

---

## Tankeoverføring og undervisning

---

INVITERT KOMMENTAR

ÅSMUND FLOBAK

asmund.flobak@ntnu.no

Åsmund Flobak er ph.d., spesialist i onkologi, sivilingeniør i nanoteknologi, konstituert overlege ved Kreftklinikken, St. Olavs hospital, førsteamanuensis og gruppeleder ved NTNU, og seniorforsker ved Sintef. Han sitter i ledergruppen i IMPRESS-Norway studien, og han har blitt kåret til årets underviser ved medisinstudiet ved NTNU i 2019 og 2023. I 2024 ble han tildelt Legeforeningens grunnutdanningspris. Forfatteren har fylt ut ICMJE-skjemaet og oppgir ingen interessekonflikter.

---

### Å undervise er tankeoverføring hvor noen tanker skal flyttes fra underviserens hode og over i studentenes hoder.

«Den lengste reisen begynner med ett skritt.» Slik starter jeg min forelesning om regulering av genuttrykk til medisinstudentene. Sitatet kommer fra den kinesiske filosofen Lao Tzu, som levde for ca. 2 500 år siden (1). De samme bokstavene i setningen kan også bli til *Beringstredet nedsmeltingen rynketeste*, men det ville ikke gitt noen mening.

Vi vet hvilke molekyler og bokstaver arvematerialet vårt, DNA-et, er skrevet med. Men det er kun når bokstavene kommer i riktig rekkefølge som ord, og kun når ordene kommer i riktig rekkefølge i en setning, at vi kan forstå hva som blir sagt og at vi kan kommunisere noe til et annet menneske. Det gjelder for forståelsen av DNA og regulering av genuttrykk, og det gjelder for undervisning av medisinfaget for studenter.

Studentene skal kunne reprodusere kunnskap, men å reprodusere kunnskap er bare en liten del av det å lære seg et fag. Ofte er det slik at de elementene som er lettest å reprodusere, ikke representerer de vesentlige aspektene ved faget. Da blir det vanskelig, både å lære selv og å lære bort.

For virkelig å lære et fag må en ta eierskap til fagfeltet og gjøre det til ens eget. Men til det trengs inspirasjon. Det kan for eksempel oppstå fra følelsen av plutselig forståelse, som når man ser en sammenheng man tidligere ikke hadde tenkt over. Det kan være å forstå at akkurat det jeg lærer nå, kan ha avgjørende

betydning i mitt framtidige yrkesliv. Når faget er gjort til ens eget, fortsetter læringen lenge etter forelesningen. Derfor må undervisningen også utgjøre et fundament for videre læring. Til slutt må kunnskapen inkorporeres i et større bilde: Hvor hører denne forelesningen hjemme i den store sammenhengen, og hva betyr kunnskap om arvematerialet for mennesker rammet av sykdom?

*«Da jeg begynte å undervise legestudenter i 2017, var jeg ikke klar over hvor relevant min egen undervisning skulle bli for meg som spesialist»*

Viten om basalfagene muliggjør moderne klinisk medisin og beriker det kliniske arbeidet – og klinikerens. Mitt fag, onkologi, er i enorm forandring takket være økende kunnskap om molekylære mekanismer som ligger til grunn for sykdom og behandlingsvalg. Da jeg begynte å undervise legestudenter i 2017, var jeg ikke klar over hvor relevant min egen undervisning skulle bli for meg som spesialist. Jeg hadde allerede da lagt ned mye tid og innsats for å oppnå innsikt i molekylærbiologi og datavitenskapelig grunnlag for behandlingsvalg – blant annet med en ph.d.-grad om emnet.

I forelesningene har jeg fokusert på vannkjemi, hvordan arvematerialet leses av for å lage proteiner, hvordan cellevekst koordineres og kontrolleres gjennom cellyklus og hvordan arvematerialet skal kopieres fra modercellen til de to dattercellene, uten at det introduseres feil i arvematerialet. Dette er basal fagkunnskap hvor overføringen til klinisk hverdag er langt fra åpenbar. Men her ligger gullet. Fra 2020 fikk jeg muligheten til å være med på å bygge opp Norges hittil største kreftstudie, IMPRESS-Norway [\(2\)](#). Det har vært berikende på mange måter, blant annet ved å kunne bidra i de nasjonale tverrfaglige møtene om gendiagnostikk som grunnlag for valg av utprøvende kreftbehandling for pasienter uten åpenbare behandlingsmuligheter foran seg.

Den første pasienten jeg inkluderte i studien, hadde dessverre fått tilbakefall av hjernekreft. Kreftformen skyldtes en genforandring i *BRAF*-genet som gjør at cellyklus er konstant påskrudd. Dette genet er oppskriften for å lage *BRAF*-proteinet, som er ett av proteinene som medierer vekstsignaler fra omgivelsene til cellekjernen for å starte cellyklus. På grunn av vannets kjemi og genforandringen i *BRAF*-proteinet vil dette proteinet alltid være påskrudd og sende vekstsignaler til cellekjernen.

*Proteiner er kjeder av aminosyrer, hvor aminosyrene er som perler på en snor. Man nummererer hver aminosyre fra den første perlen på kjedet til den siste. I en normalsituasjon, når en vekstfaktor binder sin reseptor, vil det friske *BRAF*-proteinet midlertidig kjemisk modifiseres på aminosyrene i posisjon 599 og 602 til å bli sterkt negativt ladet. Modifiseringen skrur proteinet fra av til på. Denne negative ladningen på aminosyrene 599 og 602 gjør at disse «perlene» endres fra å være fettløselige til å bli vannløselige, og de vil dermed trekke ut mot vannmolekylene som omgir proteinet. Ved noen kreftsykdommer kan man få en mutasjon i *BRAF*-genet som gjør at perle nummer 600 endres fra den fettløselige aminosyren valin (V) til den vannløselige aminosyren glutamat (E). Dette vil ha samme effekt som av-på-modifiseringen – men nå er endringen permanent siden endringen sitter i*

genoppskriften – og alle BRAF-proteiner som lages fra dette muterte genet, vil alltid være aktivt. Siden endringen sitter i posisjon 600, og aminosyren valin (V) er byttet ut med glutamat (E), kalles denne mutasjonen BRAF V600E.

**«Ikke bare berikes det kliniske arbeidet av basalfag, også basalfaget berikes av klinisk relevans»**

For akkurat denne genforandringen finnes det nå en behandling som brukes rutinemessig ved føflekkreft, og heldigvis var behandlingen svært virksom også for studiepasienten med hjernekreft.

Ikke bare berikes det kliniske arbeidet av basalfag, også basalfaget berikes av klinisk relevans. Med pasienthistorier som denne, forstås både vannets kjemi og kreftbehandling på en ny måte.

Målet med å lære noe bort er ikke nøyaktig kopiering som når en celle skal dele seg uten å introdusere feil i arvematerialet. Målet er å overføre tanker som gir grobunn for nye tanker, slik Lao Tzu fortsatt kommuniserer med oss på tvers av tid og rom.

---

*Tusen takk til medisinstudentene ved NTNU som har nominert meg til Legeforeningens grunnutdanningspris for 2024. Det har vært en ære.*

*Pasienten har gitt samtykke til at artikkelen blir publisert.*

---

## REFERENCES

1. Wikipedia. Laozi. <https://no.wikipedia.org/wiki/Laozi> Lest 8.6.2024.
  2. IMPRESS-Norway. <https://impress-norway.no/> Lest 8.6.2024.
- 

Publisert: 8. august 2024. Tidsskr Nor Legeforen. DOI: 10.4045/tidsskr.24.0327  
Opphavsrett: © Tidsskriftet 2026 Lastet ned fra tidsskriftet.no 24. juni 2026.