

Flaggermusen

Organ for Norsk forening for ultralyddiagnostikk

Perioperativ cerebral emboli-deteksjon med høy-frekvent Doppler-ultralyd

Anders Hagen Jarmund,^{1*} Steinar Kristiansen,^{2,3} Martin Leth-Olsen,^{1,4} Christina Vogt,⁵ Ingunn Nervik,⁷ Hans Torp,¹ Erik Waage Nielsen,^{2,3,8,9} og Siri Ann Nyrnes^{1,4}

¹Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk (ISB), NTNU – Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim, Norge

²Kirurgisk klinikk, Nordlandssykehuset, Bodø

³Institutt for klinisk medisin, Det helsevitenskapelige fakultet, UiT – Norges arktiske universitet, Tromsø

⁴Barne- og ungdomsklinikken, St. Olavs Hospital, Trondheim universitetssykehus, Trondheim

⁵Institutt for klinisk og molekylær medisin (IKOM), NTNU, Trondheim

⁶Avdeling for patologi, St. Olavs Hospital, Trondheim universitetssykehus, Trondheim

⁷Cellular and Molecular Imaging Core Facility (CMIC), NTNU, Trondheim

⁸Fakultet for sykepleie og helsevitenskap, Nord Universitet, Bodø

⁹Avdeling for smertebehandling, Oslo universitetssykehus og Universitetet i Oslo (UiO), Oslo

Bakgrunn

Embolier – slik som gass- eller beinmargsembolier – skaper karakteristiske mønster i Doppler-spekteret, såkalte High-Intensity Transient Signals (HITS). Vi har tidligere vist at NeoDoppler – et Doppler-basert overvåkingsoppsett utviklet for spedbarn – er i stand til å detektere HITS under hjertekirurgi [1]. Det fysiske korrelatet til HITS-ene har imidlertid vært usikker. I dette prosjektet brukes en dyremodell til å kartlegge HITS skapt av beinmarg, luftbobler og ultralyd-kontrast.

Metode

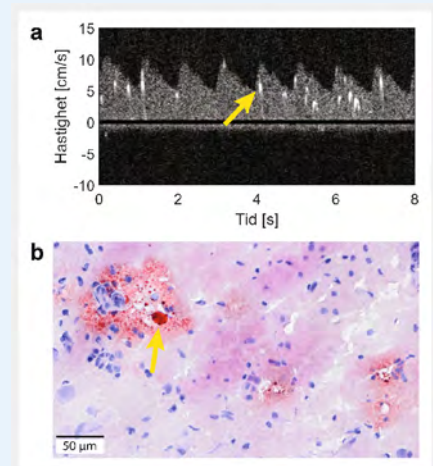
Landgriser (spesifikk patogen-frie) ble allokert til enten bilateral nagling av femur eller intraarteriell injeksjon av autolog beinmarg, mens dyrene ble overvåket med cerebral Doppler-ultralyd (NeoDoppler, transducerfrekvens 7.8 MHz). Emboli-forekomst ble histologisk validert post-mortem. Ultralyddata fra hjertekirurgi hos spedbarn ble brukt til sammenligning, der embolibyrd og Doppler-intensitet av HITS ble målt før, under og etter sternotomi.

Resultater

Elleve av tolv inkluderte griser (median vekt 29.5 kg) ble overvåket med NeoDoppler under bilateral nagling av femur [2]. HITS ble sett hos fem dyr (45%). Cerebrale embolier ble imidlertid påvist hos hele elleve av tolv (92%) ved histologi. Fire andre dyr (median vekt 29 kg) fikk injisert autolog beinmarg intraarterielt og sterke HITS ble sett hos alle fire (100%). Ultralyd-kontrast skapte et visuelt karakteristisk mønster, mens beinmarg og luftbobler var sammenlignbare visuelt og i intensitet. Sternotomi ved hjertekirurgi resulterte i HITS hos åtte av tretten spedbarn (62%). Sternotomi gav økt embolibyrd (totalt antall HITS var hhv. 53, 104, og 63 før, under og etter sternotomi), og økt HITS intensitet ($p < 0.001$), men HITS-intensiteten var lavere enn HITS-ene detektert hos gris ($p < 0.001$).

Konklusjon

Høy-frekvent cerebral Doppler-ultralyd er velegnet til perioperativ overvåking hos spedbarn med åpen fontanelle og er i stand til å detektere embolier i form av HITS i sanntid. Kontrollerte griseforsøk indikerer



► **Figur a** Embolier danner forbigående signaler med høy intensitet (high-intensity transient signals, HITS) i Doppler-spekteret. Pilen markerer én av flere HITS i hjerneblodstrømmen hos en gris etter injeksjon med autolog beinmarg. **b** Beinmargsemboli (pil) i hjernevev fra gris som har gjennomgått bilateral nagling av femur. Snittet viser også diffus fett-infiltrasjon fra mulig oppløste embolier. Hjernevevet er farget rødt for fett med Sudan III.

imidlertid at metoden kan ha begrenset sensitivitet og spesifisitet for beinmargsembolier. Den kliniske betydningen av embolier som gir HITS er foreløpig uavklart.

Finansiering

Studien er finansiert ved hjelp av støtte fra Helse Nord, Odd Berg Gruppen, I.K. Lykkes fond ved Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab, Familien Blix' fond, Forskningsrådets FORNY-program, Samarbeidsorganet mellom St. Olavs hospital og Fakultet for medisin og helsevitenskap, NTNU, Foreningen for hjertesyeke barn, Hjertefondet forskning ved Fondsstiftelsen ved St. Olavs hospital.

Interessekonflikter

NTNU og St. Olavs hospital kan ha økonomisk fordel av en kommersialisering av NeoDoppler gjennom mulig intellektuelle rettigheter. H.T. og S.A.N. er med-oppfinnere av NeoDoppler. S.A.N. er styremedlem i CIMON Medical, firmaet som er ansvarlig for å kommersialisere NeoDoppler-teknologien. H.T. og S.A.N. har

deltidsstillinger og har aksjeandel i CIMON Medical. A.H.J., S.K., M.L.-O., C.V., I.N. og E. W.N. har ingen aktuelle interessekonflikter.

Referanser

- [1] Leth-Olsen M, Døhlen G, Torp H et al. Detection of Cerebral High-Intensity Transient Signals by NeoDoppler during Cardiac Catheterization and Cardiac Surgery in Infants. *Ultrasound Med Biol* 2022; 48: 1256–1267. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2022.02.021
- [2] Kristiansen S, Jarmund AH, Hilmo J et al. Femoral Nailing in a Porcine Model Causes Bone Marrow Emboli in the Lungs and Systemic Emboli in the Heart and Brain. *JBJS Open Access* 2024; 9: e23.00128. doi:10.2106/JBJS.OA.23.00128