

Ajusurma diagnoosimise juhend vajab ajakohastamist

Siim Schneider¹, Andrus Kreis¹, Veronika Reinhard²

Eestis kehtiv ajusurma diagnoosimise juhend pärineb aastast 2002 ning selles on täpselt määratletud ajusurma kliinilised tunnused. Siiski ei täpsustata selles juhendis mitmeid praktikas ette tulevaid küsimusi. Ei ole kirjas, millise intervalliga tuleb haige seisundit hinnata, et kinnitada ajusurma diagnoos. Piisavalt täpselt ei ole kirjeldatud apnoetesti metoodikat ega olukordi, mil tuleb ajusurma diagnoosi kinnitamiseks teha lisauuringuid. Paljudes maades on nüüdseks ajusurma diagnoosimise juhendeid ajakohastatud. Igapäevaelu on kinnitanud, et Eesti senine ajusurma diagnoosimise juhend vajab samuti muutmist.

Eestis on peetud arvestust ajusurmade diagnoosimise kohta seoses elundidoonorlusega (vt tabel 1), kõigi ajusurnud patsientide üldarvu pole aga kahjuks teada. Hinnanguliselt võib öelda, et kõrgema etapi haiglas diagnoositakse ajusurma keskmiselt 2–3 korda kuus.

2002. aastast kehtivas sotsiaalministri määruses „Surma tuvastamise akti vorm“ (1) on keskendutud ajusurma kliinilistele tunnustele, samas on seal aga mitmed rakendussätted, näiteks apnoetest, jälgimisperioodi kestus ning instrumentaalsete uuringute tegemise vajadus, jäänud piisavalt käsitlemata. 2009. aasta valitsuse tegevuskava (2) nägi küll ette selle dokumendi meditsiinilise ja õigusliku korrastamise, kuid seadusemuudatusteni pole jõutud.

2010. aasta mais võeti Euroopa Parlamendis vastu siirdamiseks ette nähtud elundite kvaliteedi- ja ohutusstandardite direktiiv (3) ning sellega kerkis ajusurma temaatika taas esile, kuna ajusurmas

patsiendid on üheks oluliseks elundidoonorite allikaks. Teema olulisusele viitab ka seik, et Ameerika Neuroloogiaakadeemia ajakohastas sama aasta juunis pärast 15aastast vaheaega ajusurma diagnoosimise juhendi (4). Selle tähtsaimaks järelduseks on kinnitus varasemate kliiniliste kriteeriumide paikapidavuse kohta: kui ajusurm on nende põhjal diagnoositud, siis puudub igasugune tõestus, et ajutegevus võiks kunagi veel taastuda.

AJUSURMA MÕISTE, SELLE TEKE JA ARENG

Ajusurm tähendab kõikide peaju funktsioonide pöördumatut lakkamist, mille kliiniliseks väljenduseks on kooma, ajutüve reflekside puudumine ning apnoe; säilinud on südametegevus. Ajusurma mõiste tekkis seoses eelmise sajandi keskpaiku alanud intensiivravi jõudsa arenguga, kui muutus võimalikuks eluliste talitluste kehaväline toetus. Esimest korda tutvustasid ajusurma

Eesti Arst 2011; 90(9):411–415

Saabunud toimetusse 05.11.2010
Avaldatud internetis 31.10.2011

¹ PERHi sisekliinik, ² TÜ Kliinikumi anesthesioloogia ja intensiivravi kliinik

Korrespondent autor:
Siim Schneider
siim.schneider@regionaalhaigla.ee

Võtmesõnad:
ajusurm, apnoetest, diagnoosimise juhend

Tabel 1. Elundidoonorlusega seoses registreeritud ajusurma diagnoosimine Eestis 2009.–2010. aastal.

Haigla	2009		2010	
	Diagnoositud ajusurmasid	Neist elundidoonoreid	Diagnoositud ajusurmasid	Neist elundidoonoreid
PERH	43	24	25	11
TÜ Kliinikum	15	7	21	12
Tallinna Lastehaigla	2	2	1	–
Pärnu Haigla	2	–	–	–
Ida-Tallinna Keskhaigla	1	–	–	–
Lääne-Tallinna Keskhaigla	–	–	1	–
KOKKU	63	33	48	23

kontseptsiooni Mollaret ja Goulon 1959. aastal, nimetades seda pöördumatuks sügavaimaks koomaks (5). 1968. aastal kirjeldas Harvardi Ülikooli arstiteaduskonna *ad hoc* komitee täpselt pöördumatu kooma tunnuseid ja pakkus esimest korda välja ajusurma definitsiooni (6). Tollane definitsioon hõlmas erinevalt praegusest ajusurma alla ka seljaaju funktsioonide lakkamise. Samast aastast pärineb esimene eesti keeles avaldatud Ernst Raudami ja Matt Mägi teemakohane artikkel (7). Samad autorid tutvustasid koos kaastöölisega ajusurma mõistet ja selle diagnoosimise kriteeriume ka kogu endise Nõukogude Liidu alal (8). Juriidilisest aspektist püüdis teemasse selgust tuua 1980. aastal Ameerika Ühendriikides avaldatud „Ühtne surma tuvastamise seadus“ (9). Sellega sätestati, et ajusurm tähendab juriidiliselt ka isiku surma. Seega annab ajusurma vormistamine arstile õiguse lõpetada patsiendi ravi ning võimaldab tema kudede või elundite eemaldamist doonorluse eesmärgil.

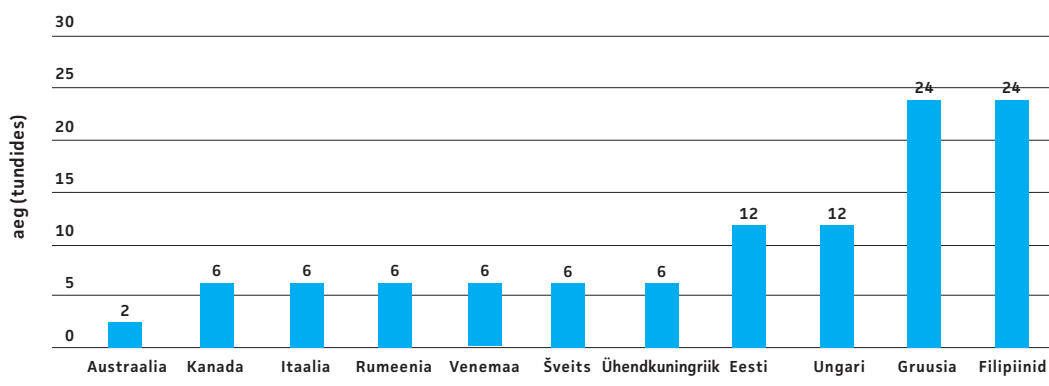
Eetilisest vaatevinklist pakub ajusurm mitmeid väljakutseid. Kuna ajusurmas patsiendid on näiliselt elus ning neil võivad olla spinaalsetest refleksidest tingitud liigutused, siis on mõistetav omaste skeptiline suhtumine ajusurma. Neile võib tunduda, et surm on enneaegselt tuvastatud ja see on ajendatud elundidoonorite vajadusest. Samuti võib ajusurma kontseptsioon olla vastuolus patsiendi enda või omaste usuliste tõekspidamistega. Ning lisaks – kas on näiteks võimalik diagnoosida ajusurma anentsefaalsel vastsündinul?

AJUSURMA DIAGNOOSIMINE EESTIS

Surma tuvastamise aktis on sätestatud ajusurma diagnoosimise eeltingimused, klii-

nilised ilmingud, hindamiste arv, võimalikud vajalikud instrumentaalsed uuringud ning läbiviijate arv ja eriala. Samas ei ole siiski täpsustatud mitmeid praktikas ette tulevaid küsimusi. **Missuguse intervalliga hinnata seisundit? Kuidas läbi viia apnoetest? Missugustel juhtudel kasutada täiendavaid instrumentaalseid uuringuid? Kuidas toimida, kui kliinilise ja instrumentaalse uuringu tulemused on vastukäivad? Ja lõpuks – kuidas suhtuda mitmesugustesse spontaansetesse liigutustesse, mis võivad esineda ajusurmas patsientidel?**

Meil kehtivas ajusurma diagnoosimise juhendis nõutakse ajusurma konstateerimiseks seisundi kliinilist hindamist kahel korral, et seeläbi kinnitada ajukahjustuse pöördumatus. Samas pole hindamiste vahemikku sätestatud, kuid praktikas on levinud 12-tunnine intervall seisundi hindamiste vahel, mida lühendatakse kuuele tunnile, kui kasutatakse täiendavaid teste aju seisundi hindamiseks. Maaailma erinevaid juhendeid lugedes torkab silma haige seisundi jälgimisaja suur varieeruvus alates kahest tunnist kuni kolme ööpäevani (vt joonis 1), kusjuures mitmetes riikides on elustamisjärgse anoksilise või muu põhjusega sekundaarse ajukahjustuse korral kasutusel pikem jälgimisaeg võrreldes esmase ajukahjustuse (nt peaajutrauma, insult) puhusega (10). Eestis on sel juhul jälgimisajaks 72 tundi. Uues Ameerika juhendis on tõdetud, et optimaalse jälgimisperioodi kohta pole piisavalt tõendeid ja sellest lähtuvalt soovitatakse ainult ühte kliinilist hindamist (4). Selle seisukoha põhjenduseks on järgmised asjaolud: esiteks pole korduval hindamisel siiani ühelgi ajusurma kriteeriumidele vastaval patsiendil neuroloogiline leid mis tahes kestusega jälgimisaja jooksul para-



Joonis 1. Ajusurmas patsientide jälgimise aeg erinevates riikides (tundides).

nenud ning teiseks muutub hemodünaamika pärast ajusurma teket ebastabiilseks ning jälgimisaja pikenedes väheneb seetõttu doonorelundite eluvõimelisus. Kolmandaks suurendab ajusurmas patsientide jätkuv ravi jälgimisaja jooksul asjatult meditsiinikulusid (11).

APNOETEST AJUSURMA HINDAMISEL

Ajusurma diagnoosimise üheks kohustuslikuks osaks on apnoetest, mille eesmärgiks on tuvastada piklikus ajus paikneva hingamiskeskuse reaktsiooni puudumine indutseeritud hüperkapniale. Hüperkapnia viib respiratoorse atsidoosini, mis omakorda põhjustab atsidoosi liikvoris, mis on tugeva hingamiskeskust stimuleeriva toimega. Kui sellistes tingimustes spontaanseid hingamisliigutusi ei teki, siis kinnitab see piklikaju hingamiskeskuse hävingut ja ajusurma. Eestis on apnoetest ajusurma diagnoosimise kohustuslik osa, kuid kuna puudub täpne testi tegemise juhend, esineb selle läbiviimisel nii haiglates kui ka sama haigla piires erinevusi.

Apnoetesti sooritamiseks on mitu võimalust, kuid testi sooritamise eeldusteks on patsiendi eutermia, süstoolne vererõhk üle 90 mm Hg, euvoleemia, normokapnia ning oksügenisatsioonihäirete puudumine. Hüpotensioon, happe-aluse tasakaalu ja elektrolüütide häired, mittepiisav oksügenisatsioon või rütmihäired võivad põhjustada apnoetesti ebaõnnestumist või selle tagajärjel komplikatsioonide teket. Apnoetest tuleb katkestada, kui patsiendil kujuneb hüpoksia või kui tema hemodünaamika destabiliseerub.

Kõige levinum ja lihtsam viis apnoetestiks on **hapniku difusiooni meetod**. Selle puhul oksügeneeritakse patsienti 100%-lise hapnikuga 10–20 minutit enne hingamisaparaadist lahtiühendamist. Kunstliku ventilatsiooni lõpetamisel manustatakse hapnikku trahheasse bifurkatsiooni kõrgusel oleva hapnikusondiga pealevooluga 6 l/min. 8–10 minuti jooksul jälgitakse, kas patsiendil tekivad hingamisliigutused. Mitmetes uurin-gutes on leidnud kinnitust, et apnoe tingimustes tõuseb 1 minuti jooksul CO₂ osarõhk arteriaalses veres 3–5 mm Hg võrra (12). Seega võiks see jälgimisaeg olla piisav, et CO₂ osarõhk tõuseks 60 mm Hg-ni või 20 mm Hg üle baasväärtuse, mida peetakse positiivse apnoetesti piiriks. Kui sellise hüperkapnia

väärtuse juures hingamisliigutusi ei teki, siis tähendab see hingamiskeskuse funktsiooni puudumist ning kinnitab ajusurma. Hingamisliigutuste kindlakstegemine pole kliinilises praktikas alati lihtne ega üheselt mõistetav. Definitsiooni kohaselt on hingamisliigutus kõhu või rindkere ekskursioon ning võib hõlmata ka lühikest ohet (4). Kui jälgimisaja jooksul CO₂ osarõhk arteriaalses veres ei tõuse piisavalt, tuleb testi korrata ning jälgimisaega pikendada (4). Siin on omaette probleemiks CO₂ retentsiooniga patsiendid (nt kroonilise obstruktiivse kopsuhaiguse puhul), kellel harjumuspäraselt kõrge arteriaalse vere CO₂ osarõhu foonil ei pruugi 60 mm Hg tase olla piisavaks hingamisliigutuste tekke stiimuliks.

Sellisel meetodil apnoetesti tegemisel on oma ohud, komplikatsioone on kirjeldatud isegi kuni 21%-l. Sagedasemad tüsistused on hüpokseemia, bradükardia, hüpotensioon ning kopsude atelektaasid. Üksikuhtudena on lisaks kirjeldatud nahaalust õhkemfüseemi, kopsude barotraumat ja pingelist pneumotooraksit (13). Mayo kliiniku andmetel ei saanud 7%-l apnoetesti teha ebastabiilse hemodünaamika või hüpokseemia tõttu ning 3%-l tekkisid vastavad probleemid testi tegemise ajal (14).

Kuna neurogeenne kopsuturse või aspiratsioonpneumoonia on ajusurmas patsientidel sagedased, siis on soovitatud kasutada apnoetesti tegemiseks **hüperoksilist hüpoventilatsiooni meetodit**, kus patsienti hingamisaparaadist lahti ei ühendata, vaid kasutatakse pideva positiivse alveolaarrõhuga hingamisrežiimi (CPAP), või säilitades oksügenisatsiooni tagamiseks vajalikku positiivset lõpp-ekspiratoorset rõhku, (PEEP) ventileeritakse patsienti minimaalse minutimahuga, mida hingamisaparaat võimaldab (nt 400 ml). Eestis on sellist meetodit edukalt kasutatud näiteks Tartu Ülikooli Kliinikumi neurointensiivravi osakonnas. Niimoodi apnoetesti tehes on vähem kopsukomplikatsioone ning seetõttu on meetod eelistatum klassikalisest difusioonimeetodist, eriti kui plaanitakse siirata kopse (15).

TÄIENDAVID UURINGUD AJU SEISUNDI HINDAMISEKS

Täiendavatel ajufunktsiooni lakkamist kinnitavatel uuringutel on ajusurma diagnoosimisel eri riikides erinev roll. Mõnedes maades on need kohustuslikuks osaks,

teistes, sh ka Eestis on nad aga abistava ja toetava iseloomuga (10). Samas pole meil kindlaks määratud, millal ning missuguseid uuringuid teha.

Instrumentaalsed ajusurma diagnoosi kinnitavad testid võib jagada kahte rühma: a) aju elektrilist aktiivsust ja b) aju verevoolu hindavad testid. Kõige laialdasemalt kasutatavad uuringud esimeses rühmas on elektroentsefalograafia (EEG), somatosensoorsed esilekutsutud potentsiaalid (SEP) ja üksiku footoni emissiooni kompuutertomograafia (SPECT) ning teises rühmas peaaegu angiograafia, transkraniaalne ultraheliuuring, magnetresonantsangiograafia ja kompuutertomograaf-angiograafia. Eestis kasutatakse enim EEGd, kus ajusurma puhul peaks 30minutilise registreerimisaja jooksul puuduma igasugune elektriline aktiivsus (vt joonis 2) (16). Oluliselt vähem rakendatakse meil ajusurma diagnostikas otsest angiograafiat või kompuutertomograaf-angiograafiat. Siin kinnitab ajusurma intratserebraalse kontrasteerumise puudumine kraniaalsemal unearterite bifurkatsioonist või Willise ringist (16).

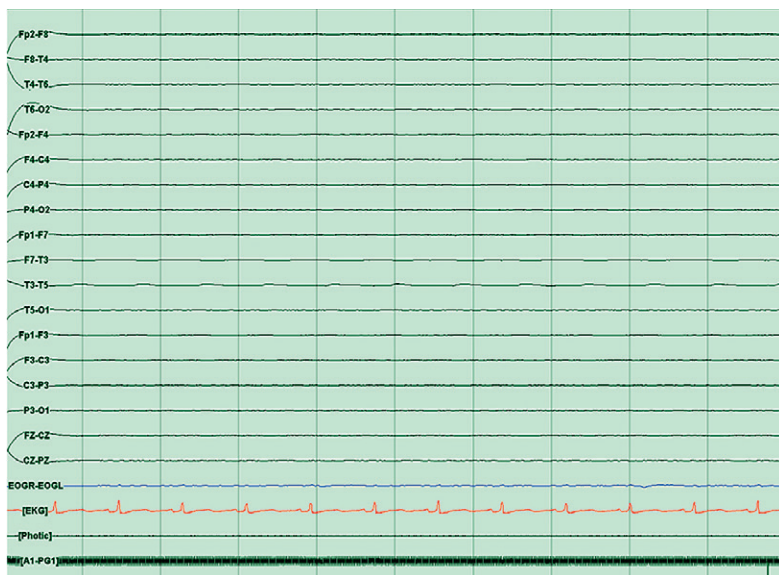
Young jt on esitanud n-ö ideaalsele ajusurma kinnitavale uuringule järgmised tingimused: 1) sellel ei tohiks olla valepositiivseid tulemusi, s.t kui test kinnitab ajusurma, ei tohiks keegi diagnoositutest paraneda; 2) uuringu alusel peaks ka ilma kliinilise hindamiseta olema võimalik ajusurma täpselt diagnoosida; 3) see ei tohiks sõltuda segavatest teguritest, näiteks

intoksikatsioonist või metaboolsetest häiretest; 4) uuring peaks olema standarditud nii teostuse kui ka tulemuste interpretatsiooni poolest; 5) uuring peaks olema kättesaadav, ohutu ja kergesti tehtav (17). Tänapäevastes tingimustes vastab neile kriteeriumidele kõige enam peaaegu otsene angiograafia (16, 17). Samas on kõige lihtsamateks ja mugavamateks uuringuteks, mida saab ka voodi kõrval teha, EEG, SEP ja transkraniaalne ultraheliuuring.

Esineb olukordi, kus instrumentaalse uuringu tulemused on kas valepositiivsed (uuringu tulemus sobib ajusurmale, kuid kliiniliselt ei esine ajusurma) või valenegatiivsed (uuring tuvastab peaaegu funktsioneerimise, kuid kliiniliselt on diagnoositud ajusurm). Tihti tehakse valenegatiivse uuringu järel veel uusi uuringuid ning lõppresultaat võibki jääda ebaselgeks, kui uuringute vastused on vastukäivad. Sellises olukorras tuleks lähtuda asjaolust, et ajusurm on ennekõike kliiniline diagnoos ning kliinilistel kriteeriumidel on suur diagnostiline täpsus (4). See tähendab, et kliiniline hindamine on ajusurma diagnoosimisel ülimuslik. Samas esineb juhte, kus adekvaatset kliinilist uurimist või apnoetesti pole võimalik sooritada (nt raske näotrauma, eelnev silmade kahjustus). Sellisel juhul peaksid ajusurma diagnoosimisel tekkiva lünga täitma instrumentaalsed uuringud (4).

MOTOORSED REAKTSIOONID AJUSURMA DIAGNOOSIMISEL

Segadust võivad ajusurma diagnoosimisel tekitada ka kompleksed motoorsed liigutused, mis on spinaalset päritolu, kuid võivad ekslikult jätta mulje ajutüve funktsioneerimisest. Spinaalsed reflektorsed liigutused ei välista ajusurma. Erinevates uuringutes on neid kirjeldatud kuni 55%-l juhtudest ning tavaliselt kujunevad need esimese 24 tunni jooksul ajusurma tekkest (18). Näidetena võib mainida sõrme ja varba painutust, aeglast pea pööret, näo müoküümiaid, taktiilsel ärritusel vallanduvat painutust hüppe-, põlve- ja puusaliigeses ehk nn kolmikpainutust, Laatsaruse sümptomit (lühiaegne käte tõusmine ning langemine ristakuti rinnale) ja hingamissarnaseid liigutusi. Kindlaid kriteeriume, kuidas eristada tserebraalseid liigutusi spinaalsetest, ei ole, kuid viimased on tavaliselt lühiaegsed, väga aeglasel ja mittepüsivad ning kindlasti on nende hindamisel abi kogemustest.



Joonis 2. Ajusurmapuhune EEG.

KOKKUVÕTE

Sotsiaalministri kehtiv määrus ajuruma diagnoosimise kohta on liiga üld- või napsõnaline. Viimase üheksa aastaga, mis on möödunud määruse vastuvõtmisest, on meditsiinis toimunud areng, mida tuleks praegusaja patsiendikäsitluse juures arvesse võtta. Esitamegi siinkohal Sotsiaalministeeriumile üleskutse õigusakte täiendada. Kindlasti pole meditsiinikirjanduses kõigile üles kerkivatele küsimustele tõendus põhiseid vastuseid, kuid siiski on vajalik ajuruma diagnoosimise määrust ajakohastada, sest see annab ka paremaid võimalusi arendada elundite transplantatsiooni.

SUMMARY

The guideline of brain death needs updating

Siim Schneider¹, Andrus Kreis¹, Veronika Reinhard²

The current Estonian guideline for determination of brain death dates back to 2002. It defines clinical signs and symptoms. There are areas, however, not covered in this guideline, which physicians face in everyday life. The guideline does not define the duration of the observation period to confirm brain death. Nor does it explain the method for apnoea testing or situations that require ancillary tests. Many countries have recently updated their guidelines for determination of brain death. The Estonian guideline needs updating as well.

KIRJANDUS/REFERENCES

1. Surma tuvastamise akti vorm. Riigi Teataja Lisa 2002, 54, 788.
2. Valitsusasutustele ja valitsusasutuste hallatavatele riigiasutustele 2009. aastaks määratud tegevuskulude jaotus, materiaalse ja immateriaalse varade soetamise ja renoveerimise kulude ning põhivara soetamise ja renoveerimise kuludeks ettenähtud sihtotstarbeliste eraldiste objektiline liigendus ning ministeeriumide ja nende valitsemisala riigiasutuste 2009. aasta tegevuskavad. Riigi Teataja Lisa 27.01.2009, 10, 129.
3. Euroopa Parlamendi 19. mai 2010. aasta õigusloomega seotud resolutsioon ettepaneku kohta võtta vastu Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv siirdamiseks ettenähtud inimelundite kvaliteedi- ja ohutusstandardite kohta (KOM(2008)0818 – C6-0480/2008 – 2008/0238(COD)). <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+20100519+ITE MS+DOC+XML+V0//ET&language=ET#top>.
4. Wijdicks EFM, Varelas PN, Gronseth GS, Greer DM. Evidence-based guideline update: Determining brain death in adults: report of the quality standards subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 2010;74:1911–18.
5. Mollaret P, Goulon M. Le coma dépassé (Memoire préliminaire). *Rev Neurol (Paris)* 1959;101:3–15.
6. A definition of irreversible coma. Report of the ad hoc committee of the Harvard Medical School to examine the definition of brain death. *JAMA* 1968;205:337–40.
7. Raudam E, Mägi M. Elu ja surma piirist kaasajal. *Nõukogude Eesti Tervishoid* 1968;3:181–3.
8. Raudam EJ, Mägi MA, Kaasik A-E A, Zupping RH, Tikk AA. Zapredelnaja koma i kriterii smerti mozga. *Sov Med* 1971;12:59–63.
9. Uniform Determination of Death Act. <http://www.law.upenn.edu/bll/archives/ulc/fnact99/1980s/udda80.htm>
10. Wijdicks EFM. Brain death worldwide: Accepted fact but no global consensus in diagnostic criteria. *Neurology* 2002;58:20–5.
11. Lustbader D, O'Hara D, Wijdicks EFM. Second brain death examination may negatively affect organ donation. *Neurology* 2011;76:119–124.
12. Smith RB. Continuous-flow apneic ventilation. *Respir Care* 1987;32:458–64.465.
13. Busl KM, Greer DM. Pitfalls in the diagnosis of brain death. *Neurocrit Care* 2009;11:276–87.
14. Wijdicks EFM, Rabinstein AA, Manno EM, Atkinson JD. Pronouncing brain death: contemporary practice and safety of the apnea test. *Neurology* 2008;71:1240–4.
15. Levesque S, Lessard MR, Nicole PC, et al. Efficacy of a T-piece system and continuous positive airway pressure system for apnea testing in the diagnosis of brain death. *Crit Care Med* 2006;34:2213–6.
16. Wijdicks EFM. Determining brain death in adults. *Neurology* 1995;45:1003–11.
17. Young GB, Chemie SD, Doig CJ, Teitelbaum J. Brief review: the role of ancillary tests in the neurological determination of death. *Can J Anesth* 2006;53:620–7.
18. Saposnik G, Basile VS, Young GB. Movements in brain death: a systematic review. *Can J Neurol Sci* 2009;36:154–60.

¹ Internal Medicine Clinic, North Estonia Medical Centre, Tallinn, Estonia
² Anaesthesiology and Intensive Care Clinic, Tartu University Hospital, Tartu, Estonia

Correspondence to:
Siim Schneider
siim.schneider@regionaalhaigla.ee

Keywords:
brain death, apnoea test, diagnostic guidelines