
Vidunderlige nye organer

ESSAY

KATHARINA VESTRE

katharina.vestre@medisin.uio.no

Katharina Vestre er ph.d., cellebiolog, sakprosaforfatter og postdok ved Avdeling for molekylær cellebiologi ved Institutt for kreftforskning, Radiumhospitalet og CanCell – Senter for kreftcelle-reprogrammering ved Universitetet i Oslo. Hun er tilknyttet det tverrfaglige prosjektet MORGI finansiert av UiO Livsvitenskap.

Forfatteren har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

En liten bit av huden din kan bli et dunkende hjerte i miniatyr – eller en klump nerveceller som spiller dataspill.

I et varmt og fuktig skap vokser stamcellene. Hver dag kommer jeg til laboratoriet og gir dem ny mat, en rosa væske full av sukker, aminosyrer og vitaminer. Cellene deler seg igjen og igjen, uvitende om at kroppen de pleide å være en del av, er langt borte. Alt jeg vet er at deres forløpere en gang satt i huden til en anonym kvinne. Snart skal jeg forvandle dem til en knøttliten lever.

«Gitt de rette signalene, kan de laboratorieskapte stamcellene lage alle kroppens vev»

Fra hud til stamcelle

I 2006 oppdaget de japanske forskerne Kazutoshi Takahashi og Shinya Yamanaka hvordan det er mulig å skru ferdigutviklede hudceller tilbake til start ([1](#)). Vi trenger bare å sette inn fire spesielle gener før det utrolige skjer: Cellene begynner å oppføre seg som i et embryo. De blir til det vi kaller pluripotente stamceller. Nå er det ikke lenger bare hud de kan skape. Gitt de rette signalene, kan de laboratorieskapte stamcellene lage alle kroppens vev.

På laboratoriet flytter jeg stamcellene varsomt over i en plastkolbe. Over natten samler de seg i små klumper. Sett med det blotte øye ligner celleklumpene på snøfnugg. Men på mikroskopisk plan skjer det store endringer i løpet av de neste dagene. Litt etter litt mater jeg cellene med nøye utvalgte stoffer for å etterligne signaler fra fosterutviklingen (2). Og cellene lar seg lure: Snart forvandler de seg til ulike typer leverceller. Noen av dem lager til og med enkle blodårer, selv om de aldri vil fylles med blod. Hadde jeg valgt andre signalstoffer, kunne celleklumpene begynt å pulsere eller lage hjernebølger.

Kroppen i miniatyr

Ved å la stamceller kommunisere og organisere seg kan vi bygge miniatyruygaver av kroppens organer. Vi kaller dem organoider (3). Alt fra hjerte- til tarmorganoider er skapt i laboratorieskåler. Hjerteorganoidene trekker seg rytmisk sammen, mens tarmorganoidene legger seg i vakre folder og lager slim. På en konferanse i høst møtte jeg til og med en forsker som dyrket melkeproduserende brystvev på laboratoriet.

I mikroskopet kan deler av organoidene ligne så mye på kroppens virkelige organer at det knapt er mulig å se forskjell. Men organoidene er fortsatt langt enklere, formet som hule celleballer og ikke minst mindre. Uten et hjerte som pumper blod til de innerste cellene, klarer ikke organoidene å vokse seg større enn noen få millimeter (4).

Fremtidens organer

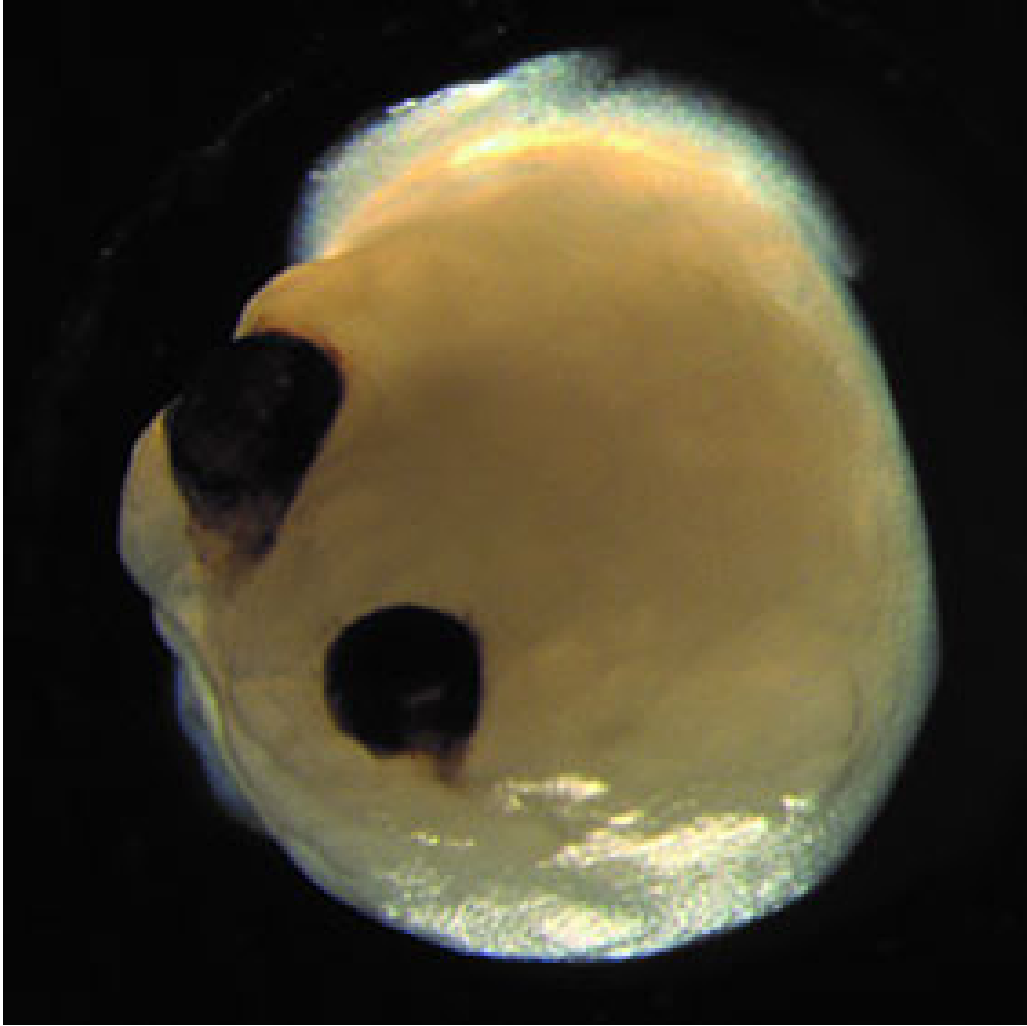
Flere forskningsgrupper jobber nå med å gjøre organoidene mer komplekse, større og mer lik organene de representerer. Noen bruker 3D-printing og syntetiske blodårer, mens andre transplanterer organoidene inn i dyr. På sikt er drømmen å bruke organoider til å erstatte ødelagt vev i mennesker. Organoider kan også brukes til å teste medisiner og redusere bruken av dyreforsøk. Dessuten kan vi forstå mer om hvordan organer utvikler seg og forske på sykdommer. I mitt forskningsprosjekt tilsetter jeg signalstoffer fra kreftceller og undersøker hvordan svulsten påvirker leveren.

«Hva gjør vi om det laboratorieskapt hjernevevet begynner å tenke eller drømme?»

Når organoidene blir større og mer komplekse, dukker det opp nye etiske problemstillinger. For én ting er en lever som vokser i inkubatoren, men hva skjer når hjerneorganoidene blir stadig mer avanserte? Vil de en gang i fremtiden kunne oppnå bevissthet? Hva gjør vi om det laboratorieskapt hjernevevet begynner å tenke eller drømme?

Det kan høres ut som science fiction, men vi har allerede kommet mye lenger enn noen kunne se for seg da de første organoidene ble utviklet for litt over et tiår siden. I dag finnes det organoider som representerer ulike deler av hjernen, og noen har til og med primitive øyne (figur 1) (5). Svarte klumper buler ut fra overflaten til de runde, lyse

organoidene og får dem til å minne om romvesener eller embryoer. Når lyset treffer de mørke klumpene, lager synsceller signaler som sprer seg videre til de andre nervecellene i organoiden.

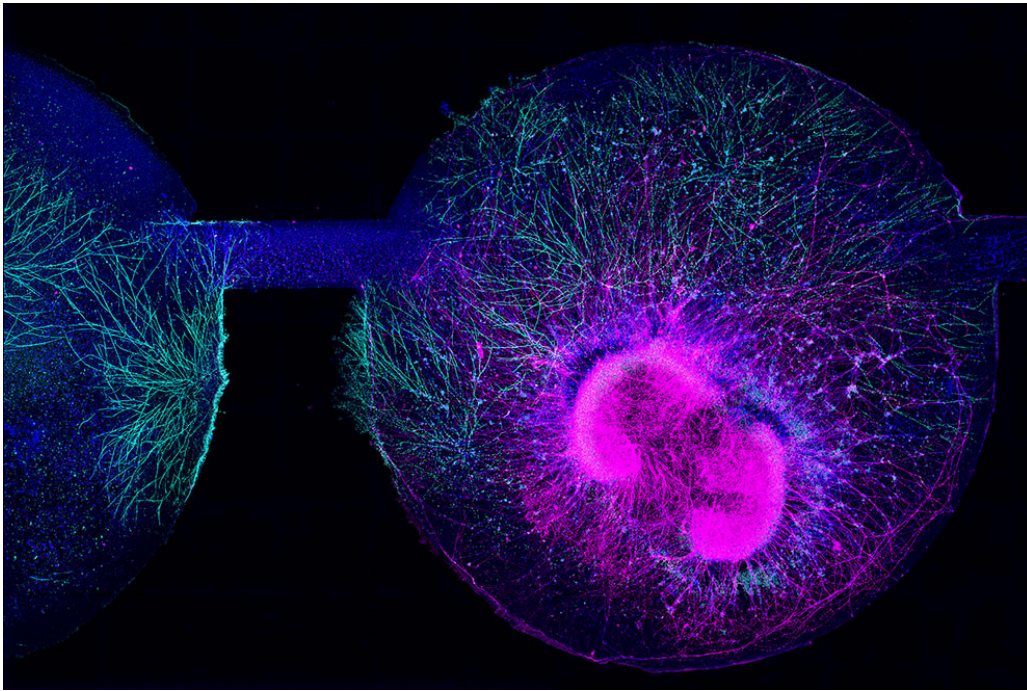


Figur 1 Hjerneorganoide med primitive øyne. Foto: Elke Gabriel

Menneske i maskin

I 2019 viste forskere at organoider kan produsere hjernebølger [\(6\)](#). Nervecellene fyrer av elektriske signaler i et rytmisk mønster, på lignende måte som i hjernene våre. Over tid øker den elektriske aktiviteten i organoidene, og ligner på målinger av hjernebølger hos for tidlig fødte barn. Alt dette skjer i en celleklump på størrelse med en ert og som flyter fritt i en plastskål.

Enda mer science fiction-aktig blir det når organoidene kombineres med et annet banebrytende felt: kunstig intelligens. I 2023 lanserte forskere fra flere fagmiljøer en ambisiøs plan om å utvikle feltet de kaller organoid intelligens, eller OI [\(7\)](#). Ideen er å lage datamaskiner som kombinerer elektronikk med biologisk materiale. Datamaskinen skal ikke bare etterligne hjernens nettverk – den skal ha virkelige, levende nerveceller inni seg. Hjernen vår er nemlig fortsatt overlegent bedre enn datamaskiner på å prosessere kompleks informasjon, og omtrent en million ganger mer energieffektiv.



Konfokalt lysmikrofotografi av en synaptisk konjugasjon mellom tredimensjonale hjerneorganoider avledet fra menneskelige embryonale stamceller (hESC) dyrket på et organ-på-brikke-system (OOC). Foto: Arthur Chien / Science Photo Library / NTB

Celler som lærer

De første, avgjørende stegene mot målet er allerede tatt. I 2022 publiserte startup-selskapet Cortical Labs en studie der de dyrket nerveceller på en elektronisk chip som kunne sende og motta elektriske signaler fra cellene. Etter fem minutter med trening, hadde nervecellene lært seg å spille dataspillet *Pong*, en enkel digital form for bordtennis (8). Mot slutten av 2023 viste en annen forskningsgruppe at en hybrid-datamaskin av hjerneorganoider koblet til elektroder kunne lære seg å gjenkjenne stemmer (9).

Mulighetene er uendelige. Teknologien åpner for å bygge kraftige datamaskiner som ikke krever enorme mengder energi og store kjøleanlegg. Mer komplekse organoider gjør det også mulig å forstå hvordan Alzheimers sykdom og andre hjernesykdommer utvikler seg. Hjerneforskere kan endelig teste hypoteser og medisiner på menneskelig hjernevev, fremfor å bruke forsøksdyr. Samtidig må vi trå varsomt. Foreløpig er organoidene langt unna noe som kan tenke eller kjenne smerte. Til det er cellene for få og uorganiserte. Men så raskt som teknologien utvikler seg, tror jeg ikke det er for tidlig å starte de etiske diskusjonene nå.

«Bør vi begrense hvilke formål organoider kan benyttes til, og hvem som skal få bruke dem?»

Som samfunn må vi bli enige om hvordan vi ønsker å bruke denne teknologien. Bør vi begrense hvilke formål organoider kan benyttes til, og hvem som skal få bruke dem? Det er fint med forskning på Alzheimers sykdom, men hva vil de store teknologiselskapene bruke hjerneorganoider til? Teknologisjefen til Amazon har

allerede besøkt selskapet som lærte nervecellene å spille *Pong*. Hvor høyt vil de prioritere etiske hensyn om det er enorme summer å tjene i fremtiden? Bør vi sette en maksimumsgrense for hvor store hjerneorganoider det er lov å dyrke allerede nå?

Vi må få på plass et godt lovverk før det er for sent, så vi kan bruke organoidene på en måte som kommer samfunnet til gode. For om vi bruker dem rett, *er* organoidene virkelig vidunderlige.

REFERENCES

1. Takahashi K, Yamanaka S. Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors. *Cell* 2006; 126: 663–76. [PubMed][CrossRef]
2. Harrison SP, Siller R, Tanaka Y et al. Scalable production of tissue-like vascularized liver organoids from human PSCs. *Exp Mol Med* 2023; 55: 2005–24. [PubMed][CrossRef]
3. Kim J, Koo BK, Knoblich JA. Human organoids: model systems for human biology and medicine. *Nat Rev Mol Cell Biol* 2020; 21: 571–84. [PubMed][CrossRef]
4. Zhao Z, Chen X, Dowbaj AM et al. Organoids. *Nat Rev Methods Primers* 2022; 2: 94. [PubMed][CrossRef]
5. Gabriel E, Albanna W, Pasquini G et al. Human brain organoids assemble functionally integrated bilateral optic vesicles. *Cell Stem Cell* 2021; 28: 1740–1757.e8. [PubMed][CrossRef]
6. Trujillo CA, Gao R, Negraes PD et al. Complex Oscillatory Waves Emerging from Cortical Organoids Model Early Human Brain Network Development. *Cell Stem Cell* 2019; 25: 558–569.e7. [PubMed][CrossRef]
7. Smirnova L, Caffo BS, Gracias DH et al. Organoid intelligence (OI): the new frontier in biocomputing and intelligence-in-a-dish. *Front Sci* 2023; 1: 1017235. [CrossRef]
8. Kagan BJ, Kitchen AC, Tran NT et al. In vitro neurons learn and exhibit sentience when embodied in a simulated game-world. *Neuron* 2022; 110: 3952–3969.e8. [PubMed][CrossRef]
9. Cai H, Ao Z, Tian C et al. Brain organoid reservoir computing for artificial intelligence. *Nat Electron* 2023; 6: 1032–9. [CrossRef]

Publisert: 29. august 2024. Tidsskr Nor Legeforen. DOI: 10.4045/tidsskr.24.0351

Opphavsrett: © Tidsskriftet 2026 Lastet ned fra tidsskriftet.no 10. juli 2026.