

GENialt

småGENialt
Doping
som endrer på
genene
SIDE 18

Tidsskrift fra Bioteknologirådet // 3-2024 // 33. årgang



Kan miste

nasjonalt pasienttilbud

s. 6

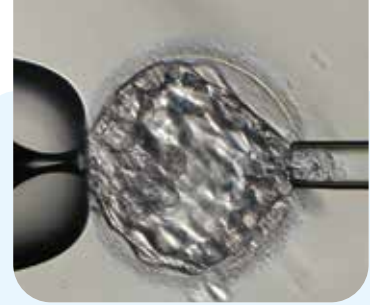
Schizofreni

i petriskål s. 15

På skattejakt

i Trondheimsfjorden s. 12

Leiar: Halvsøsken bør kunne finne kvarandre	3
Gravid med eggdonasjon – om du har råd	4
Kan miste nasjonalt pasienttilbud	6
Norske kvinner vil åpne for surrogati – Bioteknologirådets flertall sier nei	8
Verdens største genom - i liten bregne	10
GM-mygg mot malaria	10
Gir gendata tilbake	11
På skattejakt i Trondhjemsfjorden	12
Schizofreni i petriskål	15
SmåGENialt: Doping som endrer på genene	18



Ved preimplantasjonstesting (PGT) blir celler frå embryoet tatt ut for genetisk undersøking. Hensikta er å kunne setje eit embryo utan arveanlegg for sjukdommen til familien inn i livmora til kvinna, i håp om at det skal utvikle seg vidare.
Foto: Fertilitetsavdelinga/St. Olavs hospital

GENialt 3-2024 // 33. årgang

Redaksjonen avslutta: 02.09.2024
 Ansvarleg redaktør: Petter Frost
 Redaktør: Mette Risa
 Redaksjon: Anne Marit Ryen, Caroline Bianchi Strømme, Eirik Joakim Tranvåg, Håvard Øritsland Eggestøl, Stine Hufthammer Indreliid.
 Opplag: 4614

Utgivar: Bioteknologirådet
 Adresse: Bioteknologirådet, Edvard Griegs vei 3b, 5059 Bergen
 Internett: www.bioteknologiradet.no
 E-post: post@bioteknologiradet.no
 Design: Dugg Design AS
 Trykk: Byråservice AS
 ISSN (trykt utgave) 0804-225X
 ISSN (nettutgave) 1502-7619

Bioteknologirådet er eit frittstående, regjeringsoppnemnd organ, og vart første gong oppnemnd i 1991. Rådet er heimla i lov om humanmedisinsk bruk av bioteknologi m.m. (bioteknologiloven) og lov om framstilling og bruk av genmodifiserte organismar (genteknologiloven).

Bioteknologirådet gir råd i saker som gjeld bruk av bio- og genteknologi i samband med menneske, dyr, plantar og mikroorganismar. Rådet skal óg tilby informasjon og skape debatt. I vurderingane sine skal rådet særleg leggje vekt på dei etiske og samfunnsmessige konsekvensane ved bruk av moderne bioteknologi.

Bioteknologirådet har 15 medlemmer og fem vararepresentantar som er oppnemnde for perioden 2023-2027. I tillegg inviterast seks departement til møta som observatørar. For 2024 har Bioteknologirådet eit budsjett på 14 millionar kroner.



Halvsøsken bør kunne finne kvarandre

Då Bioteknologirådet blei bedd om å evaluere bioteknologilova, var det eit spørsmål som blei trekt fram spesielt: Bør personar som er blitt til med donert sæd eller egg få informasjon om andre som har blitt til med sæd eller egg frå same donor?

» Det kan finnast halvsøsken i inntil fem andre familiar i Noreg som har blitt til med same donor som ein sjølv.

Bioteknologirådet har gått grundig igjennom spørsmålet, og både forskinga vi har sett på og innspel vi har fått frå dei som er blitt til med donor og familiarne deira, viser at det å vite kven ein er halvsøsken med er viktig for mange. Kunnskap om kven ein er genetisk i nær slekt med gir mogelegheit til å knyte band til biologiske halvsøsken om det er ønskeleg. Det gir også mogelegheit til å unngå å innleie eit intimt forhold med ein halvsystem eller halvbror. Det kan finnast halvsøsken i inntil fem andre familiar i Noreg som har blitt til med same donor som ein

sjølv. Både tidlegare praksis med anonym donor, og nye døme med donor frå Danmark, har vist at det er mogeleg å omgåast halvsøsken i det daglege utan å vite det.

Medlemmane i Bioteknologirådet står derfor samla i tilrådinga si om at dei som er blitt til med donor bør kunne finne halvsøkene sine i egg- og sæddonorregisteret - så lenge dette er basert på eit aktivt, gjensidig samtykke frå begge partar.

Eit samla Bioteknologiråd anbefaler også at dei som er blitt til med donor sjølv må få bestemme om dei ønskjer informasjon om donorhalvsøkene sine, og at dette ikkje er noko foreldra skal avgjere medan barna er små. Det er ikkje sikkert at alle som er blitt til med donor ønskjer å finne halvsøkene sine, eller å bli funnen av andre. Bioteknologirådet meiner derfor at ei aldersgrense på 15 år balanserer behovet til barnet for å kjenne til donorhalvsøsken og prinsippet om at den som er blitt til med donor sjølv skal ta valet om å få informasjon eller ikkje.

Bioteknologirådet meiner også at mogelegheita til å finne donorhalvsøsken igjennom egg- og sæddonorregisteret må gjelde for alle som allereie er i donorregisteret. Viss ikkje vil dei rundt 3800 barna og unge vaksne som er blitt til med donor frå 2005 og fram til ei eventuell lovendring, ikkje få mogelegheita til å finne sine donorhalvsøsken.



Marianne Arsen



Berre eit mindretal av dei som treng eggdonasjon for å bli gravid, får tilbod om behandlinga på offentlege sjukehus. Då er alternativet eit langt dyrare privat tilbod. Foto: iStock

Gravid med eggdonasjon – om du har råd

Alle som donerer egg får lik kompensasjon. Men egg donert til private klinikkar går til dei som har råd til å betale 100 000 kroner for behandlinga.

Av Eirik Joakim Tranvåg

ETTER AT EGGDONASJON blei lov i 2020 har fem aktørar etablert eit tilbod. St. Olavs hospital i Trondheim er i dag det einaste offentlege sjukehuset som tek i mot eggdonorar og tilbyr behandling med eggdonasjon, medan totalt fire private aktørar har tilbod i Bergen, Haugesund, Stavanger, Trondheim og Oslo.

– Her på St. Olavs har vi berre nok egg til å tilby behandlinga til kvinner som har tidleg ovariesvikt. Alle andre må til private klinikkar for å få tilbodet. Det er heilt klart eit problem at mange som treng eggdonasjon må betale det sjølv, seier Camilla Rørslett Kleveland, overlege ved fertilitetsseksjonen på St. Olavs hospital.

Ho fortel at dei gjerne skulle behandla enda fleire, men at det er krevjande å nå ut til folk om at eggdonasjon faktisk er lov, og at det er mogleg å donere til eit offentleg sjukehus. For det er både geografiske og økonomiske forskjellar på om egga går til eit offentleg sjukehus eller ein privat klinikk. Dei som vil donere egg til den offentlege helse-tenesta, kan berre gjere dette i Trondheim.

Stor prisforskjell

Hjå dei private kostar assistert befrukting med donoregg rundt 100 000 kroner, medan ein på St. Olavs hospital må betale om lag 9000 kroner. Men sjølv om det er nesten

» Kven som har behov for eggdonasjon har ikkje samanheng med privatøkonomien.



Camilla Rørslett Kleveland, overlege ved fertilitetsseksjonen ved St. Olavs hospital. Foto: Privat



Nan Birgitte Oldereid, lege og klinikk-sjef ved Livio IVF-klinikken. Foto: Livio

100 000 kroner dyrare hjå dei private, er summen som kvar enkelt donor sit igjen med etter å ha donert egg lik, uavhengig av om egga er gitt til ein privat eller offentleg klinikk: i overkant av 6 000 kroner, pluss reisekostnader.

– Slik det er i dag er det, satt på spissen, berre offentleg tilsette med fleksibel arbeidstid som har moglegheit til å bli eggdonor her hos oss. Kompensasjonen er alt for låg, og eg trur at å auke kompensasjonen slik at den reelt dekkjer belastninga og tidsbruken ville hjelpt på situasjonen, seier Kleveland.

Nan Birgitte Oldereid, lege og klinikk-sjef ved Livio IVF-klinikken i Oslo, delar bekymringa til Kleveland om at det er lommeboka som avgjer om folk kan få barn med eggdonasjon:

– Kven som har behov for eggdonasjon har ikkje samanheng med privatøkonomien. Alle former for assistert befrukting krev mykje teknologi og personale, og blir difor kostbar – både offentleg og privat. Men medan pasientar som får behandlinga i det offentlege berre betaler ein eigenandel, må privat behandling betalast heilt sjølv, seier Oldereid.

Omfattande donasjonsprosess

Å donere egg er krevjande, i alle fall samanlikna med sæddonasjon. Heile prosessen tek to til tre veker og byrjar med ein samtale. Her vil helsepersonell informere og vurdere om donor er inneforstått med kva eggdonasjon inneberer, inkludert at eventuelle donorbarn vil kunne ta kontakt med donor når det har fylt 15 år. Blodprøvar og ei ultralydundersøking for å vurdere eggglageret er òg ein del av det innleiande arbeidet.

Dei som blir godkjend til donasjon går så gå i gong med sjølve prosessen, som liknar mykje på dei første delane av ei prøverøys-

behandling. I 10-12 dagar må kvinna setje daglege hormonsprøyter for å stimulere modninga av egg i eggstokkane. Med ultralyd følgast utviklinga til egga. Når eit tilstrekkeleg antal modne egg er klare, hentast desse ut av kvinna ved hjelp av ei tynn nål gjennom skjedeveggen.

For få egg?

På St. Olavs har dei sidan oppstarten rekruttert 35 donorar, og 50 par har fått behandling med eggdonasjon. På Livio IVF-klinikken i Oslo, som er ein av fire private aktørar, har dei sidan oppstarten henta egg frå 34 donorar, og nærare 40 prosent av dei har donert to eller tre gonger. Totalt vart det fødd ti barn etter eggdonasjonar utført i 2021, som er det einaste året det finnast statistikk frå førebels.

– Vi ser at rekrutteringa varierer over tid. Heilt i starten, når eggdonasjon vart tillaten, merka vi stor pågang. Og generelt er det sånn at merksemd om eggdonasjon i media fører til at fleire tek kontakt. Eg trur mange har lite kunnskap om bioteknologi og heller ikkje veit at eggdonasjon faktisk er tillate i Noreg, fortel Oldereid.

Kleveland ved St. Olavs ser òg den same tendensen om at talet på førespurnadar aukar etter media har skreve om eggdonasjon og behovet for fleire eggdonorar. Ho trur òg at mange framleis ikkje veit at det er lov å donere egg, og ikkje minst at det er mogleg å donere egg til bruk i den offentlege helse-tenesta.

Ulike løysingsforslag

Eit av medlemmane i Bioteknologirådet, Hans Ivar Hanevik, som er overlege ved Fertilitetsavdelingen Sør på Sykehuset Telemark, har tatt til ordet for at det bør vere ein egg-skatt, der private klinikkar må bidra inn i

det offentlege systemet med ein del av egga dei hentar frå sine donorar.

Oldereid, ved den private Livio-klinikken, undrar på om vi heller burde sjå til Sverige, der dei offentlege fertilitetsklinikane sendar pasientar som dei ikkje har kapasitet til å behandle til dei private klinikane.

– Kanskje kunne det vere eit alternativ i Noreg også? spør Oldereid.

Camilla Rørslett Kleveland ved St. Olavs hospital støtter ikkje eit slikt privat samarbeid. Ho har eit anna forslag.

– Eg ønsker meg opplysningskampanjar og reklame. For å rekruttere blodgivarar og organdonorar finnes det mykje informasjon og aktive rekrutteringskampanjar. Det same burde vi ha for skaffe fleire eggdonorar og sæddonorar. Men i ein pressa sjukehusøkonomi er det ikkje mykje midlar, så for å skape merksemd er vi avhengige av at andre tar tak i dette, avsluttar Kleveland. ♦

Kjelder:

<https://www.helsenorge.no/undersokelse-og-behandling/egg-og-saddonasjon/>

Assistert befrukting med donoregg

Desse tilbyr eggdonasjon og dette kostar behandlinga:

- St.Olavs hospital: 9 000 kr.
- Klinikkk Hausken: 91 000 kr.
- Livio: 90 000 kr.
- Medicus: 105 000 kr.
- Spiren: 105 000 kr.

* For alle tilkjem naudsynnte legemiddel for omlag 2 000 kroner.

** Prisane er henta frå nettsidene til klinikane.



Ved preimplantasjonstesting (PGT) blir celler fra embryoet tatt ut for genetisk undersøkelse. Hensikten er å kunne sette et embryo uten arveanlegg for familiens sykdom inn i kvinnens livmor, i håp om at det skal utvikle seg videre. Foto: Fertilitetsavdelingen/St. Olavs hospital

Kan miste nasjonalt pasienttilbud

To år etter at all preimplantasjonstesting (PGT) skulle skje i Norge, mangler det fortsatt midler til å finansiere tilbudet. Nå står PGT-tilbudet ved St. Olavs hospital i Trondheim i fare for å bli lagt ned.

Av Anne Marit Ryen

– **VI HAR, SAMMEN** med Rikshospitalet, ansvaret for at alle i Norge skal få et likeverdig tilbud om PGT, uansett hvor i landet de befinner seg. Men det fulgte ingen finansiering med da vi fikk dette ansvaret. Om finansieringen uteblir er vi engstelige for om tilbudet kan bestå, sier biolog Aleksej Stevanovic ved Fertilitetsavdelingen ved St. Olavs hospital.

I Norge er PGT tillatt ved alvorlig, arvelig sykdom hos foreldrene og stor fare for at sykdommen kan overføres til et kommende

barn. Tidligere ble disse foreldrene sendt til behandling i utlandet, men Stortinget bestemte i 2020 at man skulle etablere behandlingstilbud i Norge. Det ble derfor opprettet PGT-tilbud ved St. Olavs hospital i Trondheim og Rikshospitalet i Oslo.

Høyere andel blir gravide

PGT gjøres i kombinasjon med assistert befruktning med IVF. Først henter man ut egg fra kvinnen, befrukter disse med mannens sæd i laboratoriet, og ser hvor mange

embryo man får. Etter at embryoene har begynt å dele seg i stadig flere celler, henter man ut celler fra embryoene for å finne ut hvilke embryo som ikke har arveanlegg for sykdommen man ønsker å unngå. Et embryo uten arveanlegg for familiens sykdom settes deretter inn i kvinnens livmor, i håp om at det skal utvikle seg videre.

– Tidligere ble norske par sendt til utlandet for denne undersøkelsen, så helsevesenet sparer penger på å gjøre dette i Norge. I tillegg slipper paret belastningen



Péter Fedorcsák, leder for Reproduksjonsmedisinsk avdeling ved Rikshospitalet. Foto: Rikshospitalet



Trude Basso, fagdirektør i Helse Midt-Norge. Foto: Privat



Aleksej Stevanovic biolog ved Fertilitetsavdelingen ved St. Olavs hospital. Foto: Privat



Hanna Schilling, overlege ved Fertilitetsavdelingen St. Olavs hospital. Foto: Privat

ved å reise til utlandet i en situasjon som allerede kan oppleves som stressende. Vi har også sett at graviditetsratene ved St. Olavs er høyere enn de europeiske gjennomsnittstallene, forteller Stevanovic.

Manglende finansiering

Helse- og omsorgsdepartementet bekrefter at det ikke ble bevilget særskilte midler i forbindelse med endringen i bioteknologiloven i 2020 da det ble bestemt at PGT skal gjennomføres i Norge, men at aktiviteten må foretas innenfor gjeldende økonomiske rammer. Utgiftene til PGT har tidligere vært dekket gjennom utenlandskontor knyttet til de ulike helseregionene, men disse midlene har ikke blitt overført til Fertilitetsavdelingen ved St. Olavs som nå behandler pasienter tilhørende Helse Nord, Helse Vest og Helse Midt.

– Ettersom Fertilitetsavdelingen ikke mottar tilstrekkelig midler til å drifte dette nye tilbudet, vil driften gå på bekostning av andre pasienter. Vi er bekymret for hvorvidt vi kan fortsette med tilbudet, forteller overlege Hanna Schilling ved St. Olavs hospital.

Det er Helse Midt-Norge som styrer St. Olavs hospital og de andre helseforetakene i regionen. St. Olavs opplyser om at det er opp til Helse Midt-Norge å overføre kostnader fra utenlandskontoret og over til St. Olavs.

– I fordeling av driftsmidler internt i helseregionen er regionsykehuset kompensert for oppgaver som følger av å være et regionsykehus. Det er i regelverket for flerregionale behandlingstjenester, slik som PGT, ingen ekstrabevilgning for å drive tjenesten og finansieringen skjer via innsatsstyrt finansiering og rammefinansiering. Ekstra finansiering utover dette er noe som det ansvarlige helseforetak må følge opp. Midt-Norge RHF er kjent med saken. Hovedproblemstilling for denne aktuelle tjenesten er at det mangler takster for de

genetiske analysene. Jeg har per nå ikke oversikt over arbeidet med å sikre takster, men vil følge det opp, sier fagdirektør Trude Basso i Helse Midt-Norge.

Tilbudet om PGT ved Rikshospitalet i Oslo har ikke de samme utfordringene.

– Helse Sør-Øst har gitt oss økte bevilgninger slik at vi kan tilby både PGT og de andre endringene som kom i bioteknologiloven i 2020. Det gjør at vi kan gi innbyg-

gerne det tilbudet de har rett på, sier Péter Fedorcsák, leder for Reproduksjonsmedisinsk avdeling ved Rikshospitalet.

Han håper at tilbudet i Trondheim blir opprettholdt, for å sikre best mulig behandling for de som har rett på preimplantasjonstesting i Norge.

Økende behov

Tidligere var det en nemd som bestemte om personer oppfylte kravene til å få tilbud om PGT, men nå er det St. Olavs hospital og

Rikshospitalet som skal vurdere disse søknadene. I fjor fikk 78 pasienter PGT-behandling i Norge.

– Vi ser at det er en økning i antall pasienter etter at PGT-nemden ble lagt ned, men vi tror også det henger sammen med at flere vet om denne behandlingen nå, forteller Stevanovic.

Et flertall på Stortinget har ønsket at også bærere av arvelige genmutasjoner som

» Ettersom Fertilitetsavdelingen ikke mottar tilstrekkelig midler til å drifte dette nye tilbudet, vil driften gå på bekostning av andre pasienter.

gir høy risiko for bryst- og eggstokkreft skal få tilbud om PGT. Det vil i så fall føre til en kraftig økning i antall personer som kan få tilbud om denne behandlingen.

– Det er usikkert, men vi anslår at det er rundt 2000 personer med arvelige genmutasjoner i BRCA1- og BRCA2-genene som gir høy risiko for bryst- og eggstokkreft i alderen 18-45 år i Norge. Disse personene vil da få rett til PGT, men noen vil allerede ha barn eller ikke ønske denne undersøkelsen, sier Stevanovic. ♦

Hva er PGT

- **Preimplantasjonstesting (PGT)** er genetisk undersøkelse av et embryo før det settes inn i livmoren, for å undersøke om embryoet har arveanlegg for sykdom, eller for å undersøke kjønnskromosomene.
- **PGT** er kun tillatt hvis en eller begge blivende foreldre er bærere av alvorlig monogen eller kromosomal arvelig sykdom, og det er stor fare for at sykdommen kan overføres til et kommende barn.
- **PGT** brukes også for å undersøke vevstype med sikte på å få et vevstypelikt barn som kan være stamcelledonor for et søsken med alvorlig, arvelig sykdom.

Norske kvinner vil åpne for surrogati – Bioteknologirådets flertall sier nei

Åtte av ti kvinner i fertil alder mener at surrogati bør være lov i Norge, og tre av ti kunne vurdert å selv være surrogat. Samtidig sier et flertall i Bioteknologirådet nei til å tillate surrogati – og ja til å straffe de som bruker surrogat i utlandet.

Av Mette Risa

SURROGATI VED BRUK av assistert befruktning er i dag forbudt i Norge, men Venstre kom i vår med forslag om å utrede ikke-kommersiell surrogati. I debatten i Stortinget pekte flere partier på at de vil avvente Bioteknologirådets evaluering av bioteknologiloven, hvor surrogati er et av temaene til diskusjon. Nå har Bioteknologirådet publisert sin uttalelse.

Flertall for forbud

I uttalelsen kommer det frem at Bioteknologirådet er delt. Et flertall på ni av 15 ønsker et fortsatt forbud mot surrogati i Norge, mens et mindretall på seks ønsker å åpne for ikke-kommersiell surrogati. Det vil si surrogati hvor surrogatmoren ikke får

betaling, men kompensasjon. Blant de seks var det også to rådsmedlemmer som ønsket å åpne for kommersiell surrogati i Norge.

– Vi hadde gode diskusjoner i rådet, over tre møter, og de forskjellige grupperingene har begrunnet sine vurderinger godt. Flertallets medlemmer legger vekt på den medisinske risikoen til surrogatmoren, usikkerhet rundt barnets beste, og faren for at surrogatmoren utsettes for utilbørlig press som viktige argumenter. I tillegg fremhever de at surrogati bryter med prinsippet om at kvinnen som føder barnet, er barnets mor. Mindretallet trekker frem at kvinnens selvbestemmelse er viktig, og at en ikke-kommersiell surrogatiavtale i nasjonale rammer vil kunne redusere press på surrogatmoren

og risikoen for utnyttelse, samt sikre et godt helsetilbud. Ikke-kommersiell surrogati i Norge kan også redusere etterspørselen etter kommersiell surrogati i utlandet, sier Marianne Aasen, leder i Bioteknologirådet.

Flertall for straff

Det var også et flertall i rådet, åtte mot syv medlemmer, som ville innføre straff for de som bruker surrogat i utlandet, uavhengig av om surrogati er tillatt i landet det blir utført. I dag vil ikke privatpersoner bli straffeforfulgt i Norge.

– Utgangspunktet er at det er bred politisk enighet om et forbud mot surrogati, begrunnet i hensyn til kvinnen og barnet. Hvis vi som samfunn mener at surrogati ikke er bra, at vi ikke ønsker at norske borgere skal bidra i surrogati verken i Norge eller utenfor landets grenser, da tenker vi i flertallet i Bioteknologirådet at det er logisk å innføre en mulighet for straff, sa rådsmedlem Morten Magelssen, da NRKs Dagsnytt 18 hadde invitert til debatt.

I studio møtte han Synne Lerhol, som representerte mindretallet.



Surrogati var tema for et åpent møte Bioteknologirådet arrangerte under Arendalsuka. Fra venstre: Marian Hussein, nestleder i SV, Omar Svendsen-Yagci, nestleder i Unge Venstre, Øyvind Håbrekke, KrF og Håvard Øritsland Eggestøl, seniorrådgiver i Bioteknologirådet. Møtet er tilgjengelig i opptak på <https://www.bioteknologiradet.no/arrangement/arendalsuka-2024-surrogatidebatten/> Foto: Mette Risa/Bioteknologirådet



Morten Magelssen og Synne Lerhol representerte henholdsvis flertallet og mindretallet da surrogati var tema for Dagsnytt 18 og Kveldsnytt. Faksimile: NRK.no

– Mindretallet støtter dagens prinsipp om at enkeltpersoner ikke skal straffes for et personlig valg, men at de som tilrettelegger for brudd på bioteknologiloven kan straffefølges. Så er det jo også sånn at surrogati foregår i dag i utlandet, i land hvor det er tillatt. Det er svært få handlinger man straffes for i Norge når det gjøres i land hvor det er lovlig. Det er i kategorien menneskehandel og krigsforbrytelser man straffer handlinger gjort i utlandet, og det mener mindretallet at surrogati er langt unna, sa Synne Lerhol i Dagsnytt 18.

Norske kvinner sier ja

Men finnes det noe grunnlag for å åpne opp for surrogati i Norge? Er norske kvinner villige til å bære frem barn for andre?

– I en debatt om vi skal tillate surrogati

i Norge var det relevant å vite hvorvidt kvinner i Norge faktisk kunne tenke seg å være surrogatmor. Derfor ba vi Norstat om å spørre kvinner i fertil alder om det er noen som kunne vurdert å bære frem et barn for andre. Og det er overraskende mange, nesten tre av ti kvinner, som sier at de kunne vurdert å være surrogatmor, sier rådsleder Marianne Aasen.

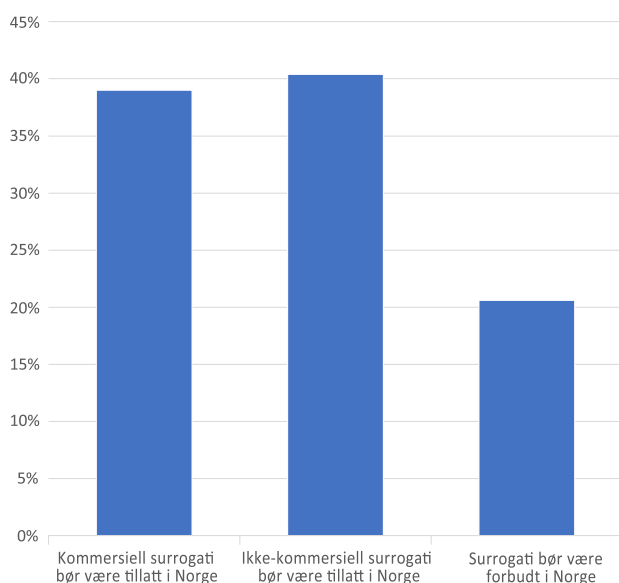
I samme undersøkelse ble kvinnene også spurt om de mener surrogati skal være lov eller forbudt i Norge. Åtte av ti av de spurte kvinnene, som var i alderen 18-45 år, mente at surrogati burde være lov. Et av argumentene mot å tillate surrogati har vært at kvinner som selv har fått barn aldri kunne tenke seg å gi fra seg et barn de har båret frem gjennom en hel graviditet, men det er det er ingen tydelig forskjell blant

respondentene på de som bor med barn og de som ikke har barn i husstanden.

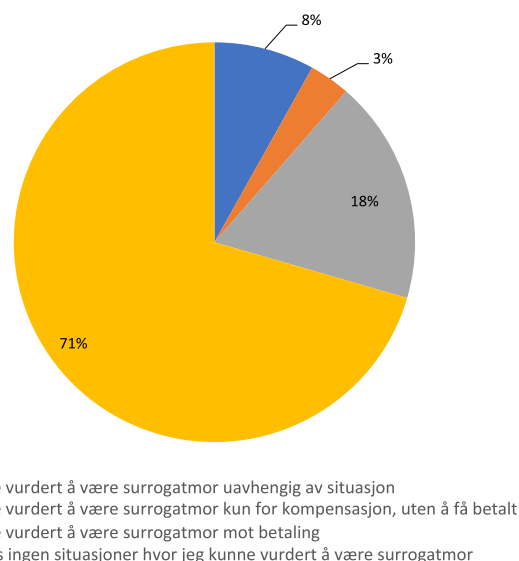
– Kvinners rett til selv å bestemme over egen kropp og det at surrogati gjennomført i Norge vil kunne skje i mer ordnede former ser ut til å være argumenter som er viktigst for flest, men nesten like mange mener at risiko for sosialt eller økonomisk press er et viktig element i surrogatidebatten. Et argument som faller gjennom hos flertallet av kvinnene er at surrogati krysser en moralsk grense, sier Aasen.

Hele uttalelsen fra Bioteknologirådet ligger på <https://www.bioteknologiradet.no/uttalelser/>.

Hele rapporten fra undersøkelsen finner du på https://www.bioteknologiradet.no/filarkiv/2024/09/Surrogatiundersokelsen_-_Bioteknologiradet-2024.pdf ◆



Bør surrogati være tillatt eller forbudt i Norge?
Figur: Håvard Øritsland Eggestøl/Bioteknologirådet/Norstat



Dersom surrogati var tillatt i Norge, finnes det noen situasjoner hvor du kunne vurdert å være surrogatmor, det vil si å gå gravid med andres barn?
Figur: Håvard Øritsland Eggestøl/Bioteknologirådet/Norstat



Foto: Creative Commons Attribution 4.0/Pol Fernandez

Verdens største genom – i liten bregne

Tmesipteris oblancoolata er en uanselig bregne som vokser i Ny-Caledonia, en øygruppe i Stillehavet. Den lille bregnen bærer på en stor hemmelighet.

Av Stine Hufthammer Indrelied

DA MENNESKETS GENOM først ble kartlagt ble mange overrasket over at mennesker har relativt lite arvemateriale, og få gener, sammenlignet med arter vi anser for å være enklere enn oss selv. I mai skrev forskere fra Institut Botànic de Barcelona i Spania om en bregne som slår alle tidligere rekorder.

I studien, ledet av Jaume Pellicer, avslører forskerne at bregnen *T. oblancoolata* har et genom bestående av hele 160 milliarder basepar DNA - mer enn 50 ganger størrelsen på menneskets genom.

Det store genomet er ikke nødvendigvis en fordel for planten, ifølge forskerne bak studien. Et stort genom krever både tilgjengelige ressurser for å bygge DNA og gjør det vanskeligere å hente frem genetisk informasjon for å lage proteinene som trengs for at planten kan vokse.

Et svært stort genom kan også gjøre det vanskeligere å tilpasse seg nye miljøbetingel-

ser, og kan redusere evnen til å overleve over lang tid. Forskerne tror derfor at den lille bregnen nærmer seg grensen for hvor stort genom en art kan ha.

Studien understreker også et annet poeng, nemlig at det er liten sammenheng mellom genomstørrelse og en arts kompleksitet. Da kan man altså en gang for alle slå fast at det ikke er genom-størrelsen det kommer an på. ♦

Kilde:
[https://www.cell.com/iscience/fulltext/S2589-0042\(24\)01111-8](https://www.cell.com/iscience/fulltext/S2589-0042(24)01111-8)



Foto: Oxitec

GM-mygg mot malaria

For første gang har genmodifiserte mygg i kampen mot en ny myggart som trives

Av Håvard Øritsland Eggestøl

I 2012 BLE DET registret 27 tilfeller av malaria i det østafrikanske landet Djibouti, etter utstrakt bruk av myggnett og insektmidler. I 2020 hadde antallet malariatilfeller økt til 73 000. Årsaken er en ubuden gjest, *Anopheles stephensi*, som har kommet over fra den arabiske halvøy, rundt 20 km unna. I motsetning til den vanligste malariasmittebæreren på det afrikanske kontinentet, *Anopheles gambiae*, trives den nye myggen spesielt godt i urbane strøk og den stikker på dagtid. Myggen klarer seg også i tørkeperioder og er i tillegg mer motstandsdyktig mot insektmidler. Det gjør kampen mot den nye myggen mye mer utfordrende.

Det britiske selskapet Oxitec og Djiboutis nasjonale malariakontrollprogram satte i mai 2024 ut de første eksemplarene av genmodifiserte mygg i kamp mot *A. stephensi*. Den genmodifiserte myggen har fått satt inn et gen som gjør at alle



...gg blitt sluppet løs i Øst-Afrika
...s i urbane strøk.

hunnmyggene dør. Når den genmodifiserte hannmyggen formerer seg med vill hunnmygg, så vil alt hunnlig avkom av disse også dø, og halvparten av hannene vil bære genet videre til neste generasjon. Ved å repetere utsettingen kan populasjonen drives ned til et lavt nivå. Men hvis utsettingen stopper, vil den opprinnelige populasjonen komme tilbake.

Oxitec har utviklet denne formen for genetisk biokontroll i flere ulike arter og har tidligere oppnådd stor effekt med å slippe ut genmodifiserte gulfebermygg i Brasil og Florida. ♦

Kilder:
<https://www.oxitec.com/en/news/oxitec-djiboutirelease>
<https://www.oxitec.com/anopheles-stephensi>



Illustrasjon: Jelina Preethi/iStock

Gir gendata tilbake

En femtedel av alle voksne estlendere har donert DNA til Estlands biobank. Nå får de informasjon om genene sine tilbake.

Av Caroline Bianchi Strømme

I SOMMER FIKK 210 000 estlendere muligheten til å logge seg inn på nettet og få informasjon om sine gener: fra sykdomsrisiko og slektskap – til hvordan kroppen håndterer koffein eller bryter ned ulike medisiner. Estlenderne har tidligere donert DNA til den estiske DNA-biobanken: en database drevet av det estiske genomsenteret ved universitetet i Tartu som samler genetisk informasjon om den estiske populasjonen, til bruk i medisinsk forskning.

– Vi er utrolig takknemlige for alle deltakerne og kan nå tilby dem informasjon om egen genetikk som vil hjelpe dem med å adressere helseisiko på et tidlig stadium og lære mer om sitt opphav, sier Lili Milani, leder for den Estiske biobanken, i en pressemelding.

Forskerne ønsker også å studere hvordan informasjonen om egne gener vil påvirke deltakernes atferd, for å finne ut hvordan man best kan redusere risiko for sykdom.

Gir tilbake til dem som har bidratt

Informasjon om DNA-et i en populasjon kan være nyttig for forskning på genetikk og sykdom. Det er imidlertid en rekke problemstillinger knyttet til slike DNA-databaser rundt personvern, lagring av data og hvem som har rettighetene til data.

En av grunnene til å dele genetisk informasjon er å anerkjenne dem som har donert. Et annet argument er at hvis forskningen frembringer informasjon om sykdom eller risiko for sykdom i genomet, så blir det feil å ikke dele det med dem det angår.

Kilder:
• <https://www.nature.com/articles/d41586-024-02108-y>
• Estonian biobank: <https://genomics.ut.ee/en/content/estonian-biobank>



På bunnen av Trondheimsfjorden fant forskere fra SINTEF bakterier med spesielt interessante gener. Det gav opphav til et nytt antibiotikum, nidaromycin.
Foto: Jelena Safronova/iStock

På skattejakt i Trondheimsfjorden

I mange land er antibiotikaresistens et problem, og i verste fall oppstår infeksjoner vi ikke har antibiotika mot. I dypet av Trondheimsfjorden fant norske forskere noe helt nytt. Men vil antibiotikumet nidaromycin finne veien til apotekhyllene?

Av Håvard Øritsland Eggsetøl

SEDIMENT OG SVAMPER fra fjordbunnen. Det var blant prøvene som ble samlet inn da forskere fra SINTEF Industri for 20 år siden dro på skattejakt i Trondheimsfjorden for å finne nye forbindelser som kan kurere kreft, sopp- og bakterieinfeksjoner. Øverst på ønskelisten sto nye antibiotika som er effektive mot antibiotikaresistente bakterier.

– Naturen inneholder svært mange hemmeligheter, blant annet genetiske koder til nye antibiotika. Når en er på jakt etter slike stoffer er det lurt å se på lite utforskede plasser, slik som Trondheimsfjorden, sier

Kristin Fløgstad Degnes, forsker i SINTEF Industri til GENiAlt.

Superbakterier

Oppdagelsen av antibiotika for 100 år siden var et av de største gjennombruddene i moderne medisin. Før den tid kunne enkle kutt og småskader være dødelige. Antibiotika revolusjonerte behandlingen av infeksjoner ved å drepe eller hemme bakterievekst, og bruken tok fart under 2. verdenskrig. Men suksessen til antibiotika har også blitt en akilleshæl - jo mer vi bruker antibiotika mot bakterier, desto mer motstandsdyktige blir

bakteriene mot antibiotika. Spesielt i landbruket har bruken vært omfattende, noe som har ført til økning i infeksjoner med resistente bakterier, som salmonella fra dårlig tilberedt kylling og egg. Den omfattende antibiotikabruken har resultert i superbakterier – bakterier som er resistente mot flere ulike antibiotika.

– Superbakterier er så farlige at Verdensbanken advarer om en mulig økonomisk krise på nivå med finanskrisen i 2008. Forskjellen er at denne krisen kan bli langvarig, forteller farmasøyt Anne-Margrethe Hausken Nordberg i LMI, bransjeforeningen for legemiddelindustrien i Norge, til GENiAlt.

Uten nye antibiotika kan et kutt i fingeren på telttur igjen bety at fingeren må amputeres, eller i verste fall, at man dør av blodforgiftning. I 2019 drepte superbakterier over 1,27 millioner mennesker på verdensbasis. FN har anslått at 10 millioner mennesker vil dø av superbakterier årlig innen 2050, med mindre vi iverksetter umiddelbare og kraftige tiltak.

Nidaromycin

I prøvene fra Trondheimsfjorden lette SINTEF-forskerne etter en gruppe bakterier som tidligere har vært kilden til mange viktige antibiotika. De fant over 10 000 slike bakterier som de klarte å dyrke i laboratoriet. For å finne ut hvilke av disse 10 000 bakteriene de skulle jobbe videre med, trengte de nye verktøy. Verktøy som først ble tilgjengelige etter teknologiske fremskritt innen både datateknologi og DNA-sekvensering.

– Først sekvenserte vi DNA-et fra omkring 1200 av bakteriene. Deretter silte vi DNA-sekvensene gjennom et avansert bioinformatisk filter og valgte ut 100 bakterier med spennende gengrupper, i samarbeid med forskere fra Nederland og Tyskland. Én gengruppe bestående av omtrent 30 gener skilte seg spesielt ut og den gengruppen satt vi inn i en bakterie som vi allerede kjenner godt, forteller Degnes.

Genene i en gengruppe koder for proteiner som sammen utfører en oppgave i bakterien, for eksempel å lage et spesielt antibiotikum. Da Degnes og kollegaene så nærmere på hva den genmodifiserte bakterien produserte, ble de gledelig overrasket.

– Vi fant en type antibiotika det er svært lite resistens mot. Vi kalte antibiotikumet nidaromycin og det ble raskt klart at dette kan faktisk gjøre en forskjell i kampen mot noen av de farlige superbakteriene. Dersom utviklingen av nidaromycin kommer så langt at det kommer ut på markedet, fortsetter Degnes.

Markedssvikt

Til tross for at nye antibiotika er sårt tiltrengt, er legemiddelindustrien avventende. Det er lite penger å tjene på å utvikle antibiotika som helst ikke skal brukes.

– Markedssvikten skyldes at det er vitenskapelig krevende å utvikle nye antibiotika og økonomisk sett svært høy risiko. Store utviklingskostnader, kombinert med at produktet skal brukes minst mulig, driver risikoen opp, forteller Hausken Nordberg i LMI.

Årsaken til at legemiddelselskapene vil slite med å tjene penger på nye antibiotika er todelt. For det første settes nye antibiotika på en reserveliste og skal kun brukes om ingen andre antibiotika virker. For det andre brukes antibiotika i korte perioder, for eksempel en uke, i motsetning til en del legemidler som brukes daglig over lang tid. Og dersom et nytt antibiotika likevel kommer ut til markedet, så kan bakteriene utvikle resistens mot det også.

– Dagens marked fungerer ikke. Vi ser det på at store aktører har solgt seg ut, og



Anne-Margrethe Hausken Nordberg, farmasøyt i LMI, bransjeforeningen for legemiddelindustrien i Norge. Foto: LMI



Kristin Fløgstad Degnes, forsker i SINTEF Industri. Foto: SINTEF Industri

» Dagens marked fungerer ikke. Vi ser det på at store aktører har solgt seg ut, og små oppstartsbedrifter som har prøvd å ta nye antibiotika til markedet har gått konkurs.

små oppstartsbedrifter som har prøvd å ta nye antibiotika til markedet har gått konkurs. Industrien og myndighetene må løse denne samfunnsutfordringen på en annen måte, sier Hausken Nordberg.

Fire år på overtid

Den forrige nasjonale strategien mot antibiotikaresistens gikk ut for fire år siden. Både fagmiljøer og interesseorganisasjoner har etterspurt en ny i flere omganger.

– Antibiotikaresistens er ikke en kamp som kan vinnes med tiltak i helsesektoren alene. Vi vil derfor lansere en ny strategi som involverer flere ulike sektorer med en tydeligere én-helse-tilnærming, i løpet av 2024, forteller spesialrådgiver Oliver Kacelnik i Helse- og omsorgsdepartementet til GENiALT.

Én helse er en tverrfaglig og helhetlig tilnærming til medisin som tar sikte på å balansere og optimere helsen til mennesker, dyr og miljø. Tilnærmingen erkjenner at helsen til mennesker, husdyr og ville dyr, planter og miljø henger tett sammen og påvirker hverandre. Myndighetene har også tiltak som skal lette veien for nye antibiotika ut i markedet.

– Norge bidrar betydelig til næringsutvikling, deriblant helsenæringen. Dette inkluderer en rekke ordninger og programmer som lån, tilskudd, garantier og ulike kompetansetiltak, for å hjelpe næringslivet med forskning og utvikling, etablering, etablering, vekst, skalering og eksport, sier Kacelnik.

Men Kacelnik presiser at legemiddelmarkedet er globalt, og at internasjonalt samarbeid er nødvendig for utvikling av nye antibiotika.

Toppnivåmøte i FN

I slutten av september i 2024 samles verdens ledere for andre gang i FN for å diskutere trusselen antibiotikaresistens utgjør og mulige løsninger.

– Dette er et viktig møte, både fordi hele verden er representert, men også fordi FN skal forplikte seg til en én-helse-tilnærming i denne viktige kampen. Norge ønsker en sterk og klar deklarasjon som skal reflektere behovet for innsats i flere sektorer i alle deler av verden, forteller Kacelnik.

Samtidig er ikke LMI helt fornøyd med hva Norge planlegger å ta med til FN-toppmøtet.

– Sverige og England har vært foregangsland i å utvikle innovative betalingsløsninger som direkte adresserer årsaken til markedssvikten for antibiotika. De har allerede inngått nye avtaler basert på Netflix-modellen, sier Hausken Nordberg.

Netflix-modellen er en ny tilnærming til helseøkonomi. I stedet for at pasienter betaler for hvert enkelt legemiddel, så abonnerer land på et begrenset antall kritisk viktige legemidler, som antibiotika, og betaler et fast årlig beløp til de aktuelle selskapene. Dette gir selskapet en jevn og forutsigbar inntekt for produkter som skal brukes minst mulig, mens landet sikres tilgang på kritisk





Hvilke bakterier er motstandsdyktige mot hvilke antibiotika? I skålen til venstre er det dyrket en bakterie med resistens mot ett av de syv antibiotikaene (det er kun én pille hvor bakterien vokser helt inntil). I midten er bakterien resistent mot fem av de syv testede antibiotikaene, mens i skålen til høyre er bakterien resistent mot eller har redusert følsomhet overfor alle syv antibiotikaene. Foto: Nicole Malancea/iStock

viktige legemidler innen 24 timer. Samtidig fjernes insentivet for selskapene i å selge mest mulig antibiotika, noe som også tilrettelegger for smart og forsiktig bruk.

– Det er ingen grunn til at ikke Norge også skal kunne inngå slike avtaler og ta med oss erfaringer fra konkrete løsninger til FN, mener Hausken Nordberg.

Kacelnik fra Helse- og omsorgsdepartementet mener én modell ikke nødvendigvis vil passe for alle.

– Tilgang til antibiotika er viktig for alle land, men behovene er ikke nødvendigvis det samme. For eksempel, trenger vi i Norge og i resten av Norden å støtte blant annet produksjon og tilgang til smal-sprektrede antibiotika. Norge jobber aktivt på flere fronter både nasjonalt og internasjonalt for å finne modeller som kan sikre god tilgang til antibiotika i Norge. Det ligger til Direktoratet for medisinske produkter å vurdere bruken av økonomiske virkemidler for å sikre tilgang til nødvendige medisinske produkter, sier Kacelnik.

Samfunnsansvar

Mange legemiddelselskaper viser frem satsninger knyttet til samfunnsansvar, både gjennom grønn omstilling og redusert bruk av engangsplast. Det står i kontrast til den manglende satsingen på nye antibiotika.

– Jeg forstår at folk stiller spørsmål ved om vi oppfyller vårt samfunnsansvar når vi har et så stort uløst problem. Samtidig er det viktig å fremheve at vi jobber med saken. Vår internasjonale moderorganisasjon, International Federation of Pharmaceutical Manufacturers and Associations, sammen med Verdensbanken, the European Investment Bank og the Wellcome Trust har sammen

investert i AntiMicrobial Resistance Action Fund som skal sørge for at to til fire nye antibiotika blir tatt til markedet innen 2030. Problemet med antibiotikaresistens er for stort til at enkeltstående selskap kan løse det alene. Vi trenger koordinert handling fra flere offentlige og private aktører, sier Hausken Nordberg.

Nidaromycin – veien videre

Mens toppolitikere samles for å diskutere én-helse-tilnærmingen og Netflix-modellen i New York, fortsetter arbeidet i Trondheim.

– Vi skal fortsette å legge stein på stein. Neste steg i prosjektet er å utvikle produksjons- og renseprosesser, i tillegg til å finne mer ut om hvordan nidaromycin påvirker ulike biologiske systemer. Deretter vil vi gå videre til dyreforsøk med smågnagere hvor vi skal undersøke virkningen, giftigheten og fordelingen av nidaromycin i kroppen, forteller Degnes.

For at dette skal skje, vil de trenge finansiering fra innovasjonsprosjekter utlyst av Norges forskningsråd og EU. Men det er fortsatt en lang vei frem til apotekhyllene.

– Dersom alle resultatene blir som vi ønsker oss, vil et oppstartsselskap eller et etablert legemiddelfirma ta over ledelsen av forskningen, sier Degnes.

Da blir det opp til markedskreftene å bestemme skjebnen til det trønderske antibiotikumet. Men skattejakten i Trondhjemsfjorden er ikke over. Hittil har forskerne bare studert litt over ti prosent av bakteriene de fant og bare en liten del av den genetiske informasjonen. Med de nye metodene de brukte, utviklet i et Digitalt liv Norge-prosjekt kalt InbioPharm, er det mulig å finne frem til andre nye forbindelser som kan ha

svært interessante egenskaper. Ved å sette interessante gengrupper fra en bakterie de fant i fjorden inn i andre bakteriestammer hvor gengruppen uttrykkes, er det mulig å finne frem til forbindelser ingen har sett før, ifølge SINTEF Industri. ♦

Kilde:

Murray et al. (2022) The lancet [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0)

Antibiotika

- Antibiotika er legemidler som hemmer eller dreper bakterier.
- Det første antibiotikumet, penicillin, ble oppdaget av Alexander Flemming i 1928.
- Penicillin er et smalspektret antibiotikum, og virker målrettet på et begrenset antall bakterier.
- Bredspektret antibiotika virker mot mange ulike bakterier.
- Antibiotikaresistens er evnen bakterier har til å tåle antibiotika. Noen bakterier er naturlig resistente overfor noen antibiotika, andre bakterier kan utvikle resistens mot antibiotika de er utsatt for.
- I dag brukes det i hovedsak smalspekteret antibiotika i Norden, da det i mindre grad bidrar til antibiotikaresistens enn bredspektret antibiotika.



Stamcelleteknologi gjør det enklere å studere hjernens utvikling og funksjoner. Foto: BeritK/iStock

Schizofreni i petriskål

Det er behov for mer kunnskap om psykiske lidelser som schizofreni og bipolar lidelse, men å forske på sykdommer knyttet til hjernen er utfordrende. Ny stamcelleteknologi gjør menneskehjernen mer tilgjengelig for forskerne.

Av Stine Hufthammer Indrelid

– **NYE METODER** gjør det mulig for oss å lage hjerneceller og tredimensjonale hjerneorganoider fra pasientenes egne hudceller. Det gjør at vi kan modellere hjerneutvikling og sykdom i laboratoriet, sier professor Srdjan Djurovic ved Universitetet i Oslo og Oslo Universitetssykehus.

Djurovic leder forskningsgruppene Psykiatrisk molekylær genetikk ved Avdeling for medisinsk genetikk og Stamceller og mekanismer ved Norsk senter for forskning >>

på mentale lidelser. Her forvandler han og kollegaene hudceller fra pasienter og friske kontrollpersoner om til hjerneceller og hjerneorganoider, ved hjelp av stamcelleteknologi (se faktaboks). Disse hjernecellene og hjerneorganoidene bruker forskerne for å forstå mekanismene bak schizofreni og bipolar lidelse.

Utilgjengelig hjerne

Å studere mekanismer og årsakssammenhenger ved psykiske lidelser har lenge vært en utfordring for forskere. Mange av verktøyene som brukes for å studere hjernen, som ulike hjerneavbildningsteknologier, kan påvise konsekvenser av sykdom, men sier lite om hvordan sykdom oppstår. Studier av hjernevev fra avdøde eller dyremodeller kan brukes til å lete etter årsaker, men tilgang på hjernevev er lav. Dyremodeller har ofte også begrenset verdi for å studere psykiske lidelser. Mange av lidelsene er unike

for mennesker og den sammensatte genetiske bakgrunnen for sykdom kan ikke fullt ut gjenskapes i forsøksdyr.

Stamcelleteknologi og teknologi som gjør det mulig å lage organoider som kan etterligne noen av hjernens funksjoner, gjør det mulig å lete målrettet etter årsakssammenhenger. Dette åpner for mange typer analyser av hjernen man tidligere ikke har kunnet gjøre.

—Vi kan blant annet studere genuttrykk, celledeling og celledød, og vi har også muligheten til å gjøre genetiske endringer i organoidene våre. Organoidene danner funksjonelle forbindelse, responderer på nevrotransmittere, signalmolekyler som er viktig for kommunikasjonen mellom nervecellene i hjernen, og på for eksempel lyssignaler med elektrofysiologiske responser.

Bevarer pasientens genetiske bakgrunn

Stamcelleteknologien åpner ikke bare opp

for å undersøke generelle mekanismer, men gjør det også mulig å se nærmere på enkelt-pasienter.

— Den viktigste fordelene ved å lage hjerneceller og organoider fra pasientenes egne celler er at modellene vil ha den enkelte pasients individuelle genetiske bakgrunn, forklarer Djurovic.

Selv om både arv og miljø spiller inn vet man nemlig at både schizofreni og bipolar lidelse har høy grad av arvbarhet. Samtidig kan to pasienter som har samme diagnose, ha ulike genetiske faktorer som bidrar til sykdomsutvikling.

— Noen pasienter kan ha få og sjeldne genvarianter som har stor effekt. Andre pasienter kan ha en opphopning av mange vanlige genvarianter som hver for seg har liten effekt, men som til sammen gjør pasienten tilbøyelig til å utvikle sykdom. Modellene vi bruker er spesielt egnet til å studere psykiske lidelser og andre lidelser som ikke er forårsaket av en enkelt mutasjon, forklarer Djurovic.

Organoider laget fra ulike pasienter vil blant annet gjøre det mulig for forskerne å lete etter svar på spørsmål som hvorfor sykdom utvikler seg ulikt hos ulike personer eller hvorfor to pasienter kan respondere forskjellig på samme behandling. Kanskje blir det også mulig å finne biomarkører som vil vise hvilke pasienter som vil ha nytte av en bestemt behandling.

» Den viktigste fordelene ved å lage hjerneceller og organoider fra pasientenes egne celler er at modellene vil ha den enkelte pasients individuelle genetiske bakgrunn.



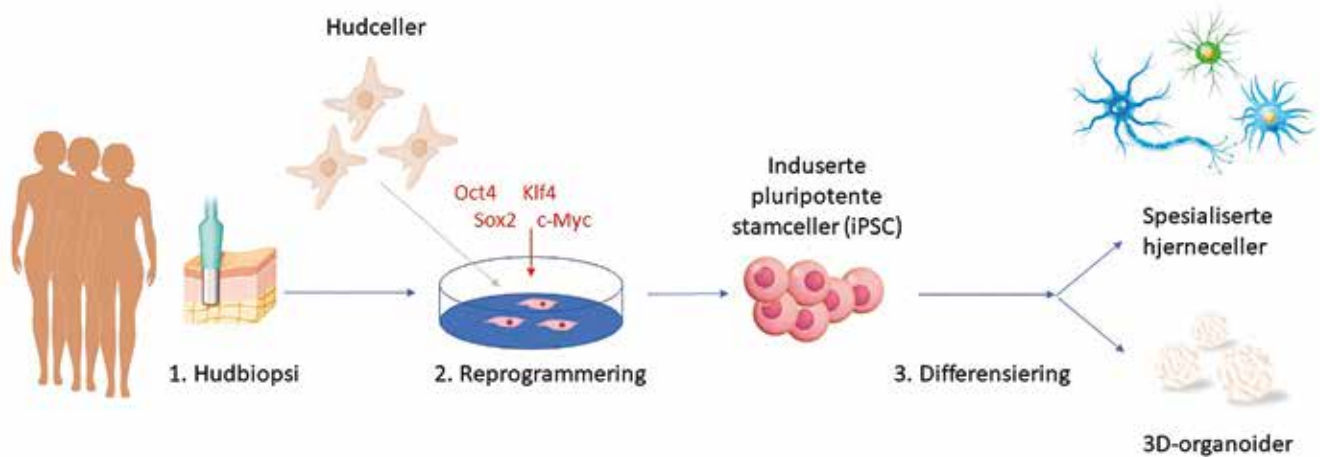
Finner nye svar

Forskningsgruppen Djurovic leder har blant annet forsket på virkemåten til litium, et metall som helt siden 1960-tallet har vært brukt i behandlingen av bipolar lidelse.

— Selv om litium lenge har vært blant de viktigste legemidler i behandlingen av bipolar lidelse, har man manglet kunnskap om hvordan legemiddelet virker. Å forstå virkemåten er viktig fordi litium har god effekt på noen, men ikke alle pasienter, og kan ha uønskede bivirkninger hos enkelte. Ved hjelp av stamcellebaserte sykdomsmodeller har vi kunnet vise hvordan litium påvirker cellene. Dette arbeidet er et viktig steg i forståelsen av hvorfor forskjellige personer har ulik respons på litium-behandlingen, sier Djurovic.

Organoideteknologi gjør det også mulig å etterligne og studere prosesser i tidlig hjerneutvikling som kan ha betydning for

Professor Srdjan Djurovic forsker på psykiske lidelser ved hjelp av stamceller. Foto: Monika Mrazikova, Avd. for medisinsk genetik, OUS



Figuren viser hvordan forskerne går frem for å lage hjerneorganoider og ulike typer hjerneceller med utgangspunkt i kroppsceller

1. Forskningsgruppen rekrutterer pasienter og en kontrollgruppe med friske som samtykker til å avgi en liten hudprøve.
2. Ved hjelp av en «cocktail» av fire transkripsjonsfaktorer kalt Yamanaka-faktorene, reprogrammeres cellene til iPSC celler, stamceller med potensial til å danne alle typer kroppsceller.
3. Ved å gi disse stamcellene de riktige kjemiske signalene og betingelsene som er nødvendig for dannelsen av hjerneceller og hjernevev, kan forskere etterligne prosessene som celler og vev går igjennom når hjernen dannes i fosterlivet. Slik utvikles stamcellene videre til spesialiserte nerveceller og ulike støtteceller i hjernen (astrocytter og mikroglia), eller til organoider, som etterligner funksjonen til spesifikke regioner i menneskehjernen.

Figur: Stine Hufthammer Indrelied/Bioteknologirådet, omarbeidet fra Tran et al. Schiz Bull (2013)/illustrasjoner fra iStock

sykdom, men som ellers er vanskelige å studere. Symptomer på schizofreni opptrer gjerne i ungdomsårene eller tidlig voksen alder, men man antar at utviklingsforstyrrelser som kan medvirke til sykdommen, oppstår allerede under fosterutviklingen. Slike tidlige årsaker er imidlertid vanskelig å forske på fordi tilgangen på menneskelig hjernevev er svært begrenset. Her er hjerneorganoider et godt forskningsverktøy. Organoider dannes nemlig gjennom prosesser som ligner det som skjer når hjernen dannes i fosterlivet, og er derfor et nyttig utgangspunkt for å studere tidlige stadier av hjerneutviklingen.

—Da vi sammenlignet genuttrykk i organoider laget fra personer med schizofreni med organoider fra kontrollgruppen, fant vi forskjell i uttrykket av tusenvis av gener. Ved å se på hvilke typer gener som var forskjellig uttrykt mellom de to gruppene kunne vi identifisere mekanismer som kan bidra til senere sykdomsutvikling, men som virker allerede i fosterlivet, sier Djurovic.

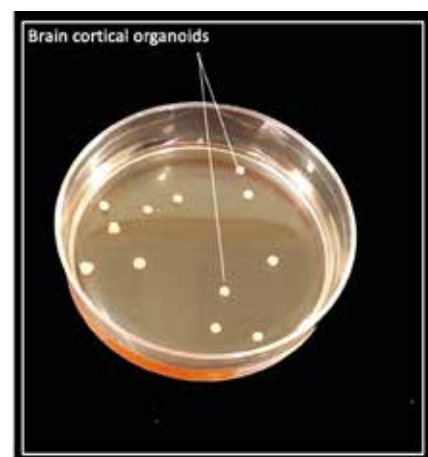
Forskningsgruppen har også brukt stamcellebaserte modeller for å undersøke og avdekke sammenhengen mellom betennelse i hjernen og schizofreni og bipolar lidelse.

Etisk utfordrende

Å jobbe med pasientmateriale fra psykisk syke pasienter gjør det spesielt viktig å ivareta de etiske sidene ved forskningen og pasientenes interesser. Når skal man for eksempel

spørre om samtykke? Djurovic har hatt grundige diskusjoner med sine kolleger, pasienter og pasientorganisasjoner, for å sikre at de gjør dette på best mulig måte.

— For oss har det vært særlig viktig å jobbe tett sammen med pasientorganisasjoner som representerer pasientgruppene vi forsker på. Dette mener vi bidrar direkte til høyere kvalitet på forskningen vi gjør. Vi har blant annet jevnlig diskusjoner med personvern- og pasientbrukerrådet i Bipolarforeningen Norge. Vi arrangerer også pedagogiske samtaler med pasienter, pårørende og sykehusansatte. Dessverre opplever nok en del at det enda er sosiale stigma knyttet til psykiske lidelser. Pasientene vi møter er veldig opptatt av at det trengs mer kunnskap på dette området, sier Djurovic. ♦



Hjerneorganoider er bittesmå, tredimensjonale cellulære strukturer som etterligner spesifikke deler av hjernen og noen av hjernens funksjoner. Foto: Dr. Jordi R. Osete, Djurovic lab

Stamceller og organoider

- **Pluripotente stamceller** er stamceller med evne til å utvikle seg til alle kroppens celletyper.
- **Induserte pluripotente stamceller (iPSC)** er stamceller som er laget ved å reprogrammere andre celler. I 2006 viste forskeren Yamanaka at kroppsceller (for eksempel hudceller) kan reprogrammeres til pluripotente stamceller ved hjelp av en «cocktail» av fire transkripsjonsfaktorer.
- **Hjerneorganoider** er små, tredimensjonale strukturer utviklet fra pluripotente stamceller. De blir 2-3 millimeter i diameter etter to måneder i kultur og holder seg deretter rundt den størrelsen. Hjerneorganoider inneholder flere av de spesialiserte celletypene som er observert i den utviklende hjernen og kan etterligne deler av hjernens struktur og funksjoner.

Doping som endrer på genene

Etter en sommer med fotball-EM, Tour de France og olympiske leker i Paris, har vi alle sett hva de best trente menneskene på jorden kan prestere. Men er det noen av vinnerne som kanskje har hatt en urettferdig fordel?

Av Johannes Lilletveit Longvastøl (13)

Genene våre kan ha mye å si for hvilke idretter vi kan bli gode i. Noen av oss har kanskje anlegg for å løpe fort på korte distanser. Andre kan sykle langt uten å bli synlig sliten, eller løfte ekstra tungt. Økt kunnskap om hvordan kroppen vår fungerer, i kombinasjon med behandling utviklet for syke mennesker, kan gi friske idrettsutøvere mulighet til å løpe fortere, hoppe høyere og svømme lengre. SmåGENiALT har intervjuet Sofie Christensen, vitenskapelig assistent i Antidoping Norge, om gendoping.

– Hva er gendoping?

– Gendoping innebærer å endre eller legge til gener for å forbedre fysiske prestasjoner. Gendoping har vært på idrettens forbudsliste siden 2003, fordi det reiser flere etiske utfordringer som potensiell fordel i konkurranse, helsefare og skade på idrettens rykte.

– Hvor kommer metodene bak gendoping fra?

– Vi vet stadig mer om hvordan genene våre kan påvirke hvordan kroppen reagerer på trening, og i tillegg har det vært stor medisinsk utvikling på området som kalles genterapi. Genterapi er en form for medisinsk behandling der man overfører DNA eller RNA for å korrigere genfeil, erstatte manglende gener eller forbedre kroppens evne til å bekjempe sykdommer. Å kunne endre i kroppens arvemateriale har gjort det mulig å utvikle genterapi for mange sykdommer, men har også gjort gendoping til en voksende risiko i idretten. Koblingen mellom genterapi og idrett er ikke tilfeldig, fordi tidlig forskning på genterapi var rettet mot stoffer som er aktuelle for doping, som for eksempel erythropoietin (EPO) og veksthormon.

– Hvilke egenskaper kan man forbedre med gendoping?

– For å forstå hvilke egenskaper man kan forbedre med gendoping, er det nyttig å vite at det ofte er produktet et



SmåGENiALT-reporter Johannes Lilletveit Longvastøl (13). Foto: Privat

Sofie Christensen, vitenskapelig assistent i Antidoping Norge. Foto: Antidoping Norge

gen produserer som er relevant. For eksempel lager genet som koder for EPO et protein som øker antallet røde blodlegemer og dermed mengden oksygen i blodet. Dette kan gi bedre utholdenhet. En finsk langrennsløper hadde naturlig mutasjon i EPO-reseptorgenet som ga høye nivåer av blant annet røde blodceller og bedre utholdenhet. Et eksempel relatert til muskelvekst er en genetisk mutasjon i genet for myostatin. Myostatin har som funksjon å bremse muskelvekst, så hvis en person har en defekt i dette genet, vil personene kunne oppleve økt muskelvekst. Videre er det en rekke andre genkandidater som kan ha potensial for gendoping. Gener som kan øke muskelmasse, endre hvordan muskler bruker energi eller forbedre hjertet og oksygentransport er aktuelle. Det er også spekulert i hvordan gendoping kan bidra til at idrettsskader leges raskere eller smertefølelse fra hard trening kan reduseres.

– Hvilke idretter er det man ser etter gendoping?

– Gendoping kan potensielt brukes i alle idretter, men det er spesielt relevant i utholdenhetsidretter og styrkeidretter. I idretter som krever taktiske og tekniske ferdigheter, er gendoping mindre relevant.

– Hvordan kan man finne ut om en idrettsutøver har brukt gendoping?

– Det er utfordrende å avsløre gendoping med dagens metoder som baserer seg på analyser av urin- og blodprøver. Likevel pågår det mye forskning på ulike metoder for å avsløre gendoping. Her er tre eksempler på



Syklisten Lance Armstrong vant sykkelrittet Tour de France syv ganger. Han mistet alle titlene etter etterforskning av det amerikanske antidopingbyrået USADA, og innrømte senere å ha brukt forskjellige prestasjonsfremmende midler – blant annet syntetisk EPO og steroider. Foto: Gawain78 via Wikimedia Commons



Eero Mäntyranta var en finsk skiløper med en naturlig mutasjon i EPO-reseptorgenet, som gav ham bedre utholdenhet. Med gendoping kan man få samme effekt i idrettsutøvere uten genfeilen – men vil dopingjegerne kunne avsløre juksemerkerne? Foto: Public domain via Wikimedia Commons

hvordan gendoping kan spores eller avsløres. Det første er å lete etter spor av vektorer, «varebilen» man brukte for å transportere genene inn i kroppen. Selv om disse vektorene raskt forsvinner fra kroppen, kan man finne spor av dem i en kort periode. Det andre eksempelet er å se etter produkter av gendoping. Ved gendoping kan det produseres stoffer som skiller seg fra kroppens egne. For eksempel vil strukturen til innsatt EPO være forskjellig fra kroppens eget EPO. Det siste eksempelet er polymerasekjedereaksjonsmetoden, eller enklere kalt PCR-metoden. Denne metoden ser etter forskjeller mellom kroppens eget DNA og tilsatt DNA. Tenk på DNA-et til en person som en bok med mange kapitler (gener). Noen av sidene i kapitlene er fylt med tekst, andre er tomme. Ved gendoping legges det til et nytt kapittel, men her mangler det tomme sider. PCR-metoden fungerer som en etterforsker som leter etter kapitler som mangler tomme sider, og hvis disse kapitlene finnes kan man avsløre gendoping.

– Er det noen land hvor dere mistenker at man bruker gendoping?

– Det er ikke noe grunnlag for å kunne si noe om det. Det er ingen spesifikke land som er mistenkt for gendoping, men det er en generell bekymring for at det kan brukes globalt.

– Er gendoping farlig?

– Ja, gendoping kan være svært farlig. Å endre eller tilføre gener kan medføre forstyrrelser i hvordan kroppen fungerer og føre til alvorlige helseproblemer som ukontrollert cellevekst (kreft), immunreaksjoner, virusinfeksjoner, hjerteinfarkt og andre uforutsigbare bivirkninger. Ved medisinsk bruk av genterapi blir pasienter nøye fulgt opp med tanke på disse bivirkningene, noe som kanskje ikke vil være tilfelle i dopingbruk og gjøre

risikoen for helse enda farligere. Det er også knyttet etiske utfordringer rundt dette.

– Tester man for gendoping i Norge i dag?

– Norge jobber aktivt med antidopingarbeidet og tester regelmessig utøvere. Når en dopingprøve skal analyseres vurderes det hva som er relevant å teste for i ulike idretter, og da er det mulig å teste for visse former for gendoping.

Gener, proteiner og mutasjoner

Genene er den delen av DNA-et vårt som forteller hva som skal skje i hver enkelt celle i kroppen vår. Mennesker har trolig rundt 23 000 forskjellige gener.

Proteiner er kroppens byggesteiner og har viktige funksjoner som for eksempel å produsere røde blodceller som kan transportere oksygen rundt i kroppen eller lage nye muskelceller.

Det er genene som har oppskriften på hvordan proteinene i kroppen skal bygges opp og hvilken jobb proteinene skal gjøre. Mutasjoner er endringer i DNA og skjer hele tiden. Mutasjoner kan oppstå helt spontant, ved påvirkning av ytre faktorer som stråling eller kjemikalier, eller ved bruk av genteknologi.

Returadresse:
Bioteknologirådet,
Edvard Griegs vei 3B,
5059 Bergen



Ungdomens Bioteknologiråd

Bioteknologirådet ønskjer å høyre kva unge vaksne tenkjer om nokre av dei viktige spørsmåla som bioteknologien stiller oss overfor og inviterer alle vidaregåande skular til å være med å Ungdomens Bioteknologiråd 2024/2025.

Ungdomens Bioteknologiråd er eit skuleprosjekt i bioteknologi for vidaregåande skule. Kjernen i prosjektet er eit gruppearbeid knytt til sentrale etiske problemstillingar innan bruk av bioteknologi på menneske. Kvar klasse blir invitert til å sende inn synspunkta sine til Bioteknologirådet, og oppgåvesvara vil bli publiserte på nettsidene våre. Ei gruppe elevar blir valde ut til å kome til Oslo for å overlevere resultatata frå prosjektet til regjeringa.

Bioteknologi er spesielt aktuelt i skuleåret 2024/2025, då regjeringa har bede Bioteknologirådet om å evaluere heile bioteknologilova. Lova skal oppdaterast ut frå ny kunnskap og teknologi, slik at ho reflekterer kva som i dag er mogleg å gjere og verdisynet blant nordmenn når det gjeld bruk av bioteknologi. Ungdomens Bioteknologiråd gjev elevane høve til å tenkje over eige liv og eigne verdiar, og til å komme med innspel til styresmaktene om korleis elevane meiner loverket skal vere.

Full prosjektbeskriving og påmelding finn du på:

<https://www.bioteknologiradet.no/skole/ungdommens-bioteknologirad>

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

Biotekquiz

Spørsmål

1. Kva heiter det nye antibiotikumet SINTEF fann i Trondheimsfjorden?
2. Kva står PGT for?
3. Kva plante har verdas største genom?
4. Kva politisk parti foreslo å utreia om surrogati bør bli lovleg i Noreg?
5. I kva afrikansk land har det vorte sett ut genmodifisert mygg i kampen mot malaria?

1. Nidaromycin 2. Preimplantasjonstesting 3. Bregnen Tmesisteris oblancoolata 4. Venstre 5. Djibouti



Bioteknologirådet