

Anri Tienhaara ja Terhi Pallonen

Milloin veren solujen morfologiaa (B-Morfo-tutkimus) on syytä tutkia?

Veren solujen morfologiatutkimus on hyödyllinen tilanteissa, joissa sairaus aiheuttaa spesifisen muutoksen verisolujen morfologiaan. Usein jo perusveren kuvan ja valkosolujen erittelylaskennan tulokset auttavat veren kuvan poikkeavuuksien syyn selvityksessä. Näiden tulokset tulee tulkita huolellisesti ennen B-Morfo-pyynnön tekoa. Tutkimuspyynnön esitiedoissa on tärkeää tuoda esille, mitä tutkimuksella halutaan selvittää. B-Morfo-tutkimuksesta voi olla apua hemolyysin syyn selvittämisessä, pitkittyneen merkittävän leukosytoosin selvittelyssä sekä leukemiaepäilyssä, kun luuydinnäytteen tulosta ei ehditä odottaa. Lisäksi apua voidaan saada perinnöllisten verihäiriöpoikkeavuuksien selvittelyssä sekä tromboottisen mikroangiopatian toteamisessa. B-Morfo-tutkimuksesta hyötyvät potilaat ovat usein erikoissairaanhoidon potilaita.

B-Morfo-tutkimus on nimensä mukaisesti morfologinen tutkimus verinäytteen punasoluista, valkosoluista ja verihiutaleista. Laboratoriossa näytteen tutkii mikroskopimalla klinisen kemian erikoislääkäri tai erikoistuva lääkäri, joka antaa tutkimuksesta lausunnon.

Miten B-Morfo-tutkimus tehdään?

B-Morfo-tutkimusta varten potilaasta otetaan EDTA-antikoaguloitu laskimoverinäyte, josta tehdään sivelyvalmiste. Sivelyvalmiste tehdään mahdollisimman tuoreesta, huoneenlämmössä säilytetystä verinäytteestä. Se voidaan tehdä käsin, mikä vaatii ammattitaitoa ja harjaantumista. Sivelyvalmiste voidaan tehdä myös automaattilaitteella ja värjätään useimmiten automaattilaitteella.

B-Morfo-tutkimusta varten on oleellista saada samasta näytteestä käytettäväksi perusveren kuvatutkimuksen (B-PVK+T), valkosolujen erittelylaskennan ja retikulosyyttitutkimuksen (E/B-Retik) tulokset. Eri laboratorioilla voi olla erilaisia käytäntöjä siitä, tehdäänkö nämä tutkimukset samasta näytteestä kuin B-Morfo

vai tuleeko ne pyytää erikseen. Isoissa klinisissä laboratorioissa on käytössä useasta analysaattorista muodostettu linjasto, jossa ovat sekä solulaskennan automaattianalysaattorit että sivelyvalmisteen tekevä ja värjäävä laite. Linjastoon voidaan liittää myös automaattimikroskooppi, jonka ottamista digitaalisista kuvista voidaan tarkistaa valkosolujen erittelylaskennan tulos. B-Morfo-tutkimus on suurimmaksi osaksi keskitetty yliopisto- ja keskussairaaloiden laboratorioihin, joissa työskentelee tutkimuksen lausumiseen perehdytettyjä klinisen kemian lääkäreitä.

Esitiedot ja kysymyksenasettelu

B-Morfo-tutkimuksesta annettavassa lausunnossa kuvaillaan punasolujen, valkosolujen ja verihiutaleiden olennaiset morfologiset löydökset. Valkosolujen ja verihiutaleiden määrää voidaan karkeasti arvioida sivelyvalmisteesta, mutta yleensä tähän ei ole tarvetta, sillä veren kuvatutkimuksesta saadaan tarkat soluarterit. Päätelmät esitetään lähettäneen lääkärin antamien esitetietojen, automaattianalysaattorin antamien perusveren kuvan ja valkosolujen eritte-

TAULUKKO 1. B-Morfo-tutkimuksen esitiedot.

Esitiedoista tulisi käydä ilmi

- Lähetämisen syy
- Mahdollisten verenkuvamuuutosten kesto
- Keskeisimmät muut tutkimustulokset
- Keskeiset sairaudet
- Lääkitys

Kysymyksenasettelu, johon halutaan vastaus

TAULUKKO 2. B-Morfo-tutkimuksen aiheet (6,10).

Epäily fragmentaatiohemolysistä

Epäily perinnöllisestä punasolupoikkeavuudesta
Esimerkiksi sferosytoosi tai elliptosytoosi

Trombosytopenia

Jos taustalla epäillään perinnöllistä trombosytopatiaa tai tromboottista mikroangiopatiaa

Epäily leukemiasta tai vereen purkautuneesta lymfomasta

Jos luuydinnäytettä ei ehditä ottaa tai luuydin ei aspiroidu (pyydyttävä myös virtausytometrinen tutkimus)

lylaskennan tulosten sekä solujen morfologian perusteella. B-Morfo-tutkimuksen lausumiseen kuuluu erikoislääkärin aikaa keskimäärin 20 minuuttia, mutta tutkimuksen vaatima aika voi vaihdella paljon. Kiireellisissä tilanteissa lausunnon tai vähintäänkin suullisen arvion näytteestä saa nopeasti, heti kun tutkiva lääkäri on saanut valmiin sivelyvalmisteen katsottavakseen. Kiireettömät tutkimukset vastataan laboratorion mukaan 1–10 vuorokauden kuluessa näytteenotosta (1–5).

Veren sivelyvalmisteen löydösten tulkinnassa lähetävän lääkärin B-Morfo-tutkimuspyyntöön kirjaamat esitiedot ovat tärkeitä (**TAULUKKO 1**). Koska kliinisen kemian erikoislääkäreitä ja terveydenhuollon resursseja on Suomessa rajallisesti, pyydetystä tutkimuksesta tulisi olla lisäarvoa potilaan hoidossa. B-Morfo-tutkimus on hyödyllinen tietyillä indikaatioilla, joita esitetään **TAULUKOSSA 2**. B-Morfo-tutkimuspyyntöjä ei aina ole kohdennettu vaikuttavasti (6–8). Tyksin laboratorioissa B-Morfo-tutkimuksen aihe täyttyi läheteiden esitetietojen perusteella vain 43 %:ssa pyydytyistä tutkimuksista keväällä 2022 (9). Lisäksi lähetetiedot ovat usein puutteellisia.

Riittäisivätkö perusverenkuva ja valkosolujen erittelylaskenta?

Verenkuva-analysaattorit pystyvät arvioimaan useita parametreja sekä punasoluista, valkosoluista että verihiutaleista. Suuren tutkitun solumäärän vuoksi automaattianalysaattorin tulokset ovat hyvin toistettavia. Tulosten luotettavuutta parantaa lisäksi se, että analysaattorit tuottavat hälytysilmoituksia silloin, kun jonkin parametrin tulosta on syytä epäillä tai analysoinnissa on herännyt epäily poikkeavista soluista (10). Hälytysilmoituksia antanut näyte tarkastetaan tavallisemmin mikroskoipoimalla se tai analysoimalla se uudelleen esimerkiksi analysaattorissa olevilla lisäkanavilla.

Perusverenkuvatutkimus ja valkosolujen erittelylaskenta antavat paljon informaatiota, kun tulokset tulkitaan systemaattisesti ja suhteessa kysymyksenasetteluun (11). Tulosten tulkinta edellyttää lääkäriltä tietoa siitä, miten tulokset muuttuvat paitsi eri tautitiloissa myös fysiologisesti tai esimerkiksi lääkityksen vaikutuksesta. Yleensä anemian selvittelyssä perusverenkuvan ja retikulosyyttitutkimuksen lisäksi ei tarvita B-Morfo-tutkimusta (11). Leukosytoosin ja leukopenian yhteydessä tarvitaan valkosolujen erittelylaskentaa sen selvittämiseksi, mitä valkosoluja on liikaa tai liian vähän. Normaali valkosolujen määräkään ei kerro valkosolujen jakaumasta. Eri valkosolualaluokkien määrät tulee arvioida kvantitatiivisesti, ei prosenttiosuuksien perusteella.

Verenkierrossa olevat blastit havaitaan valkosolujen erittelylaskennassa

Valkosolujen erittelylaskennassa käytettävät automaattianalysaattorit pystyvät luotettavasti tunnistamaan ja luokittelemaan valkosolut, jos solut ovat kypsämuotoisia eikä niissä ole merkittävää poikkeavuutta. Jos analysaattori ei tunnista poikkeavia soluja (esimerkiksi blastit, atyyppiset lymfosyytit, epä kypsät neutrofiilit), se antaa tuloksen yhteyteen hälytyksen, jolloin käyttäjän on mahdollista tarkistaa solulöydös. Solulaskenta-analysaattorien linjasto voidaan ohjelmoida tekemään hälytyksiä antaneesta

näytteestä suoraan sivelyvalmiste, joka joko mikroskopoidaan tai siirretään automaattimikroskooppiin valkosolujen digitaalista kuvaamista varten.

Laboratoriohoitaja tarkistaa digitaalisen erittelylaskennan tuloksen ja tarvittaessa mikroskopi näyttöön. Jos laboratoriohoitajakaan ei tunnista soluja, hän voi ainakin yliopistosairaaloissa konsultoida B-Morfo-tutkimukseen perehtynyttä lääkäriä. Laboratoriohoitaja tai lääkäri voivat tarvittaessa kirjata poikkeavasta solulöydöksestä tarkentavia lisäkommentteja erittelylaskennan tulokseen. Tällä moniportaisella arvioinnilla pyritään varmistamaan, että pienetkin määrät poikkeavia soluja, kuten blasteja, pystytään valkosolujen erittelylaskennassa havaitsemaan ja raportoimaan tutkimuksen pyytäneelle lääkärielle.

Joskus leukeemisia blasteja on veressä niin vähän, että ne eivät tule esiin valkosolujen erittelylaskennassa tai B-Morfo-tutkimuksessa. Vahvan kliinisen leukemiaepäilyn yhteydessä potilaasta otetaan luuydinnäyte riippumatta siitä, onko veressä nähty blasteja vai ei.

Milloin B-Morfo-tutkimuksesta ei ole lisähyötyä?

B-Morfo-tutkimuksesta ei ole erityistä hyötyä **TAULUKON 3** tilanteissa.

Mikrosyyttisessä anemiassa veren kuvan punasoluindeksi eli punasolujen keskitilavuus (E-MCV), punasolujen määrä (B-Eryt), punasolujen keskimääräinen hemoglobiinimäärä (E-MCH) ja punasolujen keskimääräinen hemoglobiinipitoisuus (E-MCHC) sekä rautatutkimukset, plasman ferritiinipitoisuus (P-Ferrit) ja transferriniinireseptori (P-TfR) ovat ensisijaisia tutkimuksia. Hemoglobiinipoiikkeavuutta kuten talassemiaa epäiltäessä veren hemoglobiinifraktioiden tutkimus (B-Hb-Fr) on edeltävien lisäksi ensisijainen tutkimus (2).

Nykyään geneettisillä tutkimuksilla on merkittävä osa hemoglobiinipoiikkeavuuksien diagnostiikassa. Hemoglobiinipoiikkeavuuksien yhteydessä punasolun morfologian löydökset ovat usein epäspesifisiä eikä diagnoosia voida asettaa pelkän morfologian perusteella. Poikkeuksena on sirppisolukriisi, jossa yleensä

TAULUKKO 3. Tilanteet, jolloin B-Morfo-tutkimuksesta ei ole erityistä hyötyä (6).

Epäily raudanpuuteanemiasta
Epäily hemoglobiinipoiikkeavuudesta kuten talassemiasta
Epäily megaloblastianemiasta
Epäily immunologisesta trombosytopeniasta (ITP)
Suurentunut hemoglobiinipitoisuus, erytrocytoosi tai trombosytoosi
Neutrofilia tai eosinofilia
Infektion selvittely
Pelkkä lymfosytopenia

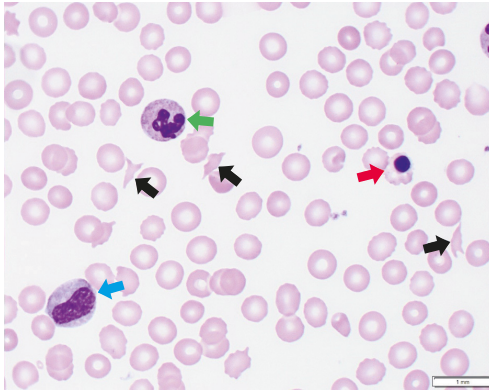
veren sivelyvalmisteesta nähdään sirppisoluja.

Normosyyttisen anemian diagnosoinnissa B-Morfo-tutkimuksesta on hyvin harvoin hyötyä. Kroonisen taudin anemia ei aiheuta veren solujen morfologiaan spesifisiä muutoksia.

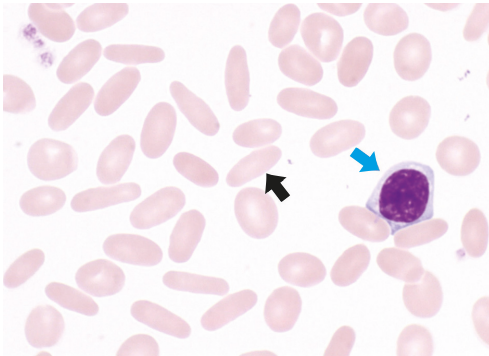
Makrosyyttisen anemian syynä voi olla B₁₂-vitamiinin tai folaatin puute, kilpirauhasen tai maksan toiminnan häiriöt sekä retikulosytoosi, jonka taustalla on yleensä verenvuoto tai hemolyysi. Mikäli anemian syy ei selvi näiden syiden pois sulkemisella ja epäillään esimerkiksi myelodysplastisen oireyhtymän mahdollisuutta, tarvitaan luuydintutkimus.

Lievässä neutropeniassa tai trombosytopeniassa B-Morfo-tutkimuksesta on harvoin hyötyä. Sytopeniat voivat johtua solujen huonosta tuotannosta luuytimessä, solujen lisääntyneestä perifeerisestä kulutuksesta tai kertymisestä pernaan. Nämä syyt eivät useinkaan aiheuta spesifisiä, kyseiseen tilaan viittaavia muutoksia verisolujen morfologiaan. Jos epäillään luuydinperäistä tuotantohäiriötä, tieto siitä saadaan parhaiten luuydintutkimuksella. Lisääntynyttä perifeeristä kulutusta esiintyy infektioiden ja tulehdustilojen yhteydessä (12). Valkosolujen morfologiassa voi ilmetä infektioon sopivia löydöksiä, mutta morfologian tuoma lisäarvo on vähäinen muihin infektio-tutkimuksiin verrattuna.

Pseudotrombosytopenia. Verenkuva-analysaattorin antamat pienet verihitulemäärät tarkistetaan potilaskohtaisesti ensimmäisellä toteamiskerralla sen arvioimiseksi, voiko kyseessä olla pseudotrombosytopenia eli verihituleiden kasautuminen in vitro, etyleenidiamiinitetraetikkahapolla (EDTA) antikoaguloitussa näyteputkessa. Tarkistus tehdään mikro-



KUVA 1. Punasolujen fragmentaatio. Pyöreiden punasolujen joukossa nähdään kolme lähes kolmionmuotoista, teräväkulmaista skistosyyttiä eli punasolufragmenttia (mustat nuolet). Kuvassa on lisäksi yksi liuskatumainen neutrofiili (vihreä nuoli), yksi metamyelosyytti (sininen nuoli), yksi tumallinen punasolu (punainen nuoli) ja muutamia verihiutaleita.



KUVA 2. Elliptosytoosi. Punasolut ovat pääosin ellipsin muotoisia (musta nuoli osoittaa yhtä elliptosyyttiä). Kuvassa on lisäksi yksi lymfosyytti (sininen nuoli) sekä muutamia verihiutaleita.

skopoimalla näytettä natiivina, nestemäisessä muodossa ilman värjäystä. Natiivinäytteen löydöksestä annetaan trombosyyttituloksen yhteyteen lausunto. Pseudotrombosytopenian yhteydessä näytteenotto sitraattiantikoagulanttia sisältävään näyteputkeen voi auttaa todellisen trombosyyttimäärän selvittämisessä. Pseudotrombosytopenian selvittelyyn on laboratoriokohtaisesti käytössä eri tutkimusnimikkeitä.

Lievän erytrosytoosin tai trombosytoosin selvittelyssä B-Morfo-tutkimuksesta on harvoin hyötyä. Sytoosien yhteydessä on ensisijaista selvittää, onko kyse ohimenevästä vai pysyvistä muutoksesta. Pysyvä erytrosytoosi tai trombosytoosi ja sitä kautta myeloproliferatiivisen tilan epäily (polycythaemia vera, essentiaalinen trombosytemia) edellyttää joka tapauksessa jatkotutkimuksia ja usein luuydin-tutkimusta. Edellä mainitut myeloproliferatiiviset tilat eivät aiheuta spesifisiä muutoksia verisolujen morfologiaan.

Leukosytoosi. Vastaavasti myös neutrofilian, lymfosytoosin, monosytoosin tai eosinofilian selvittelyssä on ensisijaista ottaa huomioon anamneesi, potilaan kliininen tila ja perussairaudet sekä muut valkosolujen määriin vaikuttavat seikat kuten lääkitys, tupakointi tai pernan poiston jälkitila. Infektioon, tulehdukseen tai allergiaan liittyvät reaktiiviset muutokset tavanomaisesti palautuvat kliinisen tilan korjaututtua. B-Morfo-tutkimusta ei tarvitse tilata luuydinaspiraation yhteydessä, sillä se sisältyy tähän tutkimukseen.

Milloin B-Morfo-tutkimus on aiheellinen?

Anemian selvittely. B-Morfo-tutkimuksesta on hyötyä hemolyyysin syyn selvittämisessä, mikäli epäillään pilkkoutumis- eli fragmentaatiohemolyyysiä tai perinnöllistä punasolupoikkeavuutta (13). Pilkkoutumishemolyyysissä voidaan veren sivelytutkimuksessa todeta hajooneita punasoluja eli skistosyyttejä (**KUVA 1**) (14,15). Pilkkoutumishemolyyysiä voivat aiheuttaa punasoluja mekaanisesti vaurioittavat tilat, vaskuliitit ja mikroangiopaattiset hemolyyttiset anemiat kuten TPP (tromboottinen trombosytopeeninen purppura), HUS (hemolyyttis-ureeminen oireyhtymä), HELLP-oireyhtymä (raskausajan vaikea mikroverenkierron häiriö) ja DIC (disseminoitunut intravaskulaarinen koagulaatio) (13).

Perinnöllisen punasolupoikkeavuuden epäilyyn voi johtaa hemolyyysin aiheuttamien oireiden lisäksi sukuanamneesi tai lievästi suurentunut perna. Punasolukalvon poikkeavuus johtaa sferosytoosissa pallomaisiin ja elliptosytoosissa puikulan muotoisiin punasoluihin, ja nämä voidaan havaita veren sivelyvalmisteesta (**KUVA 2**). Poikkeavan muotoiset punasolut ovat alttiita hajoamaan etenkin pernessä. Yleensä perinnöllisiin punasolupoikkeavuuksiin liittyvä hemolyyysi on lievää, mutta se voi vaihdella oi-

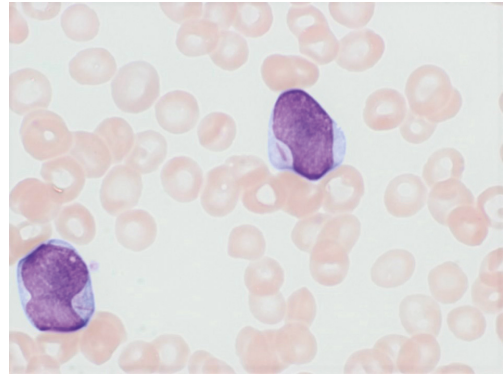
reettomasta vakavaan punasolupoikkeavuuden aiheuttavan mutaation mukaan (16,17).

Immunologisen hemolyysin diagnoosi perustuu hemolyysin osoittamiseen (E/B-Retik, P-LD, P-Haptog, P-Bil) sekä positiiviseen tulokseen suorassa antiglobuliinikokeessa eli Coombsin kokeessa (E-Coomb-O) (13). Positiivinen tulos tarkoittaa, että punasolujen pintaan on tarttunut immunoglobuliini G:tä (IgG) tai komplementtitekijää C3d. Näitä voidaan kuitenkin joskus todeta terveidenkin ihmisten punasolujen pinnalta. Mikäli ensisijaisilla tutkimuksilla ei saada varmuutta hemolyysin syytä ja kliinisesti epäillään hemolyysiä, B-Morfo-tutkimuksella voidaan saada lisäviitettä immunologisesta hemolyysistä toteamalla punasolujen agglutinaatioryhmitys ja sferosyytit (12).

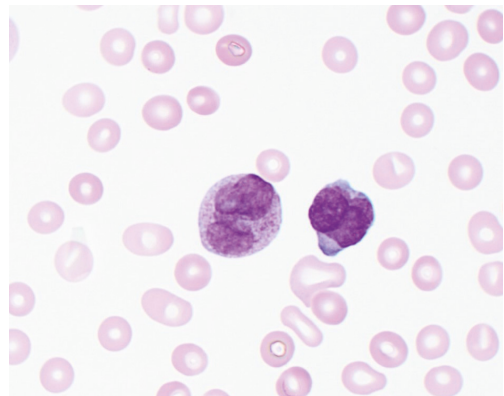
Valkosolupoikkeavuudet. B-Morfo-tutkimus on aiheellinen, kun epäillään akuuttia leukemiaa tai vereen purkautunutta lymfoomaa, mutta luuydinnäytteenottoa ei ehditä odottaa tai luuydin ei aspiroidu. Akuutin myeloisen (AML) ja lymfaattisen (ALL) leukemian erottaminen toisistaan ei ole pelkän morfologian perusteella useimmiten mahdollista. Verenkierron blastit voidaan tunnistaa myeloisen sarjan blasteiksi, mikäli nähdään sytoplasmisen Auerin sauva (KUVA 3). Blastien tyypittämiseksi tarvitaan kuitenkin virtaussytometrinen tutkimus.

AML:n alatyypin, akuutin promyelosyyttileukemian (APL) tunnistamisella on kiire, koska tautiin liittyy vaikean hemostaasihäiriön riski (esimerkiksi DIC). APL:stä tunnetaan eri morfologisia variantteja, jolloin blasteissa nähdään niille spesifisiä piirteitä (KUVA 4). APL:ään sopivien blastien alustava tunnistaminen jo verinäytteestä auttaa hoidon suuntaamisessa.

Leukosytoosin yhteydessä ensisijaiset tutkimukset ovat verenkuvasta ja valkosolujen erittely. Poikkeavia valkosoluja sisältävä näyte on jo yleensä päätyynyt mikroskooppiseen tarkasteluun verenkuvallisten hälytysten ja muiden kiinnijääntisääntöjen perusteella, joten B-Morfo-tutkimuksella ei saavuteta lisäarvoa ja spesifinen diagnoosi edellyttää yleensä jatkotutkimuksia. Jos luuydinnäytettä ei saada, on lymfocytoosin ja monosytoosin selvittelyn yhteydessä syytä pyytää B-Morfo-tutkimuksen



KUVA 3. Blasteja. Kaksi blastisolua, joissa kummassakin on sytoplasmisen Auerin sauva. Auerin sauvan perusteella kyseessä ovat myeloiset blastit.



KUVA 4. Akuutti promyelosyyttileukemia. Kaksi akuutin promyelosyyttileukemian solua, joissa kummasakin on poikkeavasti kaksilohkoinen tuma. Toisessa solussa on promyelosyyttiin sopivaa soluliman granulaatiota.

lisäksi myös virtaussytometrinen immunofenotyyppitystutkimus. Näiden nimikkeet vaihtelevat laboratorikohtaisesti.

Verihiutalepoikkeavuudet. Vuoto-oireisen trombosytopenisen potilaan tutkimisessa saatetaan hyötyä verihiutaleiden morfologisesta tarkastelusta, mikäli epäillään perinnöllistä trombosytopatiaa. Nämä sairaudet ovat harvinaisia ja johtuvat verihiutaleiden toimintahäiriöistä. *MYH9*-geenin mutaatioihin liittyvissä trombosytopatioissa voidaan todeta tavanomaista kookkaampia verihiutaleita ja sinisiä Döhlen kappaleita granulosyyteissä. Jyväsettömien verihiutaleiden oireyhtymässä (grey platelet syndrome) verihiutaleet ovat kookkaita ja niistä puuttuvat granulat. Toisaalta hypogranulaarisuutta voidaan nähdä myös artefaktina

Ydinasiat

- ▶ B-Morfo-tutkimus tilataan vain sopivalla indikaatiolla.
- ▶ Perusverenkuvatutkimuksen, valkosolujen erittelylaskennan ja retikulosyyttitutkimuksen tulokset tulkitaan systemaattisesti ennen B-Morfo-tutkimuksen harkitsemista.
- ▶ B-Morfo-tutkimuspyyntöön merkitään riittävän tarkat esitiedot.

terveellä potilaalla, joten se ei ole spesifinen löydös (18).

Tromboottisissa mikroangiopatioissa (TMA), kuten HUS:ssa, TTP:ssä ja DIC:ssä, mikrotrombien muodostuminen kuluttaa verihiutaleita ja johtaa trombosytopeniaan. Punasolut hajoavat ahtautuessaan mikrotrombien ohi pienissä verisuonissa. Siten veren sivelyvalmisteessa todetaan usein fragmentaatiohemolyysi (KUVA 1). Tromboottiset mikroangiopatit ovat vakavia sairaustiloja mikrotrombien aiheuttamien elinhäiriöiden vuoksi (19).

B-Morfo-tutkimus perusterveydenhuollossa

Perusterveydenhuollossa esiin tulevissa kysymyksissä B-Morfo-tutkimus ei useinkaan tuo lisäarvoa (7,8). Jos perusterveydenhuollossa herää epäily akuutista leukemiasta, lähetetään potilas yleensä heti tutkimuksiin keskussairaalaan tai yliopistosairaalaan. Tämä pätee myös pilkkoutumishemolyysin epäilyn yhteydessä.

Jos makrosyyttiselle anemialle ei selvittelystä huolimatta löydy syytä tai muusta syystä herää

MDS-epäily, tarvitaan usein luuydintutkimusta ja siitä tehtäviä laajempia selvityksiä. Pitkään jatkuneen leukosytoosin selvittelyssä perusveirenkuva ja valkosolujen erittelylaskenta ohjaavat jatkotutkimusten valintaa. Epäily perinnöllisestä trombosytopatiasta tai punasolulopoikeavuudesta edellyttää B-Morfo-tutkimuksen lisäksi jatkotutkimuksia ja erikoissairaanhoidon asiantuntemusta.

Lopuksi

B-Morfo-tutkimuksella löydetään vain se, mikä veren soluja mikroskoipoimalla voidaan nähdä. Lisäksi monet verisolujen morfologiset muutokset ovat epäspesifisiä. Koska tutkimus sitoo laboratorioden rajallisia lääkäriresursseja, on tärkeää tuntea tutkimuksen aiheet. Kannattaa myös pohtia, antaako tutkimus lisäarvoa muiden, vähemmän työläiden laboratoriotutkimusten lisäksi ja onko tutkimus merkityksellinen potilaan hoidon kannalta. Tulevaisuudessa B-Morfo-lasit digitoidaan, mikä avaa mahdollisuuksia esimerkiksi tekoälysovelluksiin. Lausuvalla lääkärillä tulee silti jatkossakin olla vankka morfologian tuntemus. ■

ANRI TIENHAARA, LT, kliinisen kemian erikoislääkäri, osastonylilääkäri
Tyks Laboratoriot, kliininen kemia

TERHI PALLONEN, LL, kliiniseen kemiaan erikoistuva lääkäri, kliininen opettaja
Tyks Laboratoriot, kliininen kemia
Turun yliopisto

VASTUUTOIMITTAJA
Seppo Meri

SIDONNAISUUDET
Anri Tienhaara: Luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (Labquality Oy, Turun Lääketiedepäivät)
Terhi Pallonen: Luentopalkkio (Labquality Oy)

KIRJALLISUUTTA

1. Tyks Laboratorioiden tutkimusohjekirja. Turku: Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin ky. <https://webohjekirja.mylabservices.fi/TYKS/>.
2. HUSLAB – tutkimusohjekirja. Helsinki: HUS. <https://huslab.fi/ohjekirja/>.
3. Fimlab ohjekirja. Tampere: Fimlab Laboratoriot Oy. <https://fimlab.fi/palvelut/ohjekirja>.
4. Tutkimusvalikoima. Oulu: Nordlab. <http://oyslab.fi/ohjekirja/index.html>.
5. Islab Laboratorion tutkimusohjekirja. Kuopio: ISLAB hyvinvointiyhtymä. <http://webohjekirja.mylabservices.fi/ISLAB/>.
6. Järvi-Holopainen M, Rotgers E, Siitonen S, ym. Veren sivelylvalmisteen tutkimisen indikaatiot ja vaikuttavuus. *Kliin Lab* 2021;38:94–7.
7. Kurt-Mangold M, Grieme C, Krasowski M, ym. Clinical utility of ordered pathology blood smear reviews - an overused resource? *Clin Lab* 2018;64:99–104.
8. Beckman A, Ng V, Jaye D, ym. Clinician-ordered peripheral blood smears have low reimbursement and variable clinical value: a three-institution study, with suggestions for operational efficiency. *Diagn Pathol* 2020;15:112.
9. Tyks Laboratorioiden tiedote 6/2022. Verensivelytutkimuksista (B-Morfo) alle puolet pyydetään tarkoituksenmukaisesti. <https://tyks.fi/sites/default/files/2022-12/Verensivelytutkimuksista%20%28B-Morfo%29%20alle%20puolet%20pyydet%C3%A4%C3%A4n%20%28Tiedote%2006-2022%29.pdf>.
10. Kratz A, Lee SH, Zini G, ym. Digital morphology analyzers in hematology: ICSH review and recommendations. *Int J Lab Hematol* 2019;41:437–47.
11. Huotari V, Sinisalo M. Miten suhtautua perusveren kuvan sattumalöydöksiin aikuisilla? *Duodecim* 2022;138:2135–41.
12. Bain B. Disorders of red cells and platelets. Kirjassa: Bain B, toim. *Blood cells: a practical guide*. New Jersey: John Wiley & Sons Ltd 2015, s. 295–415.
13. Phillips J, Henderson A. Hemolytic anemia: evaluation and differential diagnosis. *Am Fam Physician* 2018;98:354–61.
14. Zini G, d’Onofrio G, Erber W, ym. 2021 update of the 2012 ICSH Recommendations for identification, diagnostic value, and quantitation of schistocytes: impact and revisions. *Int J Lab Hematol* 2021;43:1264–71.
15. Schistocytes. American Society of Hematology image bank. Washington: American Society of Hematology. <https://imagebank.hematology.org/atlas/60306>.
16. Perrotta S, Gallagher P, Mohandas N. Hereditary spherocytosis. *Lancet* 2008;372:1411–26.
17. Gallagher P. Hereditary elliptocytosis: spectrin and protein 4.1R. *Semin Hematol* 2004;41:142–64.
18. Tyrrell L, Scruggs M, Kerwin A, ym. The role of peripheral blood smear examination in the evaluation of suspected platelet-related disorders in children: a practical approach and an illustrated review. *Malays J Pathol* 2022;44:397–413.
19. George J, Nester C. Diagnostic approach to suspected TTP, HUS, or other thrombotic microangiopathy (TMA). Up To Date 11.7.2023. www.uptodate.com.