
Transkranial ultralydovervåking ved hjerneslag

KRONIKK

LARS THOMASSEN

lathom2@online.no

Lars Thomassen er spesialist i nevrologi, professor emeritus ved Universitetet i Bergen, tidligere overlege ved Nevrologisk avdeling og nå forsker ved Nevroklinikken, Haukeland universitetssjukehus.

Forfatteren har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

ANNETTE FROMM

Annette Fromm er ph.d. (ultralyddiagnostikk), europeisk M.Sc. (stroke medicine), spesialist i nevrologi og overlege ved Nevrologisk avdeling, Haukeland universitetssjukehus.

Forfatteren har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

SANDER AARLI

Sander Aarli er ph.d.-kandidat ved Universitetet i Bergen og arbeider med ultralydovervåking ved Nevrologisk avdeling, Haukeland universitetssjukehus.

Forfatteren har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

NICOLA LOGALLO

Nicola Logallo er ph.d. (transkranial ultralyddiagnostikk), europeisk M.Sc. (stroke medicine), spesialist i nevrologi og overlege ved Nevrokirurgisk overvåkingsavdeling, Haukeland universitetssjukehus.

Forfatteren har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

Ved akutt hjerneslag er hjernens blodsirkulasjon ustabil og hjernen i krise. Skal vi være fornøyd med et røntgenologisk øyeblikksbilde ved innleggelsen, eller trenger vi også en overvåking av hjernens blodsirkulasjon over tid?



Illustrasjon: Lisbeth Moen

Når pasienter med symptomer på akutt hjerneinfarkt eller hjerneblødning ankommer sykehuset, foretas umiddelbart radiologisk bildediagnostikk med CT eller MR for å sikre riktig akuttbehandling. Når pasienten deretter kommer til slagovervåkingen, har man rikelig informasjon om blodårene, blodgjennomstrømningen i hjernen og hjernevevet. Slagovervåkingen er imidlertid tradisjonelt begrenset til overvåking av støttefunksjoner som hjertefunksjon, blodtrykk, oksygenmetning, temperatur, blodsukker og væskebalanse, mens cerebral sirkulasjon ikke overvåkes systematisk. Som grunnlag for videre behandling har man derved en patofysiologisk status presens fra akuttmottak, men lite eller ingen informasjon om den vaskulære utviklingen de neste kritiske timene.

Transkranial ultralyd

Transkranial ultralyd er en ikke-invasiv metode for overvåking av cerebral sirkulasjon ved sykesengen (1–3). Repeterte dupleksundersøkelser eller kontinuerlig dopplermonitorering gir mulighet for patofysiologisk forløpskontroll, som praktisk sett ikke kan gjennomføres med CT eller MR. Ultralydundersøkelsene kan tilpasses pasientens sykdom og sykdommens alvorlighetsgrad.

Kartleggingen starter med transkranial dupleksundersøkelse, som viser fargekodet blodstrøm i arteriene samtidig med en dopplerkurve som viser strømningshastigheter og hemodynamikk. Denne undersøkelsen gjentas ved behov. Kontinuerlig transkranial dopplermonitorering med bilateralt eller unilateralt fikserte ultralydprober (hodebånd) gir en kontinuerlig dopplerkurve som gjenspeiler hemodynamiske endringer, som for eksempel under rekanalisering eller reokklusjon [\(4, 5\)](#).

Hjerneinfarkt

Intravenøs trombolytisk behandling ved arterielle okklusjoner gir en høy grad av rekanalisering, hemodynamisk normalisering og klinisk bedring. Tilstanden er imidlertid ustabil, og rundt 10 % av pasientene får tidlig klinisk forverring. Hemodynamiske faktorer spiller her en nøkkelrolle, men årsaken er i de fleste tilfellene uavklart [\(6\)](#). Rundt 30 % av pasientene med påvist tidlig rekanalisering kan oppleve en reokklusjon med hemodynamisk krise og klinisk forverring [\(7, 8\)](#). Med dopplermonitorering kan man følge graden av rekanalisering og eventuell reokklusjon i sanntid over flere timer. Selv om godkjente retningslinjer anfører at platehemmere er kontraindisert de første 24 timene etter trombolyse, kan dopplerfunn styrke indikasjonen for tidlig antitrombotisk behandling. Kasuistiske meddelelser indikerer at også gjentatt intravenøs trombolytisk behandling kan være trygt ved klinisk forverring de første timene etter første dose [\(9\)](#).

Intraarteriell trombektomi gir som regel god rekanalisering, men ikke alltid adekvat vevsperfusjon (*no reflow phenomenon*). Rekanalisering er heller ikke alltid uproblematisk og kan resultere i et cerebralt hyperperfusjonssyndrom med blødningskomplikasjoner, hjerneødem, infarktvekst og klinisk forverring. Kliniske symptomer er ofte forsinket og uklare ved et hjerneinfarkt. Tidlig hemodynamisk informasjon de første timene er derfor vesentlig [\(10\)](#). Dopplermonitorering kan demonstrere slike hemodynamiske endringer og bidra til rasjonell behandling.

En precerebral okklusjon gir fokalt redusert blodstrøm, men graden av perfusjonssvikt og faren for cerebral iskemi avhenger av kollateralsirkulasjonen. Transkranial dopplerundersøkelse kan vise om Willis' pulsårering er funksjonelt intakt, som sentrale kollateraler, og om det er en perfusjonsforskyvning (*flow diversion*) til leptomeningeale perifere kollateraler [\(11\)](#). Gradene av kollateralsirkulasjon er av betydning for intensiteten av blodtrykksbehandlingen.

«Ultralyd kan benyttes ved sykesengen under pågående generell overvåking, kan brukes hyppig og er ikke til belastning for pasientene»

Ved precerebrale okklusjoner og redusert cerebral perfusjon kan graden av restkapasitet for vasodilatasjon (autoregulering) være avgjørende. Dopplerhastighetsmåling i proksimale arteriesegment under dilatasjon av

perifere arteriesegment ved hjelp av intravenøs acetazolamidinjeksjon (Diamox-test) gir svar på graden av tapt dilatasjonsevne (vasoreaktivitet) [\(12\)](#). Ved opphevet vasoreaktivitet er cerebral perfusjon passivt avhengig av systemblodtrykket, og blodtrykket må da ikke senkes.

Akutt hjerneinfarkt skyldes som oftest tromboembolisme, men utgangspunktet for embolusen er ukjent. Dopplermonitorering er den eneste metoden som kan registrere sirkulerende mikroemboluser in vivo [\(13\)](#). Pågående embolisering er hyppigst umiddelbart etter hjerneinfarkt, og undersøkelsen bør derfor utføres tidligst mulig [\(14, 15\)](#). Bilaterale emboluser indikerer en kardial eller systemisk kilde, unilaterale emboluser indikerer at kilden er en carotisstenose. Påvisning av mikroemboluser har dermed betydning både for valg av antitrombotisk behandling og for behandlingsintensiteten.

Hjerneblødning

Ved hjerneblødning fører initialt økende hematovolum til økende hjerneskode. Det er svært godt samsvar mellom transkranial dupleksundersøkelse av blødningsvolum og CT-undersøkelser, og gjentatte dupleksundersøkelser gir tilfredsstillende informasjon om tidlig hematomekst og midtlinjeforskyvning [\(16, 17\)](#). Informasjonen har prognostisk betydning og kan gi grunnlag for forsøk med hemostatisk behandling eller intensivt blodtrykksbehandling.

Vasospasme og påfølgende iskemisk hjerneskode ses sjelden ved primær hjerneblødning, men ofte når det i tillegg foreligger intraventrikulært blod [\(18, 19\)](#). Ventriklene kommuniserer med subaraknoidalrommet, og det kan utvikle seg en svært ustabil tilstand, som ved primær subaraknoidalblødning. Nevrokirurgisk overvåking omfatter her repeterte ultralydundersøkelser for å fange opp tegn til økende vasospasme og behandling med nimodipin [\(20, 21\)](#). I en slagenhet bør pasienter med hjerneblødning og intraventrikulært blod tilbys tilsvarende ultralydovervåking for å unngå en mulig iskemisk tilleggsskade i hjernen.

Overvåk hjernen med ultralyd

Akutt nevrovaskulær sykdom kan være livstruende, og umiddelbar intensiv overvåking og behandling er nødvendig. Lettere tilfeller er ikke nødvendigvis livstruende, men cerebral sirkulasjon er alltid ustabil og hjernens funksjon er alltid truet. I det tidlige forløpet ville gjentatte radiologiske undersøkelser være ønskelig. CT har imidlertid begrensninger på grunn av stråle- og kontrastmiddelbelastning, MR er vanligvis ikke raskt tilgjengelig og både CT og MR krever forflytning av pasientene. Radiologiske metoder er derfor ikke egnet til overvåking. Ultralyd kan til sammenlikning benyttes ved sykesengen under pågående generell overvåking, kan brukes hyppig og er ikke til belastning for pasientene.

I en akutt situasjon med raske patofysiologiske endringer kan imidlertid transkranial ultralyddiagnostikk være vanskelig. Diagnostikken forutsetter korrekte målemetoder og gode kunnskaper i nevrovaskulær anatomi og fysiologi. Endeproduktet er en spektral pulskurve og fysiologiske strømningsvariabler som må tolkes. Dette er nok noe av grunnen til at relativt få klinikere virkelig behersker metoden og at mange fortsatt er skeptiske til undersøkelsesverdien (22).

Klinisk nevrosonologi er kritisert for å være svært operatørvhengig. Kritikken understreker behovet for systematisk utdanning inkorporert i daglig klinisk praksis og i teoretisk videreutdanning (23, 24). Ultralydresultatene gir rom for tolkning, men sammen med informasjon fra initial CT/MR og patofysiologisk forståelse av kompleksiteten i vaskulær nevrologi, understøtter resultatene terapeutiske avgjørelser og prognostiske vurderinger. I erfarne hender gir metodene praktisk nyttig informasjon om og for pasienten over tid.

Klinisk nevrosonologi og transkranial ultralydovervåking er etter vår erfaring fra Norsk hjerneslagforening dårlig utviklet i Norge. Det er på tide å oppgradere norske slagenheter til å ta et større ansvar for hjerneslagets første kritiske timer.

LITTERATUR

1. Naqvi J, Yap KH, Ahmad G et al. Transcranial Doppler ultrasound: a review of the physical principles and major applications in critical care. *Int J Vasc Med* 2013; 2013: 629378. [PubMed][CrossRef]
2. Montrieff T, Alerhand S, Jewell C et al. Incorporation of Transcranial Doppler into the ED for the neurocritical care patient. *Am J Emerg Med* 2019; 37: 1144–52. [PubMed][CrossRef]
3. Bonow RH, Young CC, Bass DI et al. Transcranial Doppler ultrasonography in neurological surgery and neurocritical care. *Neurosurg Focus* 2019; 47: E2. [PubMed][CrossRef]
4. Thomassen L, Waje-Andreassen U, Naess H et al. Doppler ultrasound and clinical findings in patients with acute ischemic stroke treated with intravenous thrombolysis. *Eur J Neurol* 2005; 12: 462–5. [PubMed][CrossRef]
5. Molina CA. Monitoring and imaging the clot during systemic thrombolysis in stroke patients. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2007; 5: 91–8. [PubMed][CrossRef]
6. Tisserand M, Seners P, Turc G et al. Mechanisms of unexplained neurological deterioration after intravenous thrombolysis. *Stroke* 2014; 45: 3527–34. [PubMed][CrossRef]
7. Alexandrov AV, Grotta JC. Arterial reocclusion in stroke patients treated with intravenous tissue plasminogen activator. *Neurology* 2002; 59: 862–7. [PubMed][CrossRef]

8. Baizabal-Carvallo JF, Alonso-Juarez M, Samson Y. Clinical deterioration following middle cerebral artery hemodynamic changes after intravenous thrombolysis for acute ischemic stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2014; 23: 254–8. [PubMed][CrossRef]
9. Cappellari M, Tomelleri G, Carletti M et al. Intravenous thrombolysis on early recurrent cardioembolic stroke: 'Dr Jekyll' or 'Mr Hyde'? *Blood Coagul Fibrinolysis* 2012; 23: 78–81. [PubMed][CrossRef]
10. Lin YH, Liu HM. Update on cerebral hyperperfusion syndrome. *J Neurointerv Surg* 2020; 12: 788–93. [PubMed][CrossRef]
11. Saqqur M, Khan K, Derksen C et al. Transcranial doppler and transcranial color duplex in defining collateral cerebral blood flow. *J Neuroimaging* 2018; 28: 455–76. [PubMed][CrossRef]
12. Müller M, Voges M, Piepgras U et al. Assessment of cerebral vasomotor reactivity by transcranial Doppler ultrasound and breath-holding. A comparison with acetazolamide as vasodilatory stimulus. *Stroke* 1995; 26: 96–100. [PubMed][CrossRef]
13. Bazan R, Luvizutto GJ, Braga GP et al. Relationship of spontaneous microembolic signals to risk stratification, recurrence, severity, and mortality of ischemic stroke: a prospective study. *Ultrasound J* 2020; 12: 6. [PubMed][CrossRef]
14. Best LMJ, Webb AC, Gurusamy KS et al. Transcranial doppler ultrasound detection of microemboli as a predictor of cerebral events in patients with symptomatic and asymptomatic carotid disease: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2016; 52: 565–80. [PubMed][CrossRef]
15. Kargiotis O, Psychogios K, Safouris A et al. The role of transcranial doppler monitoring in patients with multi-territory acute embolic strokes: A review. *J Neuroimaging* 2019; 29: 309–22. [PubMed][CrossRef]
16. Pérez ES, Delgado-Mederos R, Rubiera M et al. Transcranial duplex sonography for monitoring hyperacute intracerebral hemorrhage. *Stroke* 2009; 40: 987–90. [PubMed][CrossRef]
17. Camps-Renom P, Méndez J, Granell E et al. Transcranial duplex sonography predicts outcome following an intracerebral hemorrhage. *AJNR Am J Neuroradiol* 2017; 38: 1543–9. [PubMed][CrossRef]
18. Khatri IA, Verma N, Alkawi A et al. Cerebral vasospasm in intracerebral hemorrhage-case report. *J Vasc Interv Neurol* 2009; 2: 139–41. [PubMed]
19. Regula JU, Schill J, Ringleb PA et al. Cerebral vasospasm and delayed cerebral ischemia in intraventricular hemorrhage. *Neurocrit Care* 2014; 20: 460–5. [PubMed][CrossRef]

20. Kumar G, Shahripour RB, Harrigan MR. Vasospasm on transcranial Doppler is predictive of delayed cerebral ischemia in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg* 2016; 124: 1257–64. [PubMed][CrossRef]
 21. Samagh N, Bhagat H, Jangra K. Monitoring cerebral vasospasm: How much can we rely on transcranial Doppler. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2019; 35: 12–8. [PubMed]
 22. Alexandrov AV, Sloan MA, Tegeler CH et al. Practice standards for transcranial Doppler (TCD) ultrasound. Part II. Clinical indications and expected outcomes. *J Neuroimaging* 2012; 22: 215–24. [PubMed][CrossRef]
 23. Nedelmann M, Stolz E, Gerriets T et al. Consensus recommendations for transcranial color-coded duplex sonography for the assessment of intracranial arteries in clinical trials on acute stroke. *Stroke* 2009; 40: 3238–44. [PubMed][CrossRef]
 24. Robba C, Poole D, Citerio G et al. Brain ultrasonography consensus on skill recommendations and competence levels within the critical care setting. *Neurocrit Care* 2020; 32: 502–11. [PubMed][CrossRef]
-

Publisert: 10. august 2021. Tidsskr Nor Legeforen. DOI: 10.4045/tidsskr.21.0180

Mottatt 3.3.2021, første revisjon innsendt 18.3.2021, godkjent 7.4.2021.

Opphavsrett: © Tidsskriftet 2026 Lastet ned fra tidsskriftet.no 7. februar 2026.