



Pietari Helenius
LL, erikoislääkäri
HUS, HYKS ensihoito
Helsingin lääkäriyksikkö ja
FinnHEMS10
pietari.helenius[a]hus.fi

Vammaapotilaan FAST-ultraäänitutkimus

FAST tarkoittaa vammaapotilaan kohdennettua ultraäänitutkimusta, jonka tarkoitus on todeta merkittävä verenvuoto ruumiinonteloon.

Japanissa, muualla Aasiassa, Yhdysvalloissa ja Saksassa tehtiin 1980-luvun lopulla ja 1990-luvulla laajalti tutkimusta ultraäänien käyttökelpoisuudesta vammaotilaiden hoidossa; erityisesti hemoperitoneumin ja hemoperikardiumin toteamisessa. Tämän tutkimuksen pohjalta kehitettiin 90-luvun puolivälissä käsite FAST, joka on lyhenne englannin kielen sanoista Focused Assessment with Sonography for Trauma (1).

Nykyisin käytetään yleisemmin FAST:in laajennettua versiota EFAST:ia (extended FAST), jossa etsitään nestettä myös keuhkopussinontelosta sekä ilmarintaa (2).

EFAST-tutkimus voidaan tehdä ensihoidossa tai päivystyspoliklinikalla vamma- tai muulle hätätilapotilaalle. EFAST:in suorittaminen kestää kokeelta tekijältä vain noin minuutin (3).

FAST-tutkimus on kehittynyt nykymuotoonsa vähitellen ja alkuvaiheessa vatsaontelon nestettä etsittiinkin vain hepatorenaalisesta tilasta eli Morisonin tilasta (engl. Morison's pouch). Sittemmin tutkimuskohtia on tullut lisää ja edelleen on eri koulukuntia, jotka sisällyttävät tutkimukseen hieman eri määrän tutkimuskohtia. Tämän

artikkelin yhteydessä esitellään eräs yleisimmin käytössä olevista versioista.

Alkuvaiheessa FAST-tutkimusta tekivät lähinnä kirurgit, mutta nykyään tutkimuksen suorittaa useimmiten joko radiologi, akuuttilääkäri tai ensihoitolääkäri riippuen kunkin maan päivystyksen järjestämismallista ja potilaan sijainnista hoitopolulla. Yhdysvalloissa FAST-tutkimuksen suorittaa useimmiten ultraääniteknikko.

Ultraäänien käyttö ensihoidossa alkoi vuosittain vaihteessa ensihoitokäyttöön soveltuvien kannettavien UÄ-laitteiden markkinoille tulon myötä. Laajempaan käyttöön ensihoidossa ultraääni on tullut etenkin 2010-luvulla. Ensihoidossa on alusta asti tehty sekä FAST-tutkimusta että sydämen ultraääntä.

Missä ja kenelle EFAST-ultraääntä tehdään?

Suurin osa EFAST-tutkimuksista tehdään sairaalapäivystyksessä korkeariskisesti vammautuneen potilaan ensiarvion yhteydessä tai välittömästi sen jälkeen. Vammamekanismi voi olla tylppä monivamma (esim. putoaminen, liikenneonnettomuus),

vatsavamma, rintakehävamma tai torson alueen terävä vamma.

Suomessa ensihoidossa ultraääntä käytetään lähinnä lääkäriyksiköissä (lääkärihelikopterit, Helsingin, Porin ja Seinäjoen maayksiköt) ja lääkärin tekemänä. Myös joissain ensihoidon kenttäjohtoyksiköissä on käytössä ultraäänilaite, mutta tämä on toistaiseksi vielä harvinaista. EFAST:ia tehdään ensihoidossa monivammapotilaille ja epäselvästä syystä sokissa oleville potilaille, mutta minkään potilasryhmän hoitoprotokollaan se ei ensihoidossa kuulu. Se tehdäänkö yksittäiselle potilaalle EFAST, riippuu kliinisestä ja operatiivisesta (taktisesta) tilanteesta ja kyseisen ensihoidon lääkärin kokemuksesta ultraäänitutkimuksen tekemisessä.

Ensihoitajien suorittamista FAST-tutkimuksista ja ilmarinnan toteamisesta ultraäänellä löytyy useita julkaisuja eri maista (4). Näiden tulokset ovat lupaavia.

Ultraäänen käytöstä ensihoidossa vammapotilailla on julkaistu kaksi systemaattista kirjallisuuskatsausta (5, 6). Viimeisimmässä katsauksessa todettiin tutkimusten olevan hyvin heterogeenisiä eikä satunnaistettuja tutkimuksia ollut. Katsauksessa todettiin kuitenkin, että on olemassa kohdalaista näyttöä, joka puoltaa ultraäänen käyttöä ensihoidossa vammapotilailla lääkärin tekemänä. Muiden kuin lääkärin tekemien ultraäänitutkimusten merkitys on epäselvä.

EFAST-tutkimuksen suorittaminen

Tämän katsauksen yhteydessä ei ole tarkoitus opettaa ketään tekemään EFAST-tutkimusta. Seuraavassa kuitenkin lyhyt kuvaus tutkimuksen suorittamisesta (7).

EFAST-tutkimusta tehtäessä potilas on yleensä selinmakuulla. Pleuranesteen ja lantion alueen nesteen toteamisessa herkkyyttä lisää potilaan asettaminen anti-Trendelenburgin asentoon. Vatsaontelon yläosista nestettä etsittäessä (vatsan yläneljännekset) herkkyyttä puolestaan lisää Trendelenburgin asennon käyttö. Tosin näiden asentojen käyttö vammapotilaalla ei useinkaan ole mahdollista. Tutkimuskohdat, ultraäänianturin sijainnit ja indikaatiot ovat:

1. Rintakehän etuosa: kolmas tai neljäs kylkiluuväli keskisolisinjassa (vasen ja oikea puoli). Ilmarinnan toteaminen tai poissulku.
2. Rintakehän alaosa: kyljet aksillaarilinjassa noin neljännen ja yhdeksännen kylkiluuvälin korkeudella (vasen ja oikea). Pleuranesteen toteaminen.
3. Vatsan oikea yläneljännes: keskikainalolinja rintakehän alaosassa. Vapaan nesteen toteaminen vatsaontelossa maksan ja oikean munuaisen alueella.
4. Vatsan vasen yläneljännes: takakainalolinja rintakehän alaosassa. Vapaan nesteen toteaminen vatsaontelossa pernan ja vasemman munuaisen alueella.



Kuva 1. Vscan Dual Probe, GE Healthcare. Kannettava ultraäänilaite, jossa sektori- ja lineaarianturit. Ohjelmat kardiologiaan, keuhkojen ja vatsan tutkimiseen ja obstetriikkaan. Noin kämmenen kokoinen. Paino 436 g. Kaikki tämän artikkelin kuvat on otettu Vscan Dual Probella.

>>

5. Perikardium: subksifoidaalinen/subkostaalinen näkymä ylävatsalla. Perikardiumnesteen ja edelleen tamponaation toteaminen.
6. Alavatsa: häpyluun kraniaalipuolella. Vapaan nesteen toteaminen vatsaontelossa virtsarakon vieressä tai dorsaalipuolella.

Ensimmäisenä tutkittavan kohdan voi valita eri tavoin. Tutkiminen voidaan aloittaa vamman suhteen todennäköisimmästä kohteesta. Eli, jos potilaalla on eniten rintakehän alueen oireita tai löydöksiä, poissuljetaan ensin esimerkiksi ilmarinta, sitten sydänpussin tamponaatio jne.

EFAST:n tekeminen kestää kokoneelta tekijältä vain noin minuutin

Jos potilas puolestaan on vammautunut vatsaan, etsitään ensin vapaata nestettä vatsaontelosta. Vaihtoehtoinen tapa on suorittaa tutkimus systemaattisesti, eli tutkia potilas aina samassa järjestyksessä, esimerkiksi aina oikeasta yläneljänneksestä aloittaen tutkimuskohdat myötäpäivään kiertäen. Tärkeintä on

kuitenkin tehdä tutkimus joka kerta kattavasti, eli tutkia aina kaikki kahdeksan tutkimuskohtaa. Elottomalla tai syvästi sokkisella potilaalla tästä saatetaan joutua tinkimään ja suorittamaan jokin hätätoimenpide jo ensimmäisen löydöksen kohdalla, esimerkiksi purkamaan paineilmarinta.

EFAST-tutkimuksen kliininen käyttö ja rajoitukset

EFAST-tutkimuksen mahdollisuudet ja rajoitteet on ymmärrettävä, jotta sitä voidaan käyttää oikein. Vatsaontelon sisäisen vapaan nesteen suhteen EFAST on rule-in -tutkimus. Jos löydös on vatsaontelon osalta positiivinen, tarkoittaa se hyvin suurella todennäköisyydellä, että vatsaontelossa on nestettä. Sitä on kuitenkin oltava tutkimuskohdasta, potilaan asennosta ja kirjallisuusviitteestä riippuen 100-619 ml, ennen kuin se näkyy EFAST-tutkimuksessa (8, 9).

Mikäli nestettä vatsaontelossa näkyy, ei EFAST kuitenkaan kerro, onko tuo neste verta vai esimerkiksi askitesta, virtsaa (virtsarakkoruptuura)

Tietolaatikko 1

Mitä EFAST:lla voidaan todeta:

- ilmarinta
- neste keuhkopussin ontelossa
- vapaa neste vatsaontelossa
- neste sydänpussissa

Mitä EFAST:lla ei voida todeta:

- mistä neste on lähtöisin
- nesteen laatu (veri, virtsa vai askites-/pleuraneste)
- elinvauriota (esim. kapselin sisäinen parenkymielinvamma)
- retroperitoneaalista vammaa

tai suolen sisältöä (suolen perforaatio). Löydös tulee suhteuttaa anamneesiin, tapahtumatietoihin ja muihin tutkimuslöydöksiin.

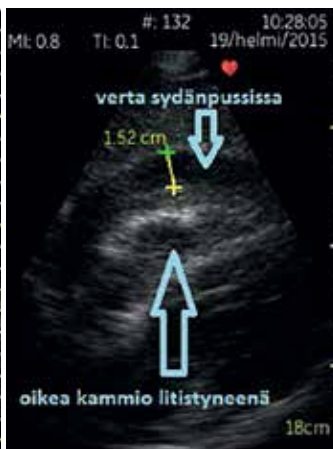
Vaikka EFAST jäisi negatiiviseksi vatsaontelon osalta, voi siellä silti olla vähäinen määrä nestettä tai toisaalta potilaalla voi olla merkittäväkin kapselinsisäinen maksa-, munuais- tai pernavamma (toisin sanoen ei verta vatsaontelossa). Myöskään retroperitoneaalinen vamma ei näy EFAST:ssa.

Myös pleuranesteen toteamisessa EFAST on enemmän rule-in -tutkimus kuin rule-out -tutkimus, sillä pleuraneste parantaa huomattavasti näkyvyyttä keuhkopussinonteloon. Jos pleuranestettä on kohtalaisesti tai runsaasti, sen olemassaolon voi todeta useammasta kylkiluuvälistä. Mutta jos nestettä ei ole tai sitä on vain vähän, joudutaan käyttämään oikealla puolella maksaa ja vasemmalta pernaa ikään kuin ultraääniväliaineena jotta pallean yläpuolinen osa keuhkopussinontelosta nähdään. Tällöin riittävä näkyvyys saadaan vain ehkä yhdestä tai kahdesta kylkiluuvälistä.

EFAST voi jäädä negatiiviseksi jos tutkimus tehdään ”liian aikaisin” kuten kohteessa ennen tyhjiöpatjalle asettamista, jolloin vatsaonteloon tai keuhkopussin onteloon ei välttämättä ole vielä ehtinyt vuotaa riittävästi verta, jotta se näkyisi ultraäänellä. Onkin tärkeää ymmärtää, että EFAST tulee ja voidaan toistaa, jos kliininen tilanne muuttuu. EFAST, kuten jokainen muukin tutkimus, kertoo vain sen tekohetken tilanteen.



Kuva 2. Näkymä oikealta keskikalinalinjasta rintakehän alaosaan. Oikealla näkyy maksaa ja palleankaari, alhaalla pleuranestettä.



Kuva 3. Verta sydänpussissa. Subksifoidaalinen näkymä. Alimpana vasen kammio, ylimpänä maksaa.



Kuva 4. Näkymä keskisolilinjasta 3.–4. kylkivälin korkeudelta. Pleurassa näkyy keuhkon syke ja liukuminen: ei ilmarintaa.



Kuva 5. Näkymä oikealta keskikalinalinjasta rintakehän alaosaan. Nestettä oikean munuaisen ja maksan välissä ns. Morisonin tilassa.

Ilmarinnan toteamisessa ultraäänien herkkyys on selvästi parempi kuin makuukeuhkokuvan, tarkkuuden ollessa samaa luokkaa. Eräs katsausartikkeli totesi ultraäänien herkkyyden ilmarinnan toteamisessa olevan 79 %. Makuukeuhkokuvan herkkyys oli vain 40 % (10).

EFAST on ilmarinnan suhteen ennen kaikkea rule-out -tutkimus. Ilmarinnan poissulku perustuu tiettyjen poissulkulöydösten toteamiseen ja niistä yhdenkin löytyminen sulkee pois ilmarinnan. Tyypillisessä tilanteessa tämä onnistuu kokeneelta tekijältä muutamassa sekunnissa keuhkoa kohti. Jos yhtä poissulkulöydöstä ei todeta, etsitään toista ja niin edelleen. Niinpä ilmarinnan toteaminen kestää hieman kauemmin kuin poissulku, mutta joka tapauksessa sen pitäisi onnistua alle puolessa minuutissa.

EFAST ei toki löydä kaikkia ilmarintoja. Se paljastaa vain anteriorisen ilmarinnan ja pieni, esimerkiksi välikarsinaa vasten oleva ilmarinta jää toteamatta. Tässäkin on tärkeää oivaltaa, että ultraääni paljastaa erittäin suurella herkkyydellä sillä hetkellä kliinisesti merkitsevän ilmarinnan, mutta ei poissulje täysin pientä ilmarintaa. Sellaisen merkitys voi korostua, jos potilaalle aloitetaan positiivinen paineentilaatio. Jos tässä tilanteessa potilas

kehittää paineilmarinnan löydöksiä tai oireita, tulee keuhkojen ultraäänitutkimus toistaa välittömästi. Paineilmarinnan kanssa samankaltaisia oireita voivat aiheuttaa mm. veri tai lima intubaatioputkessa tai keuhkoputkessa, intubaatioputken ajautuminen liian syvälle ja potilaan reagoiminen riittämättömän sedaation tai analgesian vuoksi. Tällöin välittömästi tehdyllä keuhkojen ultraäänellä voidaan poissulkea kliinisesti merkitsevä ilmarinta ja välttyä turhalta keuhkopussin kanavoinnilta. Mikäli ilmarinta todetaan tai ultraääni ei ole välittömästi käytettävissä, edetään luonnollisesti paineilmarinnan purkuun. Ultraääntä voidaan siis käyttää kullakin hetkellä kliinisesti merkitsevän ilmarinnan toteamiseen tai vastaavasti poissulkuun. Se onnistuu ultraäänellä hyvin nopeasti ja joka tapauksessa helposti vähintään 10 minuuttia aiemmin kuin keuhkokuvan avulla.

Ilmarinnan toteamisessa ultraäänien herkkyys on selvästi parempi kuin makuukeuhkokuvan.

>>

Eniten FAST:sta on hyötyä epästabiili vammapotilas.

EFAST-tutkimusta vaikeuttavat tekijät ja virhelähteet

EFAST-tutkimuksen tekemistä voivat vaikeuttaa potilaasta johtuvat syyt, kuten runsas obesiteetti, subkutaaniemfyseema, tyhjä virtsarakko (haittaa alavatsan tutkimista), tutkittavan alueen haavat tai potilaan runsas liikehtiminen. Myös olosuhteisiin liittyvät syyt hankaloittavat tutkimista. Näitä ovat mm. kirkas auringonvalo (ulkotiloissa), liikkuva ambulanssi, ahtaat tilat (jotkin helikopterit) ja potilaan sijoittaminen tyhjiöpatjalle (alemmat keuhkojen tutkimispaikat ja vatsan yläneljännekset eivät tutkittavissa). Jos vammasta on kulunut jo jonkin aikaa ja veri on ehtinyt hyytyä, on sen toteaminen vatsaontelosta ultraäänellä haastavaa.

Väriä positiivisia löydöksiä voi aiheuttaa väärin tulkittu neste sijainti, esimerkiksi sappirakossa, suoneissa tai suolessa oleva neste. Toisinaan sydämen takana oleva neste voidaan tulkita sydänpussissa olevaksi, vaikka se todellisuudessa onkin keuhkopussinontelossa. Siksi onkin suositeltavaa käydä tutkimuskohdat läpi kahdessa toisiinsa nähden 90 asteen kulmassa olevassa tasossa ja kallistella anturia siten, että tutkittavasta alueesta saa kokonaiskuvan. Tutkimuskohdasta ja mahdollisesta löydöksestä tallennettu video on huomattavasti informatiivisempi kuin pysäytyskuva.

Kuka hyötyy EFAST:sta?

FAST-tutkimusta kehitettäessä sitä verrattiin tuolloin yleiseen käytäntöön, diagnostiseen peritoneaaliseen lavaatioon (DPL). FAST onkin käytännössä korvannut DPL:n, eikä viimeksi mainittua kehittyneissä maissa vammapotilaille enää juurikaan tehdä. FAST-tutkimuksen merkitystä sen alkuajoista on kuitenkin vähentänyt tietokonetomografiatutkimusten teknologian ja saatavuuden paraneminen. Eniten hyötyä siitä on epästabiililla vammapotilaalla. FAST:n

Tietolaatikko 2:

Mitä anestesiologin tai teholääkärin tulisi tietää EFAST-tutkimuksesta

- EFAST on muutamassa minuutissa tehtävä vammapotilaan noninvasiivinen tutkimus, johon ei liity säderasitusta.
- Se voidaan suorittaa sekä ensihoidossa että sairaalassa samanaikaisesti hoitotoimien kanssa tai kuljetuksen aikana.
- EFAST-tutkimus tehdään tarvittaessa toistetusti jos kliininen tilanne muuttuu.
- EFAST soveltuu tutkimuksen tekohetkellä kliinisesti merkitsevän ilmarinnan poissulkuun, ei kaikkien ilmarintojen poissulkuun.
- EFAST ei poissulje vakavaakaan vatsaontelon sisäistä vammaa. Se osoittaa vain merkittävän määrän (useampi desilitra) vapaata nestettä vatsaontelossa.
- EFAST osoittaa herkästi nestekertymän sydänpussissa.
- EFAST:n avulla on mahdollista todeta mihin ruumiinonteloon potilas vuotaa ja kohdistaa hoitotoimet sinne.

ensisijainen tarkoitus ja potentiaali on todeta jo ensiarvion aikana mihin ruumiinonteloon sokkinen vammapotilas vuotaa ja toisaalta todeta ilmarinta. Jos potilas on liian huonokuntoinen TT-tutkimukseen, voidaan EFAST:n perusteella todeta ja hoitaa (paine)ilmarinta tai kohdistaa hoitotoimet joko sydänpussin tamponaatioon tai massiiviin veririntaan tai tehdä hätälaparotomia. Jos potilas on riittävän stabiili tai hänet saadaan stabiiloitua siten, että hän sietää TT-tutkimuksen, saadaan siitä toki huomattavasti tarkempaa ja kattavampaa tietoa potilaan vammoista kuin EFAST:lla.

Jos TT-tutkimusta ei jostain syystä voida tai haluta alkuvaiheessa tehdä, on toistetuilla EFAST-tutkimuksilla mahdollista seurata potilasta. Mikäli vatsaonteloon todetaan kertyvän nestettä, on TT-tutkimus syytä tehdä (11).

Tilanteita tai olosuhteita, joissa TT-tutkimus ei ole heti saatavilla ovat mm. suuronnettomuus-tilanne, sotaolot ja lääketiede syrjäseuduilla. Ultraääninen eräs kiistaton etu tietokonetomografiaan nähden on laitteen koko. Pienimmät ultraäänilaitteet painavat alle puoli kiloa ja nämä pienimmätkin laitteet soveltuvat hyvin EFAST-tutkimuksen

tekemiseen. Ultraääntä on käytetty sotatantereilla viimeaikaisissa sodissa ja onpa kansainvälisellä avaruusasemalla ISS:lläkin tehty FAST-tutkimusta telelääketieteen keinoin maan päältä opastaen (12).

Luokittelu suuronnettomuuksissa

Eräs potentiaalinen tilanne, jossa TT-tutkimusta ei voida alkuvaiheessa suorittaa, on suuronnettomuus. Tuolloin EFAST-tutkimusta tai siitä muokattua versiota voidaan käyttää luokittelumetodina löytämään vaikeasti vammautuneet potilaat. Ensimmäinen kirjallisuudessa kuvattu tapaus on Armenian maanjäristyksestä vuodelta 1988 (13). Tuolloin pääkaupunki Jerevanin suurimpaan sairaalaan tuli 72 tunnissa 750 maanjäristyksen uhria ja käytettävissä oli vain yksi TT-laite. 400 potilaalle tehtiin luokittelu FAST-tyyppisen ultraäänitutkimuksen avulla. Vääriä negatiivisia löydöksiä oli 1 % ja vääriä positiivisia ei lainkaan. Keskimääräinen yhteen potilaaseen käytetty aika oli neljä minuuttia. Myös Kiinassa FAST-ultraääntä on käytetty maanjäristysuhrien luokittelussa ja tulokset ovat olleet sielläkin lupaavia (14, 15). ■

11. Blackburne LH1, Soffer D, McKenney M, ym. Secondary ultrasound examination increases the sensitivity of the FAST exam in blunt trauma. *J Trauma*. 2004;57(5):934-8.
12. Sargsyan AE, Hamilton DR, Jones JA, ym. FAST at MACH 20: clinical ultrasound aboard the International Space Station. *J Trauma*. 2005;58(1):35-9.
13. Sarkisian AE, Khondkarian RA, Amirbekian NM, ym. Sonographic screening of mass casualties for abdominal and renal injuries following the 1988 Armenian earthquake. *J Trauma*. 1991;31(2):247-50.
14. Zhou J, Huang J, Wu H, ym. Screening ultrasonography of 2,204 patients with blunt abdominal trauma in the Wenchuan earthquake. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;73(4):890-4.
15. Hu H, He Y, Zhang S, Cao Y. Streamlined focused assessment with sonography for mass casualty prehospital triage of blunt torso trauma patients. *Am J Emerg Med*. 2014;32(7):803-6.

Viitteet

1. Kendall JL, Hoffenberg SR, Smith RS. History of emergency and critical care ultrasound: the evolution of a new imaging paradigm. *Crit Care Med*. 2007;35(5 Suppl):126-30.
2. Kirkpatrick AW, Sirois M, Laupland KB, ym. Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST). *J Trauma* 2004;57(2):288-95.
3. Rinta-Kiikka I. FAST-kaikukuvaus. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. 2016;132(8):791-5.
4. McCallum J, Vu E, Sweet D, Kanji HD. Assessment of Paramedic Ultrasound Curricula: A Systematic Review. *Air Med J*. 2015;34(6):360-8.
5. Jørgensen H, Jensen CH, Dirks J. Does prehospital ultrasound improve treatment of the trauma patient? A systematic review. *Eur J Emerg Med*. 2010;17(5):249-53.
6. O'Dochartaigh D, Douma M. Prehospital ultrasound of the abdomen and thorax changes trauma patient management: A systematic review. *Injury*. 2015;46(11):2093-102.
7. Focus-On EFAST (verkkodokumentti). ACEP News. American College of Emergency Physicians® 2009. www.acep.org
8. Von Kuenssberg Jehle D, Stiller G, Wagner D. Sensitivity in detecting free intraperitoneal fluid with the pelvic views of the FAST exam. *Am J Emerg Med*. 2003;21(6):476-8.
9. Branney SW, Wolfe RE, Moore EE, ym. Quantitative sensitivity of ultrasound in detecting free intraperitoneal fluid. *J Trauma*. 1995;39(2):375-80.
10. Alrajab S, Youssef AM, Akkus NI, Caldito G. Pleural ultrasonography versus chest radiography for the diagnosis of pneumothorax: review of the literature and meta-analysis. *Crit Care*. 2013;17(5):R208.