

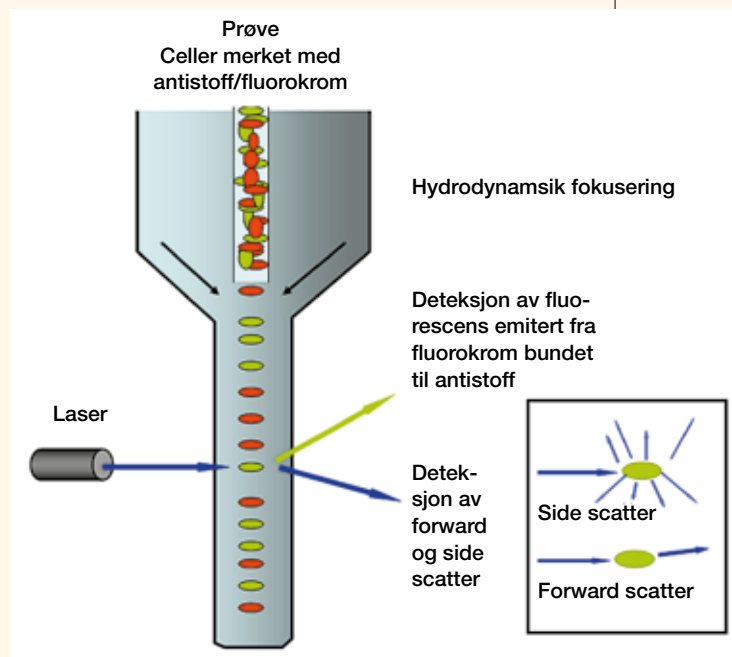
Av lege i spesialisering/MD PhD **MONA H. FENSTAD** og overlege/MD **ANNE D. RØ**, Avdeling for immunologi og transfusjonsmedisin, St. Olavs Hospital. E-post: mona.hoyseter.fenstad@stolav.no

Flowcytometri i klinisk praksis

FLOWCYTOMETRI er en metode som kan brukes til å telle og se nærmere på partikler i væskefase (1). Dette kan være celler, trombocytter, bakterier, nukleinsyrer og mindre partikler. Figur 1 viser en skjematisk oversikt over prosessen. Prøven med celleløsningen tilsettes i et separat kammer med en cellefri væske, som har større hastighet enn prøven og sørger for et drag. Dette gjør at cellene fortsetter gjennom flowcytometeret én og én (hydrodynamisk fokusering). Hver enkelt celle blir så belyst med en laser med en bestemt bølgelengde. Ulike detektorer brukes for å vurdere i hvor stor grad cellen bøyer av lyset (forward scatter (FSC), Figur 1) og sprer lyset (side scatter (SSC), Figur 1). Forward scatter måles nesten rett på laserstrålen (0,5-2 graders vinkel), og sier først og fremst noe om cellens størrelse. Side scatter måles i en 90 graders vinkel på laseren, og sier noe om cellens kompleksitet eller granularitet (2).

I tillegg til å undersøke de lysbrytende egenskapene, undersøkes cellene for uttrykk av ulike antigener (fenotype) ved hjelp av monoklonale antistoffer konjugert til fluorokromer. Fluorokromer er fargestoff som avgir fluorescens etter at de er blitt belyst. Når fluorokromet blir bestrålt med laserlys, eksiteres det og emitterer deretter fluorescerende lys i et bestemt spektrum. Deteksjon av fluorescens i dette spekteret er et indirekte mål for graden av antistoffbinding til cellen, og forteller oss derfor noe om hvilke antigener cellen uttrykker. Man kan undersøke antigenuttrykk både på overflaten av celler, i cytoplasma og i cellekjernen. Prinsippet for deteksjon ved flowcytometri er det samme som ved fluorescens-immunhistokjemi i vanlig mikroskop, og noen vil beskrive et flowcytometer som et avansert fluorescensmikroskop. Fordelen med flowcytometri er at man har mulighet til å måle flere markører samtidig, og at man kan undersøke svært mange celler på kort tid (vanligvis rundt 1000 celler per sekund, i noen tilfeller over 70 000 celler per sekund) (3). Et flowcytometer krever imidlertid celler i løsning, mens mikroskopet har fordel av å kunne se cellene i deres rette omgivelser (morfologi).

Bioingeniøren er godkjent som vitenskapelig tidskrift. Denne artikkelen er fagfellevurdert og godkjent etter Bioingeniørens retningslinjer.



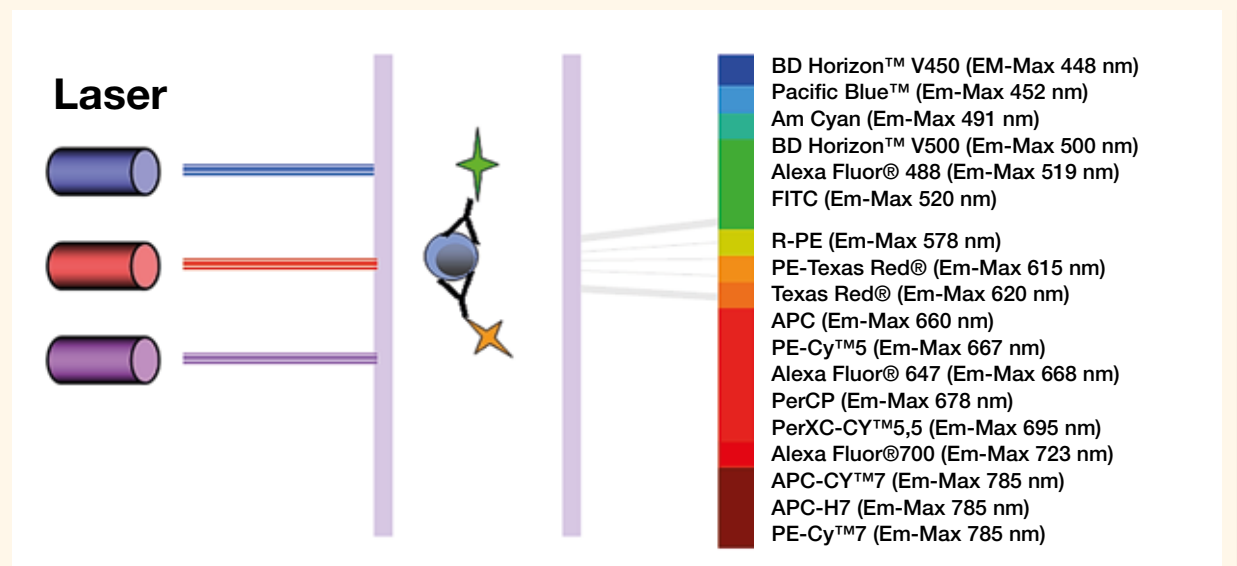
FIGUR 1. Flowcytometri. Hydrodynamisk fokusering gjør at cellene fortsetter gjennom flowcytometeret én og én. Laserlys sendes mot hver enkelt celle, og ulike detektorer registrerer cellens lysbrytende egenskaper og eventuelt lys emittert fra fluorokromer som er bundet til monoklonale antistoff.

Sammendrag

I løpet av de siste 20 årene har flowcytometri utviklet seg fra å være et forskningsverktøy til å bli en viktig del av det diagnostiske arsenalen ved hematologiske og immunologiske lidelser. Økt kunnskap om det normale celledet i blod og benmarg har gjort det mulig å identifisere unormale populasjoner av celler. Tekniske nyvinninger sammen med utvikling av en bredere palett av monoklonale antistoffer og fluorokromer, har gjort metoden mer sensitiv og skapt nye anvendelsesområder.

Sammenlignet med andre molekylærmedisinske metoder kan flowcytometri gi raskere svar ved spørsmål om maligne blodsykdommer. I tillegg vil man kunne gi utvidet informasjon om både normale og maligne celler. Flowcytometri er imidlertid en metode som krever stor grad av ekspertkompetanse, både på den tekniske siden og ved fortolkning. Det er også en relativt dyr analyse, og den skal derfor brukes bare der det er forventet klinisk nytte. Denne oversiktsartikkelen gir et kort innblikk i teknologien som brukes, slik at man bedre kan forstå både metodens potensiale og begrensninger. Samtidig gir vi noen eksempler på hvordan flowcytometri brukes i diagnostikken ved St. Olavs Hospital i dag, og vi nevner noen forsknings- og utviklingsprosjekter som peker mot fremtidig bruk.

Nøkkelord: Flowcytometri, lymfom, leukemi, MRD.



FIGUR 2. Ved bruk av tre ulike lasere kan man skille mellom flere fluorokromer i en reaksjon, og dermed undersøke for flere antigener samtidig. Dette øker metodens sensitivitet og spesifisitet. Figuren viser noen av de fluorokromene vi benytter oss av og bølgelengden på emisjonslyset deres.

De ulike emisjonsspektra for hvert fluorokrom overlapper, og dette kan føre til vanskeligheter med å si hvilket antistoff som er bundet. Dette begrenser antall fluorokromer vi kan bruke samtidig. I dag er dette den største begrensningen ved flowcytometri.

Moderne flowcytometre har flere lasere, slik at man kan variere energien på lyset som sendes inn, og dermed skille bedre mellom ulike fluorokromer (Figur 2). Ved bruk av flowcytometre med tre lasere, kan man inkludere åtte – ti fluorokromer i hver reaksjon. I tillegg utvikles det stadig nye monoklonale antistoff og fluorokromer. Denne utviklingen av teknologien har ført til en bedre evne til å skille ulike celler fra hverandre,

og har gitt metoden en bedre sensitivitet og spesifisitet for maligne celler (4). Immunfenotyping med 10 parametere implementeres nå for analyser i spinalvæske og for lymfom- og leukemiskrening ved St. Olavs Hospital. Bruksområdet vil utvides etter hvert som det samles erfaring på området.

Flowcytometriske data fremstilles gjerne i todimensjonale plot (Figur 3). I disse plottene kan man karakterisere cellene ved hjelp av deres lysbrytende egenskaper og binding av antistoff. Man kan beskrive utvalgte cellepopulasjoner for alle de markørene som er testet i en reaksjon.

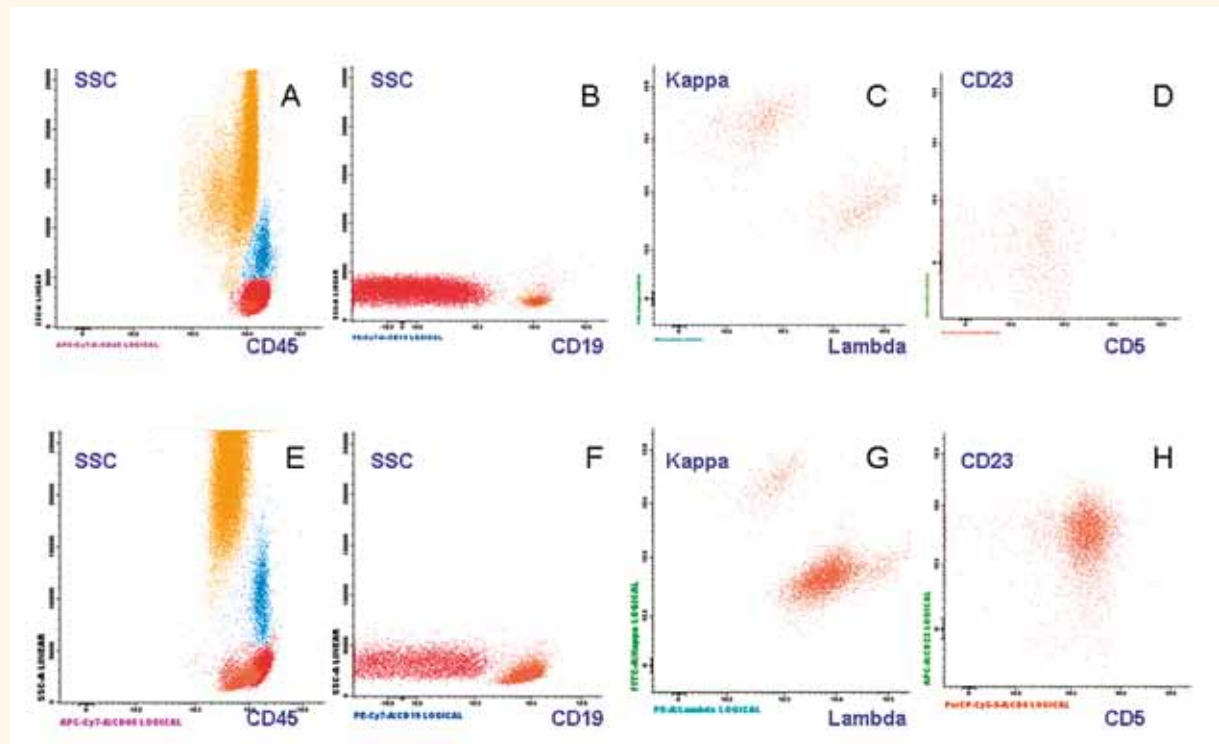
Flowcytometri i diagnostikk av lymfomer og leukemier

Flowcytometri kan benyttes ved utredning av lymfomer, kroniske (Figur 3) og akutte (Figur 4) leukemier. Metoden er en del av et diagnostisk arsenal som inkluderer både klassisk mikroskopi og morfologisk karakterisering, cytogenetikk, fluorescens in situ hybridisering (FISH), polymerase chain reaction (PCR), radiologi og hematologisk blodstatus. Flowcytometri kan bidra med å identifisere celletypen: Er det en myeloid, B-lymfoid eller T-lymfoid malignitet? Er den moden eller umoden? De maligne cellene kan kvantiteres, og vi kan si noe om i hvor stor grad de dominerer cellebildet. Videre karakterisering av cellene i klonen kan i noen tilfeller påvise en leukemiassosiert fenotype. Dette er en fenotype som ikke finnes på normale celler, og som kan brukes til nærmere bestemmelse av diagnose og til monitorering av sykdommen under behandling. En leukemiassosiert fenotype kan være i) en asynkron markørfordeling (både markører som normalt finnes på modne og på umodne celler er uttrykt samtidig), ii) overekspresjon av et antigen, iii) fravær

Abstract

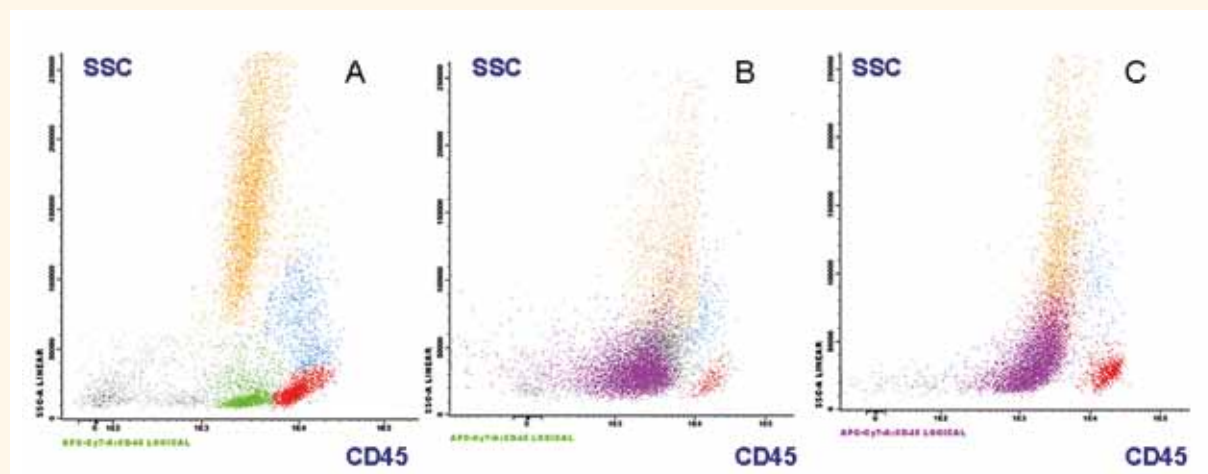
In the past 20 years flow cytometry has developed from being a research-tool to becoming an important part of the diagnostic arsenal of haematological and immunological diseases. Increased knowledge regarding normal hematopoietic differentiation and cells in peripheral blood has made identification of abnormal populations possible. The rapid evolution of modern flow cytometers, as well as new monoclonal antibodies and fluorochromes, has increased the sensitivity of the method, creating new applications. Flow cytometry has an advantage over other molecular methods, in that it is relatively rapid. A broader description of normal, as well as pathological cells, may also be given. However, flow cytometry is a specialised analysis, and extensive technical and analytical competence is required. The analysis is relatively costly, and should therefore only be used where there is a sound clinical indication. This review will provide a short introduction to the technology, elucidating the potential and the limitations of this method. Some examples of how flow cytometry is used in clinical practise at St. Olavs Hospital will be given, as well as indicators of possible future developments.

Key-words: Flow cytometry, lymphoma, leukemia, MRD.



FIGUR 3. A-D: Perifert blod, normalfunn. E-H: Perifert blod fra en pasient med kronisk lymfatisk leukemi. A og E: Alle celler vises. Lymfocytter har lavt «side scatter» (SSC) og høyt uttrykk av leukocyte common antigen (CD45). Disse cellene kan markeres og følges videre i neste plot. B og F: Kun lymfocytter vises. B-lymfocytterne uttrykker CD19, mens T-lymfocytter og NK celler er negative for CD19. C og G: Kun B-lymfocytter vises. G: Unormalt mange B-lymfocytter uttrykker lambda lett kjede, noe som kan være et uttrykk for at det er en monoklonal (patologisk) populasjon. D og H: Kun B-lymfocytter vises. H: B-lymfocytterne med lambda lett kjede uttrykker CD5 og CD23, noe som taler for diagnosen kronisk lymfatisk leukemi.

Oransje: B-lymfocytter, rød: T-lymfocytter og NK celler, blå: monocytter, gul: granulocytter.



FIGUR 4. Eksempel på A: Normal benmargsprøve, B: Akutt lymfatisk leukemi (ALL), og C: Akutt myelogen leukemi (AML).

Rød: lymfocytter og NK celler, blå: monocytter, gul: granulocytter, grå: forstadier av røde celler, grønn: umodne celler, lilla: patologiske celler.

av normale markører, eller iv) uttrykk av markører som vanligvis ikke sees på den celletypen som kreftcellene ligner mest på (5). En slik karakterisering forutsetter god kunnskap om hvilke markører som uttrykkes på normale celler. Kunnskapen om dette har økt i løpet av de siste 10 årene (6). En leukemiassosiert fenotype kan med et moderne flowcytometer identifiseres for over 99 prosent av akutte lymfatiske leukemier (ALL) (4) og for 85 – 95 prosent av akutte myeloide leukemier (AML) (7). Figur 4 viser eksempler på akutte leukemier som er diagnostisert ved flowcytometri.

Minimal Residual Disease (MRD)

MRD er et begrep som brukes der restsykdom av akutt leukemi kan påvises med molekylærmedisinske metoder, men ikke med vanlig mikroskopering (5). PCR og flowcytometri er de eneste metodene som har god nok sensitivitet til slik oppfølging (7). Begge metodene er avhengige av gode markører for å påvise restsykdom. Det kan variere fra tilfelle til tilfelle hvilken metode som er best til påvisning av MRD. Flowcytometri er vanligvis førstevalg ved B-ALL, mens PCR brukes ved T-ALL. Metodene har med dagens teknologi like god sensitivitet (7). Flowcytometri er i mange tilfeller raskere og mindre arbeidskrevende enn PCR, og vil vanligvis kunne besvares samme dag. Man vil også kunne gi informasjon om normale celler. Det er imidlertid ikke alltid like lett å skille de maligne cellene fra normale umodne celler i benmarg som regenererer etter behandling. Lav cellularitet i benmarg etter induksjon er også en begrensning ved flowcytometri. PCR og flowcytometri vil derfor utfylle hverandre i diagnostikken av MRD.

Mangel på standardiserte prosedyrer begrenser fortsatt god utnyttelse av flowcytometri (8). Nordisk Forening for Pediatrisk Hematologi og Onkologi (NOPHO) har et nordisk program for kvalitetsovervåking og standardisering av MRD-analyse: Nordisk flowcytometri gruppe (NFCG). De leverer internasjonalt anerkjent forskning på feltet, og har vært med på å videreutvikle de behandlingsprotokollene som brukes for akutte barneleukemier (9). Alle universitetssykehusene i Norge er med i dette arbeidet. En annen viktig premissleverandør er EUs EuroflowConsortium (www.Euroflow.Org) (10).

Integrasjon av ulike molekylærbiologiske metoder

Intensive behandlingsregimer for akutt leukemi gir en økt risiko for pasienten på både kort og lang sikt. Allogen stamcelletransplantasjon gir en dødelighet på 10 – 30 prosent (11–13) og høydose kjemoterapi kan skade indre organer og gi sekundær malignitet (14). Det er derfor viktig ikke bare å unngå underbehandling, men også å unngå overbehandling av pasientene. Både genetisk kartlegging og MRD-resultater ved standardiserte tidspunkt er med på å bestemme hvilken behandling man velger. Immunfenotypen bestemt ved flowcytometri kan gi en indikasjon på hvilke genetiske forandrin-

ger som er mest sannsynlige, og som derfor bør være med i en genetisk kartlegging. Nye molekylærbiologiske metoder med høy kapasitet har gitt økt kunnskap om genetikk, noe som brukes i klassifiseringen av akutte leukemier. Samtidig har man lært at kreftcellenes genetikk er mer kompleks enn det man først trodde (15). For eksempel kan man identifisere større strukturelle kromosomforandringer hos om lag halvparten av alle pasienter med AML. Disse pasientene kan inndeles i lav- og høyrisikogrupper, og få ulik behandling. Det er imidlertid slik at 40 – 50 prosent av de som blir plassert i lavrisikogruppen allikevel får tilbakefall (15). Ved oppfølging med MRD-diagnostikk tar man sikte på å oppdage tilbakefall tidlig, og dermed endre behandlingsregimet. For andre tilfeller av AML finnes det et så stort antall ulike strukturelle og mindre genetiske forandringer, at hver enkelt forandring ikke nødvendigvis er hyppig nok forekommende til å kunne si noe om prognosen (7). Satt på spissen kan man si at når hver enkelt pasient blir sin egen genetiske subgruppe, så kan man ikke bruke forløpet av sykdommen i denne «gruppen» til å si noe om hvordan det kommer til å gå med neste pasient. Den genetiske kompleksiteten som ligger bak sykdomsutviklingen gjør at vi kommer til å ha bruk for både kartlegging av cellenes genotype, fenotype og monitorering av behandlingsrespons med MRD også i fremtiden. Etter hvert som teknologien innen molekylærbiologi utvikler seg, vil begrensningen for utnyttelsen av de ulike metodene i stor grad ligge på tolkning av data og gode IT løsninger for databehandling (3, 15, 16).

Lymfom- og leukemiceller i spinalvæske

Affeksjon av sentralnervesystemet (CNS) er en sjelden, men alvorlig komplikasjon ved leukemi og lymfom (17). Ved CNS affeksjon kan det være få maligne celler, mens reaktive celler dominerer bildet. Flowcytometrisk undersøkelse har da en bedre sensitivitet enn cytomorfolgi for å skille de maligne fra de reaktive cellene. Ved inflammatoriske nevrologiske sykdommer, som MS, kan en også se endringer i cellefordelingen i spinalvæske, men dette er ikke diagnostisk og benyttes ikke klinisk ennå (18).

Prøver fra spinalvæske består av et begrenset volum som skal brukes til flere typer diagnostikk, cellene dør dessuten raskt etter prøvetaking. Celletapet i prøven starter umiddelbart, og man har sett opptil 40 prosent celletap etter to timer. Dette er utfordrende, fordi flowcytometri krever levende celler. Prøvetaking på glass med cellepreservasjonsløsninger har langt på vei løst dette problemet, og holdbarhet på prøvematerialet har økt fra to timer til 10 dager (19). Det lave celletallet, vanligvis mindre enn fem celler pr µl har vært en begrensning i forhold til hvor mange reaksjoner man kan sette opp, og dermed hvor mange markører man kan undersøke. Flerlaserflowcytometre med mulighet for å undersøke mange markører i samme reaksjon, har be-

dret både spesifisiteten og sensitiviteten av denne analysen betraktelig (18,19).

Andre diagnostiske anvendelser

Som vist kan flowcytometri være et viktig verktøy for diagnostikk av lymfomer og leukemier. Flowcytometrisk teknikk benyttes imidlertid også til en rekke andre laboratorieundersøkelser, for eksempel kvantitering av lymfocytter, påvisning av trombocytantistoff, forlik av trombocytter og oppfølging av hiv-pasienter med telling av CD4 positive og CD8 positive T-lymfocytter. Siden undersøkelsen har så høy sensitivitet, er flowcytometri spesielt viktig ved analyser der det skal måles svært lave nivå av celler, slik som telling av CD34 positive stamceller, leukocytter i blodprodukter, føtale celler i mors blod ved føtomaternell blødning og påvisning av paroxysmal nocturnal hemoglobinuri (PNH) eller immunsviktilstander. Oppfølging av hiv-pasienter er kanskje den anvendelsen som har størst betydning internasjonalt, og man har utviklet mobile enheter som er selvforsynt med strøm, og som kan brukes også i lavinntektsland (3).

Ulike sykdomsprosesser kan gi en endret celledeling i bronchealveolær væske, og dette kan være til hjelp ved diagnostisering av interstitielle lungesykdommer (20). Lymfocytose sees blant annet ved hypersensitivitetspneumonitt og sarcoidose, og den videre inndelingen i CD4 positive og CD8 positive T-lymfocytter kan bidra til å skille disse. Videre kan andel eosinofile granulocytter over 25 prosent indikere eosinofil pneumoni. I enkelte tilfeller kan også maligne celler, som carcinomceller eller lymfomceller, sees. Ved St. Olavs hospital er det satt i gang et forskningsprosjekt i samarbeid med lungeavdelingen, der det blant annet sees på uttrykk av regulatoriske T-lymfocytter ved ulike interstitielle lungesykdommer.

Multiplex kuleassay utnytter en kombinasjon av ELISA-teknikk og flowcytometri. Hver kule har sin egen fargesignatur (kombinasjoner av fluorokromer) og et spesifikt antistoff eller antigen som gjenkjenner ulike molekyler. Opp til 100 ulike kuler/fargenyanser kan inkluderes i en reaksjon. Kulene blandes med en prøve, for eksempel serum eller et cellelysate, og hver kule registreres av et flowcytometer. Teknikken har blant annet vært brukt til å måle konsentrasjonen av ulike cytokiner i serum, og til å kartlegge metabolske signalveier (3). I klinikken er systemet i bruk for måling av undergrupper av antinukleære antistoffer (ANA) ved positiv ANA-screening.

Oppsummering

Flowcytometri er en metode under rask utvikling, og det er ikke lenger teknologien som begrenser utnyttelsen. Utfordringen fremover vil være kunnskap om normalmateriale, standardisering, databehandling og gode IT-løsninger. Deltagelse i et nordisk samarbeid gir anledning til å kvalitetssikre de analysene som gjø-

res og forbedre teknikken i samspill med kollegaer. Flowcytometri er, og vil fortsatt være, et viktig diagnostisk verktøy i så vel rutineanalyser (som differensialtelling av leukocytter i blod), som i avansert lymfom- og leukemidiagnostikk. Bruksområdet er i ferd med å bli utvidet, og dette vil kreve investeringer i form av nytt utstyr og økt bemanning i fremtiden.

Takk til

Vi vil rette en stor takk til dyktige kollegaer ved enhet for cytometri for et positivt og utviklende samarbeid, og for gode innspill til denne artikkelen.

Alle bilder av todimensjonale flowcytometri-plot er fremstilt ved bruk av Cytognos Infinicyt® programpakke.

Referanser

1. Craig FE, Foon KA. Flow cytometric immunophenotyping for hematologic neoplasms. *Blood*. 2008 Apr 15;111(8):3941-67.
2. Shapiro HM. *Practical Flow Cytometry*. 4th ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley and sons; 2003.
3. Bonetta L. Flow cytometry smaller and better. *Nature Methods*. [Technology feature]. 2005 October;2(10):785-95.
4. Varma N, Naseem S. Application of flow cytometry in pediatric hematology-oncology. *Pediatr Blood Cancer*. 2011 Jul 15;57(1):18-29.
5. Al-Mawali A, Gillis D, Lewis I. The role of multiparameter flow cytometry for detection of minimal residual disease in acute myeloid leukemia. *Am J Clin Pathol*. 2009 Jan;131(1):16-26.
6. Szczepanski T, van der Velden VH, van Dongen JJ. Flow-cytometric immunophenotyping of normal and malignant lymphocytes. *Clin Chem Lab Med*. 2006;44(7):775-96.
7. Buccisano F, Maurillo L, Del Principe MI, et al. Prognostic and therapeutic implications of minimal residual disease detection in acute myeloid leukemia. *Blood*. 2012 Jan 12;119(2):332-41.
8. Maecker HT, McCoy JP, Nussenblatt R. Standardizing immunophenotyping for the Human Immunology Project. *Nat Rev Immunol*. 2012 Mar;12(3):191-200.
9. Bjorklund E, Matinlauri I, Tierens A, et al. Quality control of flow cytometry data analysis for evaluation of minimal residual disease in bone marrow from acute leukemia patients during treatment. *J Pediatr Hematol Oncol*. 2009 Jun;31(6):406-15.
10. van Dongen JJ, Lhermitte L, Bottcher S, et al. EuroFlow antibody panels for standardized n-dimensional flow cytometric immunophenotyping of normal, reactive and malignant leukocytes. *Leukemia*. 2012. May; doi: 10.1038/leu.2012.120. [Epub ahead of print]
11. Dalgaard J, Fløisland Y, Stenersen M, et al. Allogen stamcelletransplantasjon med redusert forbehandling. *Tidsskrift for Den norske legeforening*. 2007 mar;127(6):721-4.
12. Gooley TA, Chien JW, Pergam SA, et al. Reduced mortality after allogeneic hematopoietic-cell transplantation. *N Engl J Med*. 2010 Nov 25;363(22):2091-101.
13. Fløisland Y, Brinch L, Dybedal I, et al. Allogen stamcelletransplantasjon hos voksne med akutt lymfoblastisk leukemi. *Tidsskrift for Den norske legeforening*. 2008 nov;128(22):2563-6.
14. Krishnan B, Morgan GJ. Non-Hodgkin lymphoma secondary to cancer chemotherapy. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2007 Mar;16(3):377-80.
15. Haferlach T, Kohlmann A, Wiczorek L, et al. Clinical utility of microarray-based gene expression profiling in the diagnosis and subclassification of leukemia: report from the International Micro-

array Innovations in Leukemia Study Group. *J Clin Oncol.* 2010 May 20;28(15):2529-37.

16. Bruggemann M, Schrauder A, Raff T, et al. Standardized MRD quantification in European ALL trials: proceedings of the Second International Symposium on MRD assessment in Kiel, Germany, 18-20 September 2008. *Leukemia.* 2010 Mar;24(3):521-35.

17. Herrlinger U, Glantz M, Schlegel U, et al. Should intra-cerebrospinal fluid prophylaxis be part of initial therapy for patients with non-Hodgkin lymphoma: what we know, and how we can find out more. *Semin Oncol.* 2009 Aug;36(4 Suppl 2):S25-34.

18. de Graaf MT, de Jongste AH, Kraan J, et al. Flow cytometric characterization of cerebrospinal fluid cells. *Cytometry B Clin Cytom.* 2011 Sep;80(5):271-81.

19. Sancho JM, Orfao A, Quijano S, et al. Clinical significance of occult cerebrospinal fluid involvement assessed by flow cytometry in non-Hodgkin's lymphoma patients at high risk of central nervous system disease in the rituximab era. *Eur J Haematol.* 2010 Oct;85(4):321-8.

20. Heron M, Grutters JC, ten Dam-Molenkamp KM, et al. Bronchoalveolar lavage cell pattern from healthy human lung. *Clin Exp Immunol.* 2012 Mar;167(3):523-31.

Kjernekompetanse

I Bioingeniøren 9 2012 var det en vitenskapelig artikkel om bioingeniørenes kjernekompetanse. I den ble IFBLS sin definisjon av kjernekompetanse gjengitt. Denne definisjonen er nylig endret. Den nye definisjonen er:

«The Biomedical Laboratory Scientist/Biomedical Scientist is in the crossroads between the health disciplines and a deep understanding of technology for diagnostic purposes.

The Biomedical Laboratory Scientist/Biomedical Scientist

education and training make the profession unique compared to other professions in the medical laboratory in terms of: knowledge within quality assurance, evaluation of pre-analytical conditions and assessment and validation of medical laboratory analysis.

The core competences for Biomedical Laboratory Scientists/Biomedical Scientists include a thorough understanding of the fundamentals of biomedical processes and the process of medical decision-making. This includes: development of methods, implementation of new

methods, quality assurance of biomedical analysis, the analytical process from when an analyte is ordered, and the sample collection through to the validation and presentation of the result.

The core competences for Biomedical Laboratory Scientists/Biomedical Scientists are built on scientific methods (evidence-based) and the ethics of patient care.

The Biomedical Laboratory Scientist/Biomedical Scientist is the important linkage to health-care professionals and the public for the use of safe and appropriate diagnostic testing.»

LETT PÅ LABEN

Fallbeskyttelse

JEG VAR HØYGRAVID med mitt andre barn og vagget rundt på jobb på Blodbanken i Moss. Tappestasjonen var plassert i et langt, smalt rom. En kollega hadde fødselstermin omtrent samtidig som meg, og det var svært trangt om plassen der vi begge stavret rundt med enorme mager, dunket borti alt utstyret og suknet og stønnet hver gang vi skulle reise oss.

En dag var det en ung mann innom for å gi blod. Etter tappingen lå han og slappet av en stund, slik alle gjør, men da han skulle reise seg, ble han først grønn, så hvit, før han ség sammen. Heldigvis sto jeg rett i nærheten og ilte til for å redde ham. Han landet trygt og godt med hodet på den store magen min. Min høygravide kollega og jeg hadde et svare strev med å løfte den fullvoksne mannen opp på benken, vi hadde jo nok av kilo å dra på selv, men til slutt fikk vi lagt ham med hodet ned og beina opp. Slik lærte jeg at gravide mager fungerer utmerket som fallbeskyttelse.

EVA LISA, Son



Illustrasjon: Sven Tveit

Har du en morsom historie? Send den til bioing@nito.no eller ring Bioingeniøren (22 05 35 84).