

Bioingeniøren

NUMMER 8 • 2024 • ÅRGANG 59

TIDSSKRIFT FOR NITO BIOINGENIØRFAGLIG INSTITUTT



Preimplantasjonsgenetisk testing:

Historikk, teknikk og etikk

• 18-22

Patologisk
aktivitetsøkning • 4-8

Fra skraldespandfedt
til lægemiddel • 14-17

Se mennesket – ikke
bare diagnosen! • 26



Aktuelt

- 4** Patologisk aktivitetsøkning
- 6** Fulle lokaler, prøver i kø og mange nyansatte å lære opp
- 9** Frykter kraftig influensasasesong – helsepersonell bør vaksinere seg!
- 10** Bioingeniører som forsker | «Så bredt som mulig – så raskt som mulig»

Fag

- 14** Fag i praksis | Fra skraldespandsfedt til lægemiddel
- 18** Fag i praksis | Preimplantasjonsgenetisk testing: Store fremskritt og krevende etiske dilemmaer
- 23** Doktorgrad | Biomarkører, blodpropp og hjerneblødning

Faste spalter

- 3** Fra redaksjonen | Lytt til advarselen fra patologilaboratoriene!
- 13** Notiser
- 24** BFI Fagstyret mener | En mer fleksibel utdanning kan gi oss flere bioingeniører
- 26** BFI Etikk | Se mennesket – ikke bare diagnosen!
- 27** Ytring | Arbeidsglede og livsglede – hånd i hånd!
- 28** Tett på | Ida Folvik Adem
- 30** Kryssord
- 30** Bioingeniøren for 25 år siden
- 31** Lab-Liv



Bioingeniøren

Utgiver
NITO • Bioingeniørfaglig institutt

Abonnement | Adresseforandringer
NITO • Telefon: 22 05 35 00
E-post: epost@nito.no

Henvendelser | Redaksjonelt stoff og stillingsannonser
Ansvarlig redaktør
Svein A. Liljebakk
NITO – Norges ingeniør- og teknologorganisasjon
Støperigata 1
Postboks 1636 Vika, 0119 Oslo
Telefon: 905 22 107
bioing@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
Frida Engstrøm
Runa Marie Grimholt
Kaja Marienborg
Hilde Olsen Trosten

Forretningsannonser
Britt Fossum
Salgsfabrikken
tlf: +47 919 03 297
e-post: britt@salgsfabrikken.no

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

Neste nummer kommer 06.12.24
Deadline for redaksjonelt stoff er 11.11.24

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.

Forsideillustrasjon:
Fertilitetsavdelingen/St. Olavs hospital

Design: Ketill Berger

Trykk: Aksell

Lytt til advarselen fra patologilaboratoriene!

BFI retter en advarende pekefinger mot ressurs-situasjonen innen patologi: Før eller senere smeller det, og det vil gå utover kreftdiagnostikken.



**SVEIN A.
LILJEBAKK**

Ansvarlig redaktør

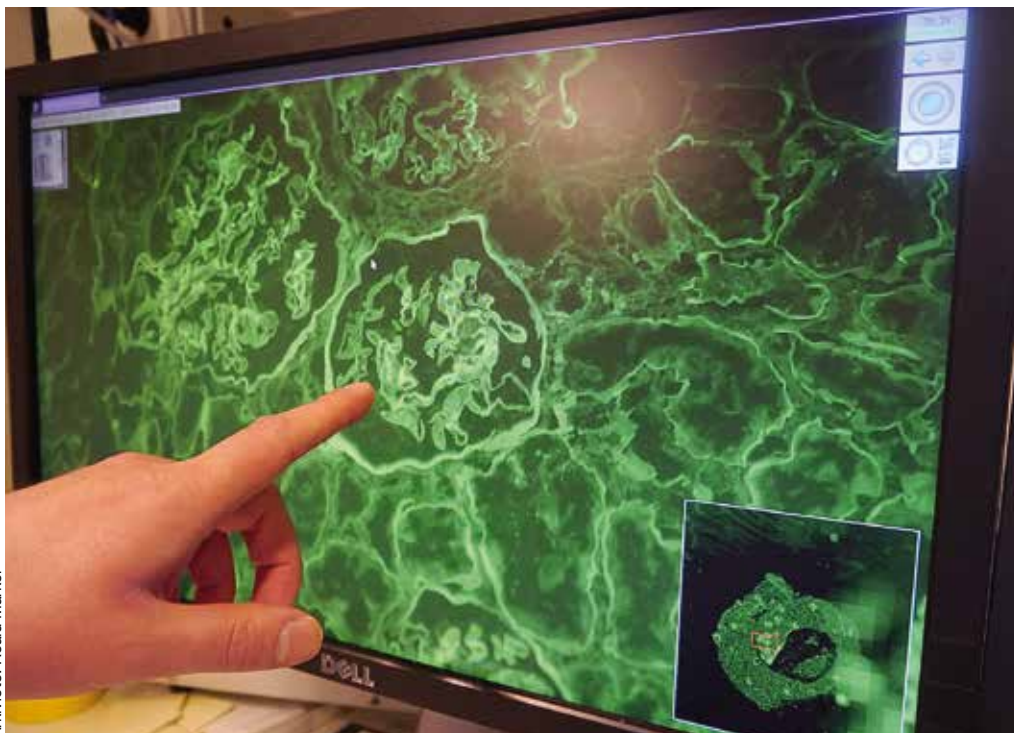
Den gode nyheten er at det ikke er for sent å legge om kursen. Men det er på høy tid å rope varsku, mener Hilde Midtbø-Hjelvik, leder av NITO BFI patologi.

Det gjør hun i denne utgaven av Bioingeniøren. En undersøkelse gjort av BFIs rådgivende utvalg for patologi viser nemlig at antall analyser øker, overtidsbruken øker og svartiden for vanlige histologi prøver er lang.

Har ikke plass

At presset øker på patologiavdelingene, skyldes egentlig en positiv utvikling: Levealderen har steget og det er gjort store fremskritt innen kreftbehandling. Når flere blir gamle, blir det flere som får kreft. Og når de kan behandles med avansert persontilpasset medisin, ja da øker både antallet og utvalget analyser.

All verdens fremskritt vil likevel ikke være til hjelp den dagen det ikke lenger er folk, utstyr eller plass nok til å benytte seg av dem. For noe så «enkelt» som areal er én av utfordringene ledere av patologilaboratorier peker på. Skal de greie å ta unna prøve- og analysemengdene, må labene automatiseres. Men instrumentene er så store at det ikke er plass, eller så tunge at laboratoriegulvet ikke tåler dem.



Arkivfoto: Roald Marker

Digital patologi er allerede innført, eller på vei inn i, de fleste laboratoriene. Men digitaliseringen er bare en del av løsningen på utfordringene.

Lite synlige

Oppsummert så trengs det teknologi, oppgraderte lokaler og videre satsing på digitalisering og kunstig intelligens. Det står ikke på viljen ute i laboratoriene, lederne som er intervjuet i denne utgaven er offensive og jakter på løsninger for å holde tritt med aktivitetsøkningen. Dessverre er nok Midtbø-Hjelvik inne på noe når hun sier at mange tror at persontilpasset medisin er noe som skjer på de kliniske avdelingene. Patologiavdelingene er små i den store sammenhengen, og lite synlige for både pasienter og klinikere.

Problemet er at hvis det stopper opp innen patologi, så stopper det også opp i resten av behandlingsskjeden. Derfor er det avgjørende at helseforetak og politi-

kere ser patologilaboratoriene og satser på dem – før problemene blir for store.

Løper fortore

– Bak hver eneste prøve er en pasient som trenger raskest mulig diagnose, sier Midtbø-Hjelvik.

Det fører til at bioingeniørene løper enda litt fortore, strekker seg enda litt lengre, fordi prøvekoen gir dem dårlig samvittighet.

Hva skjer når strik-

ken ryker og mange slutter og finner seg mindre belastende arbeid? Personellmangel er helsetjenestens største problem, og det tar lang tid å lære opp en ny bioingeniør innen patologi.

Å forebygge er billigere enn å reparere. Her må det tas grep før det er for sent. ■

“ Å forebygge er billigere enn å reparere

Frykter at laboratoriene overbelastes:

PATOLOGISK AKTIVITETS- ØKNING

■ Alle rapporterer om økt aktivitet på labene.

■ To tredjedeler melder om mer bruk av overtid.

■ Vanlige histologi prøver har svartid på opptil seks uker.

Av Heidi Strand

Det viser NITO BFIs patologiundersøkelse, som ble sendt ut til ledere av patologi laboratorier tidligere i år.

– Dette er grunnen til at vi har begynt å skrike. Hvis det ikke tas tak i snart er jeg redd det går utover kvaliteten, svartida og pasientene, fortviler leder av NITO BFI patologi, Hilde Midtbø-Hjelvik.

Hun tror det er mye som kommer til å eksplodere snart: Andelen eldre, prøvemengden og antallet analyser som følge av nyvinninger innen persontilpasset medisin.

Det er bare et spørsmål om tid.

Stor økning i persontilpasset medisin

I flere år har landets patologi laboratorier merket en gradvis økning i mengden prøver og analyser, og den årsferske patologiundersøkelsen viser at det nå er i ferd med å bli dramatisk. Bare i 2023 økte antallet prøver med opptil ti prosent, og det ble utført 20-30 prosent flere analyser per prøve, sammenliknet med tidligere år.

Viktige framskritt innen kreftbehandling, og særlig innen persontilpasset medisin, øker behovet for stadig nye analyser. På enkelte laber har antallet molekylærpatologiske analyser økt med opptil 200 prosent, og mengden immunhistologiske analyser har økt med opptil 50 prosent i samme periode.

– Man kan ikke be laboratoriene senke kostnadene sine samtidig som man vil ha mer persontilpasset medisin. De kan ikke få i både pose og sekk, slår Midtbø-Hjelvik fast.

Hun forteller at noen av de nye analysene er komplekse, og at det tar lenger tid å jobbe med dem. Samtidig får ikke labene like mye tilbake i refusjon per prøve. Det etterlyser hun en større forståelse for hos de som sitter med pengesekken.

Midtbø-Hjelvik har fått inntrykk av at mange tror persontilpasset medisin er noe som skjer på de kliniske avdelingene.

– Pasientene og klinikerne ser oss ikke. Vi blir usynlig i den sammenhengen, forklarer lederen av NITO BFI patologi.

Et fysisk og psykisk ultraløp

Noen laboratorier oppgir å ha fått midler til ekstra personell når de har fått flere



– Mange steder må de ansatte springe fortere og fortere når aktiviteten øker



oppgaver, men det gjelder ikke alle. Derfor er ikke Midtbø-Hjelvik på noen måte overrasket over at undersøkelsen viser at det jobbes opptil 50 prosent mer overtid enn tidligere.

– Mange steder må de ansatte springe fortere og fortere når aktiviteten øker, sier hun.

Selv om arbeidet på labene kan ses som et fysisk maraton målt i antall blokker, snitt og analyser utført, ønsker hun å påpeke at det i stor grad også er en psykisk arbeidsbelastning for mange.

– Bak hver eneste prøve vet vi at det er en pasient som trenger korrekt diagnose så fort som mulig, forteller Midtbø-Hjelvik.

Det fører til at mange får dårlig samvittighet om de ikke strekker seg enda litt lenger enn før.

– Men det når et punkt, og da vil strikere ryke. Fortsetter det sånn som nå, kan patologifaget risikere å miste enda flere bioingeniører, advarer hun.

Da må det rekrutteres nye, som så



Hilde Midtbø-Hjelvik fortviler over situasjonen på mange av landets patologilaboratorier.

Foto: Kristin Risa

skal gjennom et langt opplæringsløp. Å få tak i bioingeniører som allerede har kunnskap om patologi fra før, er nesten umulig.

Lang svartid for vanlige prøver

Undersøkelsen viser at flesteparten av de spurte patologilaboratoriene klarer å holde svartiden på prøver i pakkeforløp i mer enn 95 prosent av tilfellene.

Men for histologi prøver som ikke er hastep prøver (CITO) eller del av et pakkeforløp kan svartiden være på opptil seks uker, selv i rolige perioder. Det tror Midtbø-Hjelvik det er flere og sammensatte årsaker til.

– Bioingeniørmangelen er nå mer synlig for oss alle, ikke lenger bare i nord eller på små sykehus, forklarer hun.

Midtbø-Hjelvik er ikke i tvil om at mange bioingeniører er i ferd med å slite seg ut i forsøket på å kompensere for de som mangler. I stedet for å ha avanserte metoder og det faglige i høysetet, tror hun det å få færre og færre kvalifi-

serte søkere vil føre til at labene svekkes på sikt.

– Det vil gi grobunn for feil og mangler, som igjen fører til lavere kvalitet på prøvesvarene, og dermed lavere sikkerhet for pasientene, sier lederen for det rådgivende utvalget.

Hun kjenner også til at det mange steder er vanskelig å få ansatt nok patologer og LIS-leger.

Prioritering og bærekraft

Midtbø-Hjelvik tror måten det prioriteres på i dag er noe av grunnen til at mange patologilaboratorier henger etter.



Bak hver eneste prøve vet vi at det er en pasient som trenger korrekt diagnose så fort som mulig

– Det ser det ut til å være en tendens til å foretrekke de enkle løsningene som bare løser det vi har problemer med akkurat nå, i stedet for å ta tak i det som trengs å gjøres for framtida, påpeker hun.

Nylig hadde hun et innlegg på trykk i Bioingeniøren om manglende bærekraft i landets patologilaboratorier.

I innlegget, som tar utgangspunkt i resultatene fra patologiundersøkelsen, legger hun vekt på fire punkter som oppsummerer patologilaboratoriernes behov for å kunne møte den videre utviklingen: automasjon, økonomi, areal og digital patologi.

Sistnevnte er allerede innført, eller er i varierende fart på vei inn på de fleste laboratorier. Mange av labene som ennå ikke er hel-digitale etterlyser at prosessen går fortere.

Automasjon og økonomi

Lederen av NITO BFI patologi forteller at laboratoriernes behov i dag er varierende, sammensatte og ikke nødvendigvis så enkle å løse. Hvilket behov som er rangert som viktigst, er det enighet om:

– For å kunne ta unna den økende mengden prøver og analyser trengs det mer automasjon på labene, sier hun.

Men utstyr som automatisk innstøpningsmaskin og snitterobot koster mye, dermed må laben først prioriteres økonomisk.

Samtidig er mye automasjon tungt utstyr som trenger å stå på vekt bærende flater og ha avtrekk og nok luft rundt seg for å sikre god HMS. Det setter krav til nok areal. Og der stopper det for mange laborer, enten fordi de ikke har plass, eller fordi de ikke har gulv som tåler vekta av automasjon på over ett tonn.

– Labene og sykehusene ble bygd for det man hadde behov for tidligere. Nå må mange laborer bygges om eller utvides for å klare å holde tritt, forklarer hun.

Men når sykehusene generelt er for trange, er det ikke lett for laboratoriene å hevde seg i kampen om kvadratmeterne. Midtbø-Hjelvik kjenner til flere laborer som allerede er tomme for plass.

Klokere valg også innen patologi

Selv om mer automasjon er på ønskelista, er det ikke alt på en patologilab som kan automatiseres eller gå fortere. Det synes lederen av NITO BFI patologi det er viktig å belyse. ▶

– Formalinfiksering kan for eksempel ikke gå fortere enn det gjør. Og prøver man, vil man se at for dårlig fiksert vev kan føre til mislykkede snitt og farginger, forklarer Midtbø-Hjelvik.

Også makrobeskjæring nevner hun som noe som er tidkrevende og som må gjøres manuelt.

Men det finnes andre forbedringsområder for patologilabene hun mener det kan være verdt å se nærmere på. Blant annet det å finne fram til mer standardiserte arbeidsmetoder, og å identifisere hva kloke valg kan være innen patologifaget.

– Bare én analyse mindre per prøve tror jeg hadde gitt store utslag i løpet av ett år, forteller Midtbø-Hjelvik.

Et vanlig dilemma er om patologene bør rekvirere mange analyser samtidig for å få alle svarene kjappere, eller om de skal bestille dem i en viss rekkefølge for å unngå overrekvirering.

– Det er bra for svartiden å få mange svar fort, men mer belastende for laboratoriet. Her må patologene ta en vurdering på om det er slik de synes de burde jobbe, forteller Midtbø-Hjelvik.

Hun er heller ikke begeistret for leger som oppgraderer en prøve til CITO fordi hen skal på ferie.

– Det må det bli slutt på! sier hun bestemt.

Vil unngå framtidsdystopi

I patologiundersøkelsen ble det kartlagt hva lablederne mener må til for å effektivisere driften: mer automasjon, raskere innføring av digitalpatologi, mer areal, beholde opplært personell, få investere i nytt utstyr, utvidet åpningstid på laboratoriet og flere bioingeniører.

Med økonomi som fellesnevner for disse er ikke Midtbø-Hjelvik i tvil om hva som skal til for å sikre svartider som gjør folk trygge, og som gir dem tidlig nok behandling.

– Vi må bli synlige, og de som styrer pengesekken må forstå at nå må vi prioriteres, sier hun.

Én ting er hun helt sikker på: Utviklingen kommer ikke til å snu.

– Kanskje kan patologilaboratoriene klare seg sånn passe i 4-5 år til, men hva om ti år? Hva gjør vi da? fortviler Midtbø-Hjelvik. ■



Fulle lokaler, prøver i kø og mange nyansatte å lære opp

Kan roboter, KI og kveldsarbeid være en del av løsningen? Det håper seksjonsleder Marte Øverli ved histologilaben på St. Olavs hospital i Trondheim.

Av Heidi Strand

– Vi har sprenget arealene våre helt, og kan ikke bare fortsette å fylle opp med folk, sier hun.

For selv om laben er trang, er ikke

rekruttering vanskelig her ennå – i hvert fall ikke i juni når de nyutdannede bioingeniørene fra utdanninga på NTNU søker jobb. I fjor og i år har seksjonslederen til sammen ansatt 13 bioingeniører og to tilkallingsvikarer. I januar starter det to bioingeniører til.

– Det er veldig krevende når en så stor andel er nye. Kontinuerlig opplæring i tre år i tillegg til prøveøkning har gått på bekostning av faglig utvikling, forteller Øverli.

Og tid til fag synes hun er veldig viktig, ikke bare for å holde kvaliteten oppe, men også for å holde på motivasjonen til

Seksjonsleder Marte Øverli har ikke plass til mer på histologilaboratoriet ved St. Olavs hospital i Trondheim.



Foto Lise Wulvik

bioingeniørene.

Til tross for 25 fullsatte stillinger og stadig tilførsel av nyutdannede bioingeniører, regner seksjonslederen med at de også kommer til å streve med rekruttering etter hvert. De siste årene har det blitt vanlig for histologilaben å miste ansatte til både immunhistokjemilaben og molekylærpatologilaben.

Prøveøkning gir overtid

Når det ikke er nok erfarne ansatte til å ta unna dagens prøver, blir det opphopning. Hos Øverli er dagens mål å få registrert ferdig prøvene på mottak, få makrobeskåret alle ferdigfikserte vevspreparater, og støpe alt fra framføringsmaskina inn i blokker.

Fordi laben hittil har manglet gode nok styrings- og rapporteringsverktøy, teller de blokker manuelt for å holde oversikt over produksjon og overtidsbehov. Seksjonslederen synes kø kun ett sted på laben er mest håndterlig.

– Men det er ofte kø overalt! Blir det

mer opphopning nå så mister vi oversikten. Det gir mer avvik, som igjen kan ramme pasientene, sier Øverli oppgitt.

De siste årene har histologilaben hatt en gjennomsnittlig årlig prøveøkning på tre prosent. I fjor var den på over fem.

Med høy andel hastep prøver (CITO) og prioriterte prøver som inngår i pakkeforløp blir ikke-prioriterte prøver liggende. Gjennomsnittlig framfører laben 6-800 blokker per dag, men rekker ofte bare å snitte halvparten av dem. I skrivende stund har de derfor fem dagers forsinkelse, og denne dagen ligger 2000 blokker klare for snitting.

– Vi klarer ikke å bemanne opp i tritt med prøveøkningen, sier Øverli.

Hun tror de må bli enda flinkere til å varsle og synliggjøre problemene de står overfor.

Til tross for kø ønsker seksjonsleder Øverli å påpeke at selve svartida ikke er så verst akkurat nå. Den har vært verre, og purring på svar fra rekvirerende klinikkere har de levd med i mange år.

Tidligere var flaskehalsen hos patologene, fordi de var for få. Nå er vanskelig å få tak i nok leger som ønsker å spesialisere seg i patologifaget (LIS-leger).

Gradvis digitalisering

Fra 2018 startet St. Olavs hospital en gradvis innføring av digital patologi på histologilaben. I begynnelsen ble det brukt på møter, men under koronapandemien kunne patologene bruke det til å svare ut prøver hjemmefra.

I dag jobber de fleste patologene digitalt, og pasienthistorikk med digitale snitt tilbake til 2018 kan patologene selv hente fram. Selv om akkurat det sparer de andre ansatte for litt arbeid, regnet de aldri med at digitaliseringen ville redusere arbeidsmengden eller svartidene.

For digitalpatologien krever at snittene standardiseres, og det er også strengere krav til kvaliteten. I tillegg må teknologien fungere.

– Nå får legene utlevert både fysiske snitt og digitale bilder av de samme preparatene fordi vi har tekniske problemer

med den digitale løsningen vår, forklarer Øverli.

Til tross for det er hun er fornøyd med hvordan digitaliseringen støtter det diagnostiske arbeidet, at det gir muligheter for nye arbeidsmåter og for bruk av kunstig intelligens på sikt.

Fordi rutinesnitt (HE), spesialfargede snitt og snitt fra immunhistokjemilaben deler på de samme skannerne, er selve skanningen også ofte en flaskehals. Det skjer til tross for at de også har programmert dem til å skanne på nattestid.

Ettermiddags- og kveldsjobbing

Om mengden prøver skulle fortsette å øke som nå, vil histologilaben få 15 prosent økning innen fem år.

– Det kommer ikke til å gå! Vi holder på å drukne i prøver, og det har vi gjort i flere år, utbryter Øverli.

Hun forteller at de har jobbet mye med effektivitet og arbeidsmiljø, og det siste året har sykefraværet blitt lavere. Men hun er klar på at de ikke kan skvise mer ut av personalet nå.

For å få hodet over vannet forklarer hun at de er nødt til å gjøre noe drastisk. Derfor har de nylig søkt om bistand fra regionalt senter for helsetjenesteutvikling i Helse Midt-Norge. De vil sette i gang et endringsprosjekt, og som del av prosjektets kortsiktige planer har de tenkt å begynne å jobbe ettermiddager og kvelder.

– Vi har ingen mikrotomer stående ledig på dagtid og vi har heller ikke plass til flere, så dette må til for å utnytte utstyrskapasiteten maksimalt, sier hun.

Planen er et prøveprosjekt på cirka to år der de ansatte kan melde seg frivillig. For å sørge for en ryddig prosess blir både tillitsvalgte og verneombud invitert med i planleggingen. Seksjonslederen ser for seg forskjøvet arbeidstid som overlapper litt med de som jobber dagtid, for eksempel fra klokka 12-20.

Først må de kartlegge hvor mange ansatte de trenger på kveldstid, og hvilke oppgaver det er mest hensiktsmessig at blir utført.

– Vi håper kveldsprosjektet kommer til å ha god innvirkning på logistikken på dagtid, slik at flyten går bedre, forteller hun.

– Og kanskje får de mindre behov for å jobbe overtid.



Blir det mer opphopning nå så mister vi oversikten

Drømmen om snitteroboter og KI

Endringsprosjektets langsiktige mål er å få mer automasjon på laben. Fra før av har histologilaben en automatisk innstøpingsmaskin, men mest av alt ønsker de seg hjelp til snitting.

– Snitteroboter hadde gitt oss mer forutsigbarhet i drift, og dessuten en standardisering av snittene, forteller Øverli.

Innen få år har laben som mål å bruke

kunstig intelligens som beslutningsstøtte, og da er det en forutsetning at snittene og de digitale bildene av dem er standardisert og av høy kvalitet.

Fordi snitterobotene er dyre og har levetid på 1-2 år, har laben allerede begynt å søke på det de kan av midler og ressurser. Blant annet søker de nå om innovasjonsmidler for å få en ekstra prosjektstilling. De søkte også om midler som kom med Vente-

tidsløftet, men fikk kun midler til å ansette legeressurs på kort sikt.

– Hvis vi får til dette, må vi virkelig være kreative med tanke på plassering. For akkurat nå er det ikke plass til mer utstyr her, sier Øverli.

Hun kjenner til flere pågående prosjekter på sykehuset som utreder hvordan arealmangelen kan håndteres, men foreløpig finnes det ingen løsning. ■

– Egentlig en ønsket endring

– Vi må og skal bruke tid på komplekse prøver og diagnoser, selv om det krever nøyere undersøkelser og flere analyser enn før.

Det sier avdelings sjef for patologi i Helse Førde, Tonje Bøyum Riste (bildet). Hun tror aktivitetsøkningen er en del av en ønsket utvikling: På grunn av høyere levealder vil flere få kreft, og det er flere som lever lenger med sin kreftdiagnose. Da skal det komme flere prøver inn til laboratoriet.

Det er ikke de «snille» prøvene som tar lengst tid, forklarer Riste, men de som er komplekse, trenger mange analyser og som det kan ta flere ukers arbeid å gi ut svar på.

Markører som kanskje bare 1-2 prosent av pasientene har og som gjør at de

kan ha nytte av en tilleggsbehandling, synes hun det er viktig å finne.

– Denne utviklingen er bra for pasientene, men det blir travelt på laben. Likevel er det noe vi må omstille oss for å møte, forteller Riste.

Automasjon er innovasjon

Ved å bruke tid på å forklare labens behov fra et pasientperspektiv, synes avdelingslederen at de blir hørt. Hun synes de har høy grad av automasjon og digitalisering på laben.

– Vi får ikke alt vi trenger, men ting tar jo litt tid i helseutvikling, sier Riste.

Hun er spesielt fornøyd med at det ikke lenger flyter papirremitter rundt på laben, og med glassprinterne, som gjør håndskrevne blyantstreker på snitt unødvendig. De har også automatisk

innstøpingsmaskin, digitalpatologi, NGS og et labdatasystem som logger alle arbeidstrinn.

– Automasjon er spesielt viktig på små steder fordi det sikrer kapasitet selv om staben er liten, forklarer avdelingslederen.

Vil styrke driften

For det laben har størst vanskeligheter med, er å rekruttere og beholde bioingeniører.

– Det at bare én mangler, gir store utslag på driften, forklarer avdelingslederen.

Lang opplæringstid i patologifaget bidrar også til at det tar tid å hente seg inn igjen.

Innen de neste årene håper Riste at de har klart å stabilisere personell og drift på laben i Førde. Det er målet, og avdelingslederen tror de er på rett vei.

– Spørsmålet er om vi klarer å gjøre det i raskt nok tempo til å demme opp for aktivitetsøkningen, forteller Riste. ■



Foto: privat

Frykter kraftig influensasasesong – helsepersonell bør vaksinere seg!

Færre ansatte i helse-tjenesten tar influensa-vaksinen enn tidligere. Folkehelseinstituttet og Helsedirektoratet oppfordrer flere til å vaksinere seg.

Tekst og foto: Heidi Strand

Bioingeniørene Hans Andreas Daae Guldborg og Heidi Kristine Uthus tar bekymringen på alvor. Sammen har de tatt turen til bedriftshelsetjenesten på Diakonhjemmet sykehus for å få sesongens dose.

– Det hadde vært skikkelig kjedelig å spre smitte til for eksempel akuttpost for hjerte og lungelidelser, sier Guldborg.

Han har jobbet på medisinsk biokjemi på sykehuset i seks år, og har vaksinert seg hvert år. Det samme har kollega Uthus, som synes det er viktig å ta hensyn til pasientene.

– Vi har jo pasientkontakt nesten daglig. Selv om vi tåler en runde influensa, er det ikke alle rundt oss som gjør det, sier hun.

For få vaksinerer seg

Tall fra Folkehelseinstituttet (FHI) viser at bare 39 prosent av ansatte i helsetjenesten var vaksinert mot influensa i sesongen 2022/23. Vaksinasjonsdekningen var høyere i spesialisthelsetjenesten enn i primærhelsetjenesten, med henholdsvis 55 mot 31 prosent. I primærhelsetjenesten var det bioingeniører og jordmødre som hadde høyest dekning, med 59 prosent.

Sesongen før, i 2021-22, var vaksinedekningen litt høyere, med 59 prosent i spesialisthelsetjenesten og 39 prosent i primærhelsetjenesten. Det tyder på en nedgang i antallet som vaksinerer seg.

Verdens helseorganisasjon har som mål om at minst 75 prosent av ansatte innen helse skal være vaksinert mot



Bioingeniørene Hans Andreas Daae Guldborg og Heidi Kristine Uthus tar influensavaksinen.

influensa, men foreløpig er Norge langt unna dette målet.

I fjor ble over 4500 personer innlagt på sykehus i Norge på grunn av influensasykdom, og 179 av disse var intensivinnleggelses. Det regner FHI som et lavt til moderat influensautbrudd.

Årets sesong tror de kan bli heftigere.

– Det er alltid vanskelig å forutsi hvordan influensasasesongen kan bli, men det er en litt større sannsynlighet for at vi kan få en kraftig influensasasesong i år, sier FHI-direktør Guri Rørtveit.

Utsatt for smitte

Hverdagen som bioingeniør kan inneholde mange korte møter med et utall pasienter. Det kan få konsekvenser. I fjor ble det rapportert elleve influensautbrudd, hvorav ti skjedde i helseinstitusjoner.

Ved Diakonhjemmet sykehus oppfordrer ledelsen de ansatte til å vaksinere seg,

og legger til rette for at det kan gjøres lokalt på avdelingene eller som drop-in i arbeidstiden. Det gjør det lett for de ansatte.

På laboratoriet har de vanligvis en vaksinasjonsdekning på godt over 90 prosent. Det blir det kake av, for sykehuset belønner avdelinger hvor så stor andel vaksinerer seg.

– Kake hjelper selvsagt på, men her har vi nok også en grunnleggende kultur for å vaksinere oss, og det drar med flere, sier Guldborg.

På laben bruker ansatte fremdeles munnbind når de har luftveissymptomer, dels for å beskytte hverandre og dels for pasientenes skyld.

– Man vet jo ikke alltid at folk har nedsett immunforsvar, så det er greit å ta forholdsregler, sier Guldborg. ■

Kilde: FHI.no, Helsedirektoratet.no, beredskapsregisteret Beredt C19

«SÅ BREDT SOM MULIG – SÅ RASKT SOM MULIG»



Kira W. Birkeland viser fram en MinION, et lite, transportabelt ONT-apparat som er rimeligere i innkjøp enn storesøsteren GridION, og som derfor er oppnåelig for mange flere laboratorier.

Det er det overordnede målet for Kira Waagner Birkelands doktorgrads-prosjekt. Hun skal utvikle en treffsikker og rask analyseprotokoll for spinalvæske. Til det bruker hun metagenomisk sekvensering.

Tekst og foto: Grete Hansen

Nevrologiske infeksjoner er ofte alvorlige og i verste fall dødelige. Derfor haster det med å finne svar når spinalvæskeprøven ankommer laboratoriet. Men selv om pasienten har tydelige symptomer, er det slett ikke sikkert at laboratoriet klarer å påvise mikroorganismer.

– I opp mot 50 prosent av tilfellene finner man ingen diagnose ved hjelp av spinalvæskeprøven, selv om symptomene er overbevisende, forteller Kira Waagner Birkeland, bioingeniør og stipendiat ved Medisinsk mikrobiologi på Sykehuset Innlandet Lillehammer. Der er hun i gang med prosjektet «Utvikling av rask

diagnostikk av nevrologiske infeksjoner og målrettet behandling, ved bruk av sekvenseringsteknologi».

For å få til det vil hun ekstrahere og detektere alt DNA og RNA i prøven samtidig – «real time». Så bredt som mulig – og så raskt som mulig.

Et sjeldent virus

Birkeland tar utgangspunkt i en tenkt pasienthistorie når hun forklarer bakgrunnen for prosjektet:

En kvinne som nylig er kommet hjem fra ferie i Asia blir syk med høy feber og sterk hodepine. Etter få dager får hun nevrolo-

giske symptomer som desorientering og hallusinasjoner. Hun blir innlagt på sykehus og det blir tatt blodprøver, men de gir ingen svar. Dyrking av spinalvæske gir ikke vekst, og serologi og PCR er også negative. Til tross for behandling med bredspektrert antibiotika, blir hun raskt verre og hun faller i koma. Etter et par dager bestemmer legene seg for å sende spinalvæske til metagenomisk sekvensering (mNGS). Svaret som kommer i retur er at mNGS har påvist RNA fra Nipah-virus, et virus som overføres via fruktflaggermus og som kan gi alvorlig encefalitt hos mennesker. Det finnes ingen spesifikk behandling mot viruset, men nå blir den støttende behandlingen intensivert og etter en tids sykeleie friskner hun til.

– Dette er et godt eksempel fordi det er et virus vi i dag ikke klarer å påvise her på Lillehammer. Vi ville muligens sendt det videre til Oslo universitetssykehus eller Folkehelseinstituttet, men så vidt jeg vet har heller ikke de en test som kan påvise Nipah-virus, forklarer Birkeland.

Løsningen ville sannsynligvis vært å sende prøven til et utenlandsk laboratorium. Det ville forlenget svartiden mye.

– Nå tror jeg ikke Nipah-virus er påvist i Norge ennå, men siden folk reiser oftere og lengre er det ikke unaturlig om slike tilfeller oppstår. Det finnes riktignok ingen medikamenter som virker på akkurat dette viruset, men behandling med bredspektrert antibiotika ville kunne avsluttes og legene ville heller kunne konsentrere seg om den støttende behandlingen, påpeker hun.

I grenselandet mellom forskning og klinikk

Sjeldne virus som Nipah er ikke hverdagskost på Lillehammer sykehus – det er heller ikke meningitt og encefalitt, de vanligste nevrologiske infeksjonene – men de er atskillig mer vanlige. Når spinalvæsken ankommer med mistanke om en nevrologisk infeksjon, skal den dyrkes, farges og mikroskoperes – og det gjøres PCR eller serologiske undersøkelser, avhengig av hva legen mistenker. Laben på Lillehammer har multiplex-paneler som kan påvise de vanligste årsakene til nevrologiske infeksjoner, både virus, bakterier og sopp.

– De vanligste patogenene vil vi kunne fange opp med de metodene som brukes i dag, men det er mange tilfeller der vi ikke finner årsaken. Det kan være mange

FAKTA |

Metagenomikk

■ Metode for å studere alt genetisk materiale i en prøve, inkludert både DNA og RNA. Materialet kan komme fra både verten (for eksempel en pasient) og eventuelle mikrober. Innen klinisk mikrobiologi kan metagenomikk brukes til å identifisere mikrober som forårsaker infeksjon hos pasienten.

ONT-teknologi

■ Sekvenseringsteknologi fra Oxford Nanopore Technology. Fungerer slik at DNA- og/eller RNA-molekyler leses av ved å trekke dem gjennom små porer (nanoporer) i en membran. Når molekylene passerer, endres den elektriske strømmen, og disse endringene brukes til å identifisere de ulike nukleotidene i sekvensen. Teknologien muliggjør sekvensering i sanntid, noe som kan korte ned på analysetiden og vil kunne gi en raskere svartid, noe som er viktig i klinisk mikrobiologi.

ulike årsaker til det, for eksempel at det er snakk om uvanlige mikroorganismer – eller at det er brukt antibiotika i forkant av spinalpunksjonen og at det derfor ikke blir vekst ved dyrking, forteller Birkeland.

BIOINGENIØRER SOM FORSKER

Har du tips?

I serien «Bioingeniører som forsker» forteller intervjuobjektet om prosjektet sitt og forskerhverdagen. Vi ønsker tips!

Er du bioingeniør med doktorgrad?

Har du stipendiatstilling? Jobber du ved en forskningsavdeling? Har du et spennende prosjekt å presentere?

Ta kontakt! Send en e-post til bioing@nito.no



Jeg rakk å undervise én eneste time før skolene ble koronastengt

Så da Medisinsk mikrobiologi på Lillehammer besluttet å øke forskningsaktiviteten, var det akkurat dette prosjektet som ble beskrevet. En stipendiatstilling ble lyst ut, og Birkeland fikk den.

– Siden prosjektet ligger i grenselandet mellom forskning og klinikk, og er tett knyttet til diagnostikken, passer det meg utrolig bra. Det er akkurat slike prosjekter jeg ønsker å jobbe med, forteller hun.

En dag som lærer

Birkeland ble utdannet bioingeniør i Bergen i 2011 og tok en master i biomedisin ved OsloMet i 2014. Etter det jobbet hun med utredning av arvelig kreft på Oslo universitetssykehus (OUS) i fem år. Hun likte seg godt ved Avdeling for medisinsk genetik på Ullevål, men i 2019, da hun ventet sitt andre barn, bar det likevel hjemover – til Lillehammer.

– I mars 2020, etter endt svangerskapspermisjon, begynte jeg som lærer ved en ungdomsskole på Lillehammer. Jeg rakk å undervise én eneste time før skolene ble koronastengt, forteller hun.

Og mens noen institusjoner ble stengt på grunn av pandemien, åpnet det seg nye muligheter hos andre. Ved Medisinsk mikrobiologi på Lillehammer ble det behov for flere bioingeniører som kunne jobbe med molekylærbiologi. Laboratoriet, som er Sykehuset Innlandets eneste mikrobiologiske avdeling, kunne i 2021 åpne en splitter ny molekylær lab.

– Da det ble bestemt at laben skulle begynne å sekvensere SARS-CoV-2, fikk jeg være med på å etablere metoden. Vi valgte en sekvenseringsteknologi fra Oxford Nanopore Technologies (ONT) – den samme teknologien vi benytter nå i spinalvæskeprosjektet, forteller Birkeland.

ONT-teknologien

Det var avgjørende å bruke en metode som både kunne påvise DNA og RNA – alt i en prøve (se rammetekst). En av utfordringene med spinalvæske er at prøvemengden ofte er sparsom og at det er lite

bakterier eller virus i prøven. Det er rett og slett vanskelig å detektere.

– Med ONT-teknologien syntetiseres det ingen kopier underveis i sekvenseringen – det er sekvensene i prøven som leses av – der og da. Lange sekvenser kan fortløpende behandles bioinformatisk og det kan gi raske svar – så raskt som etter 20 minutter. Med dyrkning kan det ta opp mot 72 timer før resultatet er klart, og selv om PCR kan være rask, er ulempen at man må vite hva man leter etter, forklarer Birkeland.

På laben har hun to typer ONT-apparater til rådighet: GridION og MinION. De gjør i prinsippet samme jobb, men mens GridION kan kjøre flere prosjekter parallelt – eller samme prøve på flere flowceller (for å øke mengden data fra den enkelte prøven), er MinION et lite, transportabelt apparat som er rimeligere i innkjøp og som derfor er oppnåelig for mange flere laboratorier.

Neppe unikt

Studien er tredelt: Først skal selve metoden etableres og det skal utvikles laboratorieprotokoll for både DNA- og RNA-patogener. Så skal det gjøres en retrospektiv studie der frosne spinalvæskeprøver med kjent analyseresultat (fra både Lillehammer og samarbeidspartner Ahus) sammenliknes med svar fra den nye metoden. Siste trinn er en prospektiv studie der spinalvæske fra innkomne pasienter skal undersøkes med både ONT og dagens metoder.

Per i dag er hun i gang med del to av prosjektet, og hun har støtt på et og annet problem. For eksempel: Hvordan bli kvitt humant DNA og RNA i prøven?

– Ved infeksjon vil det være mye humant DNA og RNA i spinalvæsken som jeg må kvitte meg med. Det er imidlertid ikke så enkelt å lysere det humane og samtidig bevare det bakterielle og virale.

Birkeland er ikke alene om å lete etter nye og raskere metoder for å detektere spinalvæske. OUS, for eksempel, gjør det – men ikke med ONT – og der har de stort sett konsentrert seg om virus. I England brukes ONT i et liknende forskningsprosjekt, men på luftveisprøver,

– Forskningen vår er neppe unik, men jeg håper den kan bidra mye til å få metagenomikk inn i klinisk mikrobiologi, sier hun.



Spinalvæskeprosjektet er tett knyttet til diagnostikken. – Det er akkurat slike prosjekter jeg ønsker å jobbe med, forteller Kira W. Birkeland.

Ensom forsker – med drømmejobb

Kira Waagner Birkeland startet i stipendiatstillingen i 2022 – og hittil har ting tatt mer tid enn hun kunne forutse. For det er mye som skal på plass. Ikke bare en helt ny analyseprotokoll – det har også vært en anseelig mengde papirarbeid for å få diverse godkjenninger.

– Det har til tider vært ensomt. Det sitter riktignok en del andre forskere her

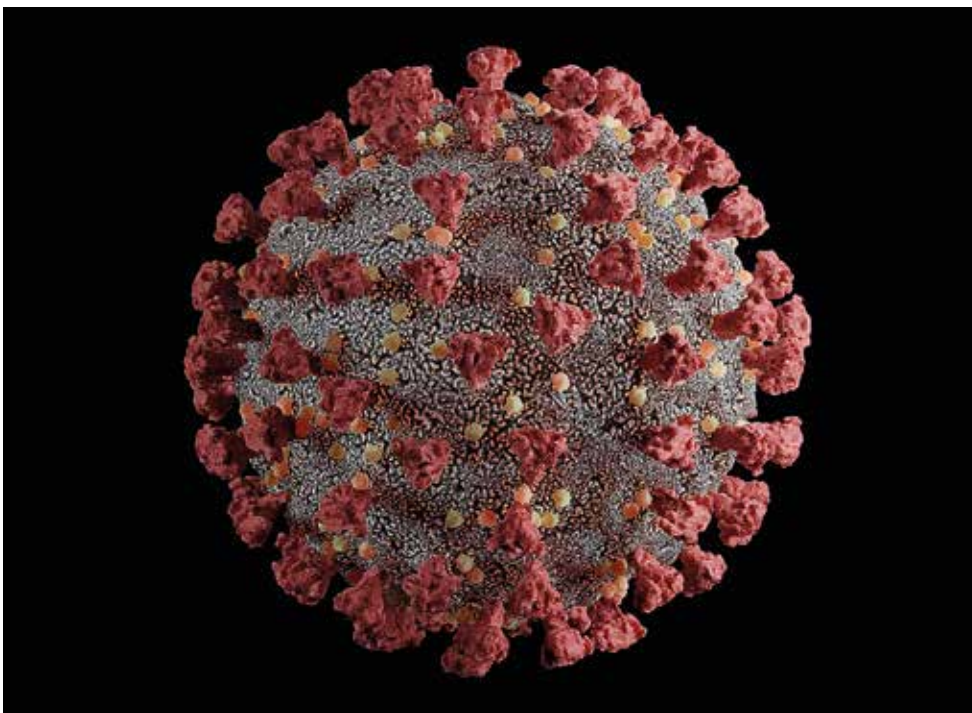
i «forskningsgangen» på sykehuset, men ingen innen mitt fagområde. Når jeg skal diskutere noe faglig i prosjektet, er det veilederen min på Ahus jeg kontakter (Hege Vangstein Aamot, bioingeniør og forsker ved Avdeling for klinisk molekylærbiologi på Ahus er Birkelands veileder. Red.anm.).

Innkjøringsproblemer og litt ensomhet til tross: Birkeland er strålende fornøyd med jobben sin. Planen er å fortsette med forskning og utvikling innen diagnostikken – på Lillehammer.

– Drømmen er en egen FOU-seksjon her på medisinsk mikrobiologi. Da kunne vi ha skapt et større forskningsmiljø og jeg ville fått flere å forske sammen med. ■



Drømmen er en egen FOU-seksjon her på medisinsk mikrobiologi



Helsepersonell anbefales ikke koronavaksine denne sesongen

■ Det melder Folkehelseinstituttet på sine nettsider. Årsakene er flere: For de som er under 65 år og ellers friske er behovet for oppfriskningsvaksine lavt i nåværende situasjon. I tillegg regnes beskyttelseffekten mot videre koronasmitte som kort-

varig når helsepersonell vaksineres for å beskytte pasienter. Derfor har vaksinasjon av helsepersonell begrenset nytteverdi.

Samtidig har unge høyere forekomst av bivirkninger sammenliknet med eldre og syke. Kraftige menstruasjons-

blødninger og myokarditt er eksempel på alvorlige og sjeldne vaksinebivirkninger som er hyppigere registrert hos yngre.

De som tilhører en risikogruppe, og samtidig er helsepersonell, anbefales likevel å vaksinere seg.

Kilde: fhi.no

PGT-tilbud i Trondheim kan bli lagt ned

■ På grunn av manglende finansiering går dagens preimplantasjonstesting (PGT) på St. Olavs hospital utover det eksisterende tilbudet ved Fertilitetsklinikken, og de ansatte er redde for om tilbudet kan bestå.

Da bioteknologiloven ble endret i 2020, bestemte Stortinget at norske par skal få utført PGT i Norge fra 2022, framfor å måtte reise utenlands. Men det fulgte ingen ekstra midler med til fertilitetssettene på Rikshospitalet i Oslo og på St. Olavs hospital i Trondheim. Helse- og omsorgsdepartementet bekrefter at PGT-aktiviteten må dekkes av eksisterende bevilgninger.

Fordi de har mottatt økte bevilgninger fra Helse Sør-Øst for å kunne tilby PGT og andre endringer som kom med den nye bioteknologiloven, har ikke Rikshospitalet de samme utfordringene.

St. Olavs hospital har ikke fått noe ekstra fra Helse Midt-Norge. Fagdirektør i Helse Midt-Norge, Trude Basso, sier at hovedproblemet er at mange av de genetiske analysene som utføres ved PGT mangler refusjonstakster.

– Arbeidet med å sikre takstene følges opp, sier Basso.

Kilde: bioteknologiradet.no

Illustrasjon: iStock/Creative Thinking

Søk opptak til vårens enkeltemner

Søknadsfrist: 1. desember

Videreutdanning for bioingeniører
Digital og samlingsbasert undervisning

 Høgskulen
på Vestlandet





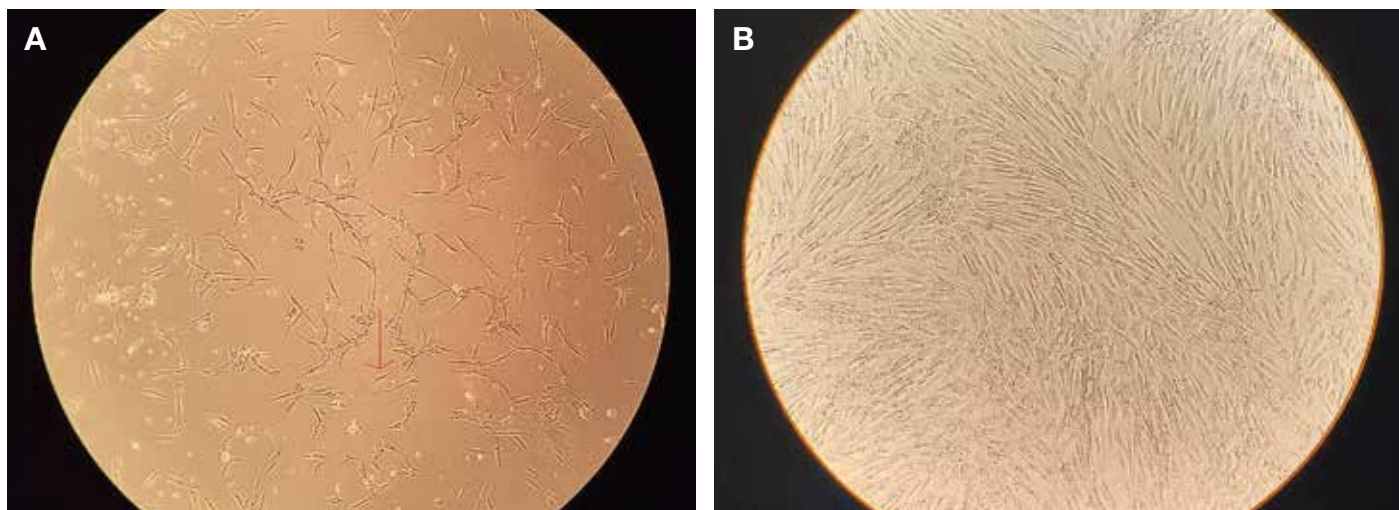
Camilla Himmelstrup Holm

Bioanalytiker, Center for Gen- og Celleterapi, Blodbank og Immunologi, Aarhus Universitetshospital.



Kirsten Rønn Bundgaard

Bioanalytiker, Center for Gen- og Celleterapi, Blodbank og Immunologi, Aarhus Universitetshospital. Epost: kirsbund@rm.dk



Billede 1: A) I mikroskopet kan morfologien af de mesenkymale stamceller ses. Ved pilen ses et fint eksempel på en enkeltliggende tenformet stamcelle. Samtidig med at morfologien tjekkes, rystes dyrkningsflasken let, for at se at cellerne sidder fast til bunden. B) I takt med at cellerne deler sig vil de ligge tættere og tættere. Når de ligger helt tæt som her, er de klar til at blive høstet og nedfrosset

Fra skraldespandsfedt til lægemiddel

Efter en fedtsugning bliver fedtet normalt kasseret. Men hvor andre ser affald, ser Center for Gen- og Celleterapi muligheder.

I Center for Gen- og Celleterapi ved Blodbank og Immunologi, Aarhus Universitetshospital arbejder vi med at fremstille stamcelleprodukter til kliniske forsøg. Som bioanalytiker er hovedopgaven selve fremstillingsarbejdet, med stor fokus på renheden af både arbejdsprocesser og det færdige produkt. Vi arbejder på tværs af

■ Denne artikkelen har tidligere vært publiceret i Fagbladet Danske Bioanalytikere (nr 2/2024). Den er republiseret med deres tillatelse.

faggrupper, for at få et klinisk projekt fra en idé til et produkt, der kan anvendes til patienter. Vores mål er at kunne udvikle et stamcellebaseret lægemiddel, der kan være til gavn for patientgrupper, der i dag er svære at behandle.

Hvem er vi?

Center for Gen- og Celleterapi er nyetableret, og er Danmarks første af slagsen. Målet med centeret er at gøre celleterapi mere tilgængeligt. Vi tilbyder en samlet pakke, hvor vi varetager processen omkring godkendelse og igangsættelse af kliniske projekter, vi fremstiller GMP godkendte celleprodukter til patientbehandling og vi tilbyder faglig sparring til forskere med interesse for området. Pt. er vi tre bioanalytikere og otte akademikere. Som bioanalytikere er vores primære rolle, at stå for produktionen af celleprodukterne. Her-

under bl.a. validering af udstyr, lokaler og processer.

Mesenkymale stamceller til behandling

Mesenkymale stamceller er multipotente stamceller, hvilket betyder at de kan differentiere til forskellige typer væv, herunder brusk, knogle og fedt. Viden om mesenkymale stamceller og deres effekt er hele tiden under udvikling, men det er veletableret, at de har reparerende og immunregulerende effekter. De kan stimulere celledeling og celledød, hæmme celledød, stimulere dannelsen af nye blodkar og virke antiinflammatorisk.

Mesenkymale stamceller findes ikke kun i knoglemarven, men er til stede i de fleste væv. Det gør dem mere tilgængelige, idet man kan bruge mindre invasive indgreb, når der skal anskaffes materiale at isolere fra. I vores arbejde

isolerer vi cellerne fra suspenderet fedt, der udtages ved fedtsugning. Behandling med stamceller kan enten være autolog eller allogen, afhængigt af om cellerne kommer fra patienten selv eller en donor. Hvad der vælges, varierer alt efter hvilket projekt vi er i gang med.

Aktuelt arbejder vi på to kliniske projekter. I det ene får patienter med slidgigt i ryggen en injektion af autologe stamceller. Håbet med projektet er at genoprette diskusvævet mellem ryghvirvlerne, så degeneration af diskus bremses eller helt stoppes. I det andet projekt behandler vi patienter med colitis ulcerosa, der er en kronisk betændelsestilstand i tyktarmen. I dette projekt er formålet at reducere graden af slimhindeinflammation, ved at give injektioner af allogene stamceller forskellige steder i tarmen.

Fra fedt til stamceller

Processen starter med at patienten eller donoren får foretaget en fedtsugning. Fedtet suges op i en sprøjte, som vi modtager i laboratoriet. Herefter foregår alt arbejdet i et renrum for at sikre, at produktet ikke kontamineres.

I renrummet isolerer vi stamcellerne fra fedtet (billede 1). Stamcellerne overføres til en dyrkningsflaske med et vækstmedie og inkuberes til de har delt sig til mange celler (billede 2). Herefter fordeles disse celler ud i flere flasker, så de får et større areal at vokse på. Når vi vurderer at der er nok celler i flaskerne, høster vi dem og fryser dem ned i cryotubes. Hele processen tager ca. halvanden uge. Sideløbende med dyrkningen af cellerne, udføres en del it-registrering. Det er vigtigt ift. sporbarhed og så produktet kan udleveres korrekt.

For at produktet kan anvendes, skal det overholde bestemte frigivelseskræterier. Et af dem er cellernes morfologi, som vi skal vurdere, hver gang vi håndterer dem. De skal være tenformede og kunne sætte sig fast til dyrkningsflasken.

Når cellerne er høstet, skal der udføres frigivelsesanalyser, ved at der skal laves karakteristik af cellerne. Det er en flowanalyse, hvor vi undersøger om cellerne har de positive overflademarkører (CD105, CD73, CD90) en mesenkymal stamcelle skal have (billede 3). Vi undersøger også for nogle negative



Billede 2: Dyrkningsflasker i inkubator hvor stamcellerne vokser og deler sig.

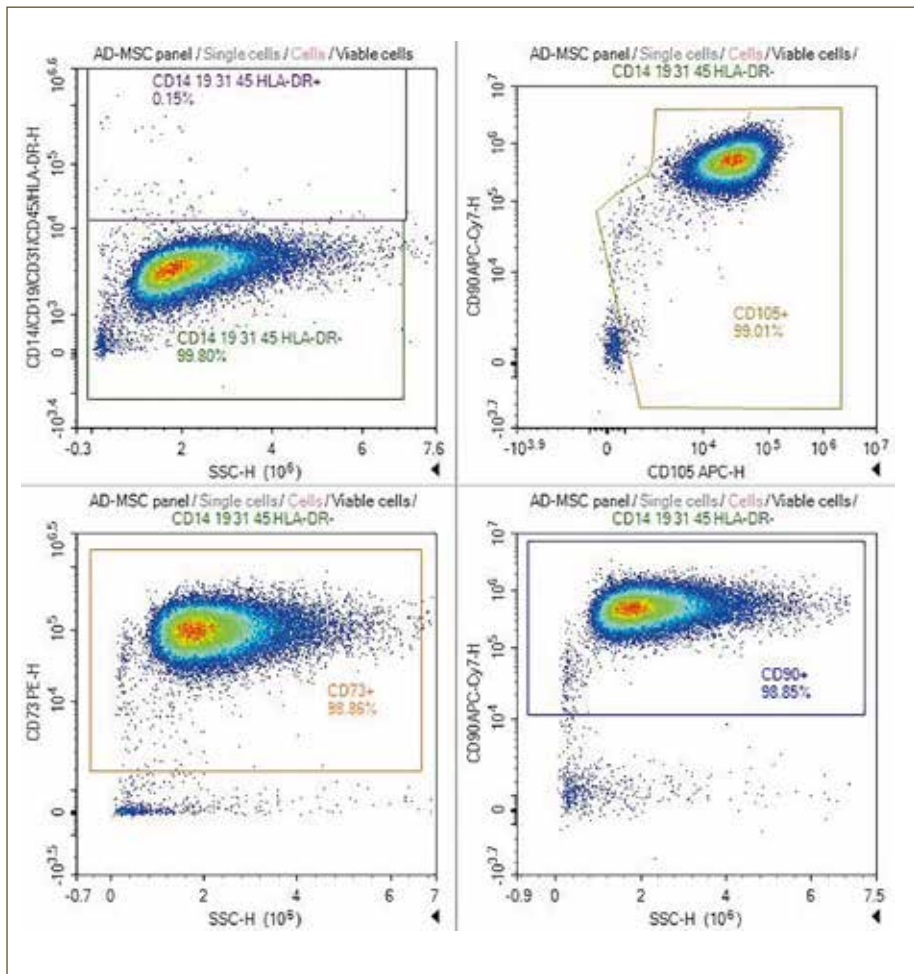
ORDLISTE

Skraldespand – Søppelkasse
 Knoglemarven – Benmargen
 Slidgigt – Slitasjegykt
 Diskusvævet – Mellomvirvelskiver
 Tenformet – Spoleformet
 Optøs – Tines
 Afprøvninger – Tester
 Gavnlig – Gunstig
 Utensilier – Redskaber

overflademarkører (CD14, CD19, CD31, CD45, HLA-DR), som cellerne ikke skal have. Celler med de markører er ikke

stamceller, og må højst udgøre 2% af det færdige produkt. Derudover udtager vi prøver til mycoplasma, endotoxin og sterilitetstest for at teste produktets renhed.

Når alle frigivelsesanalyser er udført og godkendt, frigives produktet. Klinikerne sender os en rekvisition med data på dén patient de ønsker at give celler. Cellerne skal optøs og vaskes inden de er klar til brug. Dette foregår også i vores renrum. Vi gør en sprøjte klar med den volumen og koncentration af celler, som er defineret til det pågældende kliniske forsøg. Sprøjten afleverer vi på den afdeling, hvor cellerne skal gives til patienten. Herefter skal produktet injiceres f.eks. i tarmen indenfor 4 timer. ➤



Billede 3: Her ses et udklip af karakteristisk-analysen for nogle høstede stamceller. Den første graf viser at de negative overflademærker kun sidder på 0,15% af cellerne. De tre næste er for hver sin positive markør og findes alle på over 98% af cellerne.

Renhed og kontamineringsrisiko under produktion

Da processerne i forbindelse med produktionen ikke foregår i et lukket system, er det altafgørende at vi har styr på renheden i alle aspekter af processen. Derfor udføres arbejdet i et klassificeret renrum. Renrum klassificeres i forskellige renhedsklasser, hvor klasse A er det reneste. Renhedsklasse A kan kun opnås i en LAF-bænk. Der er krav til hvor mange partikler, der må være i luften i de forskellige renhedsklasser, samt hvor mange mikroorganismer der må være i rummet. Det renrum vi har er klassificeret som AiB. AiB betyder at en LAF-bænk er placeret i et klasse B rum, og er dermed det reneste rum man kan arbejde i.

Omklædning

For at komme ind i vores produktionslokale, skal vi sluses ind gennem to forskellige sluser hvor renhedsgraden stiger for hver sluse. Før vi går ind i slusesystemet, skal vi fjerne vores makeup, og udføre håndhygiejne. Hvis man bærer briller, skal de vaskes i sterilt vand.

I den første sluse tager vi vores kittel af, udfører igen håndhygiejne, ifører os renrumsundertøj og tager håret og sterile handsker på. I den næste sluse iklæder vi os en renrumsdragt, mundbind og et ekstra sæt sterile handsker (billede 4). Det er vigtigt, at vi ikke kontaminerer ydersiden af dragten, mens vi iklæder os den, så vi må kun røre på indersiden.

Hygiejnemonitorering

Hver gang vi udfører en proces i LAF-bænken, skal vi monitorere hygiejnen (billede 5). Det gøres ved at have en partikeltæller ved siden af arbejdsområdet. Den fungerer som en lille støvsuger, der suger en kontrolleret mængde luft ind, og tæller hvor mange partikler der er. Vi har også to agarplader til at stå tæt ved vores arbejdsområde under hele processen. De sendes til dyrkning på mikrobiologisk afdeling, så vi kan se, om der har været mikroorganismer i LAF-bænken. Vi afslutter hver proces med at tage aftryk på agarplader af vores handsker og fra dragtens ærmer. Disse sendes ligeledes til dyrkning. Herved kan vi se, om der er risiko for at vi har overført mikroorganismer til produktet.

Forskning

Udover at producere celleprodukter, deltager vi også i diverse afprøvninger i forbindelse med planlægningen af forskellige projekter. Vi er blandt andet i gang med et omfattende opbevaringsforsøg, hvor vi undersøger hvor længe stamcellerne kan holde sig når de opbevares ved forskellige temperaturer. Vi tør en cryotube med celler op efter fastsatte tidsintervaller, og måler bl.a. hvor mange levende celler der er tilbage og om de stadig er funktionelle. Til sidst udsår vi cellerne i en flaske med vækstmedie, for at se om de stadig er i stand til at vokse og dele sig, og om de har den rigtige morfologi. Dermed kan vi se under hvilke forhold, stamcellerne har det bedst, og hvor lang tid man kan have et produkt opbevaret.

En tværfaglig hverdag

I Center for Gen- og Celleterapi arbejder mange forskellige faggrupper sammen. Blandt andet molekylærmedicinere, bioteknologi-ingeniører, læger og bioanalytikere. Vi har et rigtig godt samarbejde med de akademikere, der er ansat i centeret. Vi byder ind med meget forskellige kompetencer og supplerer hinanden godt. Akademikerne har masser af gode idéer til ting vi kan prøve af, og har ansvaret for at få de kliniske projekter godkendt og finansieret. Som bioanalytikere sørger vi for at få sat tingene i system og omsætte projekternes visioner til praksis. Vi oplever, at der er

Billede 4: Arbejdsuniformen i renrum er noget mere omstændig end en standard hospitalskittel. På billedet ses den grønne renrumsdragt, de blå renrumsstøvler, maske, handsker og håret. Dette er dog kun toppen af isbjerget. Under er et sæt langærmet renrumsundertøj, et ekstra sæt handsker og to par sokker. Det tager omkring 15 min at blive fuldt omklædt og kræver både præcision og balance.

stor respekt omkring vores kompetencer som bioanalytikere.

Fremtiden

Vores igangværende projekter er på forskningsstadiet. Det vil forhåbentligt vise sig, at behandlingen med de mesenkymale stamceller har en gavnlig effekt for patienterne og kan implementeres som en standardbehandling til de forskellige patientgrupper. Der er stor interesse for vores center, og mange klinikere står i kø for at få deres projekter sat i søen. Blandt andet vil klinikere fra ortopædkirurgisk afdeling undersøge om mesenkymale stamceller kan lindre eller kurere slidgigt i knæet, klinikere fra nyremedicinsk afdeling vil undersøge om cellerne kan dæmpe immunsvaret og hindre afstødning efter nyretransplantation og klinikere fra kræftafdelingen vil undersøge om cellerne kan reparere væv med stråleskader efter kræftbehandling. Vi håber at Center for Gen- og Celleterapi med tiden vokser sig meget større! ■



Billede 5: Arbejdet i LAF-bænken kræver rolige bevægelser og at man undgår at række ind over cellerne eller råvare, der ikke har låg på. Vi sørger for at opstille vores arbejdsplads i LAF-bænken, så vi arbejder fra urent til rent. Vi holder utensilier og affaldsbeholder i den ene ende og råvarer og det færdige produkt i den anden med arbejdsområdet i midten. På begge sider af arbejdsområdet er en nedfaldsplade placeret (se røde pile) til at opsamle eventuelle mikroorganismer og i toppen af billedet kan indsugningen til partikeltælleren ses (grøn pil).





Vlado Kovcic

Molekylærgenetiker ved Avdeling for medisinsk genetikk (AMG) ved St. Olavs hospital. Mastergrad i genetikk og doktorgrad i kreftbiologi og inflammasjon. Ansvarlig for prenatal diagnostikk ved AMG-laboratoriet.

E-post: Vlado.Kovcic@stolav.no



Aleksej Stevanovic

Biolog ved fertilitetsseksjonen ved St. Olavs hospital. Master innen genetikk og doktorgrad i molekylærbiologi. Leder for flerregional behandlingstjeneste for PGT.

Preimplantasjonsgenetisk testing: Store fremskritt og krevende etiske dilemmaer

Innledning

Preimplantasjonsgenetisk testing (PGT) er en avansert teknikk innen assistert reproduksjonsteknologi, som brukes til å undersøke den genetiske sammensetningen av befruktede egg før implantasjon i livmor. PGT brukes til å identifisere embryoer med genetiske lidelser eller kromosomale avvik, slik at et embryo som ikke bærer den aktuelle lidelsen velges for implantasjon. PGT gir foreldre en mulighet til å gjennomgå en trygg graviditet selv i tilfeller hvor det er høy risiko for å overføre en genetisk sykdom. Dette øker sjansene for å føde friske barn, til tross for risikoen for alvorlige arvelige sykdommer eller kromosomale avvik. PGT innebærer *in vitro*-fertilisering (IVF), og hvert enkelt par må vurderes både av en fertilitetsavdeling og en avdeling for medisinsk genetikk før de kan bli godkjent for denne behandlingen. For hvert enkelt par med monogen sykdom, må en testmetode utvikles for den aktuelle genetiske mutasjonen før de kan starte behandling. Dette skjer ved Igenomix i England og Spania (1-4).

Når paret er godkjent, får kvinnen hormonbehandling for å produsere flere eggceller. Deretter hentes eggcellene ut og befruktes med mannens sædceller.

Embryoene dyrkes i laboratoriet i fem til seks dager før det tas en biopsi som sendes til genetisk analyse med avanserte teknikker. Etter at biopsiene er tatt, vitriferes (fryses) embryoene i påvente av resultatene (2).

PGT omfatter flere typer testing (1, 5):

- PGT-A (Aneuploidi): Analyserer embryoer for unormalt antall kromosomer, for eksempel trisomier av kromosom 13, 18 eller 21, samt monosomi av kromosom X.
- PGT-M (Monogene sykdommer): Testing for spesifikke genetiske mutasjoner som kan føre til arvelige sykdommer, for eksempel cystisk fibrose.
- PGT-SR (Strukturelle avvik): Identifiserer embryoer med kromosomale avvik, for eksempel ved translokasjoner.
- PGT-HLA (Human Leukocyte Antigen): Identifiserer embryoer med en vevstype som er kompatibel med et sykt søsken for å muliggjøre stamcelledonasjon.

PGT har revolusjonert reproduktiv medisin ved å tillate foreldre å ta informerte beslutninger basert på genetisk informasjon, og dermed redusere forekomsten av genetiske sykdommer hos barn født

gjennom IVF. Bruk av PGT reiser etiske og juridiske spørsmål knyttet til genetisk seleksjon, embryomanipulasjon og mulig misbruk eller diskriminering. PGT gir klinikere og fremtidige foreldre muligheten til å velge embryoer med størst sannsynlighet for å utvikle seg til friske barn. I Norge er PGT strengt regulert, for å sikre forsvarlig bruk (1, 2, 5).

PGT-regulering og ESHRE-retningslinjer

Regulering av PGT varierer i ulike land, med spesifikke juridiske rammeverk, etiske hensyn og tekniske standarder som sikrer ansvarlig bruk. Disse reguleringene inkluderer ofte betingelser for testing, krav til informert samtykke, databeskyttelse og restriksjoner på ikke-medisinske formål, som å velge øyenfarge eller høyde på barnet. Etiske retningslinjer og lover forhindrer misbruk av teknologien og sikrer at den brukes på en måte som er ansvarlig og etisk forsvarlig (1, 5).

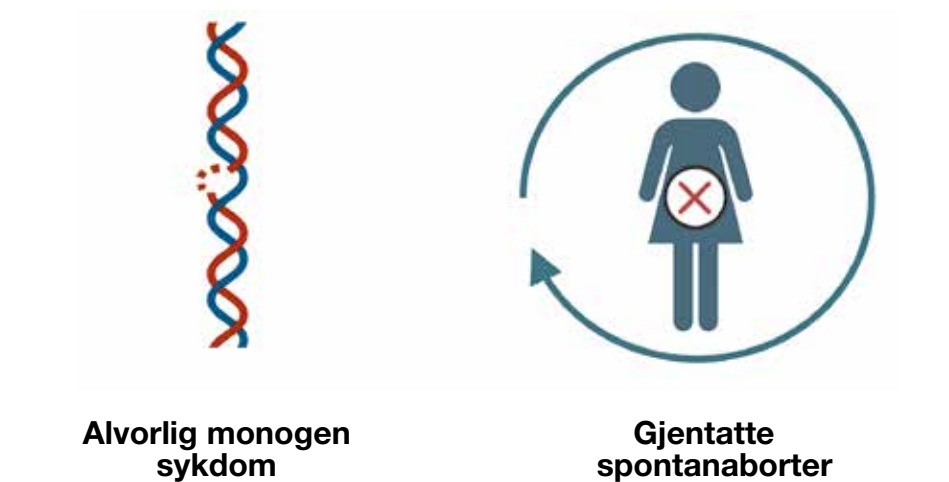
Den europeiske foreningen for human reproduksjon og embryologi (ESHRE) gir retningslinjer for PGT som dekker tekniske standarder, kliniske indikasjoner, etiske hensyn, pasientveiledning og resultatrapportering. ESHRE oppmuntre til systematisk rapportering av PGT-

resultater for å øke innsikten i metodens effektivitet og sikkerhet. Disse retningslinjene forsøker å standardisere PGT-prosedyrene i Europa, med mål om å øke kvaliteten (6).

I Norge er PGT regulert av Bioteknologiloven, som setter strenge rammer for bruk av genetisk testing og assistert befruktning. Loven tillater bruk av PGT der en eller begge i paret er bærere av alvorlig monogen eller kromosomal arvelig sykdom, og det er stor fare for at sykdommen kan overføres til et kommende barn. Det er tillatt å bruke PGT-M, PGT-SR og PGT-HLA, mens bruk av PGT-A ikke er lov. Til tross for at PGT-A benyttes i flere europeiske land for å selektere embryoer med normalt kromosomtall, særlig i tilfeller der kvinnen har nådd en høyere reproduktiv alder, er denne metoden fortsatt ikke tillatt i Norge. Dette skyldes at PGT-A ikke faller under kriteriene for alvorlige arvelige sykdommer der loven tillater bruk av PGT. Kjønnseleksjon i Norge er kun tillatt i tilfeller av X-bundne sykdommer, fordi disse sykdommene ofte rammer gutter mer alvorlig. De senere årene har man sett en viss liberalisering av vilkårene for hvilke pasienter som kan motta PGT-behandling, og ytterligere endringer kan komme som følge av evalueringen av Bioteknologiloven i 2025 (1-3, 7).

Historisk utvikling av PGT

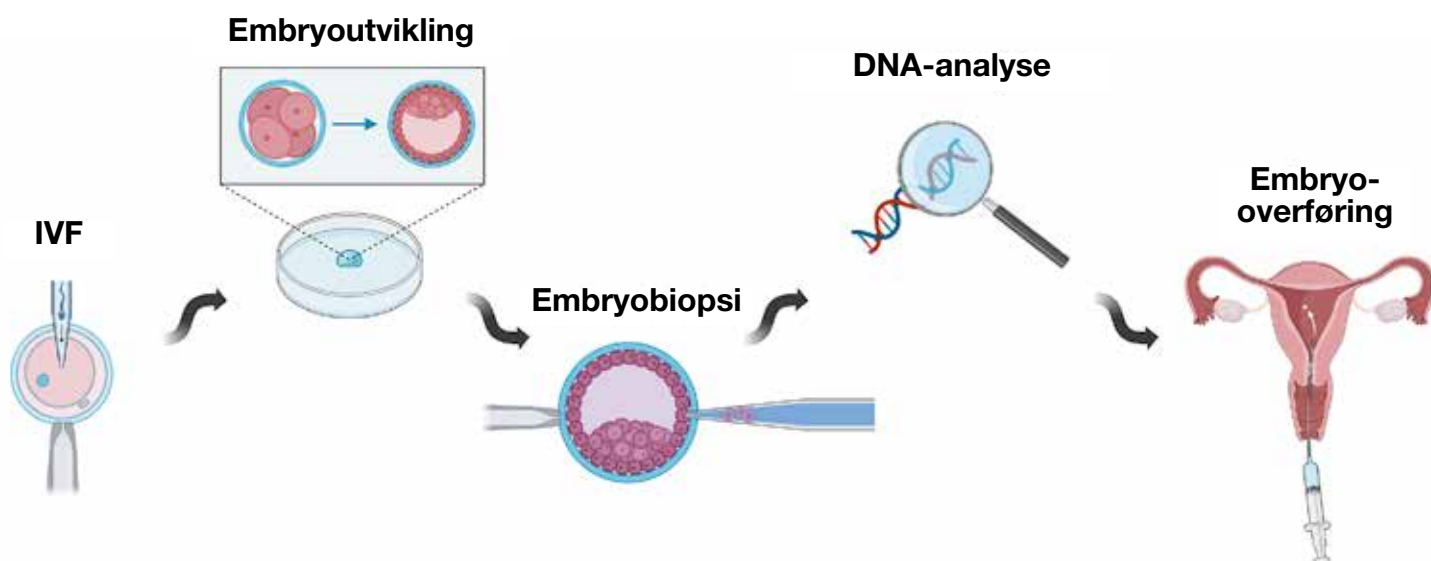
PGT oppstod parallelt med fremskrit-



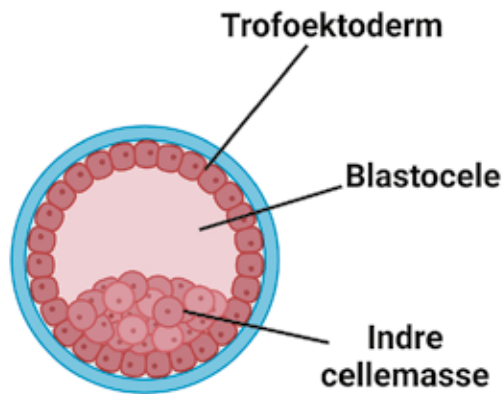
FIGUR 1. Indikasjoner for PGT. PGT er indisert for par som er i fare for å overføre genetiske lidelser til sine kommende barn, og individer som har en historie med gjentatte aborter og som viser seg å være bærere av genetiske avvik. Figuren er laget i BioRender av Vlado Kovcic.

tene innen assistert reproduksjonsteknologi mot slutten av det 20. århundre. PGT ble utført for første gang i 1990, for å forhindre X-bundet Duchennes muskeldystrofi ved biopsi av embryoer og PCR-analyse. På 1990-tallet ble PGT utvidet til å omfatte testing for tilstander som cystisk fibrose og kromosomale avvik, blant annet ved hjelp av fluorescens in situ hybridisering (FISH). Teknologiske fremskritt som komparativ genomhybridisering (CGH), SNP-mikromatriseteknologi (SNP array) og helgenomamplifisering (WGA)

tidlig på 2000-tallet, førte til ytterligere økning i PGTs nøyaktighet og omfang. Nestgenerasjonssekvensering (NGS) revolusjonerte PGT på midten av 2010-tallet, ved å tillate detaljert undersøkelse av kromosomale og monogene sykdommer. Den nyeste teknologien vi nå ser fremvekst av er non-invasiv PGT (NIPGT), hvor man analyserer genetisk materiale fra embryoers kulturmedium. Dette vil eliminere behovet for biopsi. Prosedyren blir mer skånsom for embryoet og lettere å gjennomføre for flere (3, 5, 8-10). ▶

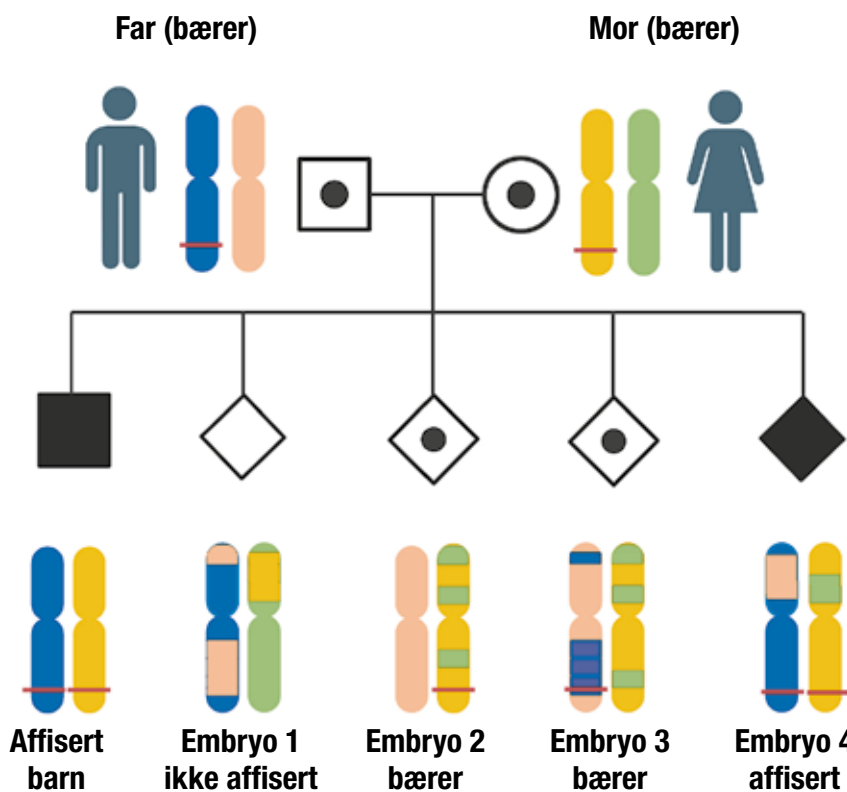


FIGUR 2. Arbeidsflyt for PGT. Skjematisk oversikt over PGT-prosessen. Figuren er laget i BioRender av Vlado Kovcic.



Blastocystbiopsi på dag 5

FIGUR 3. Embryostadium klart for biopsi. Embryobiopsi tas fra trofoektodermen på dag fem eller seks (blastocyststadiet). Figuren er laget i BioRender av Vlado Kovcic.



FIGUR 4. Karyomapping. Karyomapping er en spesialisert teknikk som brukes i PGT for monogene sykdommer (PGT-M). Metoden kombinerer SNP-analyse med genetisk testing for å identifisere embryoer uten sykdomsfremkallende mutasjoner. Ved å analysere SNP-profiler fra familiemedlemmer kartlegges genomregioner (haplotyper) som er knyttet til sykdomsgivende mutasjoner. I det presenterte bildet er foreldrenes kromosomer fargekodet for å vise haplotyper: de to farskromosomene vises i blått og oransje (til venstre), mens de to morskromosomene vises i gult og grønt (til høyre). Foreldrene er friske, heterozygote bærere av mutasjoner (markert med en rød linje). Ved å sammenligne foreldrenes SNP-mønstre med det affiserte barnet/referanseindividet (som er homozygot for mutasjonen og markert med to røde linjer), og analysere embryoene i forhold til både foreldrene og det affiserte barnet, kan man fastslå hvilke embryoer som er friske bærere, ikke affisert, eller affisert (8). Figuren er laget i BioRender av Vlado Kovcic.

Når er PGT aktuelt?

PGT tilbys til par med kjente genetiske mutasjoner som kan føre til alvorlige monogene lidelser, slik som cystisk fibrose eller Huntingtons sykdom, og for pasienter med X-bundne tilstander som Duchennes muskeldystrofi. Pasienter med balanserte kromosomale translokasjoner får også tilbud om PGT, for å forebygge spontanaborter eller genetiske lidelser på grunn av ubalanserte kromosomale avvik (figur 1). Dette er fordi balanserte translokasjoner hos foreldre gir økt risiko for ubalanserte translokasjoner hos avkom. Beslutningen om å bruke PGT tas i samråd med genetiske rådgivere og fertilitetslege, og vurderes i forhold til individuell sykehistorie, genetiske risikofaktorer, personlige preferanser og lovgivning.

PGT kan også brukes til å velge embryoer med riktig vevstype, noe som potensielt muliggjør fødselen av et vevskompatibelt barn som kan være stamcelledonor for et søsken med alvorlig arvelig sykdom. Hvert tilfelle blir grundig vurdert med hensyn til sykdommens alvorlighetsgrad, forventet levetid, livskvalitet og tilgjengeligheten av effektive behandlinger. Denne vurderingen er avgjørende for å fastslå om sykdommen anses som alvorlig og berettiger bruk av PGT (1, 2).

PGT-prosedyre og arbeidsflyt

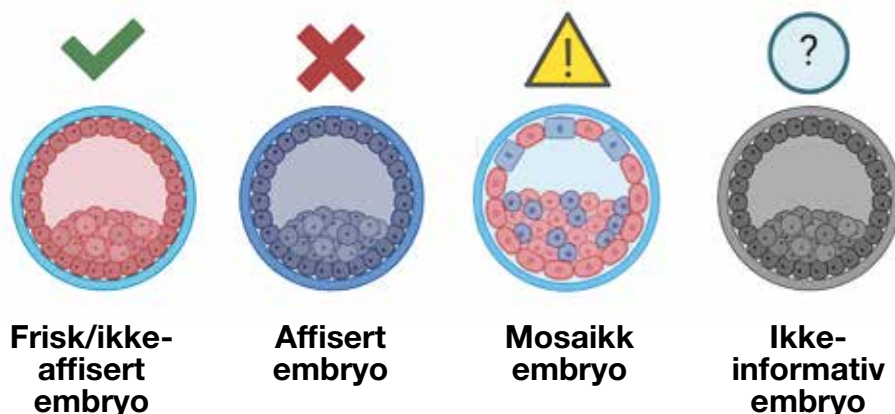
IVF med PGT er en av de mest omfattende og arbeidskrevende behandlingene innen assistert reproduksjon. Prosedyren involverer flere høyt spesialiserte trinn, fra ovarial stimulering til embryooverføring (figur 2).

Ovarial stimulering og befruktning

Prosesen begynner med ovarial stimulering, hvor kvinnen gjennomgår hormonell behandling for å stimulere eggstokkene til å produsere flere egg enn normalt. Eggene hentes gjennom en mindre kirurgisk prosedyre, kjent som oocyttaspirasjon. Når eggene er hentet ut, befruktes de ved hjelp av mikroinjeksjon (ICSI), hvor en enkelt sædcelle injiseres direkte inn i hvert egg.

Embryoutvikling og biopsi

Embryoene dyrkes deretter i et kontrollert miljø i fem til seks dager, til de oppnår blastocyststadiet. I løpet av denne



FIGUR 5. Resultater av PGT-analyse. Den genetiske analysen kan ha forskjellige utfall: *Frisk/ikke-affiserte embryoer* har normalt kromosomtall og struktur, og mangler den spesifikke genetiske mutasjonen som er testet, noe som gjør dem til ideelle kandidater for overføring. *Affiserte embryoer* viser kromosomale avvik eller genetiske mutasjoner og er derfor ikke egnet for overføring. *Mosaikkembryoer* inneholder en blanding av friske og unormale celler. Beslutningen om å overføre et mosaikkembryo avhenger av graden av mosaikkisme og tilgjengeligheten av friske embryoer. En grundig vurdering av legen er avgjørende i slike tilfeller. *Ikke-informative embryoer* kan noen ganger oppstå på grunn av mislykket genetisk analyse, og embryoets status forblir derfor uavklart. Disse embryoene må det tas en ny biopsi av for å fastslå deres genetiske status (11). Figuren er laget i Bio-Render av Vlado Kovcic.

perioden vurderes embryoenes kvalitet og utvikling, for å sikre at de oppfyller kriteriene som er nødvendige for biopsi. På embryobiopsistadiet fjernes et lite antall celler (mellom fem og åtte) fra trofektodermen forsiktig fra embryoet (figur 3). Biopsien overføres til et rør (tubing), og sendes til genetisk analyse.

Genetisk analyse

De biopsierte cellene gjennomgår kromosomal og/eller genetisk analyse for å identifisere eventuelle avvik. Ulike teknikker brukes til analyse, avhengig av problemstilling. Eksempler på slike analyser er FISH, CGH, SNP array/karyomapping (figur 4), Short Tandem Repeats (STR) og NGS. Ved St. Olavs hospital bruker vi karyomapping (SNP array) for PGT-M, mens PGT-SR-analyse utføres med NGS.

Resultatevaluering og overføring av embryoer
Etter genetisk analyse velges genetisk friske embryoer ut for overføring til kvinnens livmor, mens embryoer med påviste genetiske avvik destrueres. Andelen friske embryoer identifisert gjennom PGT avhenger av den spesifikke genetiske

mutasjonen og arvemønsteret. Resultatene av den genetiske analysen kan identifisere «friske» embryoer, embryoer som bærer den genetiske mutasjonen, mosaikkembryoer (som betyr at de har en blanding av friske og muterte celler) eller embryoer uten informasjon (figur 5). Man setter tilbake kun ett embryo om gangen i kvinnens livmor.

Bekreftelse av graviditet

10-14 dager etter overføring av embryo tas en blodprøve eller urinprøve for å bekrefte graviditet. I uke seks eller syv utføres ultralyd for å bekrefte en klinisk graviditet (2, 8, 11).

Etiske aspekter ved PGT

Etiske utfordringer rundt PGT er komplekse og involverer pasienter, genetikere, etikere og fertilitetsleger. Et sentralt spørsmål er hva som defineres som alvorlig arvelig sykdom, fordi dette er med på å avgjøre hvilke pasienter som skal ha tilgang til teknologien. PGT reiser også samfunnsmessige etiske spørsmål om genetisk utvelgelse og potensialet for «designerbabyer», der embryoer ikke bare velges ut på grunn av helse, men

også foretrukne ikke-medisinske egenskaper.

Tilgang til PGT varierer rundt omkring i verden. De høye kostnadene kan begrense tilgjengeligheten og forverre sosioøkonomiske forskjeller, og dermed føre til ulike muligheter. I Norge vil ikke dette være en stor utfordring, siden PGT er en del av det offentlige helsetilbudet og dermed tilgjengelig for de fleste (1, 12).

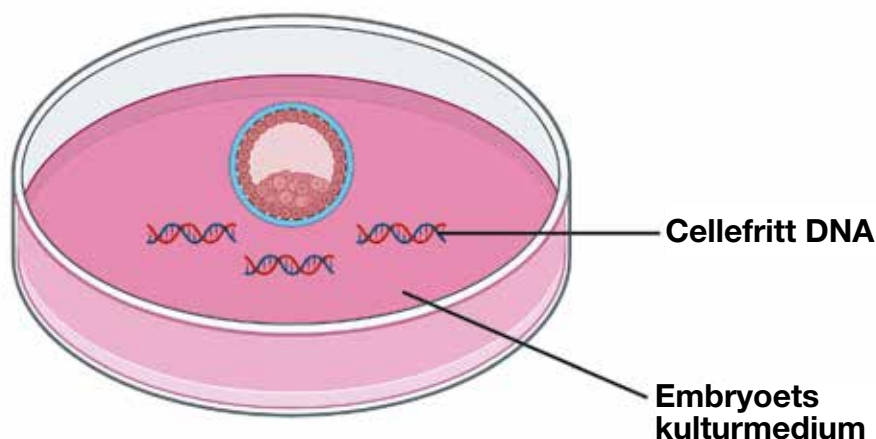
I tillegg kan etiske spørsmål oppstå hvis man oppdager mutasjoner som kan føre til predisposisjon for sykdom, eksempelvis BRCA1- eller BRCA2-mutasjoner som øker risikoen for bryst- og eggstokkreft. I slike tilfeller, selv om pasienten har en høyere sannsynlighet for å utvikle kreft i løpet av livet, kan de også forbli friske hele livet. Slike tilfeller reiser spørsmål om de etiske implikasjonene av å velge embryoer basert på prediktiv genetisk testing for sykdommer som kanskje aldri manifesterer seg. Pasienter skal ha muligheten til å ta egne beslutninger om hvorvidt de vil gjennomgå PGT-prosessen, basert på sine erfaringer og livssituasjon, og med genetisk veiledning (1, 13).

Et annet moment er at teknologien utvikler seg raskere enn det etikken og samfunnet er klare for. Nye teknologier, som CRISPR og NIPGT, medfører ytterligere etiske utfordringer knyttet til sikkerhet og langsiktige effekter. Kulturelle og religiøse perspektiver på PGT kan hindre valget om å gjennomgå denne prosedyren, og at man heller velger å gjennomgå svangerskapet med håp om å få et friskt barn naturlig (12, 14).

Å balansere fordelene med å forebygge genetiske sykdommer med risikoene knyttet til sosiale ulikheter, psykologiske virkninger og etiske dilemmaer krever robuste etiske standarder, informert samtykkepraksis, rettferdig tilgang og løpende dialog blant alle involverte parter. Etikken i samfunnet, eller hva samfunnet er villig til å akseptere på et gitt tidspunkt, er i konstant endring: det som ikke er akseptert i dag, kan være fullt akseptert om fem år. Derfor må lovverket holde tritt med den raske utviklingen (1, 12).

Fremtidsperspektiver for PGT

Fremtiden for PGT ser lovende ut, med potensielle fremskritt innen nøyaktighet og anvendelighet. NIPGT er en ny teknologi som kan eliminere behovet



FIGUR 6. NIPGT. NIPGT fungerer ved å analysere cellefritt DNA som embryoet frigjør i kulturmediet, og gir dermed en omfattende genetisk profil uten å ta direkte biopsi fra embryoets celler. Figuren er laget i BioRender av Vlado Kovcic.

for embryobiopsi ved å analysere genetisk materiale fra embryoets kulturmedium. NIPGT fungerer ved å detektere cellefritt DNA som embryoet frigjør i kulturmediet, og gir dermed en omfattende genetisk profil uten å ta biopsi (figur 6). Dette reduserer risikoen for skade på embryoet, noe som gjør prosedyren tryggere og mindre invasiv. NIPGT kan også potensielt håndtere problemet med mosaikkembryoer, som inneholder en blanding av normale og unormale celler. Tradisjonell PGT kan overse slike mosaikker eller gi tvetydige resultater, men NIPGT kan gi et mer helhetlig bilde av embryoets genetiske sammensetning ved å analysere DNA frigjort fra hele embryoet, og dermed potensielt øke nøyaktigheten i diagnosen. Videre forskning er imidlertid nødvendig på dette feltet (9).

Fremskritt innen NGS-teknologi forventes å forbedre presisjonen og utvide det detekterbare spekteret av genetiske avvik. CRISPR, kjent for genredigering, gjør det mulig å endre DNA-et til embryoer, noe som kan tillate korrigering av «syke» embryoer og dermed potensielt eliminere genetiske problemer. CRISPR er foreløpig ikke brukt i klinisk praksis, men det vil sannsynligvis bli en generell praksis i fremtiden. Man kan komme til å nå et punkt hvor det anses som uetisk å destruere et påvirket embryo, når man i stedet kan modifisere det og korrigere sykdommen (14).

Konklusjon

PGT har gjort betydelige fremskritt siden den første bruken på 1990-tallet og tilbyr i dag mange fordeler innen assistert befruktning. Teknikken muliggjør tidlig påvisning av genetiske lidelser i embryoer før implantasjon, og gir fremtidige foreldre muligheten til å velge genetisk friske embryoer under IVF. Dette kan potensielt forhindre fødselen av barn med alvorlige arvelige sykdommer, samtidig som det øker sjansen for vellykket implantasjon og reduserer risikoen for spontanabort grunnet kromosomale avvik.

Likevel står PGT overfor utfordringer som krever nøye vurdering. Tekniske begrensninger kan medføre falskt positive eller negative resultater, noe som kan påføre emosjonell belastning og gjøre beslutningsprosessen vanskelig for foreldrene. Etske dilemmaer, som valget om å selektere sykdomsfrie embryoer og destruksjon av andre embryoer, må også tas på alvor. Disse komplekse problemstillingene krever både etisk vurdering og grundig genetisk veiledning for å sikre ansvarlig bruk av teknologien (12).

Med de kontinuerlige fremskrittene innen genetisk testing og teknologi har PGT et stort potensial for ytterligere forbedringer i nøyaktighet og anvendelse. Fremtiden for PGT er lovende, og det vil fortsette å være et uvurderlig verktøy innen reproduktiv medisin, så lenge etiske hensyn blir ivaretatt. ■

Referanser

1. Helsedirektoratet. Et helhetlig og sammenhengende tilbud til kvinner og par som har økt risiko for å få et foster eller barn med en alvorlig arvelig sykdom eller tilstand: <https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/et-helhetlig-og-sammenhengende-tilbud-til-kvinner-og-par-som-har-okt-risiko-for-a-fa-et-foster-eller-barn-med-en-alvorlig-arvelig-sykdom-eller-tilstand> (28.6.2024).
2. Moro AM, Martin J, Gomez MB, Lin X, Salvador Z, InviTRA. What is preimplantation genetic diagnosis or PGD?: <https://www.invitro.com/en/preimplantation-genetic-diagnosis-pgd/> (28.6.2024).
3. Parikh FR, Athalye AS, Naik NJ, Naik DJ, Sanap RR, Madon PF. Preimplantation genetic testing: Its evolution, where are we today? *J Hum Reprod Sci.* 2018;11(4):306-14.
4. Igenomix. Our services: <https://www.igenomix.eu/genetic-solutions/> (28.6.2024).
5. Latham KE. Preimplantation genetic testing: A remarkable history of pioneering, technical challenges, innovations, and ethical considerations. *Mol Reprod Dev.* 2024;91(1):e23727.
6. Carvalho F, Coonen E, Goossens V, Kokkali G, Rubio C, Meijer-Hoogveen M, et al. ESHRE PGT Consortium good practice recommendations for the organisation of PGT. *Hum Reprod Open.* 2020;2020(3):hoaa021.
7. Bioteknologiloven. 2021. Lov om humanmedisinsk bruk av bioteknologi m.m. LOV-2021-06-04-532003: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2003-12-05-100> (28.6.2024).
8. Handyside AH, Harton GL, Mariani B, Thornhill AR, Affara N, Shaw MA, Griffin DK. Karyomapping: a universal method for genome wide analysis of genetic disease based on mapping crossovers between parental haplotypes. *J Med Genet.* 2010;47(10):651-8.
9. Leaver M, Wells D. Non-invasive preimplantation genetic testing (niPGT): the next revolution in reproductive genetics? *Hum Reprod Update.* 2020;26(1):16-42.
10. Parikh FR, Athalye AS, Kulkarni DK, Sanap RR, Dhupal SB, Warang DJ, et al. Evolution and utility of preimplantation genetic testing for monogenic disorders in assisted reproduction – A narrative review. *J Hum Reprod Sci.* 2021;14(4):329-39.
11. Ziarrusta GB, Martin J, Salgados S, Gutierrez SA, Gallego SC, Salvador Z, et al. InviTRA. Understanding the results of preimplantation genetic diagnosis: <https://www.invitro.com/en/results-of-preimplantation-genetic-diagnosis/> (28.6.2024).
12. Kaye DK. Addressing ethical issues related to prenatal diagnostic procedures. *Matern Health Neonatol Perinatol.* 2023;9(1):1.
13. Oribamise EI, Ashiru OA, Iloabachie EC, Osumah JG, Moruf OO. Preimplantation genetic testing for breast cancer. *Niger Med J.* 2019;60(3):99-105.
14. Sadeghi MR. Technical problems and ethical concerns regarding gene editing in human germlines and embryos. *J Reprod Infertil.* 2023;24(3):145-6.

Biomarkører, blodpropp og hjerneblødning



Foto: Thomas T. Kleiven

FAKTA |

Navn: Henriette Solberg Jæger

Alder: 35 år

Tittel på oppgave: The Use of Biomarkers to Differentiate Acute Hemorrhagic and Ischemic Stroke. The Biomarker Study

Sted: Stiftelsen Norsk Luftambulans og Universitetet i Oslo

Veiledere: Kristi G. Bache, PhD og professor Sandip M. Kanse

Dato for disputas: 26.06.2024

Utdanning (år): Bachelor bioingeniør, Høgskolen i Ålesund, 2012. Master i bioteknologi, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, 2014.

Nåværende arbeidssted: Jobber som molekylærbiolog og forsker ved Seksjon for genteknologi og infeksjonsserologi ved Sykehuset Østfold Kalnes

Henriette Solberg Jæger har i sin doktorgrad undersøkt mulige biomarkører for å skille mellom blodpropp og hjerneblødning i den hyperakutte fasen (< 4.5 timer fra symptomene oppstår) av hjerneslag.

Hvorfor ble studien gjennomført?

Opp mot to millioner hjerneceller dør hvert minutt etter at en blodpropp har tettet igjen en arterie i hjernen. Hjerneslag forårsaket av blodpropp behandles med blodfortynnende medisiner, en behandling som må settes i gang innen 4,5 timer etter symptomdebut. Og blodfortynnende medisiner kan ikke gis til pasienter med hjerneslag forårsaket av blødning.

I dag må hjerneslagpasienter transporteres til nærmeste CT-maskin for å få riktig behandling, men nærmeste CT-maskin kan være langt unna. Tall fra Norsk Hjerneslagregister viser at under

halvparten av slagpasientene ankommer sykehus innen 4 timer, og det er store regionale forskjeller. For å gjøre den akutte diagnostikken av hjerneslag mer tilgjengelig kreves et alternativ til CT-maskinen. Vi ønsket å teste ulike biomarkører i denne sammenheng.

Hvilke metoder ble brukt?

De analyserte blodprøvene i Biomarkørstudien er samlet inn utenfor sykehus i en spesialbygget slagambulans med CT-maskin, i ordinær ambulans og inne på sykehus. Den pre-hospitale blodprøveinnsamlingen har gjort det mulig å samle inn data og blodprøver så nærme symptomdebut som mulig. I våre data har vi blodprøver som dekker hele behandlingsvinduet for trombolys på 4,5 timer, og den tidligste blodprøven er tatt 15 minutter etter symptomdebut.

Vi har testet Glial Fibrillary Acidic Protein (GFAP), Ubiquitin C-terminal Hydrolase-L1 (UCH-L1), Faktor VII Aktiverende Protease (FSAP) og nukleosomer. Manuelle ELISAer ble brukt til måling av

GFAP, UCH-L, FSAP antigen, FSAP- α 2-antiplasmin kompleks. I tillegg ble GFAP målt med den ultrasensitive SIMOA-teknologien fra Quanterix på en HD-1 Analyser. FSAP-aktivitet ble målt ved aktivitetssassay.

Hvilken betydning kan denne forskningen ha?

Samlet viser resultatene våre at én eller to biomarkører ikke kan skille hjerneslag forårsaket av blodpropp og hjerneblødning fra hverandre med den diagnostiske nøyaktigheten som kreves for å sette i gang trombolysbehandling. For å få til dette, kreves videre forskning på flere biomarkører, gjerne i sammenheng med slagsymptomer og vitale parametere som blodtrykk, sammen med kjønn og alder.

På den annen side har vi vist at en måling med GFAP kan påvise blødning hos noen pasienter tidlig i sykdomsforløpet, slik at disse pasientene potensielt kan få satt i gang behandling uten billediagnostikk. Dette betyr at GFAP og andre biomarkører kan ha stor nytteverdi i ambulansetjenesten. ■

En mer fleksibel utdanning kan gi oss flere bioingeniører

Ved å tilby mer undervisning digitalt, i kombinasjon med fysiske samlinger, kan man nå flere potensielle studenter.



Illustrasjonsfoto: Kristin Risa

Det er for få bioingeniører til å dekke behovet. En årsak er at det utdannes for få. Derfor må vi gå nye veier for å få utdannet flere.



KJETIL JENSET

Nestleder i NITO BFIs fagstyre

Et av satsningsområdene for fagstyret er derfor å se på muligheten for et mer fleksibelt utdanningsforløp til bioingeniøryrket. Vi tror dette kan gi oss flere

bioingeniører. Fagstyret har tidligere kalt dette desentralisert utdanning. Selv om vi har ment det samme, så ser vi at dette uttrykket kan misforstås. Vi ønsker ikke primært en desentralisering av våre utdanningsinstitusjoner. Det vi ønsker er at det må være flere muligheter til å bli bioingeniør, ikke bare gjennom en standard bioingeniørutdanning. Det er dette vi legger uttrykket fleksibel utdanning. Om ikke alle, så burde noen av våre utdanningsinstitusjoner kunne tilby alternative muligheter til å utdanne seg til bioingeniør.

Tilpassing til studentenes behov

Hvordan kan vi vite at et mer fleksibelt utdanningsforløp vil gi oss flere bioingeniører? Svaret er at det vet vi ikke. Vi

har ingen egne undersøkelser som støtter oss på dette. Derimot har vi lenge sett at andre utdanninger, som lærer og sykepleier, har greid å lage ulike utdanningsløp som er mer tilpasset den enkelte students behov. Så hvorfor skulle ikke vi få til dette?

NITO BFI er ikke alene om å mene dette. I NITOs politikkhefte for 2021-2024 står det:

«Det bør i større grad legges til rette for fleksible utdanningsløp, slik at det er mulig å ta utdanning i kombinasjon med jobb. Bachelor- og masterutdanninger bør legges opp på en måte som gjør det mulig å ta moduler/emner fra samme eller ulike fagområder, uten krav til ordinær studieprogresjon, og sette dem sammen til en grad. Dette vil gjøre høyere utdanning og videre utdanning

til en reell mulighet for flere.»

Det begynner å bli noen år siden denne politikken ble vedtatt, men den synes ikke å ha påvirket våre bioingeniørutdanninger.

Ulike løsninger

I dag er det kun en alternativ løsning for personer som kommer utenfra EU/EØS-området. Disse kan søke på den kompletterende utdanningen for bioingeniører på OsloMet. Kunne det være en lignende ordning også for EU/EØS-borgere?

Ved å kunne tilby mer undervisning digitalt, i kombinasjon med fysiske samlinger, kan man nå flere. For noen kan det passe å ta utdanningen over flere år, mens andre kun har behov for å ta enkeltfag.

I mai arrangerte NITO BFI vår årlige utdanningskonferanse i Bergen. Her var det flere spennende foredrag, også om bioingeniørutdanningen i framtida. Vi



Vi ønsker flere muligheter til å bli bioingeniør

fikk mange fornuftige innspill og fremtidsrettede tanker om en mer fleksibel utdanning. Det synes klart at mulighetene er mange.

Hva gjør BFI?

Praksisplasser kan være et nåløye også i denne sammenhengen. Vi har gjennom NITO sentralt spilt inn ønske om en bedre finansiering av praksisplasser til statsbudsjettet. Vi var derfor glade for at det i revidert nasjonalbudsjett i vår ble satt av midler til å utrede om finansiering av praksis i profesjonsutdanningene bør endres. En bedre finansiering kan gi

økt tilgang til praksisplasser. Om dette lykkes så kan det bidra til at flere kan utdannes.

NITO BFI kan ikke selv lage fleksible utdanninger. Derimot ønsker vi å være en pådriver for at dette kan la seg gjennomføre. Skal vi få til det, så er vi avhengig av kreative og framtidsrettede lærere på utdanningsinstitusjonene. I den grad det lar seg gjøre, så stiller NITO BFI ressurser til disposisjon for dem som ønsker det.

Hittil har det resultert i et samarbeid med bioingeniørutdanningene ved Universitetet i Tromsø og Høgskolen i Innlandet. Begge ser på muligheten til å kunne utvikle en mer fleksibel utdanning. Dette er kostnadskrevenende, og økonomi er derfor viktig for å kunne få gjennomført prosjektene. Vi håper dette lar seg gjøre. Det blir spennende å se hva som kommer ut av det nybrottsarbeidet som nå er i startgropa. ■

Axlab Nuf

DIN VISJON ER VÅR INSPIRASJON

Med 30 års ekspertise innen histologi og et sterkt fokus på presisjon og avansert teknologi, jobber vi for å tilby løsninger som fremmer både forretnings-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.

KONTAKT OSS:



Kathleen Heck
Produktspesialist i Norge
kathleen.heck@axlab.dk



Babak Mirzai
Business Development Manager
babak.mirzai@axlab.se

HP300+

Den nye standarden for vevsbehandling. Inkluderer RFID-flaskeidentifikasjon og måling av alkoholtetthet.

DP360 & CS500

Perfekt for H&E, cytologi og spesialfarging. Kan brukes alene eller som arbeidsstasjon for integrert farging og dekkglassmontering.



MER INFORMASJON:
axlab.no



Axlab

YOUR VISION.
OUR INSPIRATION

Vi må se mennesket, ikke diagnosen. Og husk at du som helsepersonell kommer langt med et smil, understreker artikkelforfatteren.

Se mennesket – ikke bare diagnosen!

Illustrasjon: iStock/shapecharge

Som bioingeniør på sykehus møter jeg pasienter hele tiden. De har forskjellige diagnoser og ulike behov.



MAREN ØVERSETH

Medlem av Yrkesetisk råd

Pasientene er unge og gamle. Sure og blide. Takknemlige og bitre. Noen har store skader, andre mindre skader. Noen blir født og noen dør. I sykehuskorridorene florerer hele spekteret av følelser vi mennesker er født med. Først og fremst pasientenes følelser, men også deres pårørendes følelser og ikke minst våre egne følelser.

Ulykken

Sommeren for tre år siden ble jeg uheldigvis kjent med helsevesenet som pårørende, da min far ble utsatt for en alvorlig ulykke. Han jobbet som bonde, og i arbeidet med innhøsting av årets gressavling kom han i klem inne i ei rundballepresse. Det ble luftambulanse, traumeteam, intensivbehandling, operasjoner, infeksjoner og blodtransfusjoner. Det gikk heldigvis veldig bra til slutt, og pappa er akkurat ferdig med årets innhøsting.

Møtene vi husker

I tiden på sykehuset ble det mange møter mellom pappa som pasient og ansatte i ulike yrker. Hans beste minne er selvsagt sykepleieren som passet litt ekstra på ham og brydde seg litt ekstra. Hun ble både frisør og samtalepartner. Hun som tok seg tid til å bli kjent med pappa som person og ikke bare pasient.

De møtene han ellers husker best er legene som stod og leste på en lapp hver dag, om hva som hadde skjedd fra dagen før, og kirurgene som snakket om noe uforståelig de hadde gjort på operasjonsstua. Sykepleieren, som ikke gadd å hjelpe ham på toalettet, fordi vakten snart var over. Psykologen, som ikke møtte blikket hans, når hen spurte hvordan han egentlig hadde det. Renholderen, som måtte vaske rommet hans, mens han satt på dostol, og bioingeniøren, som ikke hilste eller tok seg tid til å ta blodprøver fra sentralt venekateter.

Hva er viktig for deg?

Kampanjen «Hva er viktig for deg?» er en satsing i samarbeid med



Hans beste minne er selvsagt sykepleieren som passet litt ekstra på ham.

Folkehelseinstituttet, på oppdrag for Helse- og omsorgsdepartementet, som har vært en viktig retningsendring i norsk helsevesen. Den baseres på en helsefremmende tilnærming og en styrket pasientrolle. Ved å stille spørsmålet «Hva er viktig for deg?» flyttes oppmerksomheten fra sykdom til helse – og fra diagnose til hele mennesket. Hvert år markeres «Hva er viktig for deg?»-dagen i norske sykehus og kommuner. Selv om vi bioingeniører ikke er direkte involvert i denne kampanjen, så har vi kanskje noe å lære av den. Vi er en viktig brikke i helsevesenet og vi har mye pasientkontakt. Selv om våre møter er korte, så er det viktig å lage gode møter med pasientene.

Hvordan gjør vi det?

For pappa ble det flere episoder med å ikke forstå og ikke bli forstått. Det å bare bli sett på som en diagnose og en pasient opplevdes veldig umyndiggjørende. Viktigheten av kommunikasjon kommer enda tydeligere frem for meg etter ulykken til pappa. Det er umulig å skape aksept for det man skal gjøre, når personen foran deg ikke forstår. Det gjelder både hvordan vi snakker med pasienter og hvordan vi opptrer foran pasienter med vårt kroppsspråk. Vi må se personen, ikke diagnosen. Husk at du kommer langt med et smil. ■

Faste skribenter i denne spalten:



Ida Folvik Adem
Spesialbioingeniør ved
Oslo universitetssykehus,
Rikshospitalet



Cathrine Berget Bottolfs
Bioingeniør og laboratorie-
konsulent Noklus, Vestre
Viken



Tine Hiorth Schøyen
Stipendiat ved Institutt for
klinisk medisin, UiT Nor-
ges arktiske universitet



Ingvild Eide
Fagansvarlig bioingeniør
(PNA), St. Olavs hospital

Arbeidsglede og livsglede – hånd i hånd

Nå for tiden er det mange spennende stillingsannonser der ute, hvor det søkes etter dyktige og engasjerte bioingeniører til alle felt. Kanskje du har tenkt tanken en stund, men ikke turt å gå videre med den?

Så om du sitter og leser dette og kjenner på at du har grodd fast i stillingen din, kanskje du gruer deg til å gå på jobb eller du bare er på utkikk etter noe annet: Søk på en ny stilling, da vel. Bytt avdeling, bytt sykehus eller kanskje du vil gå helt bananas og flytte til en annen del av landet for å jobbe med et helt annet fagfelt? Do it! Det kommer til å gi både deg og din nye arbeidsplass så mye glede.



Ida Folvik Adem

Jobbytte kan gi økt lønn

En annen positiv ting med å bytte jobb kan være lønnsøkning. Det er noe som diskuteres ofte blant bioingeniører. Å bytte jobb er ofte den beste måten å få dette til på. Det er ikke sikkert din gamle jobb kan matche det nye tilbudet du får – og vil du egentlig bli i en jobb du ikke stortrives i bare fordi du får litt lønnsøkning? For meg personlig er det ikke pengene jeg streber etter, men det er likevel en viktig motivasjonsfaktor. Det sier jo litt om ledelsen ser deg og vil satse på deg som medarbeider. Sannheten er jo at jobbytte er det beste alternativet når det gjelder lønnsøkning. Satt litt på spissen: Jo flere jobbytter som skjer, jo mer øker lønnen, og det gagnar alle bioingeniører på sikt.

Så om du vil jobbe turnus, kun dagvakter eller om du vil prøve noe nytt og endre fagfelt fins det så utrolig mange muligheter der ute. Vi på Rikshospitalet er i alle fall alltid ute etter nye, engasjerte og dedikerte bioingeniører som kan bli våre nye medarbeidere. Vi tar imot dere med åpne armer – og det vil nok alle andre sykehus og laboratorier også gjøre.

Skummelt – men også sunt

Høsten 2022 skrev jeg om det at jeg hadde byttet jobb – og at dette var skummelt, men veldig sunt. Jeg husket ikke hvor det nye kontoret mitt var, navnene på de nye kollegaene mine og jeg klarte ikke å finne frem på sykehuset uten å bruke et kart over avdelingene. Nå som jeg har jobbet her i et par år kan jeg med hånden på hjertet si at jeg er like kjent med ting nå som jeg var på min gamle jobb. Jeg føler meg like trygg i jobben som i min forrige, og ingenting er skum-

melt lenger. Plutselig en dag så ble det nye noe jeg føler meg trygg på.

Det tar ikke lang tid å bli kjent med nye rutiner, og som bioingeniør er man vant til at rutiner endrer seg titt og ofte. Nye prosedyrer, nye analyser og endringer av alle slag. Hvorfor ikke endre jobb også om man føler at man er låst fast på ett sted? Det kan være skummelt, men også veldig sunt.

Tør å satse på deg selv

Når vi får studenter fra bioingeniørutdanningen, prøver jeg alltid å få de til å forelske seg i medisinsk biokjemi. Det er fordi jeg personlig mener at det er her alle burde starte sin karriere som bioingeniør, «på gulvet». Her er det så mye forskjellig å lære seg og spesialisere seg i, samt at man får kontakten med pasientene, som er de vi faktisk jobber for. Når man har gjort dette i noen år kan man selvfølgelig velge å gå over til for eksempel patologi eller mikrobiologi for å prøve noe helt nytt.

Det er det som er så flott med bioingeniøryrket: Du kan på en måte starte en helt ny karriere på en annen avdeling, uten at man er nødt til å etterutdanne seg eller studere noe annet for å få jobben. Det er jo helt fantastisk å tenke på. De aller fleste bioingeniørstillinger krever ikke annet enn autorisering og erfaring fra yrket. Det de fleste søker etter er jo engasjerte bioingeniører som brenner for yrket – og det meste kan læres med litt god veiledning.

Tør å satse på deg selv ved å gi deg selv det beste utgangspunktet for en fin arbeidshverdag. Den riktige jobben hjelper deg på veien til et lykkeligere liv – og som bioingeniør har du tusenvis av muligheter som venter på deg der ute. ■



Kanskje du vil gå helt bananas og jobbe med et annet fagfelt?



Meningsbæreren

Hun har fått ytringene sine på trykk i Bioingeniøren oftere enn de fleste. Ida Folvik Adem har en forfatter i magen, elsker både blod og urin, og synes det beste ved å være bioingeniør er å treffe folk.

Tekst og foto: Heidi Strand

NAVN: Ida Folvik Adem

ALDER: 32 år

STILLING: Spesialbioingeniør innen urinautomasjon på Rikshospitalet, Oslo universitetssykehus

AKTUELL FORDI: Har vært fast skribent i spalten «Ytring» i Bioingeniøren i snart sju år.

– Hva liker du best med pasientkontakt?
– De gode møtene. Pasienter som sier at de håpet det skulle bli deg når du roper dem inn. Det er noe jeg ønsker alle skal få oppleve, særlig studentene i praksis.

– Hvorfor studentene spesielt?
– Fordi det virker motiverende. Mange av dem er så redd for å møte pasienter, og tør nesten ikke snakke med dem.

– Det er vel vanlig å være nervøs de første gangene...?
– Jo, men dette synes jeg de trenger å trene på. Jeg prøver å forklare dem at det handler om å møte noen sånn som du selv ønsker å bli møtt.

– Hvordan ønsker du å bli møtt?
– Som av mormor – den beste dama som noensinne har levd! Hun var veldig raus og inkluderende, og gav en lyst til å bli kjent med andre, og seg selv.

– Hvordan kjenner du deg selv?
– Jeg er veldig åpen og direkte, samtidig som jeg er litt sjenert og introvert. Jeg har sterke meninger, og kan bli veldig engasjert. Ikke at jeg liker å være sjef, men jeg er veldig glad i å ha kontroll.

– Hvordan arter det seg?
– På utdanninga lærte vi at man skal jobbe sånn at noen kan ta over for deg på kort varsel – det liker jeg!

– Hvordan traff bioingeniørutdanninga deg?
– Det var kjærlighet ved første stikk. Etter bare ei uke på studiet visste jeg at dette var 100 prosent riktig. Jeg skjønnte tidlig den viktige koblinga mellom pasientene og teknologien.

– Hvordan var du som student?
– Jeg var engasjert, da også. Helt tilfeldig gikk jeg forbi en NITO-stand og tenkte at det så gøy ut. Det endte med at jeg ble leder for NITO-studentene på høgskolen. Men jeg var ikke alltid like ivrig på eksamenspugging.

– Hva visste du om bioingeniørfaget da du startet på studiet?
– Så å si ingenting. Jeg så etter fag jeg likte, og søkte dagen før fristen gikk ut.

– Har du studert noe annet enn bioingeniørfag, og i tilfelle hva?
– Ja, i to år studerte jeg midtøstenstudier med tyrkisk språk på Blindern for å få være med på tre måneders utveksling i Istanbul. Det var helt fantastisk! Det var et personlig valg fordi jeg er halvt tyrkisk.

– Apropos språk – du har tidligere skrevet om både kommunikasjon og studenter i Ytring-spalten. Hvordan bør man kommunisere med studenter?
– Jeg synes man bør møte dem på best mulig måte, så de ikke hopper av studiet. Og så tror jeg man lærer lettere av veiledere som er interessert og bruker en god porsjon pasjon.

– Hvordan veileder du selv studenter?
– Jeg er åpen og direkte, og prøver å forme dem litt. Jeg er nok ikke så pedagogisk, men tror jeg er god på å lese folk og situasjoner – og på å se røde flagg.

– Er det noen du skulle ønske du ikke hadde støtt på, og hvem?
– Ja, en truende pasient på jobben. Det skapte en eksplosjon av følelser og stress inni meg, men utad var jeg helt rolig. Kolleger fortalte etterpå at jeg håndterte det på en bra måte.

– Hvem er du ekstra glad for å ha truffet?
– Jeg skulle aldri ha hund eller mann, men så traff jeg en mann med hund – og det bare poppa! Nå er vi gift, venter barn og har akkurat kjøpt hus sammen.

– Hvem tror du at du møter i framtida?
– Leserne mine, hehe. Jeg gleder meg til å bli pensjonist, for da skal jeg bli bioingeniørens Anne B. Ragde: Sitte på hytta med rødvinsskartongen og skrive krim fra labmiljøet.

– Nå har du vært fast ytring-spaltist i Bioingeniøren siden 2018. Hva driver deg?
– Jeg skriver gjerne om temaer som jeg vil at bioingeniører skal tenke over mer, prate om og kommentere. Jeg skulle gjerne hatt mer respons.

– Hva opptar deg mer enn normalt?
– Urettferdighet i alle former gjør meg gal.

– Hva ville du gjort hvis du ikke var bioingeniør?
– Da ville jeg blitt obduksjonstekniker! Eller noe kreativt, som blomsterbinder eller tømmer.

– Hvordan tror du studiekameratene husker deg?
– Første dag på studiet satt vi i ring og skulle fortelle hvorfor vi ville bli bioingeniører. Jeg sa «Æ ælske blod!», og det tror jeg de fleste husker.

– Hva arbeider du med akkurat nå?
– Prøvetakinga på Rikshospitalet skal flytte inn i det gamle pasientbiblioteket, og jeg jobber med ROS-analysene. Dessuten holder jeg på å gro ferdig en baby.

– Du får ti minutter med helseminister Jan Christian Vestre. Hva ville du sagt?
– Jeg ville bedt han komme og hospitere i alle de helseyrkene han skal representere, for jeg føler at han ofte ikke aner hva han snakker om. Han må jo se hva vi står i for å kunne representere oss på best mulig måte.

– Hva gleder du deg mest til akkurat nå?
– Det blir kjempefint å feire jul i nytt hus i år, og endelig få plass til juletreet. Og så jeg gleder meg til å få ut denne ungen i januar en gang. ■


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 25.11.2024.

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

				GRAVID		INN-VOLLER		AFRI-KANER	BOK-KODE		MEDISIN-PLANTE		SLANKE-KOST		FORSINKE	TRAVER-HOPPE		
				BLOD-BANE					ALDER									
				BLOD-MANGEL		UNGE (OMV.)							MATE		FORTÆRE			
						FRØ												
									GODLYD				ALFABET-NABOER					
VAK-LENDE	TIME-GLASS			UR	KANT				SYN	LATTER-MILD								
	BAD-STUEN				ARM					MOLDOVA								
				TACOFYLL									VENN AV KEN	KALDT OMSLAG	BLI SLITEN			
				LAN-TERNE														
AN-STALTER						INSEKTER	EN SAM					TANN-STILLING						
							DIRRE											
HEL-HETS-INTRYKK						ROCKE-BAND				BRYTING	ELITE	ARBEIDER						
FERSK			ENSE			LAKKER OG ---			BITENDE						ART. (NYN.)			
			AXEL JENSEN-ROMAN			FORTRINN			RUSGIFT									
				SIST OG FØRST	KATT			LISTIG				GODSET						
NAKNE																		
ASIATER								BESTEM-MELSE				VOKAL-ENE						

Bioingeniøren

FOR 25 ÅR SIDEN

Influensaforberedelser og hønssegg

I Bioingeniøren nr. 11 i 1999 sto det om Statens Institutt for folkehelse (Folkehelsa) sin travle høstsesong, hvor det var tid for immunstatusundersøkelse. Avdelingsbioingeniør Grethe Krogh viste fram nummererte og embryonerte hønssegg, som hun og kollegene podet influensavirus inn i.

Etter 2-3 dagers inkubering hentet de ut antigenrik allantoisvæske, som lå rundt kyllingfosteret. Ved å teste

denne i innsendte serumprøver, fikk de en pekepinn på hvilke virus det var dannet antistoffer mot, og hvor mange som hadde vært smittet.

De 2000 serumprøvene stammet fra tilfeldige personer, og hadde i forkant blitt sendt inn av landets mikrobiologiske laboratorier.

I tillegg var Folkehelsa med på å legge grunnlaget for neste års influensavaksine. 35 såkalte fyrtårnleger fra



hele landet sendte inn halsprøver når influensasesongen nærmet seg. Disse ble dyrket og typet, før et utvalg ble sendt for variantbestemmelse hos Verdens helseorganisasjon (WHO) sin referanselab i England.

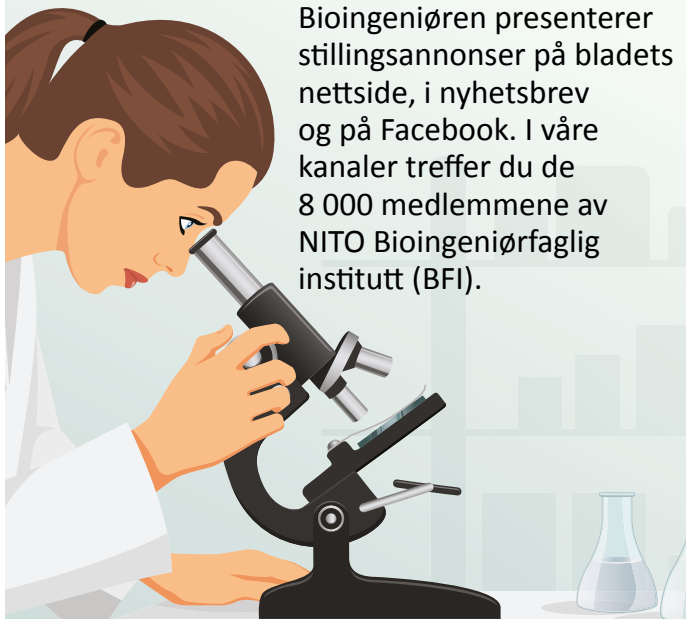
Selv om Folkehelsa hadde mulighet til selv å sekvansere

og bestemme virusvarianter i 1999, var det viktig at mange av isolatene ble sendt til det internasjonale influensanettverket.

– Dette er vårt bidrag til den informasjonen som danner grunnlaget for neste års vaksineproduksjon, fortalte Krogh.



Ser du etter en ny medarbeider? Da bør du annonsere på bioingenioren.no!



Bioingeniøren presenterer stillingsannonser på bladets nettside, i nyhetsbrev og på Facebook. I våre kanaler treffer du de 8 000 medlemmene av NITO Bioingeniørfaglig institutt (BFI).

For å bestille stillingsannonse på nett eller papir, send e-post til bioing@nito.no

OSLOMET

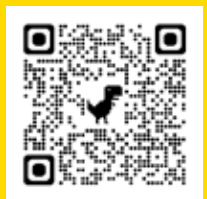
Oppdater kunnskapen din i biomedisin, ta et enkeltemne!

- Makrobeskjæring av operasjonspreparater
- Avanserte bioanalytiske metoder
- Genomisk analyse
- Statistikk, kvalitetskontroll og kvalitetssikring

Emnene går våren 2025.

Søknadsfrist 15. desember.

Scan qr-koden for mer å lese mer om emnene!



OSLO METROPOLITAN UNIVERSITY
STORBYUNIVERSITETET

Returadresse:
NITO,
postboks 1636 Vikta,
0119 Oslo

***The respiratory
expert is here!***



Kontakt oss gjerne for en presentasjon.

***Stat your
gastro results!***

