

Recomendações para o uso de ressonância magnética cerebral no período neonatal

Apresentação: Letícia Vasques Marques - MR4
Neonatologia/HMIB/SES/DF

Coordenação : Carlos Alberto Zaconeta

Brasília, 10 de outubro de 2026

Martínez-Biarge M, Arnaez J, Arca G, et al.
Recomendaciones para el uso de la resonancia magnética cerebral en el periodo neonatal. *An Pediatr (Engl Ed)*. 2025;103:503935.
doi:10.1016/j.anpedi.2025.503935.

[Recomendaciones para el uso de la resonancia magnética](#)



www.paulomargotto.com.br

Guia de recomendações para o uso clínico da RM no período neonatal

Ressonância magnética (RM) combinada com ultrassonografia cerebral/transfontanelar (USTF) é a melhor técnica de imagem para estabelecer o diagnóstico e o prognóstico de doenças neurológicas em recém-nascidos

Há uma heterogeneidade marcante entre os centros em relação aos protocolos de estudo de neuroimagem

Grupo de Neuroimagem Neonatal: profissionais com dedicação específica aos problemas neurológicos de recém-nascidos em colaboração com neurorradiologistas pediátricos



TC x RM

Embora a Tomografia Computadorizada (TC) e a Ressonância Magnética (RM) sejam complementares em muitas doenças neurológicas neonatais, e **a TC** seja frequentemente a primeira opção devido à sua disponibilidade, **seu papel na neurologia neonatal é extremamente limitado**

- **Risco de Radiação:** estudos recentes indicando uma ligação a tumores cerebrais malignos em pacientes pediátricos.
- **Vantagem Diagnóstica:** a TC não oferece vantagens diagnósticas ou prognósticas em comparação com a combinação de RM e USTF

Exceção: A TC deve ser considerada apenas em emergências cirúrgicas onde não há acesso rápido à RM.

Emergências neurológicas

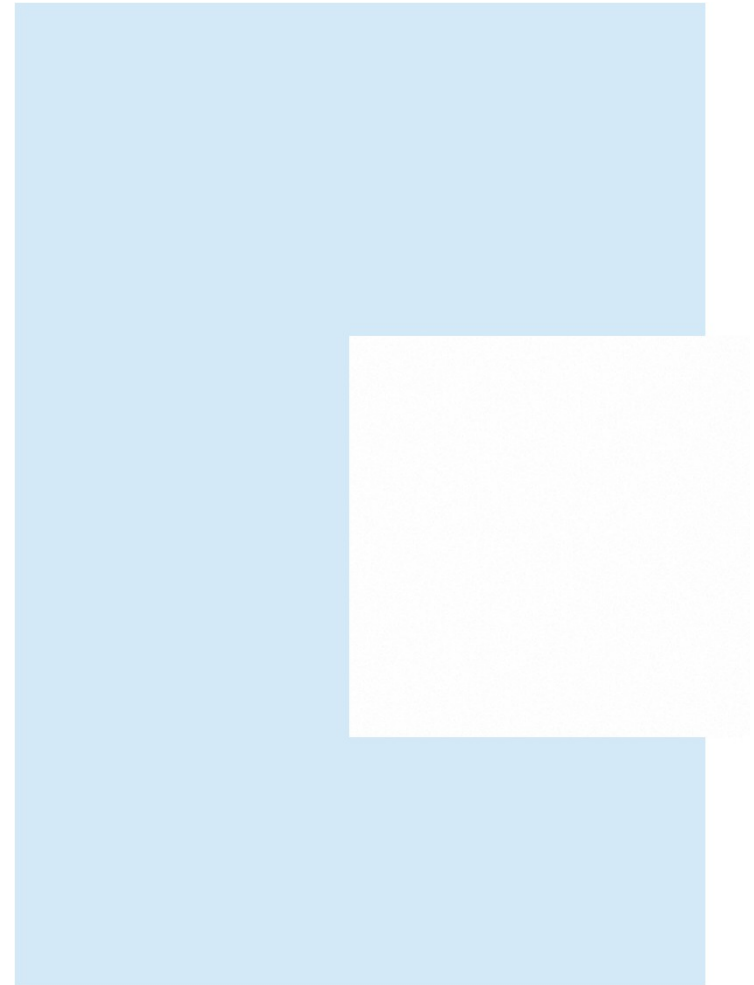
Encefalopatia Neonatal Aguda e Convulsões

INDICAÇÃO

**Todos os casos
de encefalopatia
aguda e
convulsões
neonatais**

Timing

O mais breve
possível



Encefalopatia Hipóxico-Isquêmica

Indicação

- Todos os pacientes em hipotermia terapêutica
- EHI leve com curso atípico ou USTF alterado

RM é o exame de escolha

Diagnóstico da causa e da gravidade da lesão cerebral
Prognóstico

Timing

Ótimo: 4–7 dias de vida

Válido: 4-14 dias de vida

Precoce: 2-14 dias

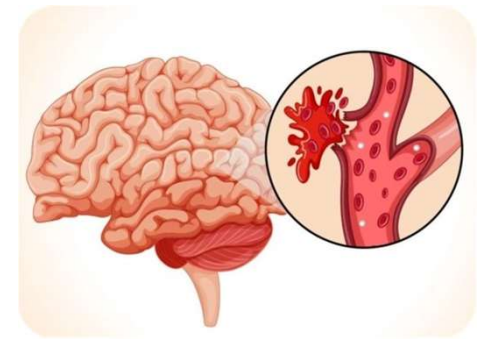
Comparação

TC: embora seja realizada rotineiramente em crianças com EHI, sua sensibilidade para identificar lesões, especialmente corticais, cerebelares e do tronco encefálico, e seu **valor prognóstico é muito limitado**

USTF: complementar à RM; estudos seriados;
avaliação de fluxo cerebral

Patologias Vasculares Neonatais

Infarto Arterial, Infarto Venoso e Trombose de Seio Venoso



As três condições compartilham a importância do **ultrassom como triagem inicial**

A RM confirma, delimita o território vascular e orienta a conduta.

Infartos e Trombose Venosa

AVC

Indicação

- Se suspeita clínica (crise clônica ou apneia)
- Achados USTF sugestivos (aumento da ecogenicidade correspondente a um território vascular)

Timing

Primeira semana
a partir da suspeita clínica

Se RM inconclusiva ou evolução do recém-nascido não for a esperada: repetir RM com tractografia aos 3 meses de idade pode ajudar a refinar o prognóstico

Infarto venoso

Indicação

- Se suspeita clínica
- Achados USTF sugestivos

Timing

Primeira semana a partir da suspeita clínica

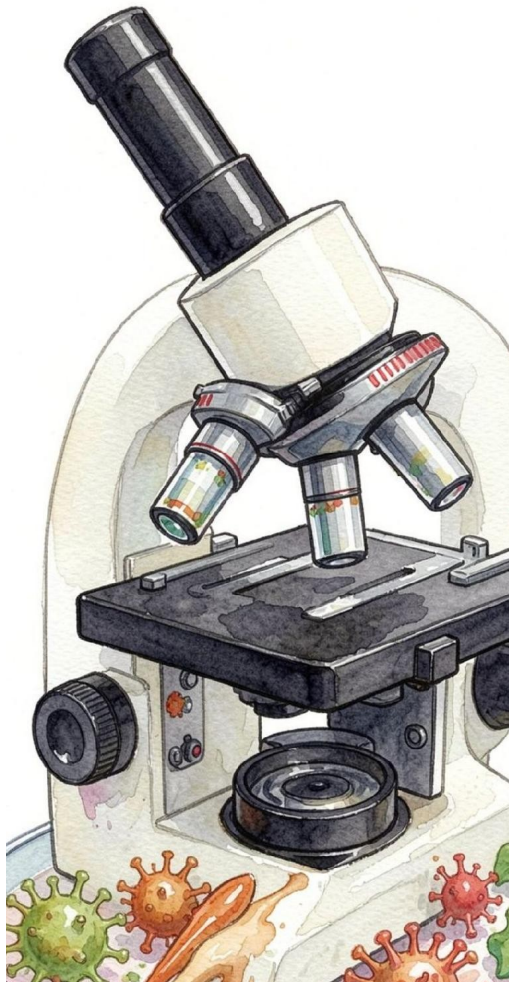
Trombose de seio venoso

Indicação

- Suspeita clínica
- Achados USTF sugestivos (especialmente se houver hemorragia intraventricular, hemorragia talâmica ou envolvimento da substância branca)

Timing

- Se uso de anticoagulante: imediato
- Se não houver tratamento: 5 a 7 dias
- Se houver tratamento: considerar o monitoramento para interromper o tratamento em 6 semanas e, se o trombo persistir, em 12 semanas.



Meningoencefalite

Indicação

- Achados anormais na USTF
- Evolução clínica complicada ou inesperada

Timing

- Depende da evolução dos USTF
- **Se suspeita de infecção viral:** 1ª semana (repetir com 2–3 semanas para avaliar progressão)

A RM é mais confiável no diagnóstico de empiema bacteriano extra-axial

Cardiopatias Congênitas

Indicação

- Manifestação neurológica clínica
- Achados anormais na USTF
- Considerar em pós-operatório com circulação extracorpórea

Timing

Assim que o estado clínico permitir

USTF para todos cardiopatas

- 1) **ao nascimento**, para avaliar a maturação cerebral e a presença de lesões pré-natais
- 2) **após cada cirurgia ou procedimento intervencionista**, para descartar complicações
- 3) **se ocorrerem convulsões** ou outros sintomas neurológicos
- 4) **se houver deterioração hemodinâmica aguda**



Infecção Congênita por CMV

Indicação

- Infecção adquirida no **1º trimestre** gestacional
- Forma **sintomática** confirmada
- Alterações na USTF: vasculopatia, ventriculomegalia, cistos periventriculares

Timing

- **Urgente** — quando há dúvida sobre indicação de tratamento antiviral
- **O quanto antes** — nos demais casos confirmados ou suspeitos

A USTF é superior à RM no diagnóstico de calcificações e vasculopatia das artérias estriadas

Doenças Neurometabólicas e Hipoglicemia

Doenças Neurometabólicas



Indicação

Todos os casos com suspeita clínica



Timing

Logo após a suspeita clínica

A doença pode se apresentar como encefalopatia aguda progressiva e ser erroneamente diagnosticada como EIH » o **padrão de lesão na RM** pode contribuir significativamente para o diagnóstico diferencial

Hipoglicemia



Indicação

Disfunção neurológica ou achados US de lesão parenquimatosa



Timing

Primeiras 2 semanas de vida

USTF normal (especialmente se não incluir imagens obtidas através da fontanela posterior) não exclui lesão occipital ou parietal posterior

Hiperbilirrubinemia

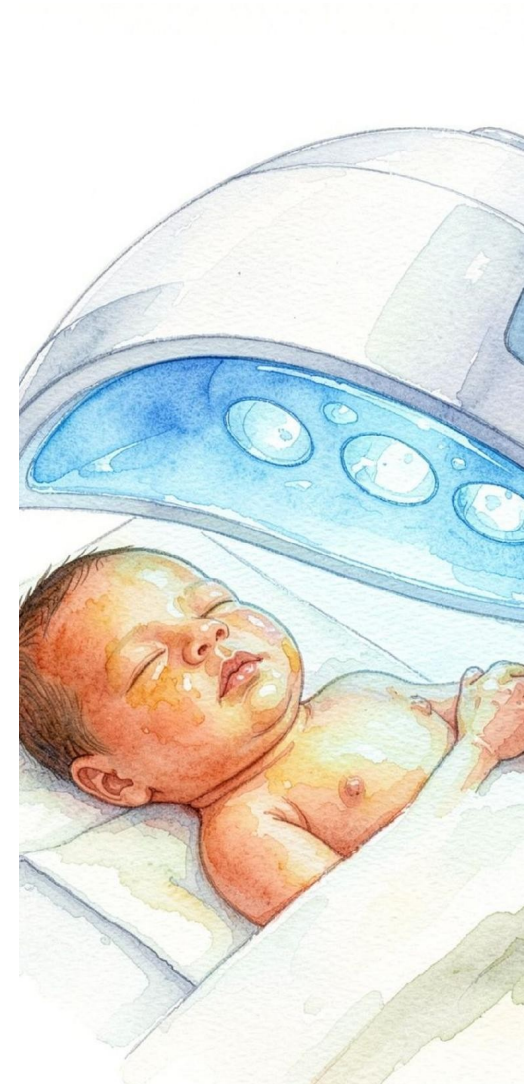
Indicação

- Clínica neurológica aguda (kernicterus)
- Hiperbilirrubinemia grave com indicação de exsanguineotransfusão e/ou PEATE alterado

Timing

- **Quando na idade de termo**
- **6–9 meses** — repetir se primeira RM anormal e atraso do neurodesenvolvimento

Lesões no globo pálido às vezes não são evidentes até semanas ou meses depois

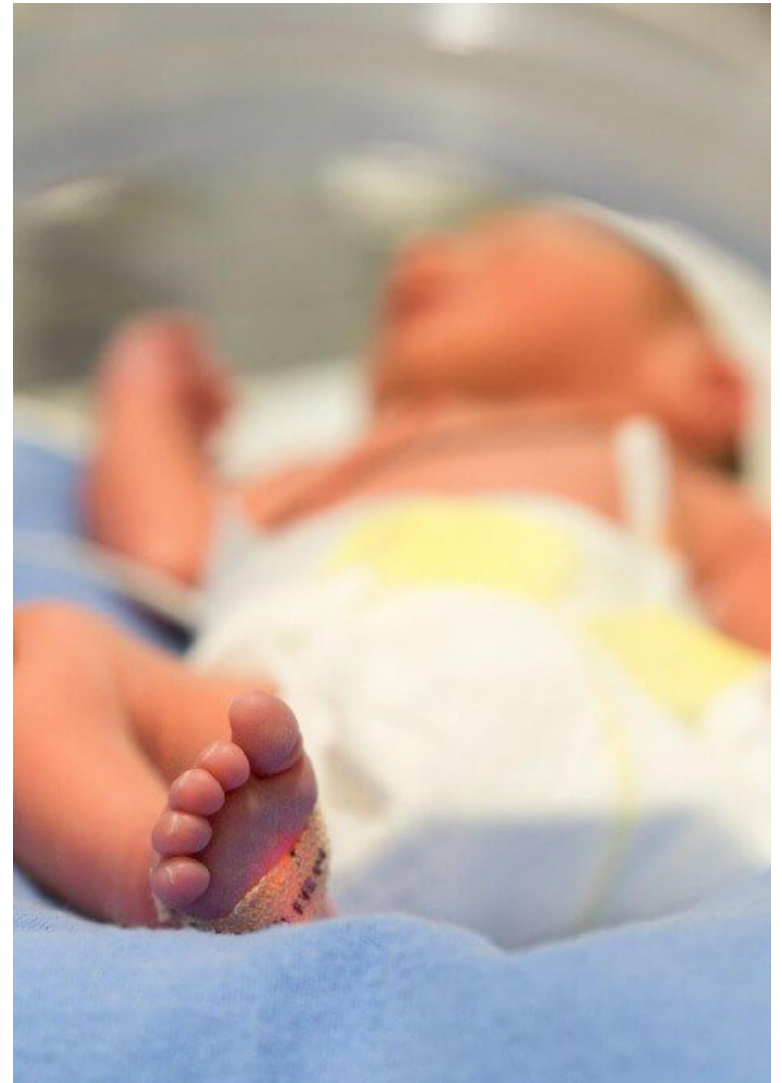


Prematuros

A ultrassonografia seriada é o método de triagem ideal para detectar e monitorar lesões associadas à prematuridade

Indicações

- Sinais neurológicos ao exame físico
- Achados anormais do USTF (lesão da substância branca, infarto cerebral, dilatação ventricular pós-hemorrágica, hipoplasia/hemorragia cerebelar)



Quando solicitar RM após USTF alterado?

USTF normal	Apenas se evolução neonatal atípica ou exame neurológico alterado
Lesão de substância branca (cística e não cística)	Todos
HIV grau I e II	Apenas se evolução neonatal atípica ou exame neurológico alterado
HIV grau III, Infarto hemorrágico e Dilatação ventricular pós-hemorrágica	Todos
Lesão cerebelar	Todos
EVOLUÇÃO NEONATAL ATÍPICA: retinopatia tratada, displasia broncopulmonar moderada a grave (ou necessidade de oxigenoterapia suplementar aos 28 dias de vida), enterocolite necrosante, sepse, necessidade de fármacos vasoativos ou corticosteroides e hiperbilirrubinemia em níveis de exsanguinotransfusão	

Tabela 1: Protocolo básico de RM neonatal

Sequência	Utilidade	Parâmetros sugeridos
Sequências de spin potenciadas em T2 (T2SE), em plano axial e coronal.	Avaliação da anatomia cerebral e da maturação da substância branca. Permite avaliar o córtex e a presença de transtornos de migração. Também permite visualizar lesões hipóxico-isquêmicas e hemorrágicas. Permite detectar lesões hipóxico-isquêmicas agudas e inflamatórias recentes.	TR 4300 TE 135
Sequência de difusão em plano axial (com mapa ADC, de coeficiente de difusão aparente correspondente).	Permite detectar lesões hipóxico-isquêmicas agudas.	B 1000
Sequências de gradiente potenciadas em T1, em plano axial e sagital (podem ser obtidas a partir de sequência volumétrica T1).	Avaliação da anatomia cerebral e da mielinização. Permite visualizar lesões hipóxico-isquêmicas e hemorrágicas.	TR 9.9 TE 4.2
Sequência de gradiente T2* ou de susceptibilidade magnética em plano axial.	Permite visualizar lesões hemorrágicas, calcificações e anomalias vasculares.	

TE: tempo de eco; TR: tempo de repetição.

Tabela 2: Indicações para RNM Cerebral Neonatal

Entidade	Indicações	Momento Ótimo de Realização	Sequências Especiais (adicional ao protocolo básico)
Encefalopatia Aguda (não HIE) ou convulsões com causa desconhecida	Em todos os casos	O mais cedo possível	RNM em todos os casos
Encefalopatia Hipóxico-Isquêmica	(A) Pacientes tratados com HIE. (B) RN com HIE leve com curso atípico ou achados ecográficos anormais.	Ótimo: 4-7 dias pós-natal; Válido: 4-14 dias pós-natal; Precoce (2-4 dias) se for considerada a redireção dos cuidados.	Avaliar RNM se o equipamento permitir: voxel em 3D T2-axial: cortes finos de 2mm necessários para visualizar os corpos mamilares.
Infarto Cerebral Arterial	Suspeita clínica (convulsão, paralisia, ou apnéia); Achados ecográficos sugestivos (aumento da ecogenicidade num território vascular).	Primeira semana após o início clínico.	Sequência vascular cerebral e cervical sem contraste, tipo 3D-TOF, para avaliar a dissecação da artéria carótida, oclusão ou estenose de grandes e médios vasos, ou anomalias vasculares.
Infarto Venoso	Suspeita clínica; Achados ecográficos sugestivos.	Primeira semana após o início clínico.	O SSV pode mostrar a presença de trombo. O SSV permite visualizar pequenas veias intracerebrais congestionadas congestionadas e a congestão isolada ou trombose das veias medulares profundas e veias intracerebrais superficiais.
Trombose dos Seios Venosos	Suspeita clínica; Suspeita clínica; Achados ecográficos sugestivos (especialmente se se hemorragia intraventricular, hemorragia talâmica ou envolvimento da substância branca).	O mais cedo possível após a suspeita diagnóstica se o tratamento anticoagulante for considerado. Se sem tratamento: 5-7 dias depois para ver a progressão e delinear as alterações parenquimatosas associadas. Se tratamento: considerar e, se o trombo persistir, às 12 semanas.	Venografia por RM baseada no contraste de fase (se suspeita de TSV). O SSV permite visualizar o trombo intraluminal; assimetrias significativas na perfusão vascular. Venografia: detecção do fluxo venoso.
	Meningoencefalite	Achados ecográficos anormais ou sugestivos no EC; Evolução clínica complicada.	Segundo evolução clínica e ecográfica; Se suspeita de infecção viral: primeira semana (e repetir 2-3 semanas depois se patológico).

Tabela 3 - Achados em ressonância magnética na EHI e sua correlação prognóstica

Sequências	Região Anatômica	Descrição	Correlação Prognóstica
Convencional + estudos de difusão	Gânglios da base e tálamos	Descrever se há lesões e a extensão e intensidade do dano	A presença e gravidade das lesões está associada com o risco e gravidade da afetação motora
	Braço posterior da cápsula interna	Descrever se estão mielinizadas de forma apropriada para a idade gestacional	A alteração da mielinização é um fator de risco muito sensível para afetação motora.
	Tronco encefálico	Descrever a afetação e extensão do dano	Aumenta a gravidade dos problemas motores e incrementa o risco de mortalidade
	Substância branca e córtex	Assinalar se há alteração da intensidade do sinal, se é focal ou difusa e sua extensão	A lesão na substância branca aumenta o risco de problemas visuais, cognitivos e comportamentais. Quando é muito extensa, associa-se a PC leve
Corpos mamilares	Corpos mamilares	Assinalar se há aumento da intensidade do sinal nas sequências axiais ou coronais em T2 (é necessário obter cortes de 2 mm)	A lesão nos corpos mamilares aumenta o risco de problemas de aprendizagem e memória em idade escolar, inclusive quando o resto da RM é normal
Espectroscopia Vóxel único TE curto (35 ms)	Gânglios da base e tálamos	Os níveis de lactato-treonina/NAA se correlacionam com o neurodesenvolvimento aos 2 anos	Um valor igual ou superior a 0,39 de lactato/NAA mostrou: - S 100% e E 97% para prever afetação motora - S 90% e E 97% para prever afetação cognitiva - S 81% e E 97% para prever transtorno da linguagem

E: especificidade; EHI: encefalopatia hipóxico-isquêmica; NAA: N-acetil aspartato; PC: paralisia cerebral; S: sensibilidade; RM: ressonância magnética; TE: tempo de eco.

Tabela 4 Achados de RM no ICAN e sua Correlação Prognóstica

Sequências	Sinal	Correlação prognóstica
Difusão	Degeneração pré-walleriana no trato córtico-espinal e pedúnculos cerebrais	Monoplegia/hemiplegia contralateral em >80%
Difusão, T1 e T2	Infarto maciço incluindo colapso ventricular ou desvio da linha média	Acometimento motor, cognitivo e de linguagem moderado a grave em >70%
Difusão, T1 e T2	Acometimento do tronco principal da artéria cerebral média e tálamo	Alto risco de epilepsia na infância. Monoplegia/hemiplegia contralateral em >90%. Risco de epilepsia na infância: 40%, alto risco de outros transtornos do neurodesenvolvimento e disfunção visual. Monoplegia/hemiplegia contralateral em 80-100%
T1 e T2	Acometimento da via piramidal: lesão anterior ao sulco central, gânglios basais, braço posterior da cápsula interna ou acometimento dos pedúnculos cerebrais	Acometimento do giro supramarginal e angular
T1 e T2	Infarto da porção posterior da artéria cerebral média ou da artéria cerebral posterior, ou das radiações ópticas	Aumento do risco de distúrbios da linguagem. Risco de disfunção visual (30-50%)
Tractografia aos 3 meses	Assimetria do trato córtico-espinal	Alto risco de hemiplegia
Tractografia aos 3 meses	Assimetria das radiações ópticas	Alto risco de disfunção visual

ICAN: infarto cerebral arterial neonatal; RM: ressonância magnética.

Tabela 5 - Sistemas de pontuação de neuroimagem fetal e neonatal em cCMV

RM Fetal				Ecografia e RM Pós-natal	
Pontuação	Achados	Desfechos	Pontuação	Achados	Desfechos
1 - Hallazgos normales	1 - Achados normais	SNS: 0 Sequelae neurológicas: 1,6%	SNH: 0	Ningurita de síguelaeas neurosarifos	Normal: 87,7% Deficiência Leve: 8,2% 6,3%
2	Aumento alisadoo de la antendad de la seña seral penrdiordar parietooccotal en T2	SNS: 0 Sequelae neurológicas: 0	1	Calificiência perversinticular poriforme unica, pariteucota aterrias estridas, gormoindia caudalalacala, vertriculomegalla leve e aleración multifoala de la seña de la sauranía 'Grave en la RM	Normal: 83,7% Deficiência Leve: 8,2% Deficiência moderada/Grave: 8,2%
3	Aumento alisado de la intendiad de la seña seral penruldardar temporral del T2	SNS: 14,3% Sequelae neurológicas: 0	2	Multiples calificaciones perversintolvels focales, quistes rervendiitires quistes genivitiós parveletves del cerno occipital, ventriulomegalia scqiritativa, anomalia signifitativa selal de la difusa de la senala afectación del lóbulo temporal	Normal: 48,7% Deficiência Leve: 17,9% Descpacidad moderada/Grave: 33,3%
4	Quistes o septen el el tóbulo itendural u occipital Trastomo de migración, hipoplasia cereblosa	SNS: 55% Secuelas neurológicas: 25% SNS: 66,7% Secuelas neurológicas: 66,7%		Calificaciones extensas, atorfia cerébial, malformación cortical, mofonncia del cuerpo callóso de hiposiala cereblosa	Normal: 3% Deficiência Leve: 0 Discapcidad moderada/Grave: 97%

cCMV: infecção congênita por citomegalovírus; RM: ressonância magnética; SNH: surdez neurosensorial.

Tabela 6 Principais características de neuroimagem nas infecções virais congênicas e neonatais

Infecção	Principais características de neuroimagem
Vírus Zika	Microcefalia, calcificações (predominantemente na união entre córtex e substância branca subcortical), ventriculomegalia.
Toxoplasmose	Hidrocefalia (hiperproteinorraquia e ependimite levam à obstrução do aqueduto de Sílvio). Calcificações nodulares difusas (secundárias a necrose granulomatosa). Podem ser de localização periventricular, cortical/subcortical e em região gangliotálâmica.
Vírus do Herpes Simples	Encefalite (edema marcado e rápida progressão para encefalomalácia cística). Sem preferência pelos lobos temporais no recém-nascido (transmissão hematogênica, não por via axonal retrógrada desde a mucosa orofaríngea).
Parvovírus B19	Complicações isquêmicas ou hemorrágicas relacionadas à anemia ou a transfusões fetais. Casos descritos de alterações no neurodesenvolvimento e malformação cortical.
Rubéola	Vasculopatia necrosante. Lesão da substância branca (afetação típica de lobos temporais).
Varicela-zoster	Encefalite necrosante. Calcificações.
Treponema pallidum	Neurossífilis meningovascular crônica.
Coriomeningite Linfocítica	Calcificações periventriculares. Ventriculomegalia.
Enterovírus e Parechovírus	Vírus neurotrópicos que produzem tipicamente alterações da substância branca. Podem apresentar problemas de diagnóstico diferencial com a encefalopatia hipóxico-isquêmica.
Rotavírus	Dano por indução a distância de produção de interleucina-6 no SNC, sem invasão viral direta. Padrão similar a infecções por enterovírus e parechovírus. Casos graves podem evoluir para leucomalácia.
SARS-CoV-2	A transmissão transplacentária é rara mas possível, especialmente nas últimas semanas da gestação. Há alguns casos anedóticos relatados de transmissão transplacentária com afetação neurológica (focos de hiperintensidade na substância branca na RM).

RM: ressonância magnética; SNC: sistema nervoso central.

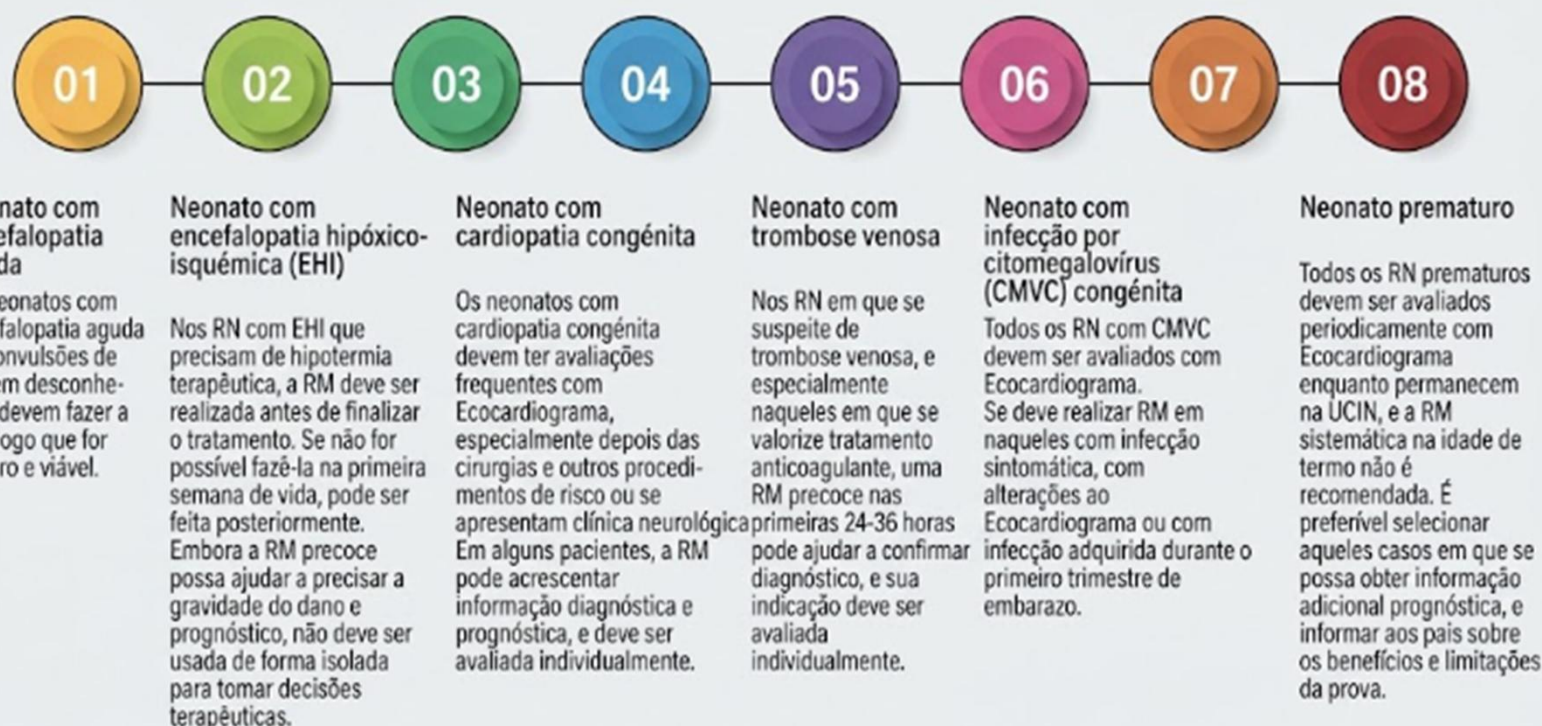
Tabela 7: Indicações e Interpretação da RM cerebral neonatal na prematuridade.

Cenário Clínico / Achado Ecográfico	Indicações	Aspectos Importantes a Valorar e Incluir no Informe Radiológico
Ecografia cerebral sem evidência de lesões	Evolução neonatal complicada; Exame neurológico alterado	Valorar maturação cerebral usando escalas específicas.
Lesão de SB não cística	Em todos os casos	Gradação da lesão na substância branca com escalas específicas. Se não for possível, informar número de lesões, tipo (puntiforme ou quística), localização, mielinização e simetria do braço posterior, cápsula, morfologia e tamanho ventricular, tamanho do corpo caloso, diâmetro biparietal, distância interhemisférica. Além disso, valorar maturação cerebral usando escalas específicas.
Lesão de SB quística; Hemorragia matriz germinal / HIV I-II	Em todos os casos; Evolução neonatal complicada; Exame neurológico alterado; Outros fatores de risco	Gradação do grau de hemorragia. Determinar e descrever lesões parenquimatosas. Além disso, valorar maturação cerebral usando escalas específicas.
HIV III / Infarto periventricular	Em todos os casos	Descrever localização, extensão (número de territórios afetados), desvio da linha média, uni- ou bilateralidade, afetação da via motora e nível de afetação. Além disso, valorar maturação cerebral usando escalas específicas.
Dilatação ventricular pós-hemorrágica	Em todos os casos	Descrição do tamanho e morfologia ventricular em comparação com estudos prévios. Em pacientes com derivação ventrículo-peritoneal ou dispositivo de acesso ventricular, definir a localização e situação da ponta do cateter. Determinar e descrever outras possíveis lesões parenquimatosas. Além disso, valorar maturação cerebral usando escalas específicas.
Lesão cerebelosa	Em todos os casos	Presença ou não de hemorragias, tamanho e lateralidade, medida do diâmetro transcerebelar, presença ou não de sinais de atrofia. Determinar e descrever outras possíveis lesões parenquimatosas. Além disso, examinar a maturação cerebral usando escalas específicas.

Os cenários clínicos que surgem derivam do programa de triagem ecográfica que deve ser aplicado a todos os RN prematuros internados em unidades neonatais.
HIV: hemorragia intraventricular; RM: ressonância magnética; SB: substância branca.
(Nota de rodapé A): Considerar-se-á evolução neonatal complicada, para efeitos de aumento do risco neurológico, a presença de 3 ou mais dos seguintes fatores de risco: retinopatia intervenida, displasia broncopulmonar moderada-grave (ou necessidade de oxigenoterapia suplementar 28 dias de vida), enterocolite necrosante, seps, necessidade de fármacos vasoativos ou corticosteroides e hiperbilirrubinemia em faixa em faixa de exsanguinotransfusão. Qualquer RN prematuro seps, necessidade de fármacos vasoativos ou corticosteroides e hiperbilirrubinemia em faixa de exsanguinotransfusão.

Qualquer RN prematuro que apresente uma doença neurológica específica (encefalopatia hipóxico-isquêmica, enfarto arterial, meningite, etc.) deve ser estudado da mesma forma que se faria se fosse a termo e conforme especificado na tabela 2, embora os achados de neuroimagem devam ser interpretados de acordo com a idade gestacional.

Figura 1 - Resumo das Recomendações



TC: tomografia computadorizada; RM: ressonância magnética; EC: ecocardiograma; RN: recém-nascido; EHI: encefalopatia hipóxico-isquêmica; CMVC: citomegalovírus congênito; UCIN: unidade de cuidados intensivos neonatais.

References

- Alonso-Cadenas JA, Calderón Checa RM, Ferrero García-Loygorri C, Durán Hidalgo I, Pérez García MJ, Delgado Gómez P, et al., et al. Variability in the management of infants under 3 months with minor head injury in paediatric emergency departments. *An Pediatr (Engl Ed)*. 2023;98:83-91, <http://dx.doi.org/10.1016/j.anpede.2022.10.010>[cite: 13].
- Hauptmann M, Byrnes G, Cardis E, Bernier MO, Blettner M, Dabin J, et al. Brain cancer after radiation exposure from CT examination of children and young adults: Results from the EPI-CT cohort study. *Lancet Oncol*. 2023;24:45-53, [http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045\(22\)00655-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045(22)00655-6)[cite: 13].
 - Sánchez Fernández I, Morales-Quezada JL, Law S, Kim P. Prognostic value of brain magnetic resonance imaging in neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy: A meta-analysis. *J Child Neurol*. 2017;32:1065-73, <http://dx.doi.org/10.1177/0883073817726681>[cite: 13].
 - Mohammad K, de Vries LS, Meijler G, Cowan FM. Hypoxic-ischemic encephalopathy (HIE) in term and near-term infants. En: Meijler G, Mohammad K, editores. *Neonatal brain injury*. Cham: Springer; 2024, http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-55972-3_8[cite: 13].
 - Wisnowski JL, Wintermark P, Bonifacio SL, Smyser CD, Barkovich AJ, Edwards AD, et al. Newborn Brain Society Guidelines and Publications Committee. Neuroimaging in the term newborn with neonatal encephalopathy. *Semin Fetal Neonatal Med*. 2021;26:101304, <http://dx.doi.org/10.1016/j.siny.2021.101304>[cite: 13].
 - Lequin MH, Steggerda SJ, Severino M, Tortora D, Parodi A, Ramenghi LA, et al. Mammillary body injury in neonatal encephalopathy: multicentre, retrospective study. *Pediatr Res*. 2022;92:174-9[cite: 13].
 - Annink KV, de Vries LS, Groenendaal F, Vijlbrief DC, Weeke LC, Roehr CC, et al. The development and validation of a cerebral ultrasound scoring system for infants with hypoxic-ischaemic encephalopathy. *Pediatr Res*. 2020;87 Suppl 1:59-66, <http://dx.doi.org/10.1038/s41390-020-0782-0>[cite: 13].
 - Lee S, Mirsky DM, Beslow LA, Amlie-Lefond C, Danehy AR, Lehman L, et al. International Paediatric Stroke Study Neuroimaging Consortium and the Paediatric Stroke Neuroimaging Consortium Pathways for Neuroimaging of Neonatal Stroke. *Pediatr Neurol*. 2017;69:37-48, <http://dx.doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2016.12.008>[cite: 13].
 - Arca G, Arnaez J, Agut T, Núñez C, Stephan-Otto C, Valls A, et al. Neuron-specific enolase is correlated with lesion topology, relative infarct volume and outcome of symptomatic NAIS. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2020;105:132-7, <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2018-316680>[cite: 13].

- Martinez-Biarge M, Cowan FM. Focal arterial infarction and lobar hemorrhage in term infants. En: Meijler G, Mohammad K, editores. Neonatal brain injury. Cham: Springer; 2024, http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-55972-3_9[cite: 13].
- Baak LM, van der Aa NE, Verhagen AA, Dudink J, Groenendaal F, Nijboer CH, et al. Early predictors of neurodevelopment after perinatal arterial ischemic stroke: A systematic review and meta-analysis. *Pediatr Res*. 2022, <http://dx.doi.org/10.1038/s41390-022-02433-w>[cite: 13].
- Núñez C, Stephan-Otto C, Arca G, Agut T, Arnaez J, Cordeiro M, et al. Neonatal arterial stroke location is associated with outcome at 2 years: A voxel-based lesion-symptom mapping study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2022;107:45-50, <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2020-320400>[cite: 13].
- Olivé G, Agut T, Echeverria-Palacio CM, Arca G, García-Alix A. Usefulness of cranial ultrasound for detecting neonatal middle cerebral artery stroke. *Ultrasound Med Biol*. 2019;45:885-90, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2018.11.018>[cite: 13].
- Van der Aa NE, Leemans A, Northington FJ, van Straaten HL, van Haastert IC, Groenendaal F, et al. Does diffusion tensor imaging-based tractography at 3 months of age contribute to the prediction of motor outcome after perinatal arterial ischemic stroke? *Stroke*. 2011;42:3410-4, <http://dx.doi.org/10.1161/STROKEAHA.111.624858>[cite: 14].
- De Vries LS, Steggerda SJ. Sinovenous thrombosis. En: Meijler G, Mohammad K, editores. Neonatal brain injury. Cham: Springer; 2024, http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-55972-3_11[cite: 14].
- Miller E, Daneman A, Doria AS, Blaser S, Traubici J, Jarrin J, et al. Color Doppler US of normal cerebral venous sinuses in neonates: A comparison with MR venography. *Pediatr Radiol*. 2012;42:1070-9, <http://dx.doi.org/10.1007/s00247-012-2393-3>[cite: 14].
- Barkhuizen M, Abella R, Vles JSH, Zimmermann LJ, Gazzolo D, Gavilanes AW. Antenatal and perioperative mechanisms of global neurological injury in congenital heart disease. *Pediatr Cardiol*. 2021;42:1-18[cite: 14].
- Mebius MJ, Kooi EM, Bilardo CM, Bos AF. Brain injury and neurodevelopmental outcome in congenital heart disease: A systematic review. *Pediatrics*. 2017;140[cite: 14].

- Brossard-Racine M, du Plessis AJ, Vezina G, Robertson R, Bulas D, Evangelou IE, et al. Prevalence and spectrum of in utero structural brain abnormalities in fetuses with complex congenital heart disease. *Am J Neuroradiol*. 2014;35:1593-9[cite: 14].
- Blázquez-Gamero D, Soriano-Ramos M, Martínez de Aragón A, Baquero-Artigao F, Frick MA, Noguera-Julian A, et al. Role of magnetic resonance imaging and cranial ultrasonography in congenital cytomegalovirus infection. *Pediatr Infect Dis J*. 2019;38:1131-7[cite: 14].
- Keymeulen A, de Leenheer E, Casaer A, Cossey V, Herregods N, Laroche S, et al. Cranial ultrasound and MRI: Complementary or not in the diagnostic assessment of children with congenital CMV infection? *Eur J Pediatr*. 2022;181:911-20[cite: 14].
- Alarcón A, de Vries LS, Parodi A, Arnáez J, Cabañas F, Steggerda SJ, et al. Neuroimaging in infants with congenital cytomegalovirus infection and its correlation with outcome: emphasis on white matter abnormalities. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2023; fetalneonatal-2023-325790[cite: 14].
- Cannie MM, Devlieger R, Leyder M, Claus F, Leus A, De Catte L, et al. Congenital cytomegalovirus infection: contribution and best timing of prenatal MR imaging. *Eur Radiol*. 2016;26:3760-9[cite: 14].
- Alarcon A, Martinez-Biarge M, Cabañas F, Quero J, García-Alix A. A prognostic neonatal neuroimaging scale for symptomatic congenital cytomegalovirus infection. *Neonatology*. 2016;110:277-85[cite: 14].
- Leruez-Ville M, Chatzakis C, Lilleri D, Blazquez-Gamero D, Alarcon A, Bourgon N, et al. Consensus recommendation for prenatal, neonatal and postnatal management of congenital cytomegalovirus infection from the European congenital infection initiative (ECCI). *Lancet Reg Health Eur*. 2024;40:100892, <http://dx.doi.org/10.1016/j.lanepe.2024.100892>[cite: 14].

- Kastrup O. Neuroimaging of infections of the central nervous system. *Semin Neurol*. 2008;28:511-22[cite: 14].
- Upadhyayula S. Is there a role for MRI as an adjunct for diagnosing bacterial meningitis? *Arch Dis Child*. 2013;98:388-90, <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2013-303858>[cite: 14].
 - Boardman JP, Wusthoff CJ, Cowan FM. Hypoglycaemia and neonatal brain injury. *Arch Dis Child Educ Pract Ed*. 2013;98:2-6[cite: 14].
 - Gkoltsiou K, Tzoufi M, Counsell S, Rutherford M, Cowan F. Serial brain MRI and ultrasound findings: Relation to gestational age, bilirubin level, neonatal neurologic status and neurodevelopmental outcome in infants at risk of kernicterus. *Early Hum Dev*. 2008;84:829-38, <http://dx.doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2008.09.008>[cite: 14].
 - Gelineau-Morel R, Usman F, Shehu S, Yeh HW, Suwaid MA, Abdulsalam M, et al. Predictive and diagnostic measures for kernicterus spectrum disorder: A prospective cohort study. *Pediatr Res*. 2024;95:285-92, <http://dx.doi.org/10.1038/s41390-023-02810-z>[cite: 14].
 - Enokizono M, Aida N, Yagishita A, Nakata Y, Ideguchi R, Kurokawa R, et al. Neuroimaging findings of inborn errors of metabolism: Urea cycle disorders, aminoacidopathies, and organic acidopathies. *Jpn J Radiol*. 2023;41:683-702, <http://dx.doi.org/10.1007/s11604-023-01396-0>[cite: 14].
 - Mankad K, Talenti AG, Tan P, Robles C. Neurometabolic disorders of the newborn. *Top Magn Reson Imaging*. 2018;27:179-96[cite: 14].
 - Aida N. An invited review for the special 20th Anniversary Issue of MRMS: 1H-MR Spectroscopy of the early developmental brain, neonatal encephalopathies, and neurometabolic disorders. *Magn Reson Med Sci*. 2022;21:9-28[cite: 14].
 - Woodward LJ, Anderson PJ, Austin NC, Howard K, Inder TE. Neonatal MRI to predict neurodevelopmental outcomes in preterm infants. *N Engl J Med*. 2006;355:685-94[cite: 14].

Miller SP, Ferriero DM, Leonard C, Piecuch R, Glidden DV, Partridge JC, et al. Early brain injury in premature newborns detected with magnetic resonance imaging is associated with adverse early neurodevelopmental outcome. *J Pediatr*. 2005;147:609-16[cite: 14].

- Kidokoro H, Anderson PJ, Doyle LW, Woodward LJ, Neil JJ, Inder TE. Brain injury and altered brain growth in preterm infants: Predictors and prognosis. *Pediatrics*. 2014;134:e444-53[cite: 14].

- Cayam-Rand D, Guo T, Grunau RE, Benavente-Fernández I, Synnes A, Chau V, et al. Predicting developmental outcomes in preterm infants: A simple white matter injury imaging rule. *Neurology*. 2019;93:e1231-40[cite: 14].

- Meijler G, Leijser LM. White matter injury. En: Meijler G, Mohammad K, editores. *Neonatal brain injury*. Cham: Springer; 2024, http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-55972-3_5[cite: 14].

NOTA DO EDITOR DA PÁGINA NEONATAL
WWW.PAULOMARGOTTO.COM.BR DR.
PAULO R. MARGOTTO. VEJAM TAMBÉM!



NEUROIMAGEM NA UTI NEONATAL: Protocolo



O POR QUÊ DO ULTRASSOM CRANIANO SERIADO NOS PREMATUROS

-O ultrassom craniano (USc), QUANDO SERIADO, fornece informações críticas sobre:

- lesão cerebral em bebês prematuros e
- sua evolução ao longo do tempo

O USc seriado (semanal nos pré-termos extremos e sempre na idade equivalente a termo) permite:

- detectar cistos na substância branca tão pequenos quanto 2mm!
- permite a avaliação do crescimento do cérebro, um importante preditor do resultado do neurodesenvolvimento (importância de ser realizado na idade equivalente a termo)
- documentar a incidência da hemorragia na matriz germinativa e permite a identificação de fatores de risco pré-natais e perinatais e tempo da lesão,
- identificar lesões cerebelares 4mm pela mastóide (os <4 mm, somente pela ressonância magnética)
- acompanhar a progressão da dilatação ventricular pós-hemorrágica antes dos sintomas clínicos,
- diagnosticar infartos isquêmico e hemorrágico cerebrais
- identificar a LPV cística e
- identificar sinais subsequentes de perda de volume da substância branca cerebral (ventriculomegalia com bordas ventriculares irregulares, afastamento da cisura interhemisférica).

Ao combinarmos o reconhecimento dessas formas de lesão cerebral com avaliação do crescimento do cérebro na idade equivalente termo por meio de medidas quantitativas, podemos melhorar a capacidade preditiva da USc

Para os recém-nascidos pré-termos extremos (<28 semanas), principalmente aqueles com quadro grave de displasia broncopulmonar, sepse tardia, sepse fúngica, enterocolite necrosante, retinopatia da prematuridade e com alterações ao ultrassons seriados devem submeter à RM na idade gestacional equivalente a termo.

Nesse PROTOCOLO:

As principais indicações de RM

- encefalopatatia hipóxico-isquêmica
- Maldormações cerebrais
- Cardiopatias congênitas críticas
- Distúrbios do metabolismo

MUITO OBRIGADO!

