **4 veckors ålder**

Ventrikeldilatation, skador i vit substans så som periventrikulär leukomalaci (PVL), sällsynta fall av sen IVH, sent debuterande cerebellära blödningar.

# Vid **fullgången tid** alternativt vid hemgång (kan ersättas av MR hjärna)

Identifiera permanenta rester av vit substansskada eller atrofi (ventrikeldilatation, gyrering, periventrikulära cystor), hjärnans mognadsgrad.

### Vid påvisad patologi

- Upprepa undersökningen inom en vecka beroende på fynd samt därefter förslagsvis 1-2 gånger per vecka tills regress/stationärt.
- Vid IVH (framför allt av högre grad) finns en risk att posthemorragisk ventrikeldilatation (PHVD) utvecklas. Då kan täta, ibland dagliga, ultraljud samt noggrann observation på symtom och skalltillväxt krävas för att inte försena intervention.

## Rekommendation för diagnostisk undersökning med ultraljud hjärna hos barn med misstanke om allvarlig sjukdom/ cerebral patologi

### Indikation

#### Misstanke om morfologisk hjärnskada

- Kongenitala missbildningssyndrom
- Intrauterin misstanke på cerebral missbildning eller hydrocefalus
- Myelomeningocele
- Mikro- eller makrocefali

#### Neonatala encefalopatier

- Hypoxisk-ischemisk encefalopati (HIE)
- Verifierade eller misstänkta anfall
- Misstänkt meningit/encefalit
- Misstänkt stroke
- Avvikande rörelsemönster och eller muskeltonus
- Svårt sjukt barn med neurologiska symptom

#### Övrig svår sjuklighet

- Allvarlig arteriell hypertension eller hypotension/chock
- Misstanke på kongenital infektion
- Svår sepsis med cirkulationspåverkan
- Svår respiratorisk insufficiens med behov av NO eller ECMO

#### Övriga riskbarn

- Fetomaternell transfusion
- Intrauterina transfusioner
- Tvillingtransfusionssyndrom
- Svår symptomatisk hypoglykemi
- Uttalade koagulationsrubbningar
- Misstanke om blödning (t.ex. snabbt sjunkande Hb)



## Appendix 1 Utförande av ultraljud hjärna

### Utförare av ultraljud hjärna

Neonatalföreningen rekommenderar varje klinik att ha lokala riktlinjer för vem som anses kvalificerad för att utföra ultraljud hjärna och möjlighet till strukturerad eftergranskning av ultraljudsbilderna.

### Förslag för att optimera bildtagning

1. Välj lämplig prob (till exempel konvex, linjär)
2. Optimera bildkvalitet
  - a. Använd rätt preset
  - b. Förstora bilden så att så mycket som möjligt av skärmen fylls
    - i. Justera djup
    - ii. Om kurverad prob används, justera sektorbredden (mindre sektorbredd ökar lateral upplösning)
  - c. Välj fokus (överväg att ta fler bilder om du önskar bilder med fler fokusområden)
  - d. Vid korrekt preset, använd automatisk optimering av gain (Optimize/iScan etc)
  - e. Justera Gain
  - f. Justera Time Gain Control/Time Gain Compensation/Depth Gain Control manuellt om nödvändigt för att justera djupspecifik gain
  - g. Justera eventuellt frekvens (högre frekvens ger ökad upplösning, lägre ger ökad penetrans)
  - h. Justera Dynamic Range -> Gråskala
3. Sträva efter att alla coronara bilder är så symmetriska som möjligt
4. Visa all patologi i minst två snitt, dvs med både coronar och sagittal bild
5. Gör gärna ett videosvep över all patologi

### Standardundersökning

1. Främre fontanellen
  - a. ”Gold standard” undersökningen
  - b. 6 coronara och 5 sagittala standardprojektioner tas
  - c. Symmetriska bilder är viktiga för korrekt avbildning och tolkning
  - d. Stillbilder rekommenderas i första hand
  - e. Avvikelse bör identifieras i två olika projektioner.
  - f. Videosekvenser kan gärna användas för att dokumentera anatomiska relationer och patologier
  - g. Patologier i bakre skallgrop och cerebellum kan missas, för att fånga dem behövs komplettering med undersökning via mastoidala fontanellen<sup>1</sup>
  - h. Nedan presenteras landmärken per standardprojektion för undersökning via främre fontanellen. Understrukna fraser är lätta att känna igen respektive projektion genom. Några vanliga avvikande fynd, men är inte på något sätt uttömmande för alla avvikelser som kan förekomma.

## Främre fontaneln - Coronar standardprojektioner C1-C6

- Anlägg transducern över främre fontaneln i linje med coronarsuturena.
- Höger sida av hjärnan avbildas på vänster sida av ultraljudsskärmen.
- Standardprojektionerna avbildas framifrån och bakåt.
- Standardprojektionerna beskrivs nedan, se även Figur 3. Understrukna fraser är lätta att känna igen respektive projektion genom.

### Coronarprojektion 1 (C1)

*Landmärken:* Orbitatak. Sulcus olfactorius. Frontallober inkl vit substans, bör ej innehålla ventriklar.

*Avvikelser:* Dilaterade framhorn, frontal blödning, periventrikulär hemorragisk infarkt (PVHI) eller periventrikulär leukomalaci (PVL). Förändringar i grå-vit differentiering.

### Coronarprojektion 2 (C2)

*Landmärken:* Kärl i pentagon, framhorn, cavum septum pellucidum.

*Avvikelser:* Blod i framhornen (IVH grad 2-3), PHVI, PVL, ventrikeldilatation. Förändringar i grå-vit differentiering.

### Coronarprojektion 3 (C3)

*Landmärken:* Tredje ventrikeln i höjd med foramina Monroi, corpus callosum, sidoventriklarnas corpus, tredje ventrikeln, temporalloben. Basala ganglier, ffa nucleus caudatus, putamen och globus pallidus.

*Avvikelser:* IVH, PHVI, PVL, PHVD. Förändringar i basala ganglier och grå-vit differentiering.

### Coronarprojektion 4 (C4)

*Landmärken:* Sidoventriklar med början på plexus, sidoventriklarnas temporalhorn, lillhjärna och fjärde ventrikel (4:e ventrikel normalt svår att se).

*Avvikelser:* IVH, PHVI, PVL, PHVD, lillhjärneblödning. Förändringar i basala ganglier. Förändringar i grå-vit differentiering.

### Coronarprojektion 5 (C5)

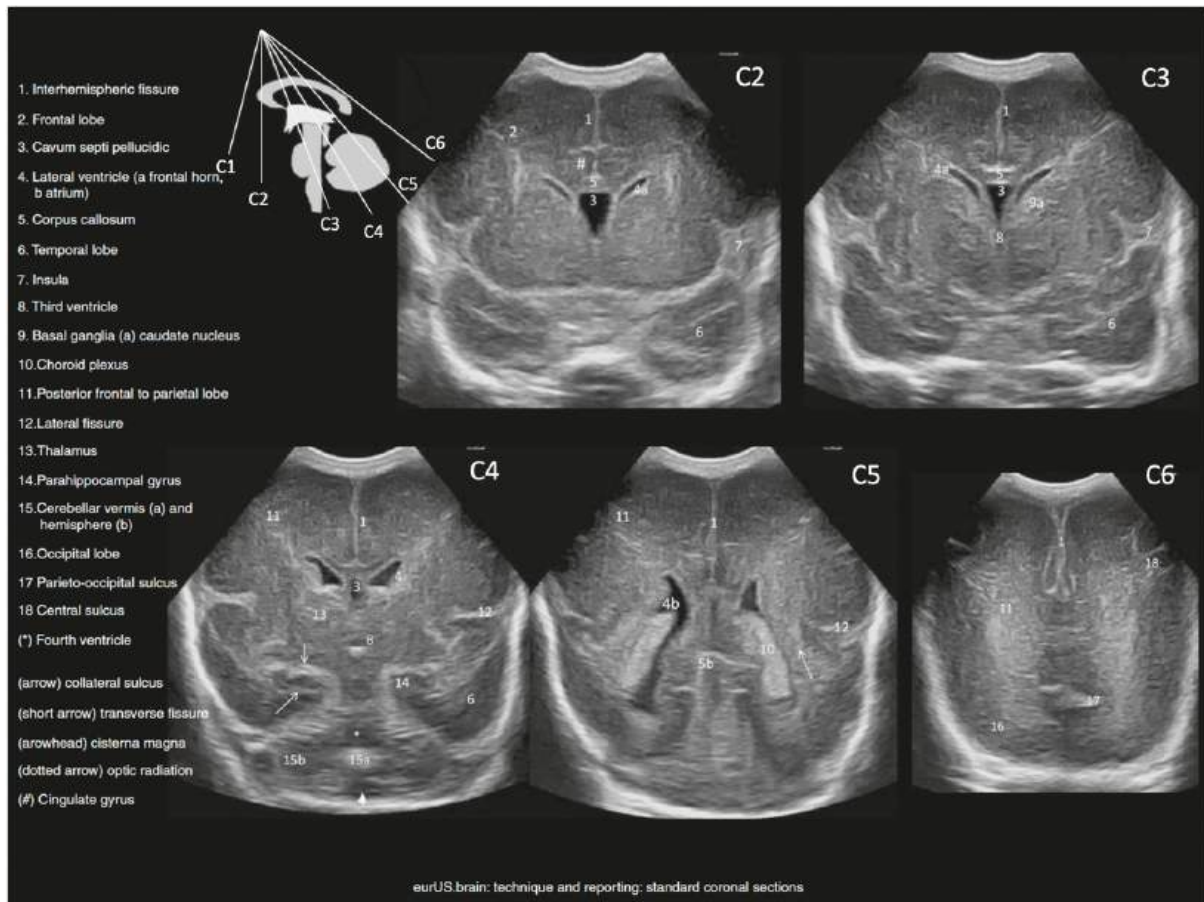
*Landmärken:* Trigonum, sidoventriklarnas bakhorn, plexi.

*Avvikelser:* IVH, PHVI, PVL, PHVD. Blod i ventriklarnas bakhorn. Förändringar i grå-vit differentiering.

### Coronarprojektion 6 (C6)

*Landmärken:* Parietal- och occipitalloben. Sulcus parieto-occipitale. Bör i normalfallet inte innehålla ventrikel.

*Avvikelser:* PHVI, PVL, PHVD. Förändringar i grå-vit differentiering.



Figur 3. Anatomi vid standardprojektioner C2-C6, främre fontanelen, modifierad från Dudink et al.<sup>9</sup> (Dudink et al. State-of-the-art neonatal cerebral ultrasound: technique and reporting. *Pediatr Res.* 2020;87(Suppl 1):3-12.)

## Främre fontaneln - Sagittala standardprojektioner S1-S5

- För sagittala projektioner vrids proben 90 grader och ställs i linje med sutura sagittalis med markören pekandes mot patientens näsa så att främre delen av hjärnan avbildas till vänster på skärmen.
- Midsagittala bilder avbildas först, därefter två parasagittala bilder på först höger sida, därefter vänster sida.
- Standardprojektionerna beskrivs nedan, se även Figur 4. Understrukna fraser är lätta att känna igen respektive projektion genom.

### Sagittalprojektion 1 (S1)

*Landmärken:* Medellinjesbild. Cavum pellucidum (eventuellt cavum vergae), corpus callosum, vermis cerebellum, 3:e och 4:e ventrikeln, pons.

*Avvikelser:* Corpus callosum-agenesi. Överskjutning. Förändringar i grå-vit differentiering.

### Sagittalprojektion 2 (S2 – höger och vänster)

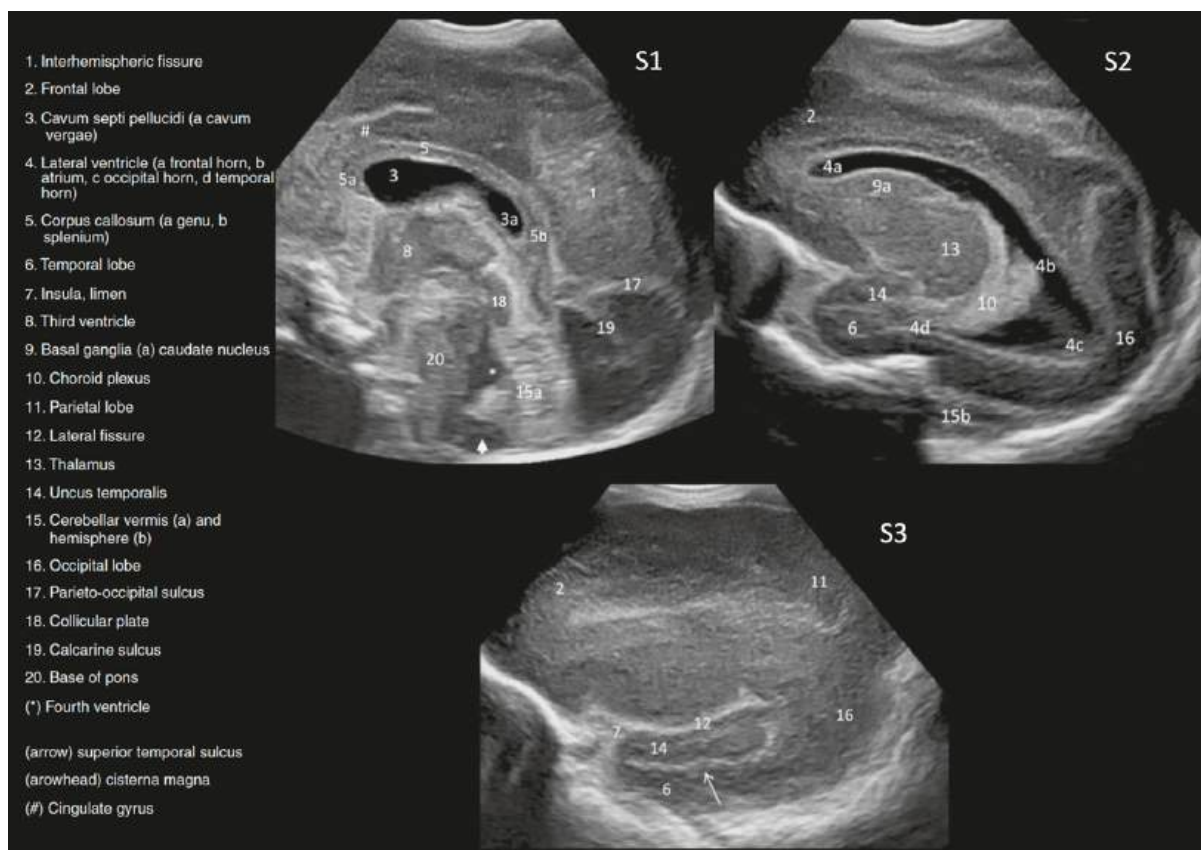
*Landmärken:* Parasagittal bild av hela sidoventrikeln inklusive fram- och bakhorn. Plexus och caudothalamiska fåran där plexus startar.

*Avvikelser:* IVH, PHVI, PVL, PHVD. Förändringar i grå-vit differentiering.

### Sagittalprojektion 3 (S3 – höger och vänster)

*Landmärken:* Parasagittal bild lateralt om sidoventriklarna. Periventrikulär vit substans. Fissura Sylvii (sidofåran).

*Avvikelser:* PHVI, PVL, PHVD. Förändringar i grå-vit differentiering.



Figur 4 Anatomi vid standardprojektioner S1-S3, främre fontanellen, modifierad från Dudink et al<sup>9</sup> (Dudink et al. State-of-the-art neonatal cerebral ultrasound: technique and reporting. *Pediatr Res.* 2020;87(Suppl 1):3-12).

## Doppler undersökning

- En av fördelarna med ultraljud är möjligheten att undersöka cerebral hemodynamik.
- Vid oklara avvikelser rekommenderas dopplerundersökning över området för att utesluta vaskulär orsak.
- Vid standardundersökning rekommenderas dopplerundersökning av blodflöde i större artär, till exempel *arteria cerebri anterior*. För att följa förlopp bör samma kärl användas vid uppföljande undersökningar.
- Undersökning av venösa flöden tillhör inte standardundersökningen, men är av värde vid till exempel vaskulära anomalier så som vena Galeni-missbildning. Doppler över *vena cerebri interna* kan vara av värde där flödet bör vara konstant kring ca 5 cm/s. Andningsvariation i venösa flöden kan ses vid t.ex. högt intrathorakalt tryck eller vid hjärtsvikt.
- De flesta ultraljudsmaskiner kan semiautomatiskt beräkna flödes hastigheter (Peak Systolic Velocity – PSV och End Diastolic Velocity – EDV) och resistans-index (RI). Normalt är RI mellan 0,65-0,85.<sup>10</sup>

Vanliga tillstånd som kan påverka flödes hastigheter och resistens-index (RI):

- Blodtrycksförändringar och hypovolemi
- Hemodynamiskt signifikant ductus arteriosus (hög PSV, låg eller reverserad EDV och högt RI)
- Förhöjt intrakraniellt tryck
  - Ses vid till exempel post hemorragisk ventrikeldilatation
  - Vid snabb ökning av intrakraniellt tryck kan PSV öka och EDV minska och även reverseras.<sup>10,11</sup> men vid långsam progress är de normala<sup>11</sup>
  - Vid normala hastigheter och tryck kan man applicera en mild kompression av fontanellen och utvärdera om en ökning av RI förekommer, vilket är ett indirekt tecken till förhöjt intrakraniellt tryck.<sup>12</sup>
- Respiratorisk distress, vilket framför allt kan påverka venöst återflöde och ger extrema fluktuationer i venöst återflöde.
- Hypoxisk ischemisk encephalopati, där en initial hypoperfusion i samband med hypoxi-ischemin följs av en kompensatorisk "*luxury perfusion*" med låga RI. Det finns en omvänd korrelation mellan RI och svårighet av asfyxi. Korrelation med utfall är inte längre lika tydligt efter införande av hypotermibehandling.

## Accessoriska projektioner

Som accessoriska projektioner kan undersökning genom bakre-, mastoidala- och temporala fontanellen samt foramen magnum användas.

### Bakre fontanell

Kan användas för att diagnostisera mindre intraventrikulära blödningar, lesioner i occipitalloberna, missbildningar i bakre skullgropen och skador till följd av t.ex. stroke och svår hypoglykemi.



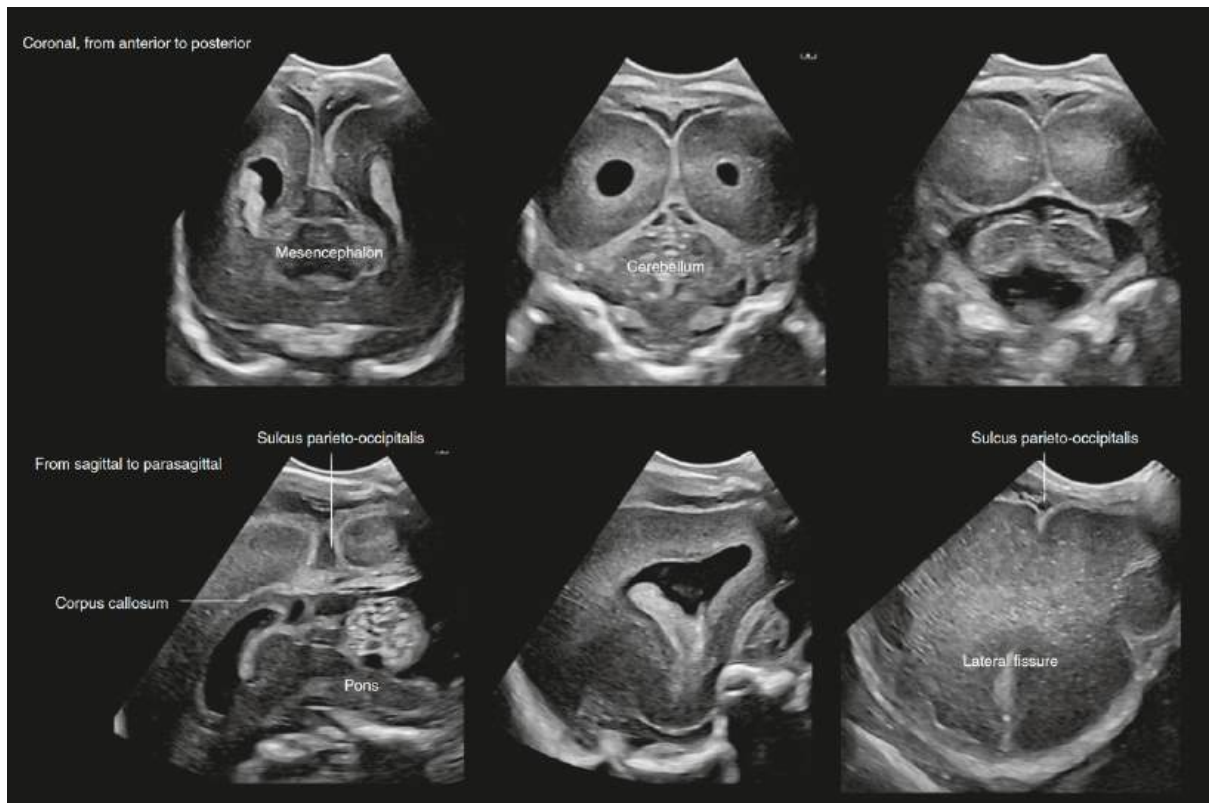
Figur 5: Coronara snitt genom bakre fontanell

<sup>13</sup> (Fumagalli et al. *Ultrasound of acquired posterior fossa abnormalities in the newborn. Pediatr Res.* 2020;87(Suppl 1):25-36).



Figur 6: Sagittala snitt genom bakre fontanell

<sup>13</sup> (Fumagalli et al. *Ultrasound of acquired posterior fossa abnormalities in the newborn. Pediatr Res.* 2020;87(Suppl 1):25-36).



Figur 7: Bilder via bakre fontanell i graviditetsvecka 24

<sup>9</sup> (Dudink et al. *State-of-the-art neonatal cerebral ultrasound: technique and reporting. Pediatr Res.* 2020;87(Suppl 1):3-12).



## Mastoidal fontanell

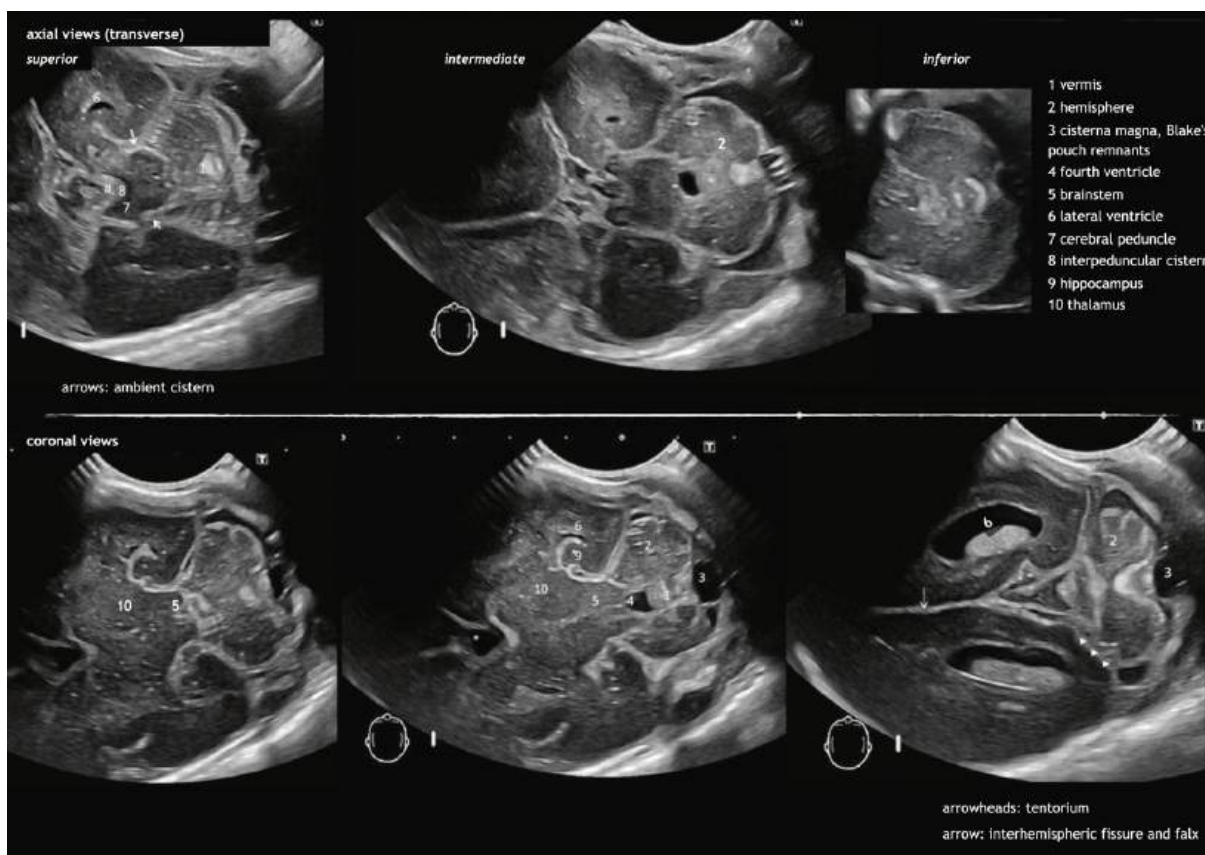
Det finns mycket evidens för att användande av mastoidala projektioner förbättrar diagnostiken av avvikelser i bakre skullgropen, framför allt blödningar i cerebellum.<sup>13</sup> Eftersom man kommer närmare strukturerna av intresse kan man med fördel använda högre transducer-frekvenser och därmed förbättra upplösningen i bilderna. Från mastoidala fontanellen kan man relativt enkelt visualisera cerebellum, cisterna magna, fjärde ventrikeln och ofta även akvedukten och tredje ventrikeln.

Klinisk erfarenhet visar att mastoidalt ultraljud kan upplevas som obekvämt för barnet, varför denna del bör utföras mot slutet av ultraljudsundersökningen och om möjligt undvikas på de mest omogna barnen under första levnadsdygnet.



Figur 8: Positionering av prob vid undersökning via mastoidal fontanell

<sup>13</sup> (Fumagalli et al. *Ultrasound of acquired posterior fossa abnormalities in the newborn. Pediatr Res. 2020;87(Suppl 1):25-36*).

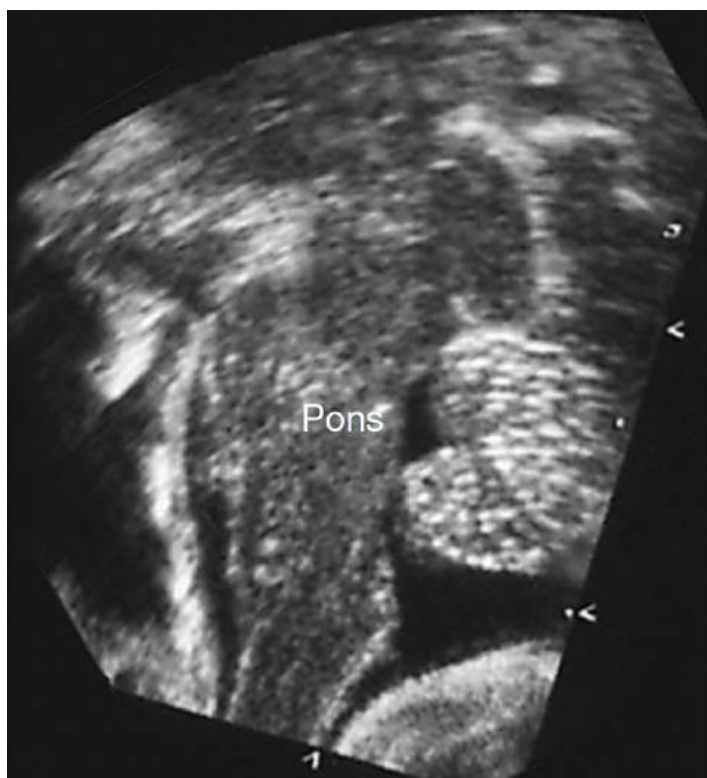


Figur 9: Undersökning via mastoidal fontanell i v 24

<sup>13</sup> (Fumagalli et al. *Ultrasound of acquired posterior fossa abnormalities in the newborn. Pediatr Res. 2020;87(Suppl 1):25-36*).

### Foramen magnum

Foramen magnum kan användas för att visualisera förändringar i kraniocervikala övergången och patologi i bakre fossa, t.ex. Chiari-malformationer. Vid undersökning via foramen magnum placeras barnet på sidan med huvudet något framåtböjt (som vid en lumbalpunktion). För ytterligare läsning om ultraljud via foramen magnum rekommenderas Muehlbacher et al. DOI: 10.1055/a-1072-5207.



Figur 10: Undersökning via foramen magnum

<sup>9</sup> (Dudink et al. *State-of-the-art neonatal cerebral ultrasound: technique and reporting. Pediatr Res.* 2020;87(Suppl 1):3-12).

## Appendix 2: Lokala riktlinjer i Sverige

Inför utarbetande av denna nationella riktlinje har Neonatalföreningen samlat in lokala riktlinjer från landets neonatalverksamheter där majoriteten har delat med sig av sina riktlinjer. Riktlinjerna varierar stort i landet. Nedan är en sammanfattning av de insamlade lokala riktlinjer som används idag i Sverige.

<32 v	Under första levnadsveckan, vid 3-4 v ålder, vid utskrivning (om inte MR)
<28 v	Ultraljud dag 3 och dag 7 på barn <v28 i övrigt ingen skriftlig rutin för prematurfödda
<32 v	Under första levnadsveckan + i fullgången tid (<v28 görs MR istället)
<32 v	Ett ultraljud första levnadsveckan. Inga fler på barn 28-31 om dem mår bra. <v28 upprepas 1-2 gånger under vårdtiden
<v32 v/<1500 gram	Vid 1 veckas ålder och 6 veckors ålder
<30 v	Ultraljud dag 3 och 7, vid 3 och 6 veckors ålder samt vid fullgången tid. I övr efter kliniken.
<30 v	Ultraljud dag 3 om sjukt barn, annars vid cirka 1 och 4-6 veckors ålder samt inför hemgång.
<30 v	Ultraljud dag 2 eller 3 och dag 7 samt 4-6 veckor och inför hemgång
<30 v	UL dag 1-3, dag 7-10, 4-6 veckor, fullgången tid samt barn födda i v 30-32 dag 7-10 vid betydande sjuklighet
<30 v	Dag 3, dag 7-10, vid 4-6 veckor, i fullgången tid samt 30-32 v endast vid svår sjuklighet dag 7-10 samt inför hemgång
27+0 – 31+6	Minst en gång under första veckan + vid 3-4 veckors ålder + vid hemgång
-	-----
<27+0	En gång före 3 dagars ålder, därefter en gång/vecka tom vecka 27, sen varannan vecka till vecka 32 samt inför hemgång
	Inget PM men brukar som regel göra UL på barn <v31 under första veckan och inför utskrivning
	En region har ett PM för hur tekniskt utför undersökningarna, men är ej angivet indikationer och tidpunkt

Tabell 1: Sammanfattning av lokala riktlinjer som används i Sverige. UL=ultraljud v=veckor

## Referenser

1. Hand IL, Shellhaas RA, Milla SS, et al. Routine neuroimaging of the preterm brain. *Pediatrics*. 2020;146(5).
2. Towbin A. Cerebral intraventricular hemorrhage and subependymal matrix infarction in the fetus and premature newborn. *Am J Pathol*. 1968;52(1):121-140.
3. Papile L-A, Burstein J, Burstein R, Koffler H. Incidence and evolution of subependymal and intraventricular hemorrhage: a study of infants with birth weights less than 1,500 gm. *J Pediatr*. 1978;92(4):529-534.
4. Parodi A, Govaert P, Horsch S, et al. Cranial ultrasound findings in preterm germinal matrix haemorrhage, sequelae and outcome. *Pediatr Res*. 2020;87(1):13-24.
5. Papile LA, Munsick-Bruno G, Schaefer A. Relationship of cerebral intraventricular hemorrhage and early childhood neurologic handicaps. *J Pediatr*. 1983;103(2):273-277.
6. Klebermass-Schrehof K, Czaba C, Olischar M, et al. Impact of low-grade intraventricular hemorrhage on long-term neurodevelopmental outcome in preterm infants. *Child's Nerv Syst*. 2012;28:2085-2092.
7. Norman M, Hallberg B, Abrahamsson T, et al. Association Between Year of Birth and 1-Year Survival Among Extremely Preterm Infants in Sweden During 2004-2007 and 2014-2016. *Jama*. 2019;321(12):1188-1199.
8. Norman M, Källén K, Wahlström E, Håkansson S. The Swedish Neonatal Quality Register - contents, completeness and validity. *Acta Paediatr (Oslo, Norway : 1992)*. 2019;108(8):1411-1418.
9. Dudink J, Jeanne Steggerda S, Horsch S, eur USbg. State-of-the-art neonatal cerebral ultrasound: technique and reporting. *Pediatr Res*. 2020;87(Suppl 1):3-12.
10. Meijler GS, Sylke J. *Neonatal cranial ultrasonography*. Third ed: Springer; 2019.
11. Couture A, Veyrac C, Baud C, Saguintaah M, Ferran J. Advanced cranial ultrasound: transfontanellar Doppler imaging in neonates. *Europ Rad*. 2001;11:2399-2410.
12. Yoshizuka T, Kinoshita M, Iwata S, et al. Estimation of elevated intracranial pressure in infants with hydrocephalus by using transcranial Doppler velocimetry with fontanel compression. *Scientific Reports*. 2018;8(1):1-9.
13. Fumagalli M, Parodi A, Ramenghi L, Limperopoulos C, Steggerda S, eur USbg. Ultrasound of acquired posterior fossa abnormalities in the newborn. *Pediatr Res*. 2020;87(Suppl 1):25-

