

Et hjertelig glimt inn i forskningens verden

Tale av Christian Hambro, adm. dir. Norges forskningsråd,
Forskningsrådets årsmiddag, onsdag 12. april 2000

Hjertet i språket

En av gledene med ordbøker, er de små oppdagelser man gjør mens man blar seg fram til det egentlige oppslagsordet. På en slik vandring for ikke lenge siden, slo det meg at ordet «hjerte» forekommer i et usedvanlig stort antall *billedlige* ordkombinasjoner som vi bruker til daglig. Jeg håper for eksempel at dere som lesere vil føle dere *hjertelig* velkomne når dere nå skal lese om forskningen som er min *hertesak*, som jeg vet mange støtter med *hjertervarme*, men som likevel har fått en *hjerterå* behandling i budsjettene de siste årene, slik at mange har måttet døyve sine *hertesukk* med både en og to *hjertestyrkere*!

Hvorfor bruker vi ordet *hjerter* på denne måten? Hjertet er tross alt bare en pumpe som går jevnt og trutt.

En mulig forklaring er den enkle kjennsgjerning at når noen dør, slutter hjertet å slå. Liv og død, og derfor også menneskets tanker og følelser – vår bevissthet – blir naturlig forbundet med hjertet. I tillegg kommer den nære forbindelsen mellom følelser og hjerte rent fysiologisk. Til daglig merker vi ikke at hjertet slår. Men i spesielle situasjoner, kjenner vi det ganske tydelig. Tenk bare på pulsen når du så vidt har unngått å bli påkjørt, eller de ekstra hjerteslagene når du uventet treffer den du er hemmelig forelsket i.

Det er først i moderne tid vi kan undersøke den fysiologiske virkelighet som ligger bak sammenhengen mellom følelser og hjerteslag. Hjernen regulerer hjertet på to måter. Det går nervesignaler fra hjernen til et sted i hjertet som kalles for sinusknuten. Sinusknuten sender ut elektriske impulser som får resten av hjertet til slå regelmessig. Den andre påvirkningsveien er at hjernen stimulerer binyrene til å lage adrenalin, som via blodbanen påvirker hjerterytmene.

I dag kan vi altså måle de underliggende fysiologiske prosessene knyttet til følelseslivet. Men mennesket har nok vært klar over sammenhengen i all tid. I *Iliaden* skrevet av Homer 7–800 år før vår tidsregning, beskriver kong Agamemnon hvordan han opplever krigen: «Mitt *hjerter* vil angstfullt sprengte mitt bryst». Skildringen av en av de kjempende hærer sier det meste: «(Da) skalv deres *hjerter* i bevende gru, og rekkene vaklet». Ved Hektors død, også i *Iliaden*, sier Zevs: «Mitt *hjerter* er tungt. Jeg sørger for Hektor».

Et fantastisk organ

Det er fascinerende at hjernen uten noen *bevisst* tanke fra oss selv, kan få hjertet til å slå voldsomt og fort når vi blir utsatt for noe som instinktivt blir oppfattet som farlig. Men det er kanskje enda mer fascinerende at våre forestillinger også får hjertet til å reagere – at det går en linje fra følelseslivet til sinusknuten. Når hjertene hos Homers skikkelser reagerer, så er dette ikke bare billedlig bruk av språket – det er uttrykk for en fysiologisk virkelighet.

Sinusknuten består av en liten klump celler som sender ut rytmiske elektriske signaler som får flere hundre millioner andre hjerteceller til å trekke seg sammen i takt. En celle er om lag en

hundredels millimeter stor. Det er intet mindre enn et under at disse små cellene i sinusknuten produserer elektrisitet på en koordinert måte, og at elektrisiteten sprer seg utover i hjertet og får denne meget kompliserte muskelen til å utføre mange forskjellige typer arbeid. Hjertet er ikke bare et elektronisk under, men også enestående rent mekanisk. Det er tale om en pumpe på størrelse med en knyttneve som i løpet av et liv slår om lag tre milliarder slag uten vedlikeholdspauser. Hver dag utfører hjertet et arbeid som svarer til å løfte en bil på ett tonn 12,5 meter rett opp i luften.

Hjertets utvikling i svangerskapet er også et under. Fosteret, som får oksygen gjennom navlestrengen, har faktisk et hull i hjertet. Men det skal klappe igjen når barnet begynner å puste og kretsløpet til lungene kommer i gang. Hvis hullet ikke lukker seg, kan det være nødvendig å gjøre det ved operasjon. Fosterets hjerte kan vi for øvrig høre med ultralyd alt fra 3-månedersalderen av, noe som gjør et sterkt inntrykk på vordende foreldre.

Kunnskapsfronten er i stadig bevegelse

Vi har alltid hatt hjertet med oss. Men det var først i 1628 at William Harveys banebrytende beskrivelse av kretsløpet kom. Mesteparten av det vi vet om hjertet i dag, er av langt nyere dato.

Forestillingen om at døden er ugjenkallelig når hjertet har sluttet å slå, varte for eksempel helt fram til 1950-tallet. Det var under Korea-krigen man fant ut at det var praktisk mulig å få hjertet til å slå igjen ved hjertemassasje. Til å begynne med skjedde dette ved å åpne kroppen og fysisk klemme på hjertet. Fra 1960 av foregikk hjertestimuleringen på utsiden av kroppen. Nå tar vi denne nye kunnskapen som en selvfølge. I dag plasserer man faktisk ut elektriske hjertesjokk-maskiner (defibrillatorer) på offentlige samlingsplasser i USA slik at publikum kan gripe inn når det oppstår et medisinsk nødstilfelle. Firmaet Lærdal i Sogn og Fjordane er forresten en av de ledende produsentene av defibrillatorer i verden.

Eksempelet med defibrillatorer er for øvrig interessant for et av utviklingstrekkene i medisinen: Det som for noen år siden var avansert medisinsk analyse og behandling, blir gjennom teknologi gjort tilgjengelig for folk uten særlige forkunnskaper. Dette kommer vi til å se stadig mer av. Med en aldrende befolkning er denne utviklingen nødvendig for å avlaste helsevesenet.

Selv om vi vet mye om hjertet, er det som med de fleste andre forskningsområder: Kunnskapsfronten flytter seg stadig, og for hver fremrykning ser vi nye spørsmål som fortjener å bli undersøkt, og nye muligheter. Helt til for noen få år siden, oppfattet man for eksempel hjertet kun som en pumpe. Men så oppdaget den kanadiske forskeren Adolfo deBold at hjertet ikke bare er en muskel, men også en kjertel som skiller ut et viktig hormon. Denne oppdagelsen har så Professor Christian Hall ved Rikshospitalet utnyttet ved å vise at målinger av hormonet kan brukes til å påvise om det foreligger hjertesvikt.

Veien til hjertet går gjennom magen

Selv om det fortsatt er mye vi ikke vet om hjertet, begynner vi gradvis å forstå mer av årsakene til hjertesykdommer – i hvert fall på ett nivå.

Vi kan konstatere at sykkelighet og dødelighet generelt, og derfor også hjertelidelser,

har en sammenheng med sosiale forhold. Det er faktisk slik at de rike er velsignet med bedre helse enn de fattige, også her i Norge. I Oslo er for eksempel gjennomsnittlig levealder for menn i indre Oslo øst syv år lavere enn i Oslo vest. Forskjellen i levealder mellom beste og verste bydel er hele 12 år. Samfunnsvitenskapelige undersøkelser viser også at evnen til å ta seg fram i helsevesenet er ulikt fordelt mellom de sosiale gruppene.

Det er trekk ved samfunnsutviklingen som fører til økt mistrivsel, stress, skilsmisser og manglende følelse av tilhørighet. Dette er uheldig for helsen generelt, også for hjertet. En ennå ikke publisert undersøkelse tyder på at det i land med høy frekvens av depresjoner også er mange hjerteinfarkt. Hva som gjør at samfunnet utvikler seg i uheldig retning mentalhygienisk, og hvordan disse utviklingstrekkene påvirker helsen, vet vi egentlig ikke så mye om. Dette burde derfor være et felt for spennende forskning som knytter samfunnsvitenskap og medisin sammen. Men det viser seg vanskelig å formulere de virkelig gode problemstillingene som er forskbare.

Sosioøkonomisk status er gjerne knyttet til uheldig livsstil både mht. matvaner, røyking og mosjon. Vi kunne spare store menneskelige lidelser, og store beløp i helsevesenet, om den forskningsbaserte innsikten på dette området kunne føre til endret livsstil. Men mennesket er slett ikke bare rasjonelt. Når det gjelder livsstil hjelper det tilsynelatende ikke å tale til hjernen, budskapet må treffe – ja – hjertet. Selv om det er langt igjen, viser det seg heldigvis at utviklingen har gått i riktig retning i alle lag av befolkningen de siste årene. Fettforbruket har gått ned – parallelt med forekomsten av hjerteinfarkt.

Men jeg kan trøste dere med at et sunt levesett ikke behøver å være en trist tilværelse. Det er mulig å nå hjertet gjennom magen, uten infarkt! Forskning viser nemlig at vin i moderate mengder er sunt for hjertet, og burgunderen – rødvinsens dronning – er sunnest! Fisk, skjell og skalldyr, kornvarer, grønnsaker og frukt kan vi spise så mye vi vil. Og vi kan godt avslutte middagen med en kopp kaffe eller to, bare det ikke er kokekaffe – for den inneholder stoffer som er skadelig for hjertet, noe som var en av konklusjonene i Tromsø-undersøkelsen i 1983. Men man kan godt ta seg en bit sjokolade til kaffen, for nyere forskning tyder på at sjokolade som inneholder mye kakao, er sunnere enn vi har trodd.

Sunn mat er i ferd med å bli et vekstområde i næringsmiddelindustrien – det kalles for «functional food». Et eksempel på dette er en margarin basert på sunnere fettstoffer enn smør, men tilsatt smørets smaksstoffer, eller egg der plommene inneholder mer omega-3-fettsyrer enn vanlig. At næringslivet satser på at maten skal bli sunnere, er fint. Men det er mer problematisk hvis grensen mellom mat og medisin blir utydelig, fordi vi da lett kan få usikkerhet om de samlede helsevirkningene. For øvrig trenger vi ikke «den nye maten», bare vi velger riktig naturlig kosthold – noe de fleste kan klare selv.

Når forskningen viser at noe av det vi drikker og spiser er sunt, er ikke veien lang til å tenke på å finne fram til de aktive stoffene som er bra for helsen, og lage forebyggende medisin av dem. De sunne stoffene i rødvinen ligger i drueskallet. Og det er kanskje de samme stoffene som er i bl.a. blåbærskallet. Dette kunne bli et nytt salgsprodukt fra Norge. Forskningsrådet gir støtte til prosjekter innen dette feltet. På et nivå håper jeg selvsagt at denne forskningen ikke fører fram – jeg vil heller ha et glass burgunder enn blåbær i pilleform!

Fiskens helsebringende egenskaper for hjertet ligger i omega-3-fettsyrene, som reduserer tendensen til blodpropp og høyt blodtrykk. Fisk og tran er derfor bra for hjertet. Men

forskningen på dette feltet går videre. Inuittene på Grønland har så å si ingen hjerte- og karlidelser. De spiser bl.a. mye uraffinert hvalolje. Kan det være at denne oljen inneholder stoffer som er vel så bra for hjertet som omega-3-fett, stoffer som kanskje også finnes i torskeleveren, men som vi raffinerer bort når vi lager tran? Forskningsrådet har nylig gitt støtte til et prosjekt for å svare på dette spørsmålet – finne ut av eskimoeffekten.

Menneskeheten har ikke bare hjertet felles...

Selv om eskimoene nesten ikke har hjerte- og karlidelser, bruker også de ordet *hjerte* billedlig. Om dette skyldes moderne påvirkning eller har ligget i språket i lang tid, vet vi ikke pga. mangel på historiske kilder om deres språk. Men det ville være rart om så ikke var tilfellet. Det kan nemlig virke som om den billedlige bruken av hjertet hos mange folkeslag ellers går mange tusen år tilbake.

Både Det gamle og Det nye testamente har mange historier der hjertet er med, både som bolig for følelser og tanker. Når Peter har fornektet Jesus for tredje gang står det for eksempel: «Og straks gol hanen annen gang. Da kom Peter det ord i hu som Jesus hadde sagt til ham: før hanen har galt to ganger, skal du fornekte meg tre ganger. Og han tok det til *hjertet* og gråt.»

Går vi litt lenger fram i tid, finner vi bruk av hjertet som metafor både i arabisk og asiatisk litteratur. I diktet «Farvel til min gamle hustru» skrevet av den berømte kinesiske poeten Tu Fu som levde på 700-tallet, og som Georg Johannesen har oversatt, heter det «Jeg setter bort staven og går ut døren med vondt *hjerte* og tomt sinn.» Også hos oss var hjertet tidlig i bruk, som for eksempel i Håvamål, der det heter: «*Hjertet* blør i brystet hos den som må tigge mat til hvert mål.»

Middelalderen var den store tiden for vandrehistorier. En av dem er fortellingen om slavepiken som målbandt syv vismenn, hvor det slås fast at «forstanden har sitt sete i *hjertet*, og dens lys stiger opp til hjernen». Her er altså fortsatt hjertet sete for *både* følelser og forstand, men hjernen er introdusert. Etter hvert blir skillet mellom følelser og forstand skarper, og arbeidsdelingen mellom hjertet og hjernen blir tydeligere. Hjertet blir mer og mer symbolet for følelser. (Hvorvidt det er realistisk for mennesket å skille mellom følelser og forstand, og om våre forsøk på å holde de to adskilt har gitt oss et bedre samfunn, skal jeg la ligge.)

I middelalderen fikk vi også ridderfortellingene. Og med det fikk det romantiske hjertet sitt gjennombrudd – for etter den tid virker det som om hjertet i stadig mindre grad har plass til forstanden. Ridderfortellingene er for øvrig ganske antiseptiske, de renner over av edle følelser, mens driftene er fraværende. Historiene er så pass dydige at det må være lov å spørre seg om de ble brukt av øvrigheten i oppdragende hensikt, noe andre litterære kilder kan tyde på at det var behov for. Går vi fram til mer moderne tid, fortsetter bruken av hjertet i riddertidens tradisjon.

Om fremveksten av moderne hjertebehandling

Aldous Huxley uttalte i 1932: «Den medisinske forskningen har gjort så store fremskritt at det praktisk talt ikke finnes friske mennesker mer.» Hva er så kilden til disse fremskrittene (som noen har et dualistisk forhold til)?

I 1977 analyserte Comroe og Dripps bakgrunnen for ti av de viktigste undersøkelses- og behandlingsmetodene i hjerte- og kar- og lungemedisinen på den tiden. Resultatene fra ulike former for grunnforskning utgjorde 60 % av kunnskapsgrunnlaget. Bare en liten del av denne forskningen hadde et praktisk siktemål. Tiden fra oppdagelse til anvendelse varierte sterkt, men var i gjennomsnitt ca. 20 år. For utviklingen av medisinen, er forskning innen en lang rekke forskjellige fag viktig, hva enten det er kjemi, biologi, matematikk eller informatikk. Og de praktiske resultatene forutsetter ofte et tett samspill mellom ulike faggrupper.

Et flott eksempel på det siste her i Norge, er utviklingen av ultralyd som diagnostisk metode. Der har vi ligget helt i verdensklassen: Først forskningsmessig med legen Liv Hatle i spissen, og deretter med innsatsen til bedriften Vingmed Sound. Grunnideen er noe vi kjenner fra fiskeriene – ekkoloddet. Men siden blodet og hjertet beveger seg hele tiden, er det i utgangspunktet umulig å lage gode ekkobilder av hva som skjer i hjertet. Dopplereffekten går ut på at en lydkilde som beveger seg mot deg, gir en annen lyd enn en som beveger seg bort fra deg. Ved å kombinere prinsippet bak ekkoloddet, dopplereffekten og avansert elektronisk signalbehandling, kan man lage et livaktig bilde av det pulserende hjertet, og datamaskinen vil stille en mer presis diagnose enn det blotte øyet kan. For oss legfolk er bildet ikke enkelt å forstå. Det er et tredimensjonalt bilde av et hjertekammer, der legemet midt på bildet er hulrommet. De pulserende fargene får frem hastigheten i muskelsammentrekningene. Et slikt bilde i sann tid er en teknologisk bragd som Vingmed Sound har fått en internasjonal ærespris for.

Vingmed Sound ble først solgt til Siemens, og deretter til et av verdens største firmaer – General Electric. Rent industrielt var det trolig klokt å knytte den norske bedriften til et selskap som virkelig kunne stå for globalt salg. På den annen side føles det som om vi har mistet noe, selv om det fortsatt er godt med interessante arbeidsplasser igjen i bedriften i Horten. Historien illustrerer en problemstilling vi som lite land bør tenke grundig gjennom: Kan vi gjennom nye typer samarbeid mellom bedrifter og en kapitalsterk stat, styrke norsk næringslivs muligheter internasjonalt? Problemstillingen er ikke enkel. Men skal et lite land som Norge lykkes i fremtidens kunnskapsbaserte og globale økonomi, bør vi vurdere dette spørsmålet nøye.

Moderne medisin er ikke bare et spørsmål om avansert teknikk og kirurgi. Naturen kan også hjelpe oss til vesentlige fremskritt. Hjertekirurgi er en relativt ung behandlingsmåte som ble utviklet på 50- og 60-tallet. Sensasjonen var stor da kirurgen Christian Barnard gjennomførte den første hjertetransplantasjonen i 1967. I dag er hjertetransplantasjoner noe som skjer daglig i vår del av verden, og år om annet transplanteres det om lag 30 hjerter i Norge. Et stort problem ved transplantasjoner er immunsystemets avvising av organer, som til å begynne med var et av de største hinderne for utviklingen av denne delen av kirurgien. Gjennom bioprospektering ble det funnet en sopp på Hardangervidda tidlig på 80-tallet som inneholder et stoff som heter cyklosporin. Stoffet fra denne soppen brukes nå over hele verden i transplantasjonskirurgi for å hindre avstøtning.

Det finnes etter all sannsynlighet fortsatt en rekke uoppdagete stoffer i naturen som kan brukes i medisinen og til andre formål. For å finne fram til slike stoffer, må man drive med bioprospektering. Det innebærer å lete fram ukjente og interessante organismer og stoffer i naturen og finne ut hva de kan brukes til. I Forskningsrådet tror vi at noen av de rikeste områdene for bioprospektering ligger i havet rett utenfor stuedøren vår. Forskningsrådet vil i år finansiere de første toktene på leting etter de ukjente organismene og stoffene i havet. Dette kan bli et nytt industrielt eventyr for oss.

Næring og medisin – til gjensidig glede

Når Forskningsrådet går inn for bioprospektering i havet, ligger begrunnelsen på to plan. På den ene siden det rent vitenskapelige – være med på å utforske havets organismer fordi det er interessant i seg selv. Men vi tror også at det kan ligge rikdommer der som vi kan utnytte rent økonomisk.

Det er noen som rynker litt på nesen av det å tjene penger på andres dårlige helse. Den helsepolitiske debatten blir ekstra varm når det dreier seg om private økonomiske interesser. Ser man imidlertid på den forskningsmessige siden av saken, synes det å være godt belegg for å si at man finner de faglig mest spennende medisinske forskningsmiljøene i land der det er et tett samspill mellom universitetene, sykehusene og næringslivet. Det er altså ikke slik at grunnforskningen eller sykehusene i disse landene blir svekket av kontakten med næringslivet. Tvert imot blir fagmiljøene, og derfor også helsevesenet, styrket av samspillet.

Å utvikle en helt ny medisin kan koste flere milliarder kroner. Vi har ikke norske bedrifter på området som kan ta slike løfter. Med det betyr ikke at vi må melde oss ut av bransjen. Den vitenskapelige utviklingen går så raskt og krever så mye, at vi nå ser en ny trend blant de store farmasøytiske selskapene: De setter ut viktige forskningsoppgaver, eller kjøper seg inn i resultater som kan utgjøre et element i prosessen fram til et nytt medikament. Det er penger å tjene på dette. Og hvis vi satser nok på kvalitet i medisinsk forskning, bør vi kunne være med her. Innen diagnostikk er det i høyeste grad rom for de mindre selskapene. Jeg har nevnt Vingmed Sound. Et annet interessant selskap er Axis-Shield. Firmaet har blant annet utviklet en testmetode for stoffet homocystein. For å bevare et sunt hjerte, er det antakelig like viktig å følge med på homocysteinnivået som på kolesterolnivået.

Medisinsk industri gir god lønnsomhet, er kunnskapsintensiv og sprer kompetanse til resten av næringslivet. Vi bør derfor ta sikte på et større innslag av slike bedrifter i Norge. For å få dette til, må tre ting på plass: En styrking av de medisinske grunnforskingsmiljøene og av grunnforskning generelt, skatteincentiver som stimulerer til mer FoU i næringslivet, og at Norge sier ja til EUs direktiv om biopatenter.

Morgendagens medisin

Når vi skal begynne å posisjonere oss for vekst i den medisinske forskningen og i næringsutviklingen på feltet, er det viktig å ha noen forestillinger om utviklingstrekkene fremover.

Opp til i dag har sykdomsbehandling i stor grad bestått i å tilføre kroppen kjemikalier for å bekjempe sykdomssymptomer, eller skjære i kroppen for å ordne det som er galt. Hjerteoperasjoner og blodtrykkssenkende medisiner er eksempler på dette. Utviklingen fremover vil bli mer og mer preget av forebygging: Pasienter med *risiko* for ulike lidelser vil få behandling *før* sykdommen merkes. Utviklingen vil gå over fra *symptombehandling* til å hindre *årsakene* til sykdom. Nye høyteknologiske behandlingsformer vil bli tatt i bruk. Medisinen vil bli preget av mikroteknologi, genetikk og molekylærbiologi.

Medisin på cellenivå er utrolig spennende. En celle består av en cellemembran, celleplasma og en cellekjerne. Inne i cellekjernen finner vi kromosomene, som inneholder genene. Cellen kan betraktes som en ørliten kjemisk fabrikk, og genene fungerer på mange måter som et slags dataprogram. De setter i gang prosesser som fører til at cellen produserer forskjellige

typer proteiner som dels regulerer det som skjer i cellen, og dels eksporteres ut av cellen. Ved nesten alle sykdommer kan det påvises feil eller forstyrrelser i måten genene fungerer på – enten dette er en årsak til eller et resultat av sykdommen. Ved noen tilstander ligger hovedårsaken til sykdommen i genene. I andre tilfeller er årsaken å finne i påvirkninger utenfor cellen, dvs. i miljøet. I de fleste tilfeller skyldes sykdom et sammenfall og et samspill mellom miljøfaktorer og genetiske faktorer.

Ved beskrivelsen av det humane genomet, og videre forskning for å forstå dets funksjonsmåte, vil vi få stadig bedre grunnlag for genetisk identifisering av sykdomsrisiko. Dypere innsikt i celleprosessene vil gi grunnlag for å skreddersy behandlingsmåter for den enkelte som er i fare for å få sykdom, og vil åpne opp for mer effektive og skånsomme behandlingsmåter når sykdom først har inntrådt.

Et eksempel på det siste er behandling av pasienter med alvorlige hjertelidelser. Problemet er at ødelagte celler i hjertet ikke reparerer seg selv. Vi begynner så smått å forstå hvordan genene styrer prosessen med å lage nye celler. I fremtiden bør det derfor bli mulig å ta noen av hjertepasientens celler, bringe dem tilbake til et tidligere utviklingsstadium, og deretter sprøyte dem inn i det skadete hjertet, slik at hjertet begynner å reparere seg selv ved å produsere nye celler. Et annet eksempel på mulig bruk av genterapi er innen kreftbehandling. Forskere leter nå etter metoder for å få bragt molekyler inn i hver enkelt kreftcelle for å reparere det defekte genet som forårsaker den ukontrollerte veksten.

I fremtidens medisin vil det å håndtere molekyler på cellenivå være en av de store utfordringene. I løpet av de siste årene er det utviklet en ny måte å håndtere biomolekyler på som kalles nanoteknologi: Navnet kommer av at det er tale om stoffer eller maskiner som er mindre enn cellene selv – ned til en milliondels millimeter (en nanometer). En vei å gå som nå undersøkes, er å benytte et polymer av typen dendrimer – som kan bygges opp molekyl for molekyl. Dette polymeret har en fasong som gjør det mulig å laste biomolekyler på det, og egenskaper som gjør at det får cellemembranen til å åpne seg slik at lasten kan avleveres inne i cellen.

En annen spennende utvikling er *mikroteknologien*, der man bruker ørsmå maskiner, sensorer og elektronikk til å utføre ulike former for arbeid inne i kroppen i stedet for dagens kirurgiske metoder eller dagens måter å tilføre kroppen medisiner på. Eksempler på dette kan være en liten boremaskin som renser bort forkalkning på blodårene i hjertet for å hindre hjerteinfarkt eller angina pectoris. Et annet eksempel kan være anbringelsen av en liten kjemisk fabrikk i hjernen som etter behov tilfører de stoffene som pasienter med Parkinsons sykdom mangler.

Den skisserte utviklingen krever tverrfaglig kompetanse. Medisinere, biologer, kjemikere, matematikere, fysikere, teknologer og informatikere må samarbeide for å realisere de mulighetene vi ser konturene av i moderne medisin. Høy kompetanse på disse områdene vil for øvrig komme til nytte langt utover det rent medisinske feltet. Det er flere miljøer i Norge som arbeider på disse områdene. SINTEF Unimed ligger langt fremme, og har kanskje nettopp pga. tverrfagligheten et spesielt fortrinn.

Utsiktene innen bioteknologi er utrolig spennende. Vi må passe godt på at Norge ikke blir akterutseilt på dette feltet på grunn av *unødvendig* strenge restriksjoner. Jeg vil driste meg til å si at vi i Norge antakelig har den strengeste lovgivningen og praksisen på dette feltet i Europa.

I lys av at jeg ikke tror at nordmenn er etisk mer høyverdige enn andre europeere, kunne det være en studie verdt å finne ut hvorfor det er blitt slik hos oss.

Forskning i bredden må til

Jeg nærmer meg slutten på denne hjertelige vandringen. Og det er kanskje noen som lurer på hva formålet med dette foredraget har vært?

På det *faglige* planet er det to poenger jeg har ønsket å få fram: Vekselvirkningen mellom teori og praksis, og mellom akademia og næringsliv, er gjensidig befruktende – faglig, praktisk og økonomisk. Og det er *bredden* i disiplinene, og *grunnforskningen*, som gir oss den nye innsikten og de praktiske løsningene.

På det mer filosofiske planet håper jeg at foredraget har fått fram undringens gleder. Utgangspunktet var et søk i en ordbok. Det førte meg videre til menneskets bruk av metaforer på tvers av kulturer og gjennom flere årtusener. Og jeg endte opp i hjertets funksjonsmåte og moderne vitenskap. Undring er utgangspunktet for forskningen, og det er forskningen som kan gi svar på vår undring.

Med dette håper jeg at forskningen kan skape hjertevarme hos forsamlingen her i kveld.

Takk for oppmerksomheten!