

Bioingeniøren

NUMMER 7 • 2025 • ÅRGANG 60

TIDSSKRIFT FOR NITO BIOINGENIØRFAGLIG INSTITUTT

A woman with long brown hair, wearing a white lab coat and a rainbow lanyard, is smiling and holding a multi-well plate in a laboratory setting. The background shows various lab equipment and a clean, modern environment.

Lokaler, instrumenter og automasjon: **ALT ER NYTT I DRAMMEN**

• 6-10

Null prøver i kø! • 12-14

Detektivarbeid i spesial-
koagulasjonslaboratoriet • 16-19

En prosedyrenytter
saler av • 34-36



med · kjemi a · s

Sett litt farge på prøvetakingen

med traller fra Med-Kjemi



Vi har et bredt utvalg av traller i vårt sortiment.
Vi kan også andre modeller etter ønske fra kunde.

Ta kontakt for et uforpliktende tilbud!

Digital vekst for Bioingeniøren

FLERE OG FLERE velger å lese Bioingeniøren digitalt. Antall sidevisninger på bladets nettside øker. Stadig flere følger Bioingeniøren på Facebook, og trafikken derfra til bioingenioren.no har steget betydelig. I tillegg har Bioingeniøren vokst kraftig på Instagram i år.

FAGPRESSE-REDAKSJONENE erfarer det samme som alle andre medier. Leserne deres er på sosiale medier, og de ønsker at fagbladet deres skal være der de er. Denne utviklingen tilpasser Bioingeniøren seg gjerne.

DERFOR HAR VI i år økt mengden stoff på nett og hyppigheten når det gjelder publisering. Vi legger jevnt og trutt ut nye artikler og stillingsannonser, og vi satser på fyldige nyhetsbrev. Vi satser også tungt på både Facebook og Instagram, og vil se på om det er mulig å utvide til enda flere sosiale medier.



Leserne er på sosiale medier, og de ønsker at fagbladet deres skal være der de er.

BIOINGENIØREN har lenge hatt et mer omfattende tilbud til leserne enn det man ser i papirutgaven. Men i år er det blitt mye tydeligere. Stillingsannonse flyttet fra papir til nett for flere år siden. Nå skjer det samme med en god del av nyhetsstoffet. Det finner du i økende grad bare på nett.

FØRSTE GANG jeg hadde en artikkel på trykk i en avis var i 1992. Det var tre år før den første norske nettavisen ble lansert. I årene som fulgte snudde internett, sosiale medier og smarttelefoner opp ned på hvordan folk konsumerer medieinnhold. Men én ting ser ikke ut til å endre seg – hvis vi er til stede der publikummet vårt er, og gir dem noe de virkelig er interessert i, så får vi deres oppmerksomhet.

DET ER DET viktigste. Å nå ut til leserne. Om det skjer på papir, på tidsskriftets nettside eller i sosiale medier er egentlig underordnet. ■



SVEIN A. LILJEBAKK

ansvarlig redaktør

INNHold

Aktuelt

- 4 Kondomstunt setter bioingeniørene på kartet
- 6 Her er alt splitter nytt!
- 12 Null prøver i kø!

Fag

- 16 Fra fagmiljøene | Detektivarbeid for å avdekke medikamentinterferens ved utredning av økt trombosetendens
- 20 Originalartikkel | Nøytrofile granulocytter fra Sysmex XN – kan vi stole på svaret når flagget «Blasts/Abn Lympho?» rapporteres?

Meninger

- 28 Kronikk | Fremtidens bioingeniør bygger bro mellom laboratoriet og teknologien
- 30 Debatt | Blodkultur i to stikk – mer skade enn nytte?



32

Faste spalter

- 31 Etikk | Vi må tørre å si nei!
- 32 Fagstyret mener | I skvis mellom krav og forventninger
- 34 Tett på | Astrid-Mette Husøy
- 38 Kryssord
- 38 Bioingeniøren for 25 år siden
- 39 Lab-Liv



34



Statsminister Jonas Gahr Støre fikk også med seg bioingeniør-kondom.

KONDOM-STUNT

setter bioingeniørene på kartet

NITO BFI-kondomer beskytter ikke bare mot kjønnssykdommer. De er også en inngangsbillett til å få travle toppolitikere i tale.

Tekst: Svein A. Liljebakk

Foto: Bjarne Krogstad

Kanskje har du sett «Test denne, så slipper jeg å teste deg!»-kampanjen? Den har rullet og gått i sosiale medier i sommer. Det er BFI som har fått lagd kondompakker med bilde av bioingeniører som oppfordrer til å bruke prevensjonsmiddelet.

– Dette er en synlighetskampanje. Vi vil skape oppmerksomhet rundt bioingeniører på en overraskende måte, forklarer Heidi Andersen, instituttleder i BFI.

Fortsatt vet mange lite om bioingeniørryrket. Men at Norge sliter med slapp kondombruk og høye smittetall for kjønnssykdommer, det vet de fleste. Og hvem analyserer prøvene når kjønnssykdommer skal diagnostiseres? Jo, det er bioingeniørene.

– Kondomer med en hilsen fra oss bioingeniører er en fin og viktig påminnelse, som kan bidra til å redusere smitte.

Samtidig får vi vist frem rollen bioingeniører har i diagnostikken, sier Andersen.

Politikerne bet på kondom-agnet

Det foreløpige høydepunktet i synlighetskampanjen kom under Arendalsuka i midten av august. Sørlandsbyen vrirler da av politikere og organisasjoner som alle vil ha oppmerksomhet om sine hjertesaker. Man skal rope høyt eller være ekstra kreativ for å bli hørt. Bioingeniørene gjorde begge deler.

Sammen med Inger Anne Tveit, Stine Kamilla Ommundsen og Kristin Ulevåg Henriksen fra Sørlandet sykehus Arendal, marsjerte Andersen og BFI-rådgiver Mari Tjernsmo Melby gjennom byen. De hadde ropert, store plakater og delte ut masse kondomer.

Kondomene viste seg også å være en «icebreaker» for å få politikere i tale.

– Når Jonas Gahr Støre har

FURST

MEDISINSK
LABORATORIUM



Fagbioingeniør

Vi søker en fagbioingeniør med ansvar for infeksjonsserologi. Vårt team består av dyktige og engasjerte bioingeniører som sammen med fagbioingeniør ivaretar kvalitet, drift og faglig utvikling på området.

Som fagbioingeniør vil du ha ansvar for analyser, metodevalg, instrumenter, opplæring, kvalitetsarbeid og faglig veiledning i teamet. Du vil samarbeide tett med teamleder, medisinsk ansvarlig lege og øvrige fagbioingeniører i teamet.

Vi ser etter deg som er trygg i faget, strukturert og som har interesse for videre utvikling av både teamet og fagområdet. Du må ha gode samarbeidsevner, bidra til et godt arbeidsmiljø og være en drivkraft for faglig utvikling.

Kvalifikasjonskrav:

- Norsk autorisasjon som bioingeniør
- God fagkompetanse innen infeksjonsserologi
- Erfaring med medisinsk kvalitetsarbeid og kjennskap til ISO-standarder
- Gode norsk- og engelskkunnskaper, både muntlig og skriftlig

Kontakt:

Teamleader Torstein Stranden Rosten
+47 472 67 531
t.s.rosten@furst.no
Søknadsfrist: 17.10.2025



NITO BFI-kondomene: Test dem, så slipper kanskje bioingeniøren å teste deg!

holdt et innlegg vil alle bort og snakke med ham på tomannshånd. Hvis man gir ham et kondom og spør om han vet at Norge er på topp i Europa når det gjelder kjønns sykdommer, så skiller man seg ut. Og da får man kontakt og får slått av en prat som handler om bioingeniører, forklarer Andersen.

Kampanjen ruller videre

Hun opplever at kondomkampanjen er blitt godt mottatt, og forteller at bioingeniørene var blant de nominerte til «Gullpollen» for mest synlige/kreative innslag i Arendal. Og det er ikke slutt ennå, det er fortsatt kondomer igjen.

– De skal vi dele ut når vi verver studentmedlemmer på alle studiestedene som har bioingeniørutdanninger. Vi har også planer om å dele ut kondomer på arrangementer for russerne, og ute på gata i Oslo, sier Andersen. ■



De satte bioingeniørene på kartet med kondomer og kjønns sykdommer. Fra venstre: Inger Anne Tveit, Mari Tjernsmo Melby, Heidi Andersen, Kristin Ulevåg Henriksen og Stine Kamilla Ommundsen.



Bioingeniørfaglig
institutt (BFI)

Lyst på et spennende faglig verv?

Bli med i et av NITO BFIs rådgivende utvalg

Hvert utvalg har medlemmer fra både private og offentlige laboratorier, samt fra utdanningssektoren.

Som medlem styrker du din egen kompetanse og tilfører arbeidsmiljøet ditt ny kunnskap og inspirasjon.

Send CV og kort presentasjon av deg selv på e-post til: bfi@nito.no

Søknadsfrist er 1. november.

Søk nå!

nito.no/utvalg





KLART FOR DRIFT: Den 5. oktober 2025 skal det nye sykehuset i Drammen være i full drift. Da får 200 000 innbyggere i Drammen og omegn nytt lokalsykehus, og rundt 4000 ansatte ny arbeidsplass. Kontrasten er stor til gamle Drammen sykehus (innfelt).



SOL INNE, SOL UTE: Noen få uker før åpning er det meste på stell. En lang glassgate binder de ulike bygningsdelene sammen, og sørger for mye dagslys – og sjøutsikt. Det nye sykehuset ligger på Brakerøya i Drammensfjorden. Rett nedenfor sykehuset er det anlagt badestrand, så her kan badeglade bioingeniører ta en dukkert både før og etter jobb.



OPPLÆRING: I nesten ett år har bioingeniørene arbeidet med å få på plass instrumenter og analyser på det nye sykehuset, samtidig som det har vært full drift i det gamle. Det har vært en omfattende kabal for å sikre at alle får nødvendig opplæring.

Her er det bioingeniør Svetlana Hansen som forklarer den nye blodbestrålingsenheten til sine kollegaer. Den er et kjærkomment, nytt tilskudd på laboratoriet. Tidligere har Drammen sykehus måttet sende blodprodukter til Oslo for bestråling.

Her er alt splitter nytt!

Søndag 5. oktober 2025 flytter Drammen sykehus inn i nye bygg på Brakerøya. Sykehuset skal være i full drift fra dag én.

Av Frøy Lode Wiig

Foto Erik M. Sundt

De siste fem, ti – tjue? tretti? – årene har Drammen hatt en selvsagt plass på listen over Norges mest slitne sykehusbygg.

De gamle lokalene på Bragernes har vært små, trange, krøkkete – og nedslitt. En dag Bioingeniørens journalist var på besøk tilbake i 2013, var det lekkasje i kloakkrørene i taket over laboratoriet. (Bioingeniørene vi traff den gangen

trakk på skuldrene, og var mest opptatt av at ingen pasienter hadde fått kloakk over seg og at ikke instrumenter ble ødelagt. De var ikke bortskjemte på laboratoriet ...)

Forhåpentligvis får bioingeniørene og alle de 4000 andre ansatte bedre arbeidsforhold fra søndag 5. oktober. Da flytter Drammen sykehus til 122 000 nybygde kvadratmeter på Brakerøya. Selve byggeprosessen har tatt seks år, diskusjon og planlegging har foregått i

tiår. Prisen på moroa er foreløpig beregnet til rundt 18 milliarder kroner. Det er budsjettsprikk og krisemøter, men den økonomiske oppvasken tar vi senere.

Klart for åpning

Nå gleder vi oss med bioingeniør og avdelingssjef Trude Steinsvik som stolt viser frem det nye laboratoriet. «Bioingeniøren» er på befaring et par uker før åpning, og vi møter en munter, spent og gjennomarbeidet gjeng. I desember 2024 begynte jobben med å installere, programmere og validere alle de nye instrumentene.

Samtidig som bioingeniørene i Drammen har etablert et nytt laboratorium, har de hatt full drift på det gamle. Noe ekstra bemanning har vært på plass, men ikke nok. Mange har jobbet (veldig) mye.

– Det skal bli utrolig godt å bare være ett sted. Vi begynte med innkjøring av instrumenter i januar. Det har vært litt av et puslespill for å gi alle ansatte opplæring i det nye laboratoriet, og samtidig drifte det gamle, sier Camilla Mangen Håkonsen, fagbioingeniør innen klinisk kjemi.

Hun innrømmer at flytteprosessen til tider har vært overveldende. ➤

FAKTA |

Nytt sykehus i Drammen

- Nytt sykehus i Drammen åpner 5. oktober 2025, og erstatter dagens Drammen sykehus og Blakstad sykehus.
- Det er lokalsykehus for 200 000 innbyggere i Drammen, Lier, Hurum, Røyken og Sande, og har områdefunksjoner for over en halv million mennesker i Vestre Viken. Sykehuset har mer enn 4000 ansatte.
- Totalt areal for prosjektet er 122 000 kvadratmeter, mens funksjonsarealet er på 51 145 kvadratmeter.
- Bygging av nytt sykehus har vært diskutert i tiår. Forprosjektet var ferdig i 2018, og byggestart var 14. oktober 2019. Det har vært flere kostnadssprekker underveis. Endelig prislapp forventes å være rundt 18,3 milliarder kroner.
- Det er investert over 1,5 milliarder i nytt utstyr.

Kilde: Vestre Viken HF

FREMTIDENS MIKROBIOLOGI



AUTOMASJON: Manuelt arbeid var hovedregelen på det gamle laboratoriet for mikrobiologi. På det nye skal rundt 80 prosent av prøvene håndteres automatisk. Drammen er det andre laboratoriet i Norge (etter Haukeland universitetssykehus) som tar i bruk BD Kiestra



ØKT PASIENTSIKKERHET: Automatisk prøvebehandling reduserer risikoen for feil og variasjon. Målet er økt pasientsikkerhet.

De ansatte på laboratoriet vil fremover bruke langt mindre tid på tidkrevende oppgaver som utsæd og flytting av skåler inn og ut av inkubator. Dette skjer nå automatisk. Det betyr at bioingeniørene får bedre tid til det som krever mest kompetanse: avlesning og viderearbeid.

I tillegg gir systemet full sporbarhet og digital bildedokumentasjon av skålene. Håpet er at det vil forenkle kommunikasjon og faglige diskusjoner mellom bioingeniører og mikrobiologer.



automasjonsløsning, og de første som har fire arbeidsstasjoner koblet direkte til båndet. Fagbioingeniør Ida F. Evensen viser frem instrumentet.



SUPERBRUKER: Siden desember 2024 har blant andre fagbioingeniør Ida F. Evensen arbeidet med å programmere den nye automasjonsløsningen. – Det har vært veldig spennende og lærerikt, sier hun.

Systemet ble levert som et tomt skall. Bioingeniørene, med god hjelp fra laboratoriets IKT-ansvarlige, har «lært opp» systemet i hvordan håndtere ulikt prøvemateriale og utføre ulike analyser. Etter den omfattende programmeringsjobben kan instrumentene nå følge 50 ulike protokoller.

Automasjonsløsningen skal behandle alle prøver på flytende medium/transwab, luftveisprøver, sår/puss, genitalprøver, øye- og øreprøver, screening (MRSA, ESBL, VRE) og sterile væsker.



NY ARBEIDSHVERDAG: Denne gjengen på mikrobiologi får en ny, automatisert arbeidshverdag, fra venstre Therese B. Vestgarden (seksjonsleder mikrobiologi), Randi D. Skaar (overbioingeniør bakteriologi), Ida F. Evensen (fagbioingeniør bakteriologi), Sandra Raaen (systemansvarlig MLX), Tove Brastad (fagbioingeniør bakteriologi) og Marta T. Uzieblo (fagbioingeniør bakteriologi).



ANALYSEHALL: Per i dag utfører medisinsk biokjemi i Drammen over seks millioner analyser i året. Antallet ventes å øke. I planleggingen av det nye laboratoriet har man tatt høyde for at aktiviteten vil øke med 7 prosent i året i ti år fremover. Den nye analysehallen er på over 300 kvadratmeter, og har en

stor automasjonsløsning med to preanalytiske moduler. Per nå er tre slotter ledige. De er satt av slik at man kan koble på nytt utstyr i årene fremover. – Alt er nytt, og litt overveldende, sier Camilla Mangen Håkonsen, fagbioingeniør innen klinisk kjemi.

– Alt er nytt. Lokalet er nytt, instrumentene er nye og automasjonen er nytt. Det har vært mye jobb, men veldig spennende og lærerikt, sier Håkonsen.

Nytt på nytt på nytt

Listen over nyvinninger og endringer er lang. Nå blir det felles prøvemottak for alle prøver fra eksterne rekvisiter. Prøver fra inneliggende pasienter skal sendes i den nye rørposten. Store deler av instrumentparken er ny. I den over 300 kvadratmeter store analysehallen skal en ny, omfattende automasjonsløsning sørge for at det blir mye mindre manuelt arbeid. Tidligere ble en prøve flyttet for hånd ti-femten ganger fra prøven ble tatt til den var ferdig analysert. Nå skal de aller fleste prøvene aldri tas i.

Ikke minst gjør laboratoriet i Drammen et byks inn i fremtiden ved å automatisere håndtering av mikrobiologiske prøver. Opptil 80 prosent av prøvene skal gå via automasjonsløsningen. Det betyr en helt ny arbeidshverdag for bioingeniørene på mikrobiologen. Tidkrevende,



LEDERDUO: Trude Steinsvik (til høyre) er bioingeniør og avdelingssjef for laboratoriemedisin. Bioingeniør Silja Schaug Aarstad er assisterende avdelingssjef, men har vært frikjøpt fra stillingen siden 2019 for å følge opp byggeprosjektet. Aarstad er blant annet faglig rådgiver for utstyr, og har vært involvert i alle anskaffelser på laboratoriet. Det er blitt mer enn 70 kontrakter, og mange millioner kroner er investert i nytt utstyr.

manuelle oppgaver som utsæd og flytting av skåler hit og dit forsvinner, og det blir slutt på store hauger med skåler på benkene.

Avdelingssjef Steinsvik fullroser sine ansatte.

– Dette hadde aldri gått uten den enorme innsatsen til alle på laborato-

riet. Det er en fabelaktig gjeng som har beholdt humør og læringsvilje gjennom et krevende år med høy arbeidsbelastning, sier Steinsvik.

Den 5. oktober kan bioingeniørene i Drammen puste litt lettere. Endelig kan de ønske velkommen til nytt sykehus – og ny lab. ■

Miele



Velg din Ekspert. Få et nytt Teammedlem.



Endelig et fleksibelt teammedlem som elsker å rengjøre.

Med vår nye ExpertLine-serie kan du stole på den analytiske renheten av laboratorieutstyret ditt. Leter du etter en bærekraftig ekspert som leverer de høyeste standardene for rengjøring og brukervennlighet, så trenger du ikke lete lenger. Det er på tide å bli kjent med ExpertLine.

miele.no/pro/expertline-lab

Miele Professional. Immer Besser.

ExpertLine



Veronica Gustavsén (til venstre) og Julianne Holmeset Slyngstadli ved mikrotomene. Vevssnitning er ofte en flaskehals og prioriteres høyt på histologilaboratoriet på Ålesund sjukehus.

Null prøver i kø!

Er en histologiavdeling uten prøvekø utopisk? Ikke på Ålesund sjukehus. Men de ansatte jobber stadig hardere for å beholde det sånn.

Av Heidi Strand

Prøvekninga på landets patologiavdelinger har vært mye omtalt, og i fjorårets patologiundersøkelse i NITO BFI meldte bioingeniører fra om at vanlige histologi-prøver kan ha svartid på opptil seks uker.

Også på Ålesund sjukehus har antallet prøver økt mye de siste åra.

I 2023 snitta bioingeniørene på histologilaboratoriet nesten 70 000 parafinblokker, eller 250-400 parafinblokker om dagen. Snitting til spesialundersøkelser kommer i tillegg.

– Det er en seier hver dag når vi har snittet alle blokkene, forteller avdelingsleder Hilde Guttormsen, og fortsetter: Av og til er det jo en kamp mot klokka, men hver dag prioriterer vi høyt å være a jour på alle områder på histologilaben.

Da slipper de å lete etter og fram-skynde prøver det blir ringt om, og blokker som skal snittes til immunfarging lig-ger allerede arkivert på rett plass.

Dette sparer laben tid på.

Felles innsats

Tjue bioingeniører arbeider hel- eller deltid på avdelingen. De som kommer tidligst på jobb starter dagen ved en av støpeenhetene – uavhengig av hvilken arbeidsoppgave de har senere på dagen.

– Støping og snitting har alltid hatt høy prioritet hos oss, forteller Julianne Holmeset Slyngstadli, fagansvarlig bioingeniør på histologilaben.

Senere fordeler bioingeniørene seg etter ei detaljert arbeidsliste der det står hvilken lab og stasjon de skal jobbe på den-

ne dagen. Noen rullerer på alle labene; histologi, cytologi, immunologi, og preparant, mens andre jobber bare på én lab.

Slyngstadli justerer arbeidslista ut fra innkommet fravær samme morgen, og hun tar seg også noen runder på laben i løpet av dagen for å se at det flyter greit.

Da hender det at hun flytter bioingeniører til arbeidsstasjoner hun ser trenger det mer.

– Vi anser oss som veldig heldig med arbeidskollegene. De er veldig flinke til å omstille seg og se hvor det trengs hjelp, forteller fagbioingeniøren.

De ansatte rullerer til en ny arbeidsstasjon hver dag. Det gir størst mulig variasjon i arbeidsoppgavene, og kanskje et kollektivt overblikk over eventuelle flaskehalser som måtte true med å oppstå.

Fellesskapet motiverer

I løpet av de 26 årene Slyngstadli har jobbet på patologi-laboratoriet i Ålesund, har de alltid jobbet på denne måten – og kommet a jour med dagens prøver.

Slyngstadli beskriver det som å være på dugnad og gjøre en felles innsats:

– Man jobber jo ikke alene. Ved siden av en er det flere som jobber tilsvarende hardt – og da når vi målet sammen, forteller hun.

Å kunne dra hjem med senkede skuldre og fullført arbeid gir henne og kollegene mye motivasjon og glede.

Men det jobbes hardt for å rekke å bli ferdige, og beholde det sånn.

– En sjelden gang hender det at det ligger noen få blokker igjen til dagen etter, men hvis det skjer, blir de tatt aller først morgenen etter, forteller Slyngstadli.

Store etterslep av histologi-prøver har de aldri hatt.

Det handler om prioritering

Å finne balanse mellom det å jobbe seg i mål hver dag og samtidig ikke få utslitte og utbrente medarbeidere, kan være krevende. ➤



Hilde Guttormsen



Julianne Holmeset Slyngstadli



Kristine Rørstad kontrollerer vevssnittene mot blokkene før hun legger snittene klar til utlegging, og blokkene klare for arkivering.

– I perioder kan det være vanskelig, men alle bidrar med det de klarer – og det er sånn det skal være, forteller avdelingsleder Guttormsen.

De faste avbrekkene i arbeidsdagen, som kaffepause, lunsj og labtrim – og noe godt til kaffen på fredager, hjelper. I tillegg tror lederen det er en fordel å bytte oppgaver ofte, for da varieres bevegelsene man gjør og man får jobbe sammen med litt ulike folk.

– Det er i de aller travleste periodene – når det skikkelig koker, at det er viktigst med flyt på laben, sier avdelingslederen.

Hun er også bioingeniør, og bidrar i perioder på laben for å dekke opp for korttidsfravær. Da går det mest i snitting, arkivering og mottak av varer.

På spørsmål om hvordan de klarer å holde seg a jour til tross for stadig økende prøvemengder, forteller avdelingslede-

ren at det har med prioritering å gjøre.

– Vi har litt forskning og utvikling, men nok i mindre grad enn andre laber, forteller Guttormsen.

Laben er heller ikke akkreditert, og det er noe de ønsker for framtida.

Samlokalisering og omorganisering

Både fagbioingeniøren og avdelingslederen er enige: Det er snittinga det tar lengst tid å bli god og produktiv på. Det er også salderingsposten på laben – hvis det er manko på folk er det gjerne snittinga det går utover – for alt annet må gjøres.

I 2020 ble patologi samlokalisert i Møre og Romsdal, og patologiavdelingene i Molde og Ålesund ble slått sammen til ei avdeling i Ålesund. Bare tre bioingeniører fra Molde ble med til Ålesund, og avdelinga ansatte mange nye

bioingeniører som skulle læres opp.

Som ny stor avdeling måtte laben bygges opp på nytt, og de ansatte organiseres på en annen måte enn før. Sammenstillinga ga også flere prøver, noe som fikk fagbioingeniør Slyngstadli til å lure på om de kom til å klare å fortsette å jobbe seg i mål hver dag.

– «Går dette?», spurte vi oss. Vi la ned et stort arbeid og jobbet hardt – særlig med snitting, som er det som har størst tendens til å hope seg opp, sier Slyngstadli.

Etter to års innsats var laben igjen i balanse.

Men rekruttering av leger er ikke like lett, og noe avdelingen fortsatt jobber med. Guttormsen forteller at arbeidsmengden for patologene er for stor.

Avlaster patologer

For å bli en mer robust patologilab for framtida – og for å frigjøre mikroskopitid for patologene, har avdelinga startet med jobbglidning.

I et pilotprosjekt fikk tre bioingeniører omfattende opplæring i å makrobeskjære større organer, i første omgang galleblærer, blindtarmen, forhud, tube og utvidet eksisjon av hud.

Resultatene viste at kvaliteten på bioingeniørenes beskjæring var god, at det frigir tid for patologene samtidig som bioingeniørene selv var fornøyde med å lære mer om eget fag. I mai presenterte to av bioingeniørene resultatene på en poster på den nordiske bioingeniørkongressen på Island.

– Her sitter bioingeniører og LIS-leger rygg mot rygg på makro, og terskelen for å spørre hverandre er lav, forteller Slyngstadli.

Sammen har laben hjulpet til med å finne tid til at de tre bioingeniørene skal få nok opplæring og trening, for bioingeniørene som lærer seg stormakro får ikke fri fra den vanlige rutinen på laben.

Opplæringsprogrammet har de laget selv, men med tida ser fagbioingeniøren for seg at de bioingeniørene som ønsker det skal få studere og ta den nye videreutdanninga i makrobeskjæring av operasjonspreparater på OsloMet.

Antall bioingeniører som tar stormakro håper hun blir flere, og i høst skal organrepertoaret til bioingeniørene utvides. ■

Foto: Renate-Kristin Rørhuus-Øle Habostad

LabDays 2025

- trade fair for laboratory technique

OSLO 22 - 23 OCTOBER

**Be inspired – FREE to attend
Two days of inspiration, networking,
and products you can touch**



labdays.nu

Bak kulissene i spesialkoagulasjonslaboratoriet:

Detektivarbeid for å avdekke medikamentinterferens ved utredning av økt tromboasetendens

Siri Heier*, Marie S. Le og Erik Pareli Wåland

Avdeling for medisinsk biokjemi, Seksjon for hemostase og trombose, Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet

*Kontaktforfatter: uxirei@ous-hf.no

Hvordan håndterer et spesialkoagulasjonslaboratorium interferens fra blodfortynnende medisiner? Bli med bak kulissene på Seksjon for hemostase og trombose ved Oslo universitetssykehus, hvor rutinekoagulasjonsanalyser avdekker preanalytiske feilkilder.

Trombose, eller dannelse av blodpropp i en blodåre, kan føre til nedsatt blodstrøm til omkringliggende vev, som kan resultere i celledød og celledød. Det finnes både arvelige og ervervede risikofaktorer for trombose. I omtrent 50 % av tilfellene finner man imidlertid ingen sikker utløsende årsak. Andre forhold som immobilisering, kirurgi, bruk av p-piller, høy alder og svangerskap øker også risikoen for trombose. Kombineres disse risikofaktorene med en arvelig eller ervervet tilstand, øker risikoen ytterligere. I Norge rammes omtrent én person i timen av blodpropp, og utgjør dermed en betydelig pasientgruppe (1).

Ved Seksjon for hemostase og trombose (SHOT) ved Oslo universitetssykehus (OUS) utfører vi omtrent 4500 utredninger for arvelige og/eller ervervede tilstander som kan gi økt risiko for trombose i året. Rask behandling er kritisk når en trombose er diagnostisert, og pågående antikoagulasjonsbehandling under prøvetaking er ofte uunngåelig. Midlertidig stans av behandling for å ta blodprøver kan øke risikoen for nye tromboser og er derfor sjeldent et alternativ. Dette betyr at et betydelig antall prøver vi mottar, er tatt mens pasienten står på antikoagulantia.

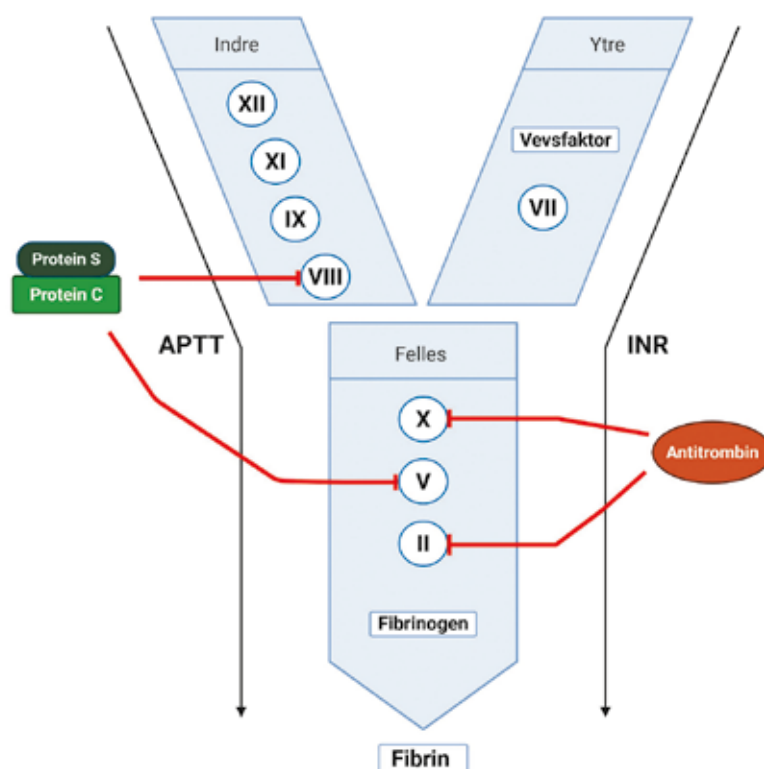
Bruk av antikoagulantia kan påvirke flere koagulasjonsanalyser og gi feil resultat som i ytterste konsekvens kan føre til feildiagnostisering og feil behandling. Majoriteten av prøvene vi analyserer er tilsendte fra primærhelsetjenesten og eksterne sykehus, og tilgangen på kliniske opplysninger er avhengig av

hva som oppgis av rekvirent. Av erfaring er disse opplysningene ofte mangelfulle, og for å oppdage tilstedeværelse av antikoagulantia i prøver utfører vi målinger av rutinekoagulasjonsanalysene APTT (aktivert partiell tromboplastintid), protrombintid (PT) Quick ($\approx$ INR), fibrino-

gen, anti-faktor Xa-aktivitet og i noen tilfeller trombintid. I denne artikkelen vil vi gå gjennom hvordan vi bruker disse analysene til å oppdage denne preanalytiske utfordringen, samt forklare hvordan antikoagulantia påvirker våre spesialanalyser.

Laboratorieutredning av økt tromboasetendens

Blodets evne til å koagulere er avgjørende for å forhindre blodtap ved skader. Denne komplekse og nøye regulerte prosessen foregår kontinuerlig i kroppen. Blodplater, karvegg, koagulasjonsfaktorer og



FIGUR 1: Oversikt over koagulasjonskaskaden og hvor de ulike koagulasjonshemmerne utøver sin funksjon. Aktivert protein C, med protein S som kofaktor, inaktiverer koagulasjonsfaktor VIII og V. Antitrombin utøver sin koagulasjonshemmende effekt hovedsakelig gjennom inaktivering av koagulasjonsfaktor X og II. Figuren er laget i BioRender. MFS, R. (2025): <https://BioRender.com/5pk4rbb>.

koagulasjonshemmere spiller alle en rolle i dannelsen av blodplateplugg og fibrinnettverk der det er nødvendig, uten at det dannes unødvendige eller for store blodpropper (figur 1).

Ved laboratorieutredning av økt trombosetendens kan det utredes for både arvelige og ervervede risikofaktorer. Blant de arvelige risikofaktorene er koagulasjonshemmerne antitrombin, protein C og protein S de viktigste. Nedsatt mengde og/eller nedsatt aktivitet av disse kan øke risikoen for trombose. Protein C og protein S er vitamin K-avhengige plasmaproteiner som hovedsakelig produseres i leveren, mens antitrombin er et glykoprotein som produseres i lever og endotel.

Vi utreder også for den ervervede tilstanden antifosfolipidsyndrom, en autoimmun sykdom hvor heterogene autoantistoffer blant annet gir økt risiko for trombose. Laboratoriekriteriene for å diagnostisere antifosfolipidsyndrom innebærer å påvise antistoffer ved å analysere lupusantikoagulant, kardioproteinantistoff og β_2 -glykoprotein 1-antistoff (tabell 1).

Valg av koagulasjonsanalyser til den preanalytiske vurderingen

Tidlig behandling er avgjørende for å forhindre alvorlige komplikasjoner som kan følge av blodpropp. Standardbehandling innebærer ofte bruk av antikoagulasjonsmidler. Disse medisinene reduserer blodets evne til å koagulere, hindrer vekst av eksisterende blodpropper og forhindrer dannelsen av nye.

De antikoagulasjonsmidlene som benyttes i behandling av blodpropp i dag er heparin, vitamin K-antagonist (warfarin) og direktevirkende orale koagulasjonsmidler (DOAK). Som nevnt i innledningen påvirker disse medikamentene spesialkoagulasjonsanalyser og kan gi feilaktige resultater. Internasjonale retningslinjer fra Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), anbefaler derfor å analysere rutinekoagulasjonsanalysene PT, APTT og trombintid (TT) som en screening for å fange opp en eventuell tilstedeværelse av antikoagulasjonsmiddel i prøver som er til utredning for økt trombosetendens (2). På SHOT har vi fulgt disse anbefalingene siden 2013 og har opparbeidet mye erfaring.

De siste 15 årene har det skjedd en stor utvikling innen behandling av trombose. Dette har medført at vi på labora-

TABELL 1: Analyser som utføres ved SHOT ved utredning av økt trombosetendens.

Trombosetendens	Analyser
Arvelig	Antitrombin-aktivitet (Xa-basert metode) Protein C-aktivitet Protein S antigen (fritt)
Ervervet	Lupusantikoagulant Kardioprotein antistoff IgG/IgM β_2 -glykoprotein 1 antistoff IgG/IgM

TABELL 2: Oversikt over hvordan rutineanalyser påvirkes av ulike antikoagulasjonsmidler i prøven.

	DOAK Xa-hemmer	DOAK IIa-hemmer	Warfarin (Marevan)	Lavmolekylært heparin	Ufraksjonert heparin
APTT	U/+	+/++	U/+	+/++	++/+++
PT Quick ($\approx$ INR)	U/+	U/+	++	U	U/+
Anti-faktor Xa-aktivitet	+++	U	U	+	+/++
Trombintid	U	+++	U	U/+	++/+++
Fibrinogen	U	U	U	U	U

U = Upåvirket

+ = Lett økt

++ = Økt

+++ = Sterkt økt/ikke målbar

toriet har måttet tilpasse og utvide den preanalytiske screeningen for å fange opp interferens av de nye antikoagulantiaene. I 2014 ble DOAK godkjent for bruk i Norge, og er nå de mest benyttede antikoagulasjonsmidlene. Før dette var warfarin (Marevan®) i kombinasjon med lavmolekylært heparin (LMWH) standardbehandling. Blant årsakene til at DOAK raskt erstattet warfarin er at de ikke krever rutinemessig monitorering og at effekten ikke påvirkes av kosthold. Den vanligste typen DOAK som benyttes i Norge i dag er Xa-hemmere, mens IIa-hemmere brukes i mye mindre grad (3). DOAK vil i mange tilfeller ikke forlenge APTT og PT Quick, og disse metodene er derfor ikke egnet til å oppdage tilstedeværelse av legemiddelet. I 2014 inkluderte vi derfor analysen anti-faktor Xa-aktivitetsmåling (A-FXa) i vår preanalytiske screening (4).

Rutinekoagulasjonsanalyser som verktøy for å oppdage antikoagulantia i prøver

Fordi ulike antikoagulantia har spesifikke effekter på forskjellige rutinekoagulasjonsanalyser, er det mulig å identifisere de ulike medikamentene ved å utføre disse analysene. En oversikt over hvordan rutineanalyser påvirkes av ulike antikoagulasjonsmidler i prøven er gitt i tabell 2.

DOAK

For å oppdage tilstedeværelse av direktevirkende Xa-hemmere som rivaroksaban, apiksaban og edoksaban i prøven, utføres anti-faktor Xa-aktivitets-

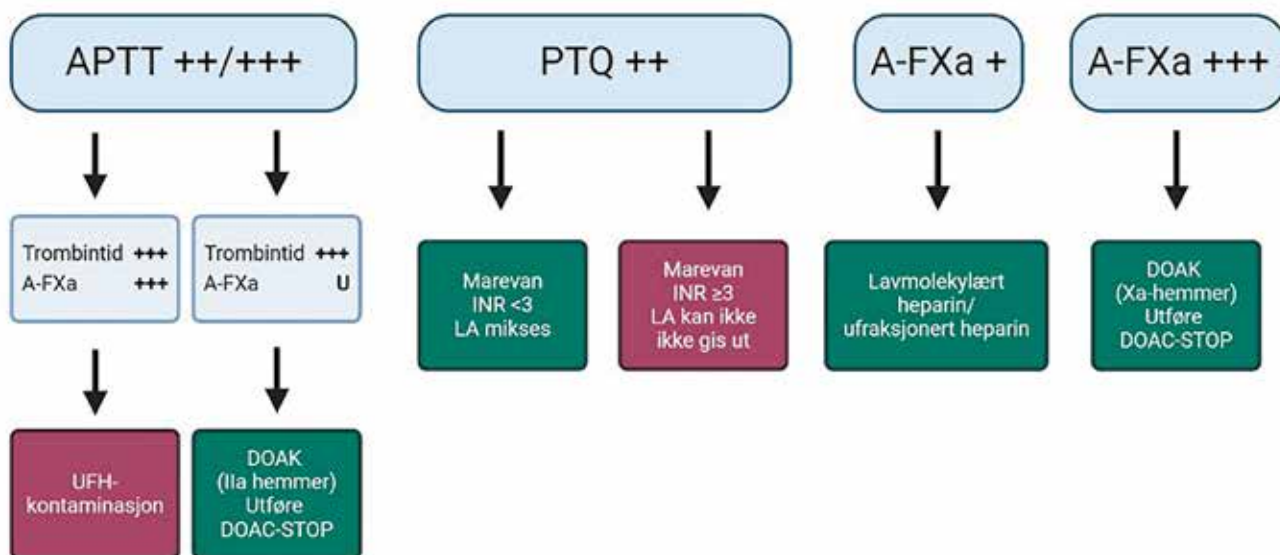
måling. Dette er opprinnelig en metode brukt for å monitorere behandling med heparin, men den kan også brukes til å avdekke tilstedeværelse av Xa-hemmere i prøver. Interne utprøvnings har vist at metoden effektivt fanger opp Xa-hemmere, da tilstedeværelsen av disse legemidlene fører til en betydelig økning i anti-faktor Xa-aktivitet selv ved lave konsentrasjoner. Dette gjør det også mulig å skille mellom heparin og Xa-hemmer i prøven, ettersom heparin i terapeutiske doser ikke vil gi like høy anti-faktor Xa-aktivitet som DOAK i terapeutiske doser (5, 6).

Ulike reagenser til måling av anti-faktor Xa-aktivitet har ulik følsomhet for DOAK Xa-hemmere, noe man må være oppmerksom på ved valg av reagens til dette formålet.

For å oppdage tilstedeværelse av IIa-hemmere (f.eks. dabigatran) er anti-faktor Xa-aktivitetsmåling uegnet, da disse ikke påvirker anti-faktor Xa-aktivitet. I stedet kan måling av APTT og trombintid benyttes, da tilstedeværelse av IIa-hemmere vil forlenge både APTT og trombintid. Virkningsmekanismen for IIa-hemmere er direkte hemming av trombin, som omdanner fibrinogen til fibrin i koagulasjonsprosessen. Spesielt trombintid vil bli sterkt forlenget ved tilstedeværelse av legemiddelet.

Vitamin K-antagonister (warfarin)

For å oppdage bruk av warfarin (Marevan®), som er en vitamin K-antagonist, brukes PT-Quick ($\approx$ INR). Warfarin hemmer syntesen av de vitamin K-avhen-



FIGUR 2: Forenklet flytskjema over hvordan SHOT bruker rutinekoagulasjon til å oppdage medikamentinterferens. Skjemaet viser håndtering av analyser som er lett økt (+), økt (++) eller sterkt økt/ikke målbar (+++). Grønn farge indikerer at vi kan gi ut svar til rekvirenten og rød farge viser at svaret ikke kan gis ut. Forkortelser; PTQ: PT-Quick (≈INR), A-FXa: Anti-faktor Xa-aktivitet, U: upåvirket, UFH: ufraksjonert heparin, LA: lupusantikoagulant.

gige koagulasjonsfaktorene (faktor II, VII, IX og X), noe som resulterer i forlenget PT-Quick da denne analysen er følsom for mangel av disse. Dette gjør PT-Quick/INR til en pålitelig test for monitorering av warfarinbehandling og dermed også en egnet metode for å påvise warfarinbehandling hos pasienter hvor det er sendt prøver til utredning av økt trombose-tendens.

Heparin

Det finnes to hovedtyper heparin: ufraksjonert heparin (UFH) og lavmolekylært heparin (LMWH). Begge kan påvises ved å måle anti-faktor Xa-aktivitet, og vil ved terapeutiske doser gi en mindre økning i aktivitet sammenlignet med DOAK (Xa-hemmere). Heparin vil også, i motsetning til DOAK, gi forlenget APTT og trombintid. Interne utprøvinger har vist at ulike konsentrasjoner av heparin gir en forutsigbar økning i både APTT og trombintid. Dette gjør det mulig å skille mellom UFH, LMWH og DOAK ved å sammenholde verdiene for APTT, trombintid og anti-faktor Xa-aktivitet.

Basert på litteratur og egne erfaringer og utprøvinger har SHOT utarbeidet et flytskjema som benyttes ved tromboseutredning (figur 2).

Effekten av antikoagulantia på tromboseanalyser

Årsaken til at vi utfører en omfattende preanalytisk screening, er at tilstedeværelse av antikoagulantia kan gi feilaktige

analyseresultater. Hvordan de ulike analysene påvirkes, avhenger av både metoden og reagensene som benyttes. I tabell 3 er det gitt en oversikt over hvordan ulike medikamentinterferens påvirker våre analyser ved tromboseutredning

DOAK

Tilstedeværelse av DOAK kan gi både falsk positive og falsk negative resultater i lupusantikoagulant-analysene (7), og i utgangspunktet kan ikke svarene gis ut dersom DOAK påvises i prøven. Tidligere måtte man seponere DOAK hvis man ønsket svar på lupusantikoagulant, men nå utfører vi DOAC-STOP. Dette er en metode hvor man nøytraliserer DOAK i prøven ved å tilsette et reagens (i tab-

lettform) som danner et kompleks med medikamentet. Etter sentrifugering kan man benytte supernatanten for analysing på vanlig måte. Studier viser at DOAC-STOP effektivt fjerner interferensen fra DOAK uten å påvirke resultater ved spesialkoagulasjonsanalyser (8).

Vi utfører også DOAC-STOP dersom pasienten bruker DOAK (Xa-hemmer) og det er rekvirert antitrombinaktivitet. Dette fordi vi benytter oss av en antitrombinmetode som baserer seg på hemming av faktor Xa-aktivitet i reagentet. DOAK (Xa-hemmer) kan gi falskt for høy antitrombinverdi på grunn av hemming av Xa-aktiviteten i selve metoden, og dermed maskere en mangel eller dysfunksjon. Bruk av DOAK (Xa-hemmer)

TABELL 3: Påvirkning av medikamentinterferens på resultatene til de ulike spesialkoagulasjonsanalysene ved tromboseutredning.

	DOAK Xa-hemmer	DOAK IIa-hemmer	Warfarin (Marevan)	Lavmolekylært heparin	Ufraksjonert heparin
Antitrombinaktivitet (Xa-metode)	FN	U	U	U/- *	U/- *
Fritt protein S antigen	U	U	--**	U	U
Protein C-aktivitet	U	U	--**	U	U
Lupusantikoagulant	FP/FN	FP/FN	+ / ++	U***	U***
Antifosfolipid- antistoffer	U	U	U	U	U

U = Upåvirket -- = Lett redusert -- = Redusert + = Lett økt ++ = Økt FN = Falsk normal FP = Falsk positiv

* Fulldose heparin eller lavmolekylært heparin kan forårsake mild reduksjon i antitrombin på grunn av økt clearance.

Dette er altså ikke en analytisk interferens.

** Behandling med Warfarin gir nedsatt produksjonen av de vitamin K-avhengige proteinene protein C og protein S.

Dette er altså ikke en analytisk interferens.

*** Våre lupusreagenser er tilsatt heparinnøytraliserende middel, dette kan variere mellom ulike reagenser.

vil ikke interferere i en antitrombinmetode basert på faktor IIa-aktivitet, men i slike metoder vil en DOAK IIa-hemmer interferere (9, 10).

Vitamin K-antagonister (warfarin)

Når det gjelder pasienter som behandles med warfarin (Marevan®), må vi tilpasse våre lupusantikoagulant-analyser ut ifra INR-verdi. Dersom INR er høyere eller lik 3, er interferensen for stor, og svar kan ikke gis ut. Ved INR mindre enn 3 kan tilstedeværelse (påvist/ikke påvist) av lupusantikoagulant vurderes etter utførelse av en mixing-test. Lupusantikoagulant måles da i en 1:1-blanding av pasientplasma og normalplasma. Mixing med normalplasma vil føre til at faktormangelen induert av warfarin korrigeres. Siden warfarin er en vitamin K-antagonist, påvirkes også nivåene av de vitamin K-avhengige koagulasjonshemmerne Protein S og Protein C ved at de blir lavere. Dette må tas i betraktning når man tolker resultatene hos pasienter som behandles med warfarin (11).

Heparin

For pasienter som bruker heparin i terapeutiske doser, kan vi gi ut analyseresultater når metodene som i utgangspunktet er følsomme for heparininterferens, er tilsatt heparinnøytralisator. Blant metodene vi benytter til tromboseutredning er det lupusantikoagulant som er følsom for heparininterferens. Våre lupus-reagenser er tilsatt heparinnøytralisator og hvis anti-faktor Xa-aktivitet ikke overstiger grensene produsenten oppgir, kan svaret gis ut. Hvor mye heparin ulike metoder/reagenser tåler, kan variere, og det er viktig at laboratoriet har oversikt over egne metoder.

Heparinkontaminasjon fra prøver tatt fra dialysekatre eller sentrale vene-katre (CVK) kan være en utfordring. Selv om saltvannsskylling og bruk av kasteglass benyttes, kan heparin fortsatt forurense prøven. Dette kan gi suprafysiologiske nivåer av heparin og påvirker flere koagulasjonsanalyser. Ved mistanke om heparinkontaminasjon gir vi ikke ut resultater, men ber om nye prøver.

Konklusjon

Antikoagulantia utgjør en utfordring for tolkning av koagulasjonsanalyser, da deres tilstedeværelse kan påvirke analyseresultater. Spesielt har den utstrakte

bruken av DOAK introdusert nye utfordringer ved utredning av økt trombose-tendens, noe som gjør den preanalytiske vurderingen enda viktigere.

For å sikre nøyaktige analyseresultater, må vi på laboratoriet:

- Ha en god forståelse av de lokale reagensene, ettersom følsomheten for medikamenter kan variere mellom ulike metoder og leverandører
- Implementere strategier for å oppdage medikamentinterferens, spesielt DOAK, for å kunne gi korrekte svar på spesialkoagulasjonsanalyser
- Sørge for at informasjon om interferensproblematikk ved medikamentbruk er lett tilgjengelig for rekvirenter

Ved SHOT utføres et omfattende detektivarbeid i den preanalytiske vurderingen. Dette er en ressurskrevende prosess som ikke alle laboratorier har kapasitet og mulighet til å gjennomføre. En effektiv tilnærming kan være å bruke rutineanalyser til først å identifisere prøver med medikamentinterferens, før kostbare spesialanalyser utføres. Alternativt kan standardkommentarer i analyserapportene hjelpe rekvirenten med å tolke resultatene.

Gjennom vårt store prøvevolum har vi samlet bred kompetanse og erfaring med preanalytiske feilkilder i spesialkoagulasjonsanalyser, en utfordring som er relevant for alle sykehuslaboratorier. Vi håper at våre erfaringer kan være nyttige for andre laboratorier. ■

Takk

Takk til Carola Henriksson, overlege/seksjonsleder, Avdeling for medisinsk biokjemi, Seksjon for hemostase og trombose, OUS, for å ha delt sin kompetanse og erfaring i forbindelse med skrivingen av denne artikkelen. Videre en stor takk til personalet på SHOT, Rikshospitalet, for godt faglig samarbeid.

Referanser

1. Arshad N, Isaksen T, Hansen J-B, Brækkan SK. Time trends in incidence rates of venous thromboembolism in a large cohort recruited from the general population. *Eur J Epidemiol.* 2017;32(4):299-305.
2. CLSI. Laboratory Testing for the Lupus Anticoagulant; Approved Guideline. CLSI document H60-A. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2014.
3. Perzborn E, Roehrig S, Straub A, Kubitz A, Misselwitz F. The discovery and development of rivaroxaban, an oral, direct factor Xa inhibitor. *Nat Rev Drug Discov.* 2011;10(1):61-75.
4. Kaserer A, Schedler A, Seifert B, Spahn DR, Studt JD, Stein P. Standard coagulation assays alone are not sufficient to exclude surgically relevant rivaroxaban plasma concentrations. *Perioper Med (Lond).* 2019;8:15.
5. Macedo KA, Tatarian P, Eugenio KR. Influence of direct oral anticoagulants on anti-factor Xa measurements utilized for monitoring heparin. *Ann Pharmacother.* 2018;52(2):154-9.
6. Billoir P, Barbay V, Joly LM, Fresel M, Chrétien MH, Le Cam Duche V. Anti-Xa oral anticoagulant plasma concentration assay in real Life: Rivaroxaban and Apixaban quantification in emergency with LMWH calibrator. *Ann Pharmacother.* 2019;53(4):341-7.
7. Murer LM, Pirruccello SJ, Koepsell SA. Rivaroxaban therapy, false-positive lupus anticoagulant screening results, and confirmatory assay results. *Lab Med.* 2016;47(4):275-8.
8. Exner T, Michalopoulos N, Pearce J, Xavier R, Ahuja M. Simple method for removing DOACs from plasma samples. *Thrombosis Research.* 2018;163:117-22.
9. Van Cott EM, Orlando C, Moore GW, Cooper PC, Meijer P, Marlar R. Recommendations for clinical laboratory testing for antithrombin deficiency; Communication from the SSC of the ISTH. *J Thromb Haemost.* 2020;18(1):17-22.
10. Favresse J, Lardinois B, Sabor L, Devalet B, Vandepapeliere J, Braibant M, et al. Evaluation of the DOAC-Stop® procedure to overcome the effect of DOACs on several thrombophilia screening tests. *TH Open.* 2018;2(2):e202-9.
11. Kristoffersen AH, Jacobsen EM, Varsi K, Henriksson CE. Analysering av lupusantikoagulant under pågående antikoagulasjonsbehandling. *Tidsskr Nor Lægeforen.* 2019;139(15).

Om forfatterne



Siri Heier
er spesial-
bioingen-
iør, Avdeling

for medisinsk biokjemi, Seksjon for hemostase og trombose, Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet.



Marie S. Le
er bioingen-
iør og
enhetsleder

ved Avdeling for medisinsk biokjemi, Seksjon for hemostase og trombose, Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet.



Erik Pareli
Wåland er
overlege ved
Avdeling for

medisinsk biokjemi, Seksjon for hemostase og trombose, Oslo universitetssykehus, Rikshospitalet

Hovedbudskap

- Sysmex XN, CellaVision DM96 etter omklassifisering av leukocytterne og manuell mikroskopi måler høyere verdier av nøytrofile granulocytter enn flowcytometrisk immunfenotyping (IFCM) i prøver rapportert med flagget «Blasts/Abn Lympho?».
- Målefeilen er minst i målingene fra Sysmex XN.
- Det er ingen sammenheng mellom «WBC Abn Scattergram»-flagget og målefeilens størrelse.

Sammendrag

Innledning: Hensikten med studien var å undersøke om nøytrofile granulocytter kan rapporteres fra Sysmex XN uten å vurdere blodutstryk, når prøvene er assosiert med flagget «Blasts/Abn Lympho?», og om flagget «WBC Abn Scattergram» kan identifisere prøver der det er formålstjenlig å analysere nøytrofile granulocytter med en alternativ metode.

Metode: Differensialtelling av leukocytter ble analysert i 208 blodprøver, og nøyaktigheten til målingene av nøytrofile granulocytter fra Sysmex XN, CellaVision DM96 og manuell mikroskopi ble undersøkt ved å sammenligne med flowcytometrisk immunfenotyping (IFCM).

Resultater: Regresjonsanalysen viste at Sysmex XN, CellaVision DM96 etter omklassifisering av cellene og manuell mikroskopi av blodutstryk i gjennomsnitt målte høyere verdier av nøytrofile granulocytter enn IFCM-metoden. Bland-Altman analysen viste at gjennomsnittsdifferansen var minst i sammenligningen mellom Sysmex XN og IFCM, og størst mellom CellaVision etter omklassifisering av cellene og IFCM. Spredningen av differansene var størst i sammenligningen mellom CellaVision DM96 før omklassifisering og IFCM. Krysstabellanalysen viste ingen sammenheng mellom rapportering av «WBC Abn Scattergram»-flagget og målefeilens størrelse ($p = 0,890$).

Konklusjon: Sysmex XN måler nøytrofile granulocytter mer nøyaktig enn blodutstryks-metodene i blodprøver rapportert med flagget «Blast/Abn Lympho?». «WBC Abn Scattergram»-flagget gir ingen indikasjon på hvilke prøver som krever oppfølging med alternative metoder.

Nøkkelord

Hematologi, differensialtelling, flagg, nøytrofile granulocytter, Gjør kloke valg-kampanjen

Nøytrofile granulocytter fra Sysmex XN – kan vi stole på svaret når flagget «Blasts/Abn Lympho?» rapporteres?

Heidi Eilertsen, Runa Marie Grimholt og Jorunn Marie Andersen

Fakultet for helsevitenskap, Institutt for naturvitenskaplige helsefag, Bioingeniørutdanningen, OsloMet – storbyuniversitetet

Kontaktforfatter: heie@oslomet.no

Innledning

«Gjør kloke valg» er en kampanje som oppfordrer helsearbeidere til å redusere bruken av undersøkelser som ikke tydelig er til fordel for pasientene (1). Bioingeniørmangel, økende bruk av laboratorieundersøkelser, samt oppfordringen om å begrense unødvendige undersøkelser utfordrer oss bioingeniører til å jobbe smartere. Vi er opplært til å sørge for kvalitet, og vi gjør gjerne tilleggsundersøkelser for å sikre best mulig kvalitet på prøveresultatene vi skal gi ut. Men tjener merarbeidet alltid hensikten? Vil det føre til bedre og raskere behandling av pasienten? Eller er det bare en tidstyv, som forsinker svarutgivelsen?

Flere organisasjoner anbefaler å undersøke blodutstryk når konsentrasjonen av nøytrofile granulocytter fra hematologiinstrumentene er mindre enn $1,0 \times 10^9/L$ eller større enn $20,0 \times 10^9/L$ (2, 3). En slik ekstra kontroll er tidkrevende og basert på vår erfaring kan den også være unødvendig.

Nøytrofile granulocytter analyseres på bred indikasjon. Økt antall (nøytrofil) ses blant annet ved bakterielle infeksjoner,

myelogene leukemier og fysisk anstrengelse. Lavt antall (nøytropeni) ses ved sepsis, ondartete prosesser i beinmargen og behandling med cellegift (kjemoterapi). Ved alvorlig nøytropeni (nøytrofile granulocytter mindre enn $0,5 \times 10^9/L$) ses økt risiko for alvorlige bakterielle infeksjoner (4).

Ifølge resultatrapportene fra hematologiutsendelsene fra Norsk kvalitetsforbedring av laboratorieundersøkelser (NOKLUS) bruker de fleste laboratorier i Norge Sysmex XN-instrumenter til differensialtelling av leukocytter. I Sysmex XN-instrumentene blir leukocytterne merket med polymethine og analysert med fluorescens flowcytometri. Klassifiseringen av cellene baseres på lysspredningsdata, fluorescensdata og gitte algoritmer i programvaren. Konsentrasjon av nøytrofile granulocytter som rapporteres, inkluderer standardmessig umodne granulocytter (IG). Dersom helningen, distribusjonen og posisjonen til dataklyngen som representerer nøytrofile granulocytter i scattergrammet avviker fra det typiske mønsteret, vil flagget «WBC Abn Scattergram» bli rapportert (5). Unormale celler, slik som blaster og avvikende lymfocytter blir ikke målt kvantitativt, men rapporteres kvalitativt ved flagget «Blasts/Abn Lympho?» (6). Ved rapportering av flaggene «Blasts/Abn Lympho?» og «WBC Abn Scattergram», vil det kvantitative resultatet for nøytrofile granu-

■ Bioingeniøren er godkjent som vitenskapelig tidsskrift. Artikkelen er fagfellelvurdert og godkjent etter Bioingeniørens retningslinjer.

locytter være merket med en stjerne (*) som indikerer at målingen er usikker (5). I slike tilfeller anbefaler både instrumentleverandøren og nasjonale og internasjonale retningslinjer at blodutstryk undersøkes for mulig forekomst av unormale celler. I tilfeller der unormale celler oppdages bør resultatene kvalitetssikres ved differensialtelling i blodutstryk (2, 3, 5, 7-9). Differensialtelling og morfologiske vurderinger av celler i blodutstryk kan gjøres manuelt i et lysmikroskop eller digitalt ved hjelp av bildegjenkjenningssystemer som CellaVision DM96 (10). Differensialtelling med immunfenotyping og fluorescens flowcytometri anses å ha betydelig høyere analytisk kvalitet enn differensialtelling i blodutstryk (11). Til tross for dette er manuell differensialtelling av 400 leukocytter fremdeles referansemethode for differensialtelling av leukocytter (12).

Hovedhensikten med denne studien var å undersøke om nøytrofile granulocytter kan rapporteres fra Sysmex XN uten å vurdere blodutstryk når prøvene er assosiert med flagget «Blasts/Abn Lympho?». I tillegg ble det undersøkt om flagget «WBC Abn Scattergram» kan gi nyttig informasjon med hensyn på å identifisere prøver der det er formålstjenlig å analysere nøytrofile granulocytter med en alternativ metode. For å vurdere dette ble nøyaktigheten til målingene fra Sysmex XN, CellaVision DM96 og manuell mikroskopi undersøkt ved å sammenligne med målinger fra flowcytometrisk immunfenotyping (IFCM).

Materiale og metode

Blodprøvene i studien var rutineprøver, tatt av voksne pasienter innlagt ved Akershus universitetssykehus (Ahus) i perioden november 2016 til juni 2017. Utvalget var rekruttert fra den generelle sykehuspopulasjonen. Prøvene var tappet på rør tilsatt K₂EDTA (Greiner Bio One, Frickenhausen, Germany) og differensialtelling av leukocytter ble analysert på Sysmex XE-5000 (Sysmex Corporation, Kobe, Japan) ved Avdeling for tverrfaglig laboratoriemedisin og medisinsk biokjemi, Ahus. Totalt 240 prøver ble tilfeldig utvalgt basert på tilstedeværelse av ett eller flere leukocytfflagg, som tidligere beskrevet av Eilertsen et al. (13). Leukocytfflaggene inkluderte «Blasts?», «ImmGran?», «AbnLy/L-blast?» og/eller «Atypical Lymph?». Prøvene ble videre analysert på flowcytometeret Cytomics FC 500 med

antistoffpanelet CytoDiff og CytoDiff CXP, programvareversjon 2.0 (Beckman Coulter, Miami, FL, USA) ved Ahus, som tidligere beskrevet (13). Etter analysing på Ahus, ble prøvene sendt til Først Medisinsk Laboratorium for differensialtelling på Sysmex XN-9000 (Sysmex Corporation), programvareversjon 00-18. Alle prøvene ble analysert på samtlige tre instrumenttyper innen seks timer etter prøvetaking. Av de 240 prøvene som viste et eller flere leukocytfflagg på Sysmex XE-5000, ble 208 prøver rapportert med flagget «Blasts/Abn Lympho?» på Sysmex XN-9000, og disse ble inkludert i studien. Terskelverdien (Q-verdien) for rapportering av «Blasts/Abn Lympho?»-flagget var satt til 100 etter leverandørens anbefalinger. To blodutstryk fra hver prøve ble preparert og farget med May Grünwald Giemsa rett etter prøvetaking i utstryks- og fargemaskinen SP-1000 (Sysmex Corporation). Alle blodutstryk ble analysert med CellaVision DM96 (Sysmex Corporation) og ved manuell lysmikroskopi på Ahus. Manuell lysmikroskopi ble utført ved at to bioingeniører hver talte og vurderte 100 leukocytter i separate blodutstryk. I CellaVision DM96 ble totalt 120 leukocytter per utstryk forhåndsklassifisert. Forhåndsklassifiseringen ble deretter vurdert av to bioingeniører, som vurderte hvert sitt parallelle utstryk. Leukocytter som var feilklassifisert ble omklassifisert til riktig kategori. Konsentrasjonen av nøytrofile granulocytter inkluderte både modne (segment- og stavkjernede celler) og umodne (metamyelo-, myelo- og promyelocytter) celler og ble for alle metodene målt som absoluttverdi ($\times 10^9/L$). Alle prøvene ble anonymisert og studien er godkjent av personvernombudet ved Ahus.

Statistikk

Statistiske analyser ble utført i SPSS versjon 28 (SPSS, Chicago, IL) og Diagnostic test evaluation calculator, versjon 22.021 (MedCalc, Ostend, Belgia). Resultatene for nøytrofile granulocytter ($\times 10^9/L$) ble oppsummert som gjennomsnitt, median og laveste og høyeste målte verdi. Pearson korrelasjonskoeffisient ble benyttet for korrelasjonsanalyser og ordinær lineær regresjonsanalyse (OLR) ble brukt til å estimere sammenheng mellom resultatene fra IFCM-metoden og resultatene fra henholdsvis Sysmex XN, CellaVision DM96 og manuell mikroskopi av blodutstryk. Bland-Altman analyse med 95%-gren-

ser for samsvar (LoA) ble brukt til å vurdere overensstemmelse mellom resultatene fra IFCM-metoden og resultatene fra henholdsvis Sysmex XN, CellaVision DM96 og manuell mikroskopi av blodutstryk. Alle konfidensintervaller ble beregnet som 95% konfidensintervaller (95% KI). Data om biologisk variasjon ble brukt til å vurdere klinisk nytteverdi og ble hentet fra databasen til European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (14). Kvalitetsnivået «ønskelig» ble brukt som mål for tillatt systematisk feil og tillatt upresisjon, og tillatt totalfeil for analysen ble beregnet til $\pm 18,7\%$. Absolutt og relativ differanse mellom nøytrofile granulocytresultatene fra IFCM-metoden og resultatene fra henholdsvis Sysmex XN, CellaVision DM96 og manuell mikroskopi av blodutstryk ble beregnet. Konsentrasjonsområdene $< 0,50 \times 10^9/L$, $0,50 - 0,99 \times 10^9/L$ og $1,00 - 100,00 \times 10^9/L$ ble benyttet for å vurdere nøyaktigheten til metodene ved konsentrasjonsnivåer som dekker alvorlig nøytropeni (15), anbefalingen gitt av NOKLUS (2), samt referanseverdier og nøytrofilie. Variabelen «relativ differanse» ble omkodet til en dikotom variabel med verdiene «relativ differanse ligger innenfor grensen for tillatt totalfeil» og «relativ differanse ligger utenfor grensen for tillatt totalfeil». Flagget «WBC Abn Scattergram» ble omkodet til en dikotom variabel med verdiene «flagget er rapportert» og «flagget er ikke rapportert». Kjikkvadrattest ble benyttet for å se på sammenheng mellom de to dikotome variablene «relativ differanse» og «WBC Abn Scattergram». Flaggets sensitivitet og spesifisitet ble beregnet i henhold til Galen og Gambino's metode (16). Dersom «WBC Abn Scattergram» ble rapportert på prøver med relativ differanse mindre enn tillatt totalfeil, ble det kategorisert som et falskt positivt funn. Omvendt, dersom flagget ikke ble rapportert på prøver med en relativ differanse større enn tillatt totalfeil, ble det kategorisert som et falskt negativt funn.

Resultater

Konsentrasjonen av nøytrofile granulocytter i de 208 prøvene analysert med IFCM og CytoDiff-panelet varierte fra $0,02 \times 10^9/L$ til $86,29 \times 10^9/L$ med median verdi lik $3,67 \times 10^9/L$ og gjennomsnittsverdi lik $8,08 \times 10^9/L$. For Sysmex XN og blodutstrykmetodene er tilsvarende ➤

data vist i tabell 1. Korrelasjonsanalysen viste sterk lineær sammenheng mellom konsentrasjonen av nøytrofile granulocytter målt med IFCM-metoden og målingene fra henholdsvis Sysmex XN, CellaVision DM96 og manuell mikroskopi av blodutstryk. Korrelasjonskoeffisienten varierte mellom 0,984 (CellaVision DM96 før omklassifisering av celler mot IFCM) og 0,998 (Sysmex XN mot IFCM) (tabell 2). Regresjonsanalysen viste at Sysmex XN, CellaVision DM96 etter omklassifisering av cellene og manuell mikroskopi av blodutstryk i gjennomsnitt målte høyere verdier av nøytrofile granulocytter enn IFCM-metoden. Verdiene fra CellaVision DM96 før omklassifisering av cellene var lavere enn verdiene fra IFCM-metoden (tabell 2). Bland-Altman analysen viste at gjennomsnittsdifferansen var minst i sammenligningen mellom Sysmex XN og IFCM, og størst i sammenligningen mellom CellaVision etter omklassifisering av cellene og IFCM (tabell 2). Spredningen av differansene er vist i figur 1. Spredningen av differansene og intervallet mellom nedre og øvre samsvarsgrense (LoA) var størst i sammenligningen mellom CellaVision DM96 før omklassifisering og IFCM (figur 1C). Her indikerer plottet at differansene varierer over måleområdet og at den observerte negative gjennomsnittsdifferansen i hovedsak kan tilskrives målinger over $15 \times 10^9/L$ nøytrofile granulocytter. De øvrige sammenligningene viste ingen tegn til proporsjonal skjevhet, men enkelte uteliggere ble observert. Nedre

TABELL 1: Median, gjennomsnitt og lavest og høyest konsentrasjon av nøytrofile granulocytter i 208 blodprøver fra voksne, hospitaliserte pasienter analysert med flowcytometrisk immunfenotyping og CytoDiff panel, Sysmex XN, manuell mikroskopering av blodutstryk i lysmikroskop og digital mikroskopering av blodutstryk med CellaVision DM96 før og etter omklassifisering.

Nøytrofile granulocytter	Median (x10 ⁹ /L)	Gjennomsnitt (x10 ⁹ /L)	Lavest målte verdi (x10 ⁹ /L)	Høyest målte verdi (x10 ⁹ /L)
IFCM med CytoDiff	3,67	8,08	0,02	86,29
Sysmex XN-9000	3,92	8,28	0,07	88,84
Manuell mikroskopi	3,78	8,46	0,04	85,91
CellaVision DM96 før omklassifisering	3,93	7,59	0,00	74,39
CellaVision DM96 etter omklassifisering	4,20	8,83	0,00	94,00

og øvre 95% samsvarsgrense (LoA) for sammenligningene er vist i tabell 2.

Nøytrofile granulocytter $<0,50 \times 10^9/L$ målt med IFCM og CytoDiff-panel

Totalt 33 av 41 relative differanser (80,1%) ble observert utenfor grensene for tillatt totalfeil i sammenligningen mellom Sysmex XN og IFCM (figur 2A). «WBC Abn Scattergram» ble rapportert for 19 av de 33 prøvene (58%). For manuell mikroskopi og CellaVision DM96 før og etter omklassifisering var antall relative differanser utenfor grensene henholdsvis 21 (51%), 28 (68%) og 24 (59%) (figur 2B-D).

Nøytrofile granulocytter $0,50 - 0,99 \times 10^9/L$ målt med IFCM og CytoDiff-panel

Totalt 2 av 14 relative differanser (14,3%)

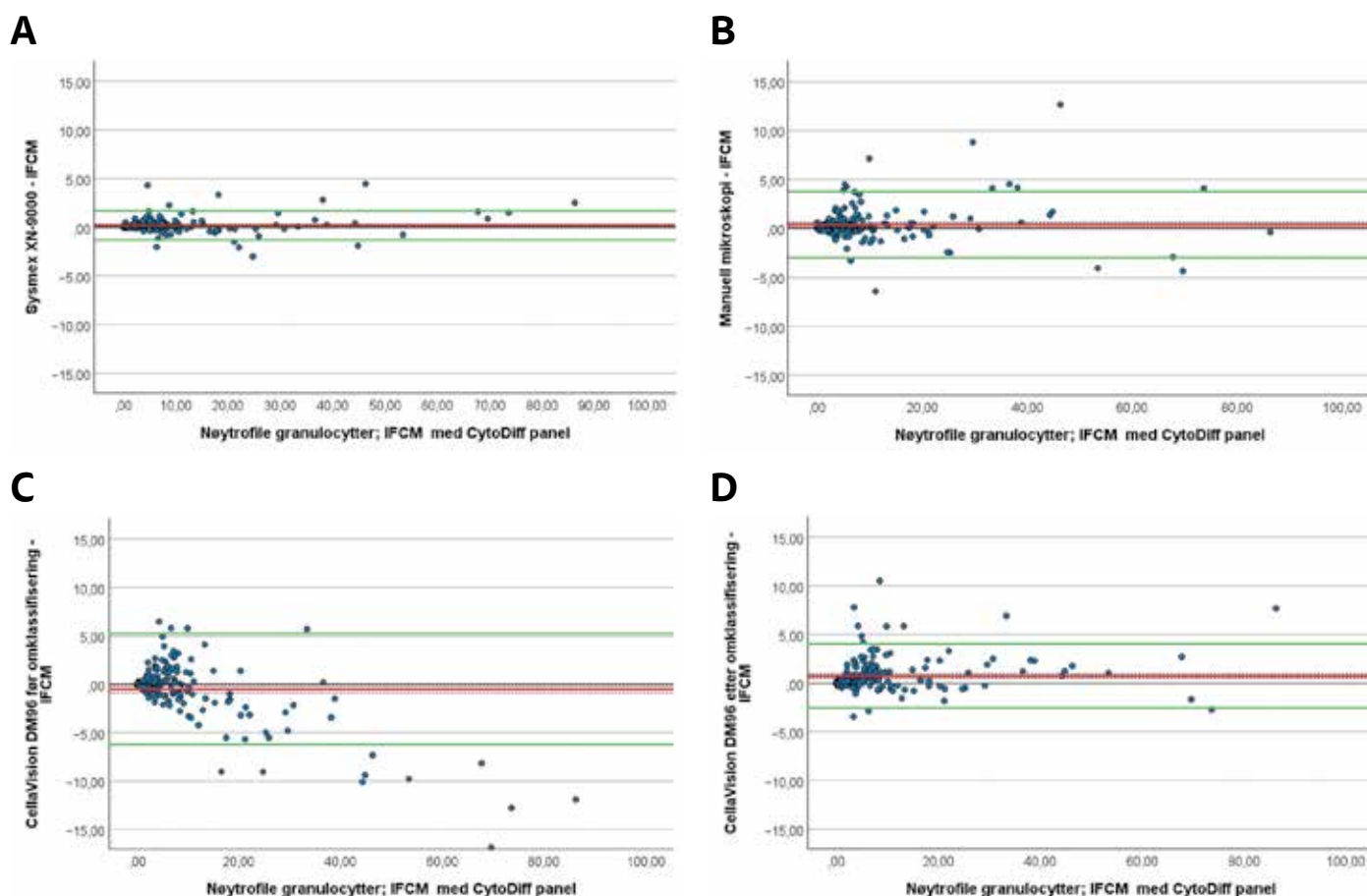
ble observert utenfor akseptgrensene for totalfeil i sammenligningen mellom Sysmex XN og IFCM (figur 2A). Ingen av prøvene med relativ differanse utenfor grensene ble rapportert med «WBC Abn Scattergram». For manuell mikroskopi og CellaVision DM96 før og etter omklassifisering var antall relative differanser utenfor grensene henholdsvis 5 (36%), 7 (50%) og 6 (43%) (figur 2B-D).

Nøytrofile granulocytter $1,00 - 86,29 \times 10^9/L$ målt med IFCM og CytoDiff-panel

Totalt 8 av 153 relative differanser (5,2%) ble observert utenfor akseptgrensene i sammenligningen mellom Sysmex XN og IFCM-metoden (figur 3A). «WBC Abn Scattergram» ble rapportert på 83 av 145 prøver (57%) med differanser

TABELL 2: Korrelasjonskoeffisient og regresjonsligning basert på ordinær lineær regresjon (OLR), samt gjennomsnittsforskjell og samsvarsgrenser (LoA) for sammenligningene av nøytrofile granulocytter fra henholdsvis Sysmex XN, manuell mikroskopi av blodutstryk i lysmikroskop og CellaVision DM96 før og etter omklassifisering mot IFCM med CytoDiff panel basert på Bland-Altman analyse. Totalt 208 blodprøver fra voksne, hospitaliserte pasienter er analysert.

Nøytrofile granulocytter (x10 ⁹ /L)	Korrelasjonskoeffisient (r)	OLR y= bx (95% KI) + a (95% KI)	Gjennomsnittsdifferanse (95% KI for gjennomsnittet) (x10 ⁹ /L)	Samsvarsgrense (LoA) (nedre - øvre) (x10 ⁹ /L)
Sysmex XN mot IFCM	0,998	y = 1,013 × (1,006 - 1,021) + 0,097 (-0,022 - 0,216)	0,21 (0,10 - 0,31)	-1,30 - 1,71
Manuell mikroskopi mot IFCM	0,992	y = 1,016 × (0,998 - 1,034) + 0,248 (-0,027 - 0,523)	0,38 (0,14 - 0,61)	-3,01 - 3,76
CellaVision DM96 før omklassifisering mot IFCM	0,984	y = 0,841 × (0,821 - 0,862) + 0,796 (0,475 - 1,117)	-0,49 (-0,88 - (-0,09))	-6,02 - 5,25
CellaVision DM96 etter omklassifisering mot IFCM	0,993	y = 1,027 × (1,010 - 1,044) + 0,529 (0,266 - 0,792)	0,75 (0,52 - 0,98)	-2,54 - 4,04



FIGUR 1: Bland-Altman plot viser konsentrasjonen av nøytrofile granulocytter ($\times 10^9/L$) målt med flowcytometrisk immunfenotyping med CytoDiff panel (IFCM) på x-aksen og den absolutte differansen i målt konsentrasjon mellom A) Sysmex XN-9000 og IFCM, B) manuell mikroskopi og IFCM, C) CellaVision DM96 før omklassifisering og IFCM og D) CellaVision DM96 etter omklassifisering og IFCM på y-aksen. Den røde linjen viser gjennomsnittet av differansene, de grå stiplede linjene viser 95% konfidensintervall for gjennomsnittet og de grønne linjene viser 95% grenser (LoA) for samsvar mellom de respektive metodene. Tall for gjennomsnittsdifferanser og samsvarsgrenser (LoA) er vist i tabell 2.

innenfor grensene og 6 av 8 prøver (75%) med differanser utenfor grensen for tillatt totalfeil. For manuell mikroskopi og CellaVision DM96 før og etter omklassifisering var antall relative differanser utenfor grensene henholdsvis 39 (25%), 71 (46%) og 54 (35%) (figur 3B-D).

Diagnostisk nøyaktighet

Krysstabellanalysen viste ingen sammenheng mellom rapportering av «WBC Abn Scattergram» og variabelen «relativ feil» ($p = 0,890$). Frekvensfordelingen er vist i tabell 3. Sensitiviteten og spesifisiteten til flagget ble beregnet til henholdsvis 0,58 (95% KI: 0,42-0,73) og 0,43 (95% KI: 0,35-0,51).

Diskusjon

I denne studien ble det undersøkt om nøytrofile granulocytterresultater merket

med stjerne kan rapporteres uten å undersøke blodutstryk når Sysmex XN melder «Blast/Abn Lympho?». Videre ble det evaluert om «WBC Abn Scattergram» gir nyttig informasjon om hvilke prøver som presumptivt trenger oppfølging med alternativ metode. Totalt ble 208 blodprøver analysert ved bruk av Sysmex XN, CellaVision DM96 og manuell mikroskopi av blodutstryk, og

sammenlignet med resultatene fra IFCM.

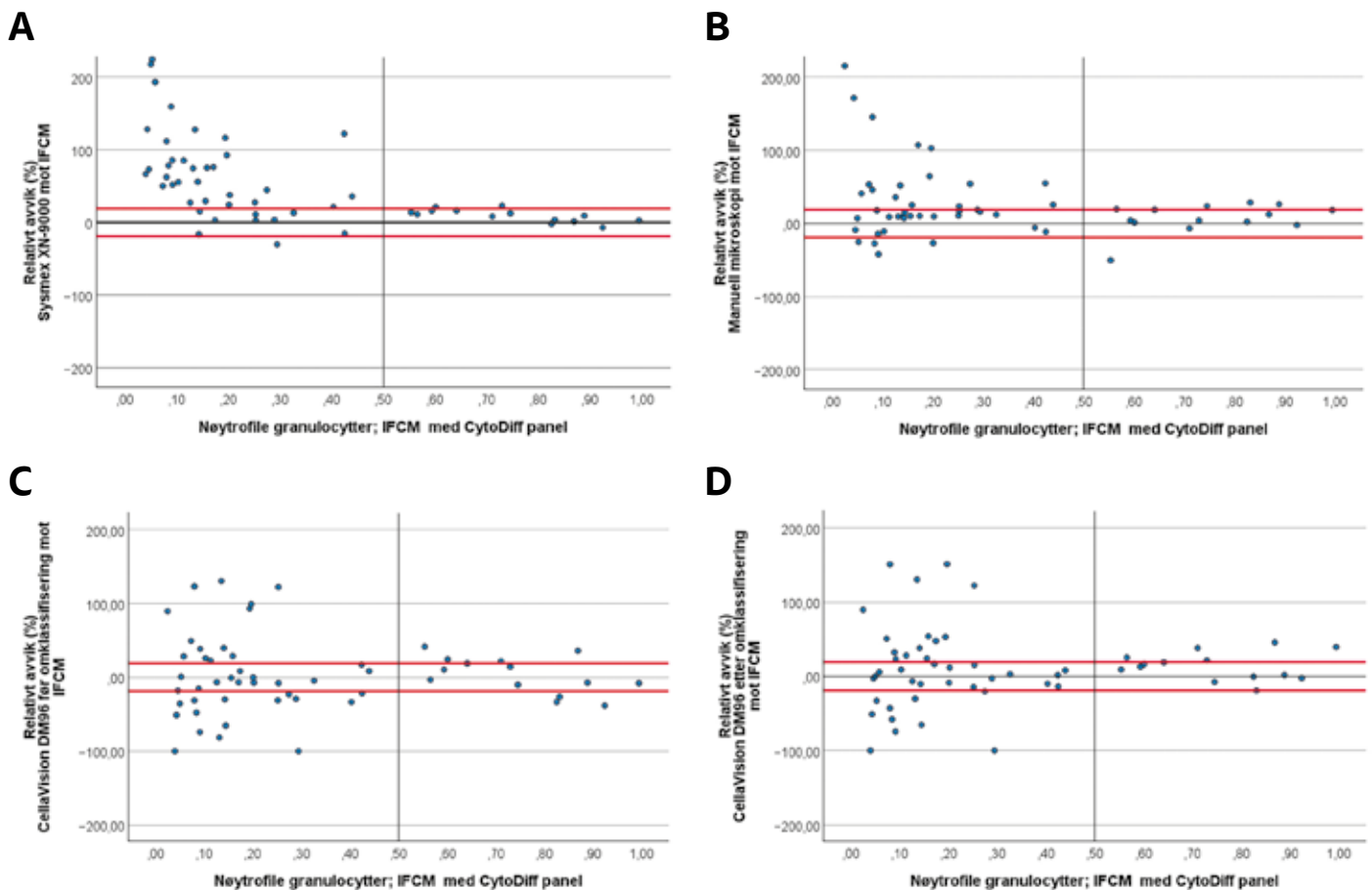
Det var god korrelasjon og høy grad av overensstemmelse mellom målingene fra Sysmex XN og IFCM for verdier i området $0,02-86,29 \times 10^9/L$.

For verdier i området $0,5-86,29 \times 10^9/L$ lå 6% av de relative differansene utenfor grensen for tillatt totalfeil. For verdier $< 0,5 \times 10^9/L$ overskred 80,1% av de relative differansene grensene, med de fleste og ➤

TABELL 3: Sammenheng mellom rapporteringen av flagget «WBC abn scattergram» og relativ feil i konsentrasjonen av nøytrofile granulocytter målt med Sysmex XN.

	Relativ differanse > TFtillatt	Relativ differanse < TFtillatt	Total
+ «WBC Abn Scattergram»	25	94	119
- «WBC Abn Scattergram»	18	71	89
Total	43	165	208

TF, totalfeil



FIGUR 2: Bland-Altman plot som viser konsentrasjonen av nøytrofile granulocytter under $1,00 \times 10^9/L$ målt med flowcytometrisk immunfenotyping med CytoDiff panel (IFCM) på x-aksen og den relative differansen i målt konsentrasjon mellom A) Sysmex XN-9000 og IFCM B) manuell mikroskopi og IFCM, C) CellaVision DM96 før omklassifisering og IFCM og D) CellaVision DM96 etter omklassifisering og IFCM på y-aksen. De røde linjene viser grensene for tillatt totalfeil (18,7%). Den sorte loddrette linjen indikerer konsentrasjonen $0,50 \times 10^9/L$.

største avvikene observert for verdier $< 0,2 \times 10^9/L$. Dette kan skyldes mindre presise målinger ved lave verdier (17), samt at relativ endring gir større tallverdier enn absolutte forskjeller ved lave forekomster.

Sysmex XN viste en høyere grad av nøyaktighet i målingen av nøytrofile granulocytter enn blodutstryksmetodene. Ved sammenligningen med IFCM var den gjennomsnittlige systematiske feilen mindre, og samsvarsgrensene betydelig snevrere enn for de øvrige metodene. Disse funnene indikerer at nøytrofile granulocytter kan rapporteres fra Sysmex XN, også i tilfeller der instrumentene indikerer usikre resultater knyttet til flagget «Blast/Abn Lympho?». Dette funnet samsvarer med tidligere studier som viser at nøytrofile granulocytter kan gis ut fra Sysmex-instrumentene ved tilstedeværelse av flagg (17, 18), og utfordrer nytteverdien av de gjeldende retningslinjene som anbefaler blodutstryk

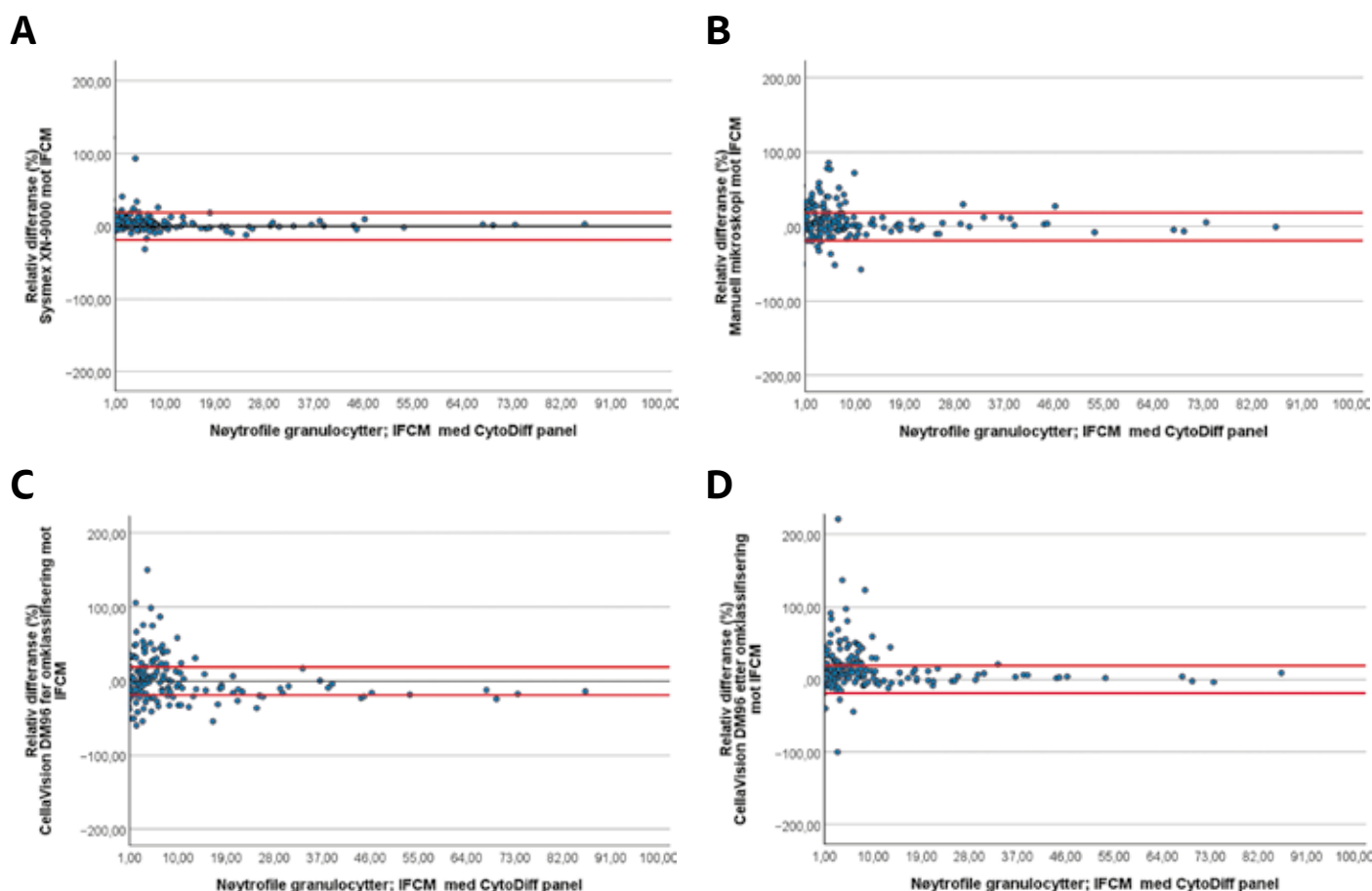
for verifikasjon av usikre resultater.

Pasienter med lave nivåer av nøytrofile granulocytter har økt infeksjonsrisiko, og ved alvorlig nøytropeni ($< 0,5 \times 10^9/L$) er dødeligheten høy. For verdier $< 0,5 \times 10^9/L$ var målingene usikre med alle de undersøkte metodene. Imidlertid indikerer resultatene at nøytrofile granulocytter $> 0,2 \times 10^9/L$ mest sannsynlig kan rapporteres fra Sysmex XN når «Blast/Abn Lympho?» rapporteres, uten behov for forsinkende bekreftelse i blodutstryk.

Å følge opp flagg og usikre resultater fra hematologiinstrumenter ved å undersøke blodutstryk er arbeidskrevende. I tillegg har metoden flere kjente feilkilder, inkludert feilklassifisering av celler, ujevn cellefordeling i utstryket samt en iboende statistisk usikkerhet i tellingene som følge av at et begrenset antall celler telles (19). Valget av passende laboratoriemetoder er derfor avgjørende for effektiv ressursutnyttelse i laboratoriet. Mange

laboratorier benytter i dag digitale verktøy, som for eksempel CellaVision, for å følge opp usikre resultater og flagg fra hematologiinstrumentene. Imidlertid eliminerer ikke slike verktøy usikkerheten i tellingene, da det vanligvis telles et tilsvarende lavt antall celler som ved manuell mikroskopi. I tillegg er det en begrensning ved at kun et begrenset område av utstryket vurderes.

Riktig bruk av laboratorieundersøkelser har vært et sentralt tema i laboratoriemiljøer i flere tiår. I 2023 ga Helse- og omsorgsdepartementet helseregionene i oppdrag å redusere overforbruk av laboratorie-, bilde- og radiologitjenester ved å iverksette tiltak som fremmer kunnskapsbasert praksis, kvalitet, bærekraft og effektiv ressursbruk (20). Overforbruk i en laboratoriekontekst omfatter ikke bare analyser som bestilles uten klinisk begrunnelse. For hver blodprøve som analyseres på et hematologiinstrument gene-



FIGUR 3: Bland-Altman plot som viser konsentrasjonen av nøytrofile granulocytter i området 1,00 til 100,00 $\times 10^9/L$ målt med flowcytometrisk immunfenotyping med CytoDiff panel (IFCM) på x-aksen og den relative differansen i målt konsentrasjon mellom A) Sysmex XN-9000 og IFCM B) manuell mikroskopi og IFCM, C) CellaVision DM96 før omklassifisering og IFCM og D) CellaVision DM96 etter omklassifisering og IFCM på y-aksen. De røde linjene viser grensene for tillatt totalfeil (18,7%).

rerer det flere titalls prøvesvar. Noen er bestilt av rekvirent, andre ikke. I tillegg vil det forekomme flagg og meldinger. Mange av disse har lav diagnostisk styrke (13, 21). Dette utgjør en betydelig etisk og ressursmessig utfordring. Spørsmål som ofte oppstår, inkluderer blant annet om laboratoriet skal følge opp stjernemerkede prøvesvar og flagg med alternative metoder. Hvordan skal disse i så fall følges opp? Skal flagg og ikke-bestilte analysesvar rapporteres til behandlende lege? Hvordan skal da legen forholde seg til denne informasjonen? Ansvar for kvalitet, bærekraft og effektiv ressursbruk kan ikke utelukkende tilskrives laboratoriene og kliniske avdelinger. Instrumentprodusenter og leverandører har også et vesentlig ansvar. Denne studien reiser spørsmål ved påliteligheten til stjernemerkingen av nøytrofile granulocytter analysert med Sysmex XN-serien.

Omfangsrike og defensive faglige retningslinjer representerer ytterligere en fak-

tor som bidrar til overaktivitet i laboratoriene. Sysmex XN-serien er utstyrt med et regelbasert valideringsverktøy som bygger på leverandørens erfaringer og publiserte retningslinjer (23). Vår studie viser at stjernemerkede nøytrofile granulocytter med fordel kan rapporteres fra Sysmex XN når prøven er merket med flagget «Blast/Abn Lympho?». Når det gjelder flagget «WBC Abn Scattergram», har tidligere studier antydnet at nøytrofile granulocytter kan rapporteres fra hematologiinstrumentet Sysmex XE-2100 når flagget er tilstede (17). Vår studie bekrefter denne antagelsen. Vi fant ingen statistisk signifikant sammenheng mellom unøyaktigheten i målingene av nøytrofile granulocytter (relativ målefeil) og rapporteringen av «WBC Abn Scattergram» ($p=0,890$).

Intensjonen med Sysmex XN-seriens regelbaserte valideringsverktøy er sannsynligvis å sikre generell høy kvalitet på prøveresultatene. Denne studien anty-

der imidlertid at flaggene «Blast/Abn Lympho?» og «WBC Abn Scattergram» er lite egnet til å identifisere usikre nøytrofile granulocytresultater. Målingene er mest sannsynlig pålitelige og oppfølging av stjernemerkingen med undersøkelse av blodutstryk fremstår som en driver for unødvendige undersøkelser. Laboratoriene bør derfor vurdere å etablere laboratoriespesifikke retningslinjer for å avgjøre hvilke flagg som kan ignoreres ved stjernemerkede resultater. Dette vil kunne gi færre kontroller i blodutstryk som igjen kan forkorte svartiden (18) og redusere forsinkelser i pasientenes behandling.

Det kan argumenteres for å vurdere blodutstryk ved tilstedeværelse av flagg for å påvise blaster eller tegn til lymfoproliferativ sykdom, der slik sykdom ikke tidligere er påvist. Tidligere studier har imidlertid vist at det er stor risiko for falsk negative resultater når blodutstryk benyttes for å påvise blaster (13).

Konklusjon

Et sentralt funn i denne studien er at Sysmex XN måler nøytrofile granulocytter med større nøyaktighet enn blodutstrykmetodene i blodprøver rapportert med flagget «Blast/Abn Lympho?». Verdier $\leq 0,5 \times 10^9$ nøytrofile granulocytter/L har sannsynligvis tilstrekkelig nøyaktighet til å identifisere alvorlig nøytropeni, og kan dermed rapporteres fra Sysmex XN uten behov for undersøkelse av blodutstryk. «WBC Abn Scattergram»-flagget gir ingen indikasjon på hvilke prøver som krever oppfølging med alternative metoder. «Gjør kloke valg»-kampanjen oppfordrer til begrenset bruk av undersøkelser som ikke har en klar nytteverdi for pasientene, og i laboratoriekontekst kan dette innebære å overse flagg med lav diagnostisk nøyaktighet. Laboratoriespesifikke retningslinjer kan være veien å gå for å redusere overaktivitet og frigjøre kapasitet i laboratoriene. Vår studie indikerer at stjernemerkede nøytrofile granulocytter merket med «WBC Abn Scattergram»-flagget kan rapporteres fra Sysmex XN uten annen oppfølging. Det kan forkorte svartiden og spare ressurser. ■

Forfatterens bidrag

HE utformet studien, analyserte dataene, utførte statistiske analyser og utarbeidet manuskriptet. RMG deltok i diskusjon av resultatene og hjalp til med utforming av manuskriptet. JMA deltok i diskusjon av resultatene og hjalp til med utforming av manuskriptet.

Interessekonflikter

Ingen interessekonflikter

Referanser

1. Gjør kloke valg: <https://www.legeforeningen.no/kloke-valg/> (29.3.2025).
2. NOKLUS. Anbefalinger: Når bør det lages blodutstryk basert på celltellinger og/eller flagg fra hematologiinstrumenter?: https://www.noklus.no/media/qvvggqae/anbefalinger-29jan19_rev-2021.pdf (27.3.2025).
3. International Society for Laboratory Hematology. Consensus guidelines: Rules: https://www.islh.org/web/consensus_rules.php (27.3.2025).
4. Laboratoriehåndbok (SiV). Nøytrofile (nøytrofile granulocytter): <https://metodebok.no/index.php?action=topic&item=BuNHDajz> (27.3.2025).
5. Sysmex. XN-Series Flagging Interpretation Guide. Version 2. Norderstedt: Sysmex Europe SE: 2022.
6. Briggs C, Longair I, Kumar P, Singh D, Machin SJ. Performance evaluation of the Sysmex haematology XN modular system. *J Clin Pathol*. 2012;65(11):1024-30.
7. Barnes PW, McFadden SL, Machin SJ, Simson E. The international consensus group for hematology review: suggested criteria for action following automated CBC and WBC differential analysis. *Lab Hematol*. 2005;11(2):83-90.
8. Gulati G, Song J, Florea AD, Gong J. Purpose and criteria for blood smear scan, blood smear examination, and blood smear review. *Ann Lab Med*. 2013;33(1):1-7.
9. Geneviève F, Galois A, Mercier-Bataille D, Wagner-Ballon O, Trimoreau F, Fenneteau O, et al. Smear microscopy revision: propositions by the GFHC. *Feuill Biol*. 2014;4:317-25.
10. Cornet E, Perol J-P, Troussard X. Performance evaluation and relevance of CellaVisionTMDM96 system i routine analysis and in patients with malignant hematological diseases. *Int J Lab Hematol*. 2008;30:536-42.
11. Briggs C, Culp N, Davis B, d'Onofrio G, Zini G, Machin S. ICSH guidelines for the evaluation of blood cell analysers including those used for differential leucocyte and reticulocyte counting. *Int J Lab Hematol*. 2014;36(6):613-27.
12. CLSI. Reference Leukocyte (WBC) Differential Count (Proportional) and Evaluation of Instrumental Methods; Approved Standard—Second Edition. CLSI document H20-A2. Clinical and Laboratory Standards Institute; Wayne, Pennsylvania: 2007.
13. Eilertsen H, Sæther PC, Henriksson CE, Petersen AS, Hagve TA. Evaluation of the detection of blasts by Sysmex hematology instruments, CellaVision DM96, and manual microscopy using flow cytometry as the confirmatory method. *Int J Lab Hematol*. 2019;41(3):338-44.
14. European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine. Neutrophils: <https://biologicalvariation.eu/search?query=Neutrophils> (19.2.2025).
15. Norsk forening for infeksjonsmedisin. Febril nøytropeni: <https://metodebok.no/index.php?action=topic&item=Nyiu89RV> (27.3.2025).
16. Galen RS, Gambino SR. Sensitivity, specificity, prevalence and incidence. I: Galen RS, Gambino SR, red. Beyond normality: the predictive value and efficiency of medical diagnosis. New York: Wiley; 1977.
17. Amundsen EK, Urdal P, Hagve T-A, Holthe MR, Henriksson CE. Absolute neutrophil counts from automated hematology instruments are accurate and precise even at very low levels. *Am J Clin Pathol*. 2012;137(6):862-9.
18. Linko-Parvinen AM, Turkia H. Reporting Sysmex XN Absolute Neutrophil Count in Samples with Leukocyte Analyzer Flagging. *Lab Med*. 2021;52(2):168-73.
19. Bain B. Blood Cells: A Practical Guide. 5. utgave. UK: John Wiley & Sons Ltd; 2015.
20. Oppdragsdokument 2023 Helse Vest RHF. Oslo: Helse- og omsorgsdepartementet; 2023.
21. Eilertsen H, Hagve TA. Do the flags related to immature granulocytes reported by the Sysmex XE-5000 warrant a microscopic slide review? *Am J Clin Pathol*. 2014;142(4):553-60.
22. Størdal K, Hjørleifsson S. Fem år med Gjør kloke valg-hjelper det? *Tidsskr Nor Legeforen*. 2023;143.
23. Sysmex. The new Sysmex rule set of the Extended IPU implements biomedical validation rules according to peer-reviewed recommendations: https://www.sysmex-mea.com/fileadmin/media/fl00/Academy/Documents/SEED/Sysmex_SEED_Haematology_Biomedical_Validation.pdf (27.3.2025).

Om forfatterne



Heidi Eilertsen: Bioingeniør, PhD, Førsteamanuensis ved Fakultet for helsevitenskap, institutt for naturvitenskaplige helsefag, Bioingeniørutdanningen, OsloMet



Runa Marie Grimholt: Bioingeniør, PhD, Førsteamanuensis ved Fakultet for helsevitenskap, institutt for naturvitenskaplige helsefag, Bioingeniørutdanningen, OsloMet. Forsker ved Avdeling for medisinsk biokjemi, Oslo Universitetssykehus



Jorunn Marie Andersen: Bioingeniør, PhD, Førsteamanuensis ved Fakultet for helsevitenskap, institutt for naturvitenskaplige helsefag, Bioingeniørutdanningen, OsloMet



ChemSupport AS

- Supplier of high end research
chemicals and isotopes

Authorized distributor of:



Promega



Gia Deyab

Bioingeniør og rådgiver IKT i Sykehuspartner



Marte Rognstad Jenssen

Bioingeniør og rådgiver IKT i Sykehuspartner



Foto: Luca Kleve Ruud

Dagens laboratorier er ikke lenger bare rom med reagensrør og mikroskoper – de er høyteknologiske miljøer med automasjonslinjer, avanserte IT-systemer og stadig økende krav til datasikkerhet, skriver kronikkforfatterne.

Fremtidens bioingeniør bygger bro mellom laboratoriet og teknologien

I en tid der helsesektoren digitaliseres i rekordfart, spiller bioingeniører med IKT-kunnskap en stadig viktigere rolle.

Bioingeniører er «kravstore». Vi er opptatt av kvalitet og pasientsikkerhet. Laboratorieundersøkelser ligger til grunn for rundt 70 prosent av medisinske beslutninger. Dette er et oppdrag vi tar på alvor.

Bioingeniører snakker et språk som er spesifikt – og kanskje er det nettopp dette

som binder oss sammen. Som uteksaminerte bioingeniører fra Norge, deler vi et felles mål om å levere på kvalitet for pasientens beste, uansett hvor vi jobber. Presisjon, dokumentasjon og faglig integritet er kjernen i alt vi gjør. Disse verdiene lever også i beste velgående hos bioingeniøren på informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT)-siden av laboratorietjenesten i Norge.

Laboratorieverdenen er i endring. Automatisering har skutt fart de siste årene, og dagens laboratorier er ikke lenger bare rom med reagensrør og mikroskoper – de er høyteknologiske miljøer

med automasjonslinjer, avanserte IT-systemer og stadig økende krav til datasikkerhet. Utviklingen av LIMS (Laboratory Information Management System) skjer kontinuerlig, og behovet for bioingeniører med IKT-kompetanse har aldri vært større.

Bioingeniøren og den teknologiske utviklingen

I utdanningen vår får vi solid kunnskap i laboratoriefag som immunologi, biokjemi og mikrobiologi – dette gir oss et sterkt fundament for samfunnsoppdraget vårt. Men i takt med digitaliseringen

og fremveksten av kunstig intelligens (KI), må vi stille spørsmålet: Er det på tide å inkludere IKT som en integrert del av bioingeniørutdanningen?

Flere av sykehuslaboratoriene tok tidlig i bruk digitaliserte fagsystem og LIMS ble uunnværlig. Deretter tok man i bruk den første formen for KI, nemlig auto-validering av prøvesvar. Digitaliseringen har blitt viktig for å opprettholde kvalitet og pasient-sikkerhet til tross for stadig økende belastning på laboratoriet, men med digitaliseringen kom også behovet for IT-kompetanse.

Vi trenger bioingeniører som både forstår laboratoriefaget og IT – ikke bare for å bruke systemene, men også for å utvikle og forbedre dem. Vi ser nå at KI raskt tar mer plass i hverdagen og blir stadig mer brukt i diagnostikken. Derfor

må vi være forberedt på dette møtet ved å få bedre forståelse for IKT og KI allerede før vi trer inn i arbeidslivet.

Sykehuspartner og bioingeniørrollen
Sykehuspartner, etablert i 2003, fikk et oppdrag fra Helse Sør-Øst (HSØ) der

målet var å redusere kostnadene til administrasjon og friggi tid til pasientbehandlingen. I tillegg har Sykehuspartner spilt en sentral rolle i utviklingen av IKT-tjenester i HSØ. Med Norges største IKT-helse-

faglige prosjektmiljø, er det naturlig at også bioingeniøren finner en plass her. Vi ser nå en økende andel bioingeniører som jobber i Sykehuspartner – og det gir resultater.

Bioingeniører med laboratorieerfaring

og IKT-kompetanse har en unik evne til å se helheten. De forstår både det kliniske behovet og de tekniske løsningene. De snakker samme språk som laboratoriet – og det gjør kommunikasjonen mer effektiv, mer presis og mer verdiskapende.

Veien videre – utdanning for fremtiden

Skal vi møte fremtidens behov, må vi tenke nytt. Bioingeniørutdanningen bør inkludere emner innen IKT, datasikkerhet og kanskje til og med grunnleggende programmering. Dette vil gi oss verktøyene vi trenger for å forstå, påvirke og forbedre de digitale løsningene vi jobber med hver dag.

Vår kjernekompetanse skal selvfølgelig bevares, for som min tidligere kollega sa «IT kan læres, bioingeniørfaget må man bli utdannet i».

Fremtidens bioingeniør vil bli brobygger mellom laboratoriet og teknologien. I en tid der helsesektoren digitaliseres i rekordfart er det viktig at vi tar en aktiv rolle i møtet med fremtidens laboratorietilværelse. ■



Bioingeniørutdanningen bør inkludere emner innen IKT, datasikkerhet og kanskje til og med grunnleggende programmering.

Axlab Nuf

Axlab Nuf er din partner for innovative løsninger innen laboratiemedisin. Med 30 års ekspertise innen histologi og et sterkt fokus på presisjon og avansert teknologi jobber vi for å tilby løsninger som fremmer både suksess og effektivitet.

Vårt dedikerte team av høyt kvalifiserte spesialister er klare til å utforme og implementere skreddersydde løsninger som oppfyller deres spesifikke behov og ambisjoner.

Besøk vår stand på LabDays den 22-23 oktober i i Oslo, eller kontakt oss direkte for videre diskusjon.

Axlab.no



Kathleen Heck
Produktspesialist i Norge
kathleen.heck@axlab.no



Matt Anderton
Business Director
matt.anderton@axlab.co.uk

Velkommen til vår

Innovasjonsdag

Her kan du utveksle kunnskap og oppdage fremtidens løsninger.

Sted: Oslo
Dato: 21. oktober 2025



SENTINEL

En banebrytende løsningen for grovprøver utviklet i samarbeid mellom histoteknikere og AI-eksperter. Det AI-drevne augmentasjonssystemet sikrer rask, effektiv og nøyaktig beskjæring.



A550

En avansert helautomatisk mikrotom som forbedrer både brukerens arbeidsflyt og snittkvaliteten gjennom sitt ergonomiske design.

SUREPRINT C7

Laserkassettskriver som leverer eksepsjonell presisjon og holdbar merking for skarpe og pålitelige utskrifter. Ideell for utskrift ved behov.



Axlab Academy dag

Temadag om metoder for å optimalisere dehydrering av vevsprøver på patologilaboratoriet.

Sted: Göteborg
Dato: 18. november 2025



Blodkultur i to stikk – mer skade enn nytte?

Som bioingeniør er noe av det mest uforståelige jeg gjør å ta prøver til blodkultur. Jeg sliter med å forklare for pasienten hvorfor jeg skal ta prøven i to stikk, for jeg forstår det ikke selv. Det er tross alt det samme blodet i både høyre og venstre arm.

Eva Kristine Fladhus

Bioingeniør, Oslo universitetssykehus

En forklaring på «tostikksregelen» (også kalt «multisite sampling» (MSS)) er at stikk nummer to fungerer som en kontroll på stikk nummer én. Dersom det ikke ble vasket godt nok før stikk nummer én, så kanskje det i det minste er vasket godt nok på neste stikk. Dersom det ene settet er positivt og det andre er negativt, så kan vi konkludere med falsk positiv (med mindre ett av settene er underfylt eller overfylt). Og dersom begge er positive, men inneholder ulike typer hudbakterier, så gir dette også informasjon om preanalytiske feil.

Men, hva om sett én og sett to tas i samme stikk («single-site sampling» (SSS)) – vil ikke sett nummer to utgjøre en like bra eller bedre kontroll som ved to stikk? Da har de første dråpene, som kan inneholde forurensning fra huden, landet trygt i flaske nummer én, og prøvetakingsutstyret er godt «skylt igjennom» av friskt blod.

Falsk positiv skaper forsinkelser

Det aller beste er naturligvis å unngå den falske positive i utgangspunktet, for den



Illustrasjonsfoto: Annette Larsen

forsinker diagnostiseringen, øker risikoen for unødvendig antibiotikabehandling og gir pasienten flere unødvendige døgn på sykehus – og sykehusdøgn er dyre. På sykehus som ikke har egne mikrobiologilaboratorier eller metoder for

hurtigidentifisering, må den positive blodkulturflasken sendes til et større sykehus for identifisering. Det kan ta lang tid – særlig i nord, hvor fly- og biltrafikk avhenger sterkt av været.

I tillegg kan «tostikks-

metoden»/MSS gi flere falske negative blodkulturer, fordi det oftere skjer at blodkulturflaskene blir underfylt. Heldigvis ser jeg at flere sykehuslaboratorier presiserer i sine prosedyrer at det viktigste er å få tilstrekkelig mengde blod (altså å fylle begge settene godt nok), og ikke å stikke pasienten to ganger.

Er kasteglass løsningen?

Så, hvordan kan vi redusere antallet falske positive og falske negative blodkulturer, spare tid, forebygge antibiotikaresistens og spare pasienten for ekstra ubehag? Vi må sørge for at de første dråpene med blod, de som mest sannsynlig inneholder forurensning, ikke havner i blodkulturflaskene. Det finnes dyre løsninger, som en egen butterfly med såkalt «Initial Specimen Diversion Device» – en slags «lomme» hvor det første blodet samles. Men en effektiv og billig løsning, som det også er gjennomført studier på, er rett og slett bruk av kasteglass.

Et kasteglass er et glass uten tilsetning, som desinfiseres på samme måte som blodkulturflaskene. Kasteglasset fylles først, deretter blodkulturflaskene. Dersom det uansett skal tas flere blodprøver, så kan et av de andre blodprøveglassene – for eksempel et serumrør – tas først.

Kanskje det er noen laboratorier der ute som har lyst til å gjennomføre en studie på dette? ■

Vi må tørre å si nei!

Ja, vi trenger oppgavedeling. Men vi må si nei, hvis det går ut over pasientsikkerheten.



MAREN ØVERSETH

Medlem av yrkesetisk råd i NITO BFI

Det er mangel på bioingeniører i Norge og mangelen merkes særlig godt på sykehuslaboratoriene. Vi som jobber i helsevesenet har merket dette en stund, og ifølge Navs bedriftsundersøkelse (2024) er mangelen fortsatt økende. Dette fører med seg mange etiske dilemmaer og skaper behov for omprioriteringer på laboratoriene. Er det mulig å organisere arbeidet på laboratoriene på en annen måte? Er det behov for oppgavedeling og ansettelse av yrkesgrupper med en annen kompetanse?

Svaret på dette er selvfølgelig ja. Vi trenger oppgavedeling og vi trenger å se på løsninger som krever færre bioingeniører i fremtiden. Men hvordan gjør vi det, uten at det får negative konsekvenser for pasientsikkerheten og profesjonen vår?

I tillegg til at oppgavedeling må skje innenfor lovverket og autorisasjonsordningens krav, har vi også yrkesetiske retningslinjer vi må ta hensyn til. De yrkesetiske retningslinjene sier at bioingeniører skal respektere pasientens liv, verdighet og rett til informert samtykke, samt behandle biologisk prøvemateriale med respekt. Vi skal være lojale mot arbeidsstedets prosedyrer, så lenge de samsvarer med etiske retningslinjer, og melde fra ved avvik. Samarbeid og respekt for andre yrkesgruppers fagområder er grunnleggende. Vi har

også et viktig samfunnsansvar og skal arbeide for en god ressursutnyttelse i laboratoriene.

Den tynne hvite linjen

På den andre siden – noen ganger må vi likevel tørre å si nei! I TV-serien «Den tynne blå linjen» møter vi politiets dilemmaer. Mangel på bioingeniører skaper dilemmaer i helsesektoren, og det krever stadig mer av lederne våre. Det er deres ansvar å sikre at oppgavedelingen ikke går på bekostning av hverken pasientsikkerheten eller de ansatte. Det er viktig at ledere tør å si nei til å utføre oppgaver,

når det ikke er kvalifiserte folk til å utføre dem. Selv om ledelsen har det faglige og overordnede ansvaret på laboratoriene, så er det vi som jobber på gulvet som blir stående i skuddlinja den dagen noen har forbyttet prøver eller gitt ut feil prøvesvar.

Oppgavedeling skal være en prosess der utvalgte oppgaver eller prosedyrer overføres fra bioingeniører til en annen helsepersonellgruppe, som oftest helsepersonell med lavere kompetansenivå. Denne oppgavedelingen må ikke gå ut over kvaliteten på laboratorietjenestene, og det er derfor viktig med risikovurderinger for å se om deling av gitte oppgaver er forsvarlig. Er det for eksempel forsvarlig å la en bioingeniørstudent utgi svar fra et avansert analyseinstrument?

Å vite hva vi ikke vet

Når vi i yrkesetisk råd er ute hos medlemmene og spiller etikkspillet, snakker vi om faglig integritet. Integritet handler om å opptre i tråd med egne verdier og å følge arbeidsplassens regler. En spilldeltaker sa det så godt en gang: «For meg handler integritet også om å vite hva vi ikke vet». Eller sagt på en annen måte – innse sine egne begrensninger.

En student vet for eksempel ikke hva hen ikke vet, eller ikke har lært enda. Og som autoriserte bioingeniører er det viktig at vi tenker på nettopp det, før vi gir studenten et ansvar som helsepersonell, med alt hva det innebærer.

NITO BFI er i skrivende stund i sluttfasen av et prosjekt om å lage et policydokument som handler om oppgavedeling, autorisasjon og kjerneoppgaver. Dette vil forhåpentligvis tydeliggjøre de lovmessige krav og vurderinger som må gjøres for å sørge for faglig forsvarlig oppgavedeling, og kanskje gjøre det lettere å manøvrere i lovverket og ta kloke beslutninger. ■



Det er vi som jobber på gulvet som blir stående i skuddlinja den dagen noen har forbyttet prøver eller gitt ut feil prøvesvar.



Foto: Luca Kleve Ruud

I skvis mellom krav og forventninger

Finn smartere løsninger og driv laben mer effektivt! Pass på at medarbeiderne trives på jobb! Hvordan kan mellomlederen vie nok tid og oppmerksomhet til sine mange oppgaver?



KAREN RAAEN ROLAND

Medlem av NITO BFIs fagstyre

Helsevesenet er inne i en tid hvor det kreves mer av oss enn noen gang før. Den eldste pasientgruppen blir bare større og større, samtidig som vi blir færre yrkesaktive til å utføre helsevesenets

oppgaver. Hvis vi skal kunne tilby de samme laboratorietjenestene, med like god kvalitet i årene som kommer, så vet vi at vi må jobbe annerledes enn det vi gjør i dag. Som mellomleder kommer jeg stadig i dilemmaer om hvilke prioriteringer jeg må gjøre, for å nå målene som ligger foran oss.

Engasjerte medarbeidere er gull!

På den ene siden blir vi som ledere utfordret på å være mer innovative, finne smartere løsninger for logistikk og drift og sørge for at vi øker vår digitale kompetanse i laboratoriene. Vi må jobbe systematisk med kompetanse-kartlegging, og utvikle medarbeiderne slik at de til enhver tid har relevant kunnskap. Vi må også sette av tid til å være gode, trygge og lærerike praksis-institusjoner for våre studenter. Det er de som er morgendagens bioingeniører,

og det er vårt ansvar at fremtidens laboratorier har medarbeidere med riktig kompetanse og ekspertise.

På den andre siden må en leder være opptatt av utvikling av organisasjonen og de medarbeiderne som jobber hos oss her og nå. Er det en ting vi trenger for å nå målene om omstilling, så er det motiverte ansatte med høy jobbtidfredshet og med et ønske om å yte det aller beste. Har vi ikke «gjengen vår» med oss, så kan vi bare glemme alt sammen. Engasjerte medarbeidere som trives på jobb, er «gullet» i enhver organisasjon. Vi må skape trygghet i arbeidsmiljøet slik at vi kommuniserer godt, også når vi er uenige, og vi må legge til rette for at ansatte får autonomi med ansvar og kontroll over egen arbeidssituasjon. Hvordan skal vi som mellomledere klare å prioritere tiden vår riktig?

Den vanskelige balansen

Som laboratorieleider dras jeg mellom alle slags oppgaver. I en travel arbeidshverdag, må jeg stadig vurdere hvor mye av tiden min jeg skal bruke

på dagens oppgaver og medarbeidernes behov her og nå, og hvor mye tid skal jeg bruke på fremtidige problemstillinger og de lange linjene. Det er ikke uvanlig at jeg på slutten av en travel arbeidsuke funderer

litt på om jeg har brukt tiden min på de «rette» oppgavene, og om jeg skulle ha gjort andre prioriteringer?



Har vi ikke «gjengen vår» med oss, så kan vi bare glemme alt sammen.

Etisk refleksjon kan hjelpe oss

Som medlem av fagstyret har jeg blitt bedre kjent med vårt yrkesetiske råd (YER), og sett hvordan de jobber med og reflekterer rundt etikk i bioingeniørfaget. Dette har vært veldig lærerikt og inspirerende. Som leder har jeg blitt mer bevisst over at jeg ofte

står i etiske dilemmaer, når jeg må ta mine avgjørelser og prioriteringer i en hektisk arbeidshverdag. Her har jeg lyst til å trekke fram etikkspillet, som YER har vært med på å utvikle. Her finnes

oppgaver om etisk refleksjon og hvordan vi kan begrunne våre valg. Et dilemma handler om å velge mellom to løsninger som begge er vanskelige. Hvem går det utover hvis

jeg konsentrerer meg mer om én bestemt oppgave, framfor en annen? Hvilke lover og regler er jeg bundet av? Hvilke konsekvenser får det hvis jeg prioriterer på denne måten? Jeg oppfordrer deg til å ta en titt på etikkheftet som YER har utarbeidet, der du kan lære mer om dette.

Å begrunne mine valg

Som ledere må vi alltid planlegge med lang nok horisont og ha et stort fokus på innovasjon og utvikling. Samtidig må

vi sette av nok tid og oppmerksomhet til de flotte medarbeiderne som vi har i helsetjenesten i dag. Våre ansatte fortjener å ha opplagte, motiverte og inspirerende ledere som legger til rette for utvikling, samhandling og trygghet på arbeidsplassen. Da er det viktig at vi ikke tapper batteriet vårt fullstendig i skvisen om å imøtekomme alle krav.

Selv om hverdagen vår er travel, er det viktig at vi tar et par skritt tilbake og reflekterer over hvilke dilemma vi står i, hvilket handlingsrom vi har og hvilke løsninger som ligger foran oss. Det er min jobb som leder å velge det jeg mener gir best resultat, basert på mine verdier og mitt mandat.

Jeg tror en mer bevisst refleksjon over vanskelig valg, vil gjøre oss som ledere tryggere i de mange avgjørelsene vi må ta på vår vakt. Med en slik refleksjonsøvelse kan jeg lettere begrunne mine valg, både for mine medarbeidere, mine overordnede – og ikke minst for meg selv. ■

FLEXI SHELF SYSTEM

Ser du etter fleksibilitet ved vask av laboratorie utstyr?

Vi har løsningen

Våre uttrekbare hylleløsninger i lab oppvaskmaskinene er laget for at hverdagen skal bli enklere i laboratoriet

- ✓ Enkel tilgang til alle hyllenivåer
- ✓ Rask og ergonomisk innlasting
- ✓ Enkel tilpassing for vask av forskjellig utstyr samtidig

Vil du vite mer?

Besøk oss på LabDays Oslo Stand 79
22.-23. oktober

Eller besøk vår hjemmeside www.ken.no
Kontakt oss på ken-no@ken.no • +47 22 79 33 00

KEN HYGIENE SYSTEMS®



En prosedyrerytter saler av

Fra rebell til fagnerd på 1-2-3! Bioingeniørkarrieren til Astrid-Mette Husøy har vært spekket med prosedyrer og bøker – men nå blir det stadig mer tid til å trene i trikot.

Av Heidi Strand

Hun er stolt av å være bioingeniør, og trykker prosedyrer til sitt bryst. Men ingen er bare én ting – Astrid-Mette Husøy er mange.

– Hva er ditt forhold til prosedyrer?

– Jeg liker dem veldig godt, og har skrevet flere. Prosedyrer er veldig viktige for pasientsikkerheten, og for at vi skal få god kvalitet på blodprøvesvarene våre. Dersom vi standardiserer arbeidet vårt ved å følge felles prosedyrer, reduserer det risikoen for å gjøre feil.

– Det høres fint ut, men leser folk prosedyrer?

– Forskning viser dessverre at lange og detaljerte prosedyrer ikke blir lest. Skal man heller lage korte prosedyrer som går rett på sak: «Identifiser pasienten!», «sett på stasen!» –

bam!bam!? Eller ha én lang for nybegynnere og én kort for de erfarne? Nei, dette er problematisk og dilemmaet ligger i detaljene. – Men hvis prosedyrene ikke leses, hvordan kan de da følges?

– Det kan du si. En europeisk undersøkelse jeg var med på i 2013 viste at norske bioingeniører, helsesekretærer og sykepleiere gjorde 26 prosent feil i prøvetakingssituasjoner. Det er mye!

– Hva slags feil gjorde nordmenn?

– De fleste var knyttet til ID-sikring og merking av prøverør – noe som kan få alvorlige konsekvenser, som forbyttning av prøver, feil diagnose og feil behandling.

Det har vært forsket mye på preanalyse de siste tjue årene. I dag vet vi at

NAVN: Astrid-Mette Husøy

ALDER: 68 år

STILLING: Pensjonist og emerita ved Høgskolen på Vestlandet (HVL). Har nylig gitt ut fjerde utgave av boka «Blodprøvetaking i praksis».

preanalytiske feil er de vanligste feilene som gjøres, og vi vet også mye mer om hvordan feil oppstår, og hvilke konsekvenser det kan få. Vi kan si at erfaringsbasert kunnskap erstattes med kunnskapsbasert praksis.

– Skilte undersøkelsen mellom de ulike yrkesgruppene?

– Ja, og bioingeniørene gjorde færre feil enn sykepleierne og helsesekretærene. Det viser at det er tydelig forskjell på yrkesgruppene og opplæringen de har fått.

«Vi pleier å gjøre det slik ...»

– Hva tenker du om oppgavedeling og jobbglidning?

– Det er jo ikke genetisk bestemt at det bare er de som blir bioingeniører som

kan ta blodprøver. Både sykepleiere og helsesekretærer er flinke og opptatt av kvalitet, og kan selvfølgelig lære å ta blodprøver. Men det forutsetter god opplæring og at prosedyrene leses og forstås.

– Tror du vi er flinkere til

å lese og følge prosedyrer i dag?

– Tja, tjo – det er jo en holdning i helsevesenet nå om at det er viktig å ha fagkunnskap. Men jeg tror dessverre at vi fremdeles gjør en del feil.

– Hvorfor det?

– Det kan være at man har det for travelt. Men hvis man ikke tar seg tid til å følge prosedyrene eller har manglende forståelse for hvilke konsekvenser det gir – kan det gi økt risiko for feil.

Andre grunner til at prosedyrer ikke følges er holdninger til retningslinjer,

tradisjon og mangel på kunnskap. «Vi pleier å gjøre det slik ...» legger hindringer i veien for det å følge prosedyrer, viser forskning fra Sverige.

Prosedyre i bokform

– Du er aktuell med fjerde utgave av boka «Blodprøvetaking i praksis». Hva inspirerte deg til å skrive boka da den for første gang ble utgitt i 2005?

– Som førsteamanuensis på bioingeniørutdanninga i Bergen hadde jeg ansvaret for blodprøvetaking. Da studentene kom forvirret tilbake fra praksis og fortalte om hvor ulikt dette gjøres på labene og legekontorene, tenkte jeg: «Her må noe gjøres! Noen må skrive en prosedyre!»

– Skrev du den prosedyren?

– Nei, men jeg satte en gruppe studenter til å skrive prosjektoppgave om prosedyre for venøs blodprøvetaking – og det ble en fantastisk oppgave! Senere ble den utgangspunkt for et kompendium vi laget til studentene på høgskolen, som vi jobbet videre med.

– Og til slutt ble det ei bok?

– Ja, vi dro fra forlag til forlag for å se om noen ville publisere den – og fikk til slutt napp hos Akribe – sykepleiernes fagbokforlag, som senere ble en del av Cappelen Damm. Det var en lang prosess, men boka gikk i trykken.

Pasientcaser til refleksjon

– Så kom andre utgave i 2013, tredje i 2018 og nå fjerde utgave i 2025. Hva endret seg i løpet av disse årene?

– Den teknisk utførelsen av å ta blodprøver har egentlig ikke endret seg mye. Vi har fått sikkerhetskanyler og kanyler som gir blodsvar, så selve prøvetakingsutstyret har forbedret seg. Hygieneregningslinjer og bruk av hansker er stadig omdiskutert, og her anbefaler vi i hovedsak Folkehelseinstituttets (FHI) retningslinjer.

– Hva med selve bøkene?

– Vi har forsøkt å forbedre de nye utgavene, og målet er å forklare og begrunne hvorfor blodprøveprosedyren er som den er.

I den siste utgaven er det mange fagmiljø som har bidratt, blant annet Medisinsk biokjemi og farmakologi



Det er jo ikke genetisk bestemt at det bare er de som blir bioingeniører som kan ta blodprøver





Foto: Solveig Wangsholm

Fra lanseringen av den nye utgaven av «Blodprøvetaking i praksis».

på Haukeland universitetssjukehus, NOKLUS, bioingeniørutdanningen på HVL og Oslo Universitetssykehus Rikshospitalet. Det er veldig kjekt at fagkompetansen innen dette feltet vokser.

– Hva er nytt i fjerde utgave av boka?

– Vi ble oppfordret til å skrive mer om kommunikasjon og samhandling, og om prøvetaking på barn – og det har vi gjort. Så har vi nye og mer generiske illustrasjoner, og i tillegg har vi gitt boka en bedre struktur. Nå er det litteraturliste etter hvert kapittel, og QR-koder som lenker til flervalgsoppgaver og caser.

– Bokanmelder i Bioingeniøren, Silje Brobakken, trakk fram casene som noe av det beste ved boka. Hva kan disse brukes til?

– Casene er pasienteksempler som skal få leseren til å reflektere over blant annet samtalen med pasienten og selve blodprøvetakingen. Disse er vi veldig fornøyde med. Noen etterlyser fasit, men selv synes vi de egner seg best til refleksjon og diskusjon.

– Hvordan ser bokas framtid ut nå som du pensjonerer deg?

– En av studentene som skrev den opprinnelige prosjektoppgaven, Solveig Blaaflat, er fremdeles med som medforfatter av fjerde utgave – det er veldig morsomt! I tillegg har vi fått med oss en ny medre-

daktør, Ann Cathrine Kroksveen, og flere flinke yngre bioingeniører. De skal få ta over stafettpinnen og revidere neste utgave når den tid kommer.

– Og når blir det?

– Vet ikke, i mellomtiden har forlaget lovet oss å digitalisere boka innen en toårsperiode. Det tror jeg kommer til å glede studentene. Da skal det bli mulig å kjøpe ett og ett kapittel.

Ble holdt i ørene

– Hvordan tror du studiekameratene husker deg?

– Jeg kom rett fra kjemistudier på universitetet da jeg startet på Ullevål fysiokjemikerskole på 80-tallet. Det ble en brå overgang, for på Ullevål ble vi holdt i ørene og måtte gjøre alt på deres måte – helt uten slingringsmonn! Jeg gjorde nok en del motstand mot systemet, og ble kanskje oppfattet som en rebell.

– Men du overlevde ...?

– Ja, det var jo en god skole hvor man lærte å følge prosedyrene – men uten å stille spørsmål. Jeg trivdes godt på Ullevål, selv om det til tider var litt slitsomt.

– Hva synes du om dagens bioingeniørutdanning?

– I dag lærer studentene mye mer enn hva vi gjorde – vi hadde jo knapt hørt om

DNA! Molekylærbiologi, statistikk og informatikk – jeg synes dagens utdanning er bedre, mer omfattende og tilpasset den teknologiske utviklingen.

– Hva med undervisningen?

– Bioingeniørene har fremdeles veldig mye obligatorisk undervisning sammenliknet med andre studieretninger. Derfor tror jeg ikke vi skal undervurdere hvor hardt det kan oppleves å være bioingeniørstudent.

– Hva gleder ditt bioingeniørherte mer enn noe annet?

– Høye søkertall og generelt god gjennomføringsevne på bioingeniørstudiet

– det er flott! I tillegg er det gledelig at masterstudiet for bioingeniører på HVL er i gang.

– Men trenger bioingeniører egentlig mastergrad?

– Man kan jo argumentere for at de som jobber i rutinen verken trenger mastergrad eller doktorgrad, men for å kunne styrke bioingeniørfaget og drive det videre er det viktig å forske i eget fag. Til det trenger vi noen bioingeniører med master- og doktorgrad.

Tøff i trikot

– Hva ville du jobbet med dersom du ikke var bioingeniør?

– Jeg kunne likt mange fag, for det er mye som er interessant når man fordyper seg i det. Med hovedfag i kjemi og doktorgrad i miljøtoksikologi tror jeg likevel jeg kanskje hadde valgt noe innen realfag. Jeg tror ikke jeg hadde egnet meg som elektriker eller rørlegger.

– Hva er det morsomste du har gjort?

– Nylig ble jeg pilatesinstruktør! Jeg har trent pilates i snart 25 år, og instruerer nå andre i fysiopilates.

– Hva går det ut på?

– Det er mye styrketrening og vekt på kjernemuskulatur, men fysiopilates legger også vekt på balanse, bevegelighet og motorisk kontroll. Vi gjør ikke de mest avanserte øvelsene, som de veldig pene menneskene i veldig fine trikotter på youtube, men jobber mer med funksjonalitet og helhetlig trening.

– Hva gleder du deg mest til framover?

– Akkurat nå er jeg veldig glad for at jeg er ferdig med boka, sånn at jeg kan senke skuldrene og sove bedre om natta. I høst skal jeg på en vandretur i England – og det gleder jeg meg til. ■

NITO Bioingeniørfaglig institutt inviterer til Lederdagene 2026

Bli med på Lederdagene 2026 i Hamar 4.-5. mars
– to inspirerende dager med faglig påfyll, nettverksbygging
og erfaringsdeling for ledere i laboratoriemedisin.

Lederdagene er en etablert og populær møteplass
for avdelingsledere, enhetsledere, seksjonsledere og
andre med lederansvar i medisinske laboratorier.

Det inviteres til produktutstilling med god
plass til både mingling og nettverksbygging.
Les mer på nettsidene.

Dato: 4.-5. mars 2026

Sted: Scandic Hamar

Program og påmelding:

www.nito.no/lederdagene2026

Påmeldingsfrist: 21. januar 2026



Hold av datoen
og meld deg på
allerede nå!

Valg av nytt fagstyre og yrkesetisk råd i NITO BFI

Denne høsten avholdes det valg av nye medlemmer
til NITO BFIs fagstyre og yrkesetiske råd. Valgperioden
er tre år fra 1. januar 2026 til 31. desember 2028.

Valget foregår digitalt med Questback. Alle stemme-
berettigede medlemmer i NITO BFI vil motta e-post
med stemmeskjema når valget starter. **Valget varer
fra mandag 27. oktober til og med utgangen av
søndag 30. november.**



Les mer om kandidatene i
Bioingeniøren nr. 6, og alt om
valget på www.nito.no/bfivalg

Bruk stemmeretten din!



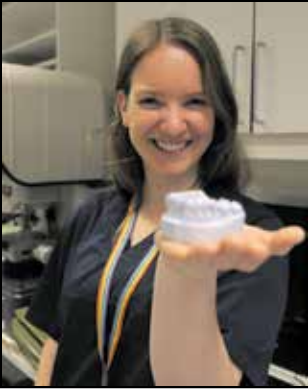
Vinn en kake til fredagskaffen på laben!

Løs kryssord sammen med kollegene og vinn kake!

Send bilde av løsningen (hele kryssordet) til kryssord@nito.no. Husk å skrive navn og telefonnummer i e-posten.

Løsningen må være hos oss senest 03.11.2025

Løsningen og navnet på vinneren blir lagt ut på bioingenioren.no. Lykke til!

	STADIUM		TINDRE		EKSISTER		SJEKK		FISK	AL OPP	ROM-STASJON		ELEKTRO-KARDIO-GRAM	FORBILDE
							DISSEKER							
							ELEKTRODE							
	SKVALPE		JAPANSK SVERD		DÅRLIG OM-DØMME ELTES						FOTTØY			
	VOND RYGG					KONGE-NAVN						GAMMEL		
												DANSEN		
GEO-GRAFISK REGION		PLØYD MARK	NORSKE Penger	BYFOLK	ENERGI-BYRÅ KONGE I ISRAEL		AVGJØ-RELSE				KLEBE			
KROPPS-VÆSKE						BAKST					OND			
MINNE-ORD						SE					BRØNN			
							HÅR I PANNEN	ENGELSK FN	SENE PÅ BAK-SIDEN AV KNEET		OPTISK INSTRUMENT	AFR. FOLK		
												FAST-LENKET		
LUKT					ENGELSK ADELS-MANN									
					BADSTUE								KANSAS	EUR. UNION (OMV.)
FEDRENE		GUTTE-NAVN						RÅTØFF						
ØRRET					HERSKE						MELKE			

Bioingeniøren

FOR 25 ÅR SIDEN

Europas mest moderne sykehuslab

● Det var tittelen på en sak i Bioingeniørens utgave 12 i år 2000. Da fikk Sentralsykehuset i Rogaland (SIR) sin nye Modular med en preanalytisk del (PAM) som sparte dem for mye manuell jobb. PAM kunne sentrifugere, ta av korker, avpipettere og sende prøvene videre til tilkoblede instrumenter – alt ved hjelp av riktig stativ (rack) og strekkode.

Sjefbioingeniør Anne Mari Aarrestad hadde store forventninger til PAM, ikke

minst fordi laben i lengre tid slet med stor prøveøkning og svært pressede ansatte.

– Når den er i full drift erstatter den om lag 15 bioingeniører, fortalte hun, men poengterte at det på ingen måte ville føre til oppsigelser.

Avdelingslederen så fram til at automasjonen skulle gi dem økt kapasitet og tid til å gjøre andre viktige ting, som kvalitetssikring, fagutvikling, forskning og pasientnær analysing.



Sjefbioingeniør Anne Mari Aarrestad i den nye «analysehallen» på Sentralsykehuset i Rogaland. Laben måtte bygges om for å få plass til alle komponentene i deres nye Modular.

Da Bioingeniøren var på besøk, fikk journalisten følge en prøve fra start til svar på en rekke analyser forelå – og det hele tok bare 29 minutter.

Kun et par andre laber i Europa hadde anskaffet noe liknende i år 2000, men i enklere utgaver.



Bioingeniøren

Utgiver

NITO • Bioingeniørfaglig institutt

Abonnement | Adresseforandringer

NITO • Telefon: 22 05 35 00

E-post: epost@nito.no

Bioingeniøren

NITO – Norges ingeniør- og teknologorganisasjon
Støperigata 1
Postboks 1636 Vikka, 0119 Oslo

Ansvarlig redaktør

Svein A. Liljebakk
Telefon: 905 22 107
svein.a.liljebakk@nito.no

Journalist:

Heidi Strand
Telefon: 996 15 070
heidi.strand@nito.no

Vitenskapelige redaktører:

Kirsti Berg
Telefon: 408 70 766
kirsti.berg@nito.no

Anne Katrine Kvissel

Telefon: 984 83 963

anne.katrine.kvissel@nito.no

Redaksjonskomité

Vivian Berg
Hanne Braathen
Kaja Marienborg

Annonsestøt

Rikke Sandermoen
Salgsfabrikken
Telefon: 919 03 867
E-post: rikke@salgsfabrikken.no

Neste nummer kommer 03.10.2025

Abonnement kr. 700,- per år
Utlandet kr. 850,-
Sendes gratis til medlemmer.

Utkommer med ni nummer per år.
ISSN (trykk): 0801-6828.
ISSN (nett): 1890-1875.

Bioingeniøren er indeksert i Directory of Open Access Journals (DOAJ)

Bioingeniøren redigeres etter Redaktørplakaten og Vær Varsom-plakatens regler for god presseskikk.

Bioingeniøren forbeholder seg retten til å lagre og utgi alt stoff som publiseres i bladet i elektronisk form.

Forside:

Erik M. Sundt

Design: Ketill Berger, Film & Form

Trykk: Aksell

Fagpressen

FØLG OSS!



[instagram.com/bioingenioren](https://www.instagram.com/bioingenioren)



[facebook.com/bioingenioren](https://www.facebook.com/bioingenioren)

Bioingeniøren



[bioingenioren.no](https://www.bioingenioren.no)

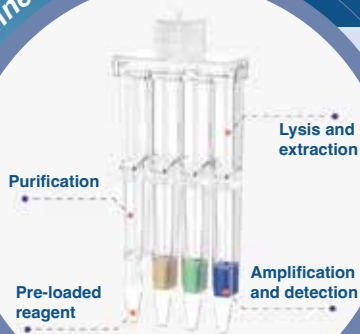
MultNAT

Gastrointestinal Panel

1 prøve – 1 test – 24 patogener

- *Ett kassetbasert qPCR instrument til blant annet multiplex analyse av gastrointestinale patogener.*
- *Enkel å utføre – resultat foreligger på under 2 timer.*
- *Testen påviser også Yersinia pseudotuberculosis og differensierer mellom Stx1 og Stx2 - naturligvis med deteksjon av Stx2f.*

Interconnected Tube



Andre analyser:

- *Respiratorisk*
- *H pylori + resistens*
- *MTB/RIF*
- *MRSA, Carba, andre*



För mer information kontakta Diagen