

# Om drikkevann, sporelementer og helse

Av Jon A. Storstein

Jon A. Storstein er lege med spesialstudier i samfunnsmedisin. Han er helsesjef i Sarpsborg kommune.

## GENERELT OM SPORELEMENTER

Sporelementer (mikroelementer) er stoffer som finnes i levende vev i så små mengder at deres nøyaktige konsentrasjon ikke kunne måles med tidligere tilgjengelige analysemetoder. Derfor fikk de betegnelsen sporelementer. Denne er siden beholdt på tross av nye sensitive metoder som atomabsorpsjonsspektrofotometri og neutronaktiverting nå muliggjør mer presis påvisning og kvantitering. Grensen mellom sporelementer og andre elementer er imidlertid ikke klar.

Når vevkonsentrasjonen er så liten at den uttrykkes i mikrogram/g eller mikrogram/l betegnes vanligvis vedkommende stoff som sporelement.

Sporelementene klassifiseres ofte i essensielle, non-essensielle og toksiske grupper. Alle essensielle elementer er potensielt toksiske dersom de inntas i for store mengder. Klassifikasjonen er derfor ikke uten videre god. Terskelverdiene er vanskelig å fastsette. Grensen mellom optimal tilførsel og toksiske mengder er ofte liten, varierer for de forskjellige elementer og for ulike kjemiske tilstander av elementene. I tillegg påvirkes de av mengdeforholdet mellom de forskjellige stoffene. De er avhengige av synergistiske/antagonistiske effekter elementene imellom.

Ut fra dagens viten om hvilke sporelementer menneskekroppen må tilføres, betraktes følgende 15 som essensielle (40):

Jern (Fe), sink (Zn), kopper (Cu), mangan (Mn), nikkel (Ni), kobolt (Co), selen (Se), krom (Cr), jod (J), fluor (F), Tinn (Sn), Silisium (Si), vanadium (V), arsen (As), og molybden (Mo).

I løpet av de siste 5—6 år er listene blitt utvidet med 6 nye, og det endelige tall er neppe fastslått.

Tallrike sporelementer er av vital funksjonell betydning i en rekke biologiske prosesser, vesentlig ved å virke som inhibitorer eller aktivører i enzymatiske reaksjoner, eller ved å konkurrere med andre elementer og proteiner i biokjemiske reaksjoner. Endelig kan de påvirke cellenes permeabilitet eller virke ved andre mekanismer.

## NÆRMERE OM AVGRENSNING AV OG HENSIKTEN MED OMTALEN

### Avgrensning.

I dette arbeid omtales — som tidligere nevnt — bare sporelementer med antatt gunstig effekt ved hjertekar sykdommer/ ischemisk hjertesykdom heretter kalt CVD/IHD. Etter dagens oppfatning gjelder det følgende 8 elementer:

Cr, F, I, Li, Se, Cu, Zn og Si. I behandlingen av de enkelte elementer inngår en kort funksjonsbeskrivelse — i den grad denne er klarlagt.

Det daglige behov for voksen person anslås.

De viktigste epidemiologiske, eksperimentelle og evt. andre undersøkelser med særlig vekt på drikkevannets rolle som sporelementkilde, relatert til nevnte sykdommer refereres.

Problemet med interaksjoner (samvirke) berøres, mens kjemiske karakteristika og skjebne i organismen (metabolismen) faller utenfor omtalen. Verken de klare nutrisjonsdefisitter (næringsstoffunderskudd) eller toksikologiske manifestasjoner omtales.

### Hensikt.

Hypotesen er at det i vårt moderne kosthold kan være suboptimale defisitter (underskudd) og/eller ubalanse mellom visse sporelementer, og at vannet kan spille en avgjørende rolle. Innfallsvinkelen er ernæringsperspektivet.

Hensikten med dette arbeid er å samle relevant forskningsmateriale og søke å gi en kritisk vurdering av dette.

Er det indikasjoner på at det er et folkehelseproblem?

Er det i så fall grunnlag for tiltak?

Hvordan skal man komme videre?

## DE ENKELTE SPORELEMENTER

### Krom (Cr).

Cr har i første rekke betydning for å opprettholde en normal glucosetoleranse ved at det virker som Co-faktor med insulin (41). Det daglige behov anslås til ca. 0.2 mg.

Hambidge (42) viste at glucosetoleransen hos feilernærte barn ble forbedret ved Cr-administrasjon.

Schroeder et al. (43) fant at Cr-konsentrasjonen i *atheromatøs aorta* (åreforkalket livpulsåre) var signifikant lavere enn i frisk aorta, mens Newman et al. (44) påviste at serumkonsentrasjonen av

Cr hos coronarsyke (hjertekar) individer var signifikant lavere enn hos friske. Særlig interessant er undersøkelsen av kranvannsprøver i Finland foretatt av Punsar et al. 1977 (45), som viste en signifikant negativ korrelasjon mellom Cr-innholdet i drikkevann og IHD og IHM. (IHM = dødlighet ved ischemisk sykdom).

### Fluor (F).

*F's virkningsmekanisme er ikke helt klarlagt.* Daglig behov er 1.5—4 mg. Fluoridert drikkevann har en vel dokumentert effekt (60—65%) mot caries (tannråte).

Allerede i 1960 fant Schroeder (4) en invers relasjon mellom fluoridert drikkevann og CVD. Den var imidlertid ikke spesifikk for F, da samme assosiasjon ble konstatert mellom flere vannkomponenter og CVD.

Dyreforsøk (46) bekreftet denne relasjon. Flere undersøkelser peker i samme retning. Senest i 1979 fant Luoma et al. (47) lave dødsrater av IHD og mindre atherosclerosis i områder av Finland hvor drikkevannets fluorinnhold var 1 ppm.

### Jod (I).

I er etiologisk hovedfaktor ved endemisk struma, og virker inn på hormonsyntesen av thyroxin. Daglig behov er ca. 0.2 mg.

Häsänen (48) fant i 1970 at I-innholdet i finske drikkevann var negativt korrelert til CVD. Ved et I-innhold på <2—3 µg/l drikkevann syntest incidensen av VCD å øke.

### Litium (Li)

Li er mest kjent for sin sinnsdempende effekt. Virkningsmekanismen er temmelig ukjent. Daglig behov er ca. 0.1 mg.

Voors (49) var den første som formu-

lerte hypotesen om at Li kunne spille en rolle ved CVD. Han påviste en negativ korrelasjon mellom vannets hardhet og CVD i USA, og fant at Li hadde den sterkeste korrelasjon. Voors mente at elementet motvirket hypertensjon og reduserte blodlipider (blodfett).

Siewers et Cannon (50) fant lav prevalens av IHD (og ulcus duodini) i Arizona. De antok at det berodde på høyt Li-innhold i drikkevannet (100 µg/l), mens det amerikanske gjennomsnitt er på bare 2 µg/l.

### Selen (Se).

Heller ikke Se's biokjemiske funksjoner er helt klarlagt. Det synes imidlertid bl.a. å ha betydning for en normal trobocytffunksjon ved å motvirke blodplatenes tendens til aggregasjon. US Academy of Science angir daglig behov til å være 50—200 µg.

Parizek et al. (51) viste eksperimentelt i 1979 at Se virker protektivt mot bl.a. Hg og Cd, og har interaksjoner med en rekke andre sporelementer bl.a. Zn og Cu.

I veterinærmedisinen har Se lenge hatt praktiskmedisinsk betydning. Flere forfattere har vist at Se-mangel hos dyr fører til en rekke forskjellige sykdommer. De utsatte organer varierer fra dyreart til dyreart. Både gris og sau utvikler hjertemuskel-sykdom. Tilskudd av Se og vitamin E i foret motvirker effektivt disse sykdommer.

Schamberger et al. (52) fant i 1975 en signifikant negativ korrelasjon mellom Se- og andre sporelementinntak og CVM.

Senere fant Chamberger et al. (53) ved blodselennmålinger i 19 amerikanske stater signifikant høyere CVM-rater i Se-fattige områder enn på Se-rike steder.

Bjorksten (54) publiserte i 1979 en undersøkelse fra finsk sykehus med pasientunderlag fra 4 finske byer. Fra 2 av

byene med lavt Se-innhold i drikkevannet var IHM 7 ganger høyere enn fra de to andre byer med vesentlig høyere Se-innhold.

Miettinen et al. (55) mener at disse resultater kan forklares ut fra at svært lave Se-konsentrasjoner (<0,57 umol/l) koeksisterer med lave serumkonsentrasjoner av flerumettede fettsyrer. Disse fettsyrer er som kjent gunstige ved IHD.

### Sink (Zn).

Zn er et biokjemisk aktivt stoff, da det inngår i tallrike metallenzymmer — ca. 80 kjent idag. Daglig behov angis meget forskjellig — fra 2 — 13 mg, oftest 10 mg.

Klevay et al. (56) mener på grunnlag av eksperimentelle undersøkelser på rotter at økning i Zn/Cu ratio resulterer i økte blodlipider og atherosclerosis.

Flere forfattere, senest Klevay i 1979 (57) har påvist varierende patologiske forandringer hos dyr med Cu-deficit, bl.a. myocardiale og arterielle degenerative prosesser. Denne ubalanse tillegges stor vekt også av flere andre forskere (Burch et al. 1975, Jacob et al. 1977, Lei 1979). Eksperimentelt påviste eksempelvis Burch et al. (58) *hypercholesterolemi* (forhøyet blodkolesterol) hos griser med Zn-mangel i kosten.

Drikkevannets rolle når det gjelder Zn (og Cu) er lite utforsket.

Undersøkelser fra USA (59) viser imidlertid det interessante forhold at Zn (og Ca) forefinnes i meget små konsentrasjoner i vannverksprøvene, mens kranvannsverdiene er vesentlig høyere — opp til 2 mg Zn/l (og 0.5 mg Ca).

### Kobber (Cu).

Cu's funksjon er ikke helt klarlagt. En hypotese er at det er coenzym for amino-

oxydase, som er nødvendig for dannelsen av elastin (60).

Oppgaver over daglig behov varierer mellom 2—5 mg.

Som tidligere nevnt er det interaksjoner mellom Cu, Se og Zn. Kinetikken for disse metaller påvirkes dessuten (positivt for alle 3 elementer?) ved eksposisjon for Cd, Pb og Hg (58). Vedrørende Zn/Cu ratio, se kap. 18.6.

Masironi (60) fant at Cu-konsentrasjonen i serum hos pasienter med atherosclerosis, hypertensjon og IHD- konstant ble funnet høyere enn hos friske individer.

Cu-konsentrasjonen i atherosclerotisk aortavegg var derimot lav.

Eksperimentelt (dyreforsøk) har Cu-deficit forårsaket skade på elastiske fibre i aortaveggen, som har ført til hjert ruptur (61). Hjerteforstørrelse som følge av Cu-mangel er også rapportert (62).

### Silisium (Si).

Si's funksjon i organismen er også lite utforsket. Det er sannsynlig at det har betydning for visse bindevevstyper ved å gripe inn i *mucopolysaccaridsyntesen* (dannelsen av visse mukopolysaccharider). Undersøkelser av bl.a. Masironi har vist at Si har en protektiv effekt på elastiske fibre i aorta og motvirker derved lipidavleiringer.

Vevkonsentrasjonen av Si avtar med alderen. En antatt assosiasjon mellom suboptimal deficit på Si og atherosclerosis med økende alder er søkt forklart ut fra denne antagelse.

Eksperimentelt har atherosclerosis vist regresjon hos harer som ble foret med silisiumsalter.

Voors (63) viste i en amerikansk undersøkelse at  $\text{SiO}_2$  i drikkevann hadde den høyeste inverse korrelasjonsrate for IHM.

## MODERNE KOSTHOLD OG SPORELEMENTER (OG MAKROELEMENTER).

Dagens kost er ofte industrielt fremstilt, raffinert eller frosset. Det vil fremgå av tabellene 1, 2, 3 at dette medfører et betydelig mineraltap. Koking medfører bytte av elementer mellom mat og vann. Bløtt vann mottar mineraler, mens hardt vann avgir til maten.

Tabell 4 gir en oversikt over kroppens innhold av en rekke elementer, bl.a. essensielle sporelementer, samt Ca og Mg. Av tabellen fremgår videre daglig behov, inntak gjennom kost og hvor mye som blir absorbert av kosten. Tabellen viser at kosten kan være mangelfull med hensyn til flere sporelementer, eksempelvis Si, F, Zn, Cr. Noe overraskende ser man at dette også i sterk grad gjelder Ca og Mg, en opplysning en må ta med en viss skepsis.

Tabell 1 viser sporeelementtap (%) i diverse matvarer som følge av raffinering. En merker seg spesielt at det er betydelig tap av Cr, Cu, Zn og Se, foruten Mg.

Tabell 2 viser at det finner sted et stort tap av Mg og Ca i frosnen frukt og frosne grønnsaker, korn og poteter.

Sluttlig viser tabell 3 også et betydelig tap av bl.a. Cu, tildels Cr, foruten Mg som følge av koking (det antas at kokkevannet er bløtt).

Tabell 1. Sporelementtap (%) i matvarer p.g.a. raffinering (åpent rom — data ikke tilgjengelig) \*)

	Mg	Cr	Mn	Co	Cu	Zn	Mo	Fe	Se
Hvete	80	87	88	50	63	75	48	76	
Ris	83	75	27	38	25	50			
Sukker	99	90	89	88	80	98			75
Olje	99					75			
Smør	94					50			

\*) Fra Schroeder HA. Sporelementer og mennesket, Old Greenwich, Devin-Adair Co., 1975, and Masironi R et al., Sink, kobber, kadmium og krom i polert og upolert ris. Sci.Tot.Environment. 7:27—43, 1977.

Kilde: WHO Chronicle 1978, Vol. 32, No 10, side 383.

Tabell 2. Prosent tap av kalsium og magnesium i frossen frukt og grønnsaker.

Frukt	Ca	Mg	Grønnsaker	Ca	Mg
Aprikoser	33	12	Asparges	0	30
Bjørnebær	56	48	Lima bønner	33	28
Blåbær	53	0	Grønne bønner	19	34
Jordbær	39	31	Sorte erter	7	0
Kirsebær	22	0	Rosenkål	33	9
Fersken	33	40	Mais	57	53
			Grønne erter	4	31
Gjennomsnittlig			Poteter	0	38
%-tap	45	28	Spinat	0	23
			Gjennomsnittlig		
			%-tap	17	30

\*) Data fra Hankin JH at al. Hardt vanns bidrag av kalsium og magnesium hos voksne. J. am. diet. Assoc., 56: 212 (1970)

Kilde: WHO Chronicle 1978, Vol. 32, No 10, side 383.

Tabell 3. Prosent tap av sporelementer i grønnsaker etter koking.\*)

	Co	Mn	Cu	Mg	Cr
Poteter	71	96	26	38	
Gulrøtter	94	40		42	
Endivie	60	50	38	61	
Spinat	60	75			
Brune bønner		45	22		
Grønne bønner			87		40
Erter			37		
Brokkoli			93		
Gjennomsnittlig % tap	86	70	66	67	40

Fra data for rå og kokte grønnsaker, Schlettwein-Gsell, D&

Mommsen-Straub S. Sporelementer i matvarer. Bern, Hans Huber, 1973. Åpent rom — data ikke tilgjengelig.

Kilde: WHO Chronicle 1978, Vol. 32, No 10, side 382.

Tabell 4. Kroppsinhold, daglig behov og inntak av spor hos voksne  
(Ca. verdier i mg) \*

Element	Kroppsinhold	Daglig behov	Kostinntak	% absorbert fra kosten
Si	18000	3	20	1
Fe	4200	10	13	7
F	2600	1	0.3	85
Zn	2300	3	13	40
Cu	75	2	5	35
V	25	0.003	2	5
I	20	0.2	0.2	100
Se	20	?	0.1	60
Sn	17	3	3	1
Mn	15	2.5	4	3
Ni	10	0.02	0.4	5
Mo	9	0.1	0.2	50
Cr	6	0.2	0.1	10
Co	1.5	0.00004	0.3	80
Ca	10 <sup>6</sup>	800	1000	30
Mg	19000	350	300	35

Data fra forskjellige kilder.

Kilde: WHO Chronicle 1978, Vol. 32, No 10, side 383.

## DRIKKEVANN OG SPORELEMENTER

Drikkevannets rolle som leverandør av sporelementer (og andre stoffer) er avhengig av vannets mineralinnhold og det volum som konsumeres.

Tabell 5 viser maksimalt bidrag fra drikkevann relatert til totalt daglig inntak av en rekke elementer. Det bemerkes at tabellen må brukes med kritikk, da en har

funnet tildels betydelig avvik i andre kilder, spesielt over maksimalinntak.

Som forventet er det betydelige forskjeller mellom kranvann og mineralvann. For kranvann viser eksempelvis tabellen at over 10% av menneskets behov for Li, F, Cu, Zn og Fe — foruten Ca og Mg — kan dekkes av dette.

Tabell 5. *Maksimalt bidrag fra drikkevann relatert til totalt daglig inntak av en rekke elementer (ca. verdier)\*).*

Element	Totalt daglig inntak (mg)	Maksimum daglig inntak			
		fra kranvann (mg)	(%) a)	fra mineralvann (mg)	(%) a)
Li	0.1	0.02	20	7.5	>100
Mo	0.2	0.0004	0.2		
Se	0.2	0.005	2.5		
Sn	0.2	0.012	6		
Cr	0.2	0.01	5	0.06	30
I	0.2	0.005	2.5		
Ni	0.3	0.026	9	0.22	73
F	2.4	1.4	60		
V	2.0	0.012	0.6		
Cu	2.5	0.7	28	0.06	2.4
Mn	3.0	0.12	4	2.2	73
Zn	10	1.4	14	0.12	1.2
Fe	23	3.0	13	9	39
Mg	250	45	18	250	100
Ca	1000	280	28	900	90

\*) Fra Schroeder (se tabell 5) og Zoetman, B.C.J. & Brinkmann, F.J.J. Menneskets inntak av mineraler fra drikkevann i europeiske land.

In: *Hardness of Drinking Water and Public Health, Proceedings of a Colloquium, Commission European Communities, Luxembourg, 1975: 173—202.* Åpent rom — data ikke tilgjengelig.

a) Som prosent av daglig inntak.

Kilde: WHO Chronicle 1978, Vol. 32, No 10, side 383

## DISKUSJON/KONKLUSJON

Vi vet at essensielle sporelementer regulerer mange viktige biologiske prosesser. Vår viten på dette området, og spesielt om virkningsmekanismene er ufullstendige. Det viktige spørsmål om interaksjoner er lite avklart. Heller ikke kjenner vi det eksakte daglige behov for sporelementer, men vi vet at grensen mellom optimal tilførsel og toksisk mengde er liten.

Vi har sett hvordan dagens kosthold ved raffinering, konservering, frysing og koking taper sporelementer. Dette forhold

styrker hypotesen om at organismen ikke alltid får de mineraler den trenger fra kosten, m.a.o. at det kan foreligge suboptimale defisitter.

Når vi så har sett at kranvann, jfr. tab. 5, kan dekke mer enn 10% av behovet for viktige sporelementer, er det en logisk antagelse at vann ved marginale defisitter i kostholdet kan utgjøre differansen mellom optimal og suboptimal tilførsel, og således ha (stor?) betydning for folkehelsen.

Finner så denne hypotesen støtte i de føreliggende undersøkelser?

I det følgende vil en diskutere hvert element for seg. Konklusjonene er innarbeidet i diskusjonskapitlet.

a) *Krom (Cr)*.

Cr er relativt godt undersøkt, resultatene virker entydige, bl.a. er det indikasjoner på at Cr-mangel kan fremkalle atherosclerosis (43, 44).

Ut fra det en vet om virkningsmekanismen, er den sannsynlige forklaring at Cr er en sekundær faktor i utviklingen av diabetes (sukkersyke), som igjen er en risikofaktor ved IHD.

Som det fremgår av tab. 1 finner det sted et betydelig Cr-tap i hvete, ris og sukker ved raffinering. En Cr-mangel i kosten er derfor ikke usannsynlig.

Dersom de finske drikkevannstudiene (45) er riktige, er det helt marginale defisitter det dreier seg om, da drikkevannet maksimalt bare dekker 5% av Cr-behovet (tab. 5).

b) *Fluor (F)*.

F's anticarieseffekt er godt dokumentert. Debatten om og motstanden mot vannfluoridering har kanskje medført at flere drikkevannsundersøkelser, bl.a. finske (47) som tyder på at F i kranvann i konsentrasjon 1 ppm er gunstig for IHD er blitt lite påaktet.

Disse funn bør følges opp. Forsøk med vannfluoridering ville være naturlig, men antagelig vanskelig å gjennomføre av ovennevnte grunner.

c) *Jod (I)*.

I er lite undersøkt. Häsänens undersøkelse (48) er i tillegg forsiktig i sin konklusjon. Virkningsmekanisme, kost og jodinnhold i vann (maks. 2.5% av daglig

inntak) taler ikke spesielt for, at jod er noe viktig element i denne sammenheng.

d) *Litium (Li)*.

De to undersøkelsene fra USA (49, 50) peker jo i samme retning, men er forsiktede i konklusjonene.

Li-innhold i drikkevann kan variere meget og derfor megal vel utligne en Li-mangel i kosten. Li-innholdet i kosten sett i forhold til daglig behov bør være en prioritert oppgave å bringe klarhet i.

e) *Selen (Se)*.

Både virkningsmekanisme og dyreforsøk gjør Se til et meget interessant element. Mest relevant i humanmedisinen er det at gris — som har store karatomiske likheter med mennesket — utvikler hjertesykdom ved Se-mangel, og at denne effektivt motvirkes av Se- og Vit. E-tilskudd i kosten.

Undersøkelsene fra USA av Schamberger et al. (52, 53) tyder jo på at Se-mangel hos mennesket disponerer for CVM.

Bjorksten (54) fant i sine finske studier fra 1979, at Se-innhold i drikkevann kan ha stor betydning for IHM. Kranvann inneholder imidlertid lite Se (maks. 2.5% av daglig inntak).

I Bjorkstens undersøkelser var det markert forskjell på Se-konsentrasjonene i de to vannkilder. Derfor kan vannet godt være en avgjørende faktor.

Undersøkelsen av Miittinen et al. (55) tyder på at virkningsmekanismen kan være indirekte ved at meget lave Se-konsentrasjoner er korrelert til lave serumkonsentrasjoner av flerumettede fettsyrer, som igjen er positivt korrelert til IHD. Problemet er imidlertid meget komplisert.

Se's protektive virkning mot bl.a. Hg og Cd (51) må erindres og/eller Se kan

ha en positiv innvirkning på en ugunstig Zn/Cu ratio. Begge mekanismer kan slå sterkere ut ved en høy Se-konsentrasjon.

Om disse forhold sier undersøkelsen intet. I det hele tatt spiller interaksjoner en spesielt stor rolle nettopp ved Se, Zn og Cu. Det er forstyrrende element i tolkningen.

#### f) Sink (Zn) og kobber (Cu).

Zn er biokjemisk meget aktivt, om Cu vet man mindre. I vannsammenheng er de begge lite utforsket. Tab. 5 viser at kranvann kan dekke opptil 14% av daglig Zn-behov, og hele 28% av Cu.

Tabellene 1 og 3, viser dessuten at mye Cu går tapt ved raffinering og koking av daglig brukte matvarer.

Disse forhold øker sannsynligheten for at det kan være en suboptimal Cu-deficitt i kosten, og at vannets Cu-innhold kan ha betydning.

Undersøkelser både på mennesker og dyr (60, 61) tyder på at Cu-mangel kan føre til atherosclerosis, men de er ikke entydige. Burch et al. (58) fant at Zn-mangel i kosten hos griser førte til hyperkolesterolemi.

Størst interesse knytter seg til Zn/Cu ratio. Flere forskere bl.a. Klevay et al. (56) og Klevay (57) fant at høy Zn/Cu ratio medførte økning av blodlipider og derved CVM.

Problematikken blir meget kompleks når man vet at det er interaksjon mellom Zn, Cu og Se, og at kinetikken dessuten påvirkes av Cd, Pb og Hg, jfr. Se.

Mye taler derfor for at økt, bred forskningsinnsats inkludert vannstudier er nødvendig.

#### g) Silisium (Si).

Den amerikanske drikkkevannsundersøkelse (63) som viste at SiO<sub>2</sub> i drikkkevann hadde betydning for IHM, sammenholdt

med eksperimentelle og andre undersøkelser gjør det ønskelig med videre undersøkelser.

*Sammenfattende* er det grunnlag for å hevde at undersøkelsene støtter hypotesen om at suboptimale kostholdsdefisitter hva angår sporelementer forekommer, og kanskje ikke er sjelden, og at vannets mineralstatus kan være avgjørende faktor for utvikling både av CVD/CVM og kanskje spesielt IHD/IHM.

Undersøkelsene bekrefter at vår viten om sporelementenes medisinske funksjoner er mangelfull. Dessuten er det kompliserende elementer som interaksjoner, vannløslighet, absorpsjonsforhold (lettere absorpsjon av mineraler i vann?) osv. Konklusjoner må derfor trekkes med stor forsiktighet.

Undersøkelsene viser at det er den kost som faktisk spises, og det vann, den kaffe, te m.v. som drikkes som i hovedsak og til sammen avgjør mineraltilførselen, og som derfor må legges til grunn når mineralbalansen skal gjøres opp. Den øvrige miljøeksposisjon er i denne relasjon av mindre betydning.

Vet man nok til å foreta intervensjon?

I Finland har man satt Mg til bordsaltet. Et kjent farmaceutisk firma markedsfører vitaminaltabletter som bl.a. inneholder Zn og Fe.

Det mest naturlige ville kanskje være et eksperiment med F-tilsetning til drikkvannet (1 ppm), som ledd i en prospektiv epidemiologisk undersøkelse både med henblikk på IHD og caries. Stort sett vet man nok ennå for lite til å begrunne forebyggende tiltak.

Epidemiologiske og eksperimentelle studier (med forbedret metodikk) er nødvendig. Som innledningsvis pekt på er det ønskelig med mer fullstendig og eksakt viten om vannets sammensetning — en

«vanndeklarasjon». Til det trengs raske, eksakte, reproduerbare analysemetoder som gir såvel kvalitative som kvantitative svar på det man søker, eksempelvis spor-elementer.

Også andre forhold må det forskes i, f.eks. forholdet vann, luft, jord, bergarter, næringsmidler. Forskingen påkaller m.a.o. tverrfaglig innsats.

Fra humanmedisinsk synsvinkel er det ønskelig med vesentlig større medvirkning,

spesielt i form av basalmedisinsk og klinisk forskning.

Den «paramedisinske» raskt ekspanderende merkantiliserende virksomhet, basert på tro og empiri, har jo forstyrrelser i minerallusholdningen som en hovedhypotese. For denne hypotesen er det som vi har sett et rasjonelt grunnlag.

Både profesjonelt og fra folkehelsesynspunkt må humanmedisinen sterkere inn.

#### LITTERATUR

1. Coldvin A. Sarpsborg gjennom Hundre År. Sarpsborg kommune 1950: 352—357.
2. Friberg L, Ronge HE. Hygien. Svenska Bokförlaget 1967: 256.
3. Kobayashi K. Geographical relationship between the chemical nature of irver water and death from apoplexy. Bericht des Ohara Instituts für Landwirtschaftliche Biologie 1957, 11: 12—21.
4. Schroeder HA. Relationship between mortality from cardiovascular disease and treated water supplies. Variations in states and 163 largest municipalities in the United States. JAMA 1960, 172: 1902—08.
5. Schacklette HT, Hamilton JC, Boergene JG, Bowles JM. Elemental composition of surficial materials in the conterminous United States. In: Geological Survey Professional Paper. US Printing Office 1971: 574-D.
6. Schroeder HA. Municipal drinking water and cardiovascular death rates. JAMA 1966, 195: 81—85.
7. Dudley EF, Beldin RA, Johnson RS. Climate, water hardness and coronary heart disease. J. Chron. Dis. 1969, 22: 25—48.
8. Comstock GW. Fatal arteriosclerotic heart disease, water hardness at home and socio-economic characteristics. Am. J. Epidemiol. 1971, 94: 1—10.
9. Comstock GW. The Epidemiologic Perspective. Water hardness and cardiovascular disease. J. Environ. Pathol. Toxicol. 1980, 4: 9—13.
10. Masironi R, Miesch AT, Crawford MD, Hamilton ET. Geochemical environments, trace elements and cardiovascular diseases. Bull. World Health Org. 1972, 47: 139—50.
11. Robertson JS. Minerals and mortality. Community Health 1979, 8: 227.
12. Elwood PC, Abernatey M, Morton M. Morality in adults and trace elements in water. Lancet 1974, 2: 1470-72.
13. Knox EG. Ischemic heart disease morality and dietary intake of calcium. Lancet 1973, 1: 1465-67.
14. Crawford T, Grawford MD. Prevalence of pathological changes of ischemic heart disease in a hard-and a soft-water area. Lancet 1972, 2: 988192.
15. Chipperfield D, Chipperfield JR. Heart muscle magnesium, potassium and zinc concentration after sudden death from heart disease. Lancet 1973, 2: 293-95.

16. Ner LC, Hewitt D, Schreiber GB. Health aspects of hard and soft water. *J. Am. Water Works Assoc.* 1975, 67: 403-09.
17. Neri LC, Mandel JS, Hewitt D. Relation between mortality and water hardness in Canada. *Lancet* 1972, 1: 931-34.
18. Anderson TW, Neri LC, Schreiber GB, Talbot FDR, Zdrojzewski A. Ischemic heart disease, water hardness and myocardial magnesium. *J. Can. Med. Assoc.* 1975, 113a: 199-2.
19. Gillies M, Paulin H. Variability of mineral intakes from drinking water: A possible explanation for the controversy over the relationship of water quality to cardiovascular disease. *International Journal of Epidemiology* 1983, 12: 45-49.
20. Hickey F. Water supply and public health. Its relation to degenerative diseases. *NZ Agriculturist* 1962, 15: 3.
21. Robertson JS. Minerals and mortality. *J. Am. Water Works Assoc.* 1979, 108: 1012-14.
22. Masironi R, Piza Z, Clayton D. Myocardial infarction and the water hardness in the WHO Myocardial registry network. *Bull. World Health Org.* 1979, 2: 291-99.
23. Sonneborn M, Mandelkov J. German studies on health effects of inorganic drinking water constituents. *Sci. Tot. Environ.* 1981, 18: 47-60.
24. Karpanen H. Epidemiological studies on the relationship between magnesium intake and cardiovascular disease. *Artery* 1980, 9: 200-04.
25. Marier JR, Neri LC, Anderson TW. Water hardness, human health and the importance of magnesium. National Research Council, Canada 1979 NRCC No. 17581.
26. Glattre E, Christophersen O. Cardiovascular mortality decrease and increasing Ca/Mg ratio. *Institutt for hygiene, Oslo* 1979.
27. Piscartor M. Karolinska Instituttet, Stockholm. Innlegg ved paneldiskusjon. *J. Environ. Pathol. Toxicol.* 1980, 4:113.
28. Revis NW, Major TC, Horton CY. The effects of calcium, magnesium, lead or cadmium on lipoprotein metabolism and atherosclerosis in the pigeon. *J. Environ. Pathol. Toxicol.* 1980, 4: 293-303.
29. Bull R/ as presented by J. Raloff, *Science News* 1983, 124, 7:103.
30. Dingwall-Fordyce I, Lane RE. A follow-up study of lead workers. *Br. J. Ind. Med.* 1963, 20: 313-5.
31. Wedeen RT, Maesaka JK, Weiner B, Lipat GA, Lyons MM, Vitale LF, Joselow MM. Occupational lead workers nephropathy. *Am J. Med* 1975, 59: 630-41.
32. Voors AW, Shuman MS, Woodward GP, Gallagher PN. Arterial lead levels and cardiac death. *Environ. Health Uersp.* 1973, 4: 97-103.
33. Beevers DG, Erskine E, Robertson M. Blood-lead and hypertension. *Lancet* 1976, 2: 1-3.
34. Punsar S, Erametsa O, Karvonen MJ. Coronary heart disease and drinking water. A search in two Finnish male cohort for epidemiological evidence for a water factor. *J. Chron. Dis.* 1975, 28: 259-87.
35. Calabrese EJ, Tuthill RW. Elevated blood pressure levels and community drinking water characteristics. *J. Environ. Sch. Health* 1978 A 13: 781-802.
36. Bierenbaum ML, Fleischman AI, Dunn J. Possible toxic water factor in coronary heart disease. *Lancet* 1975, 1: 1008-10.
37. Singh RB, Singh VP, Cameron EA. Magnesium in atherosclerotic cardiovascular disease. *Acta Cardiologica* 1981, 36: 411-29.

38. Turlapaty PDMV, Altura BM. Magnesium deficiency produces spasms of coronary arteries. Relationship to etiology and sudden death Ischemic heart disease. *Science* 1980, 208: 198-200.
39. Raab W. Why "Myocardiology"? University Park Press, Baltimore 1972: 5-8.
40. Botten G. Den helsemessige betydning av sporelementene sett i et kostholdsperspektiv. *Tidsskr. Nor. Lægeforen.* 1980, 24-850-58.
41. Mertz W. Chromium occurrence and function in biological systems. *Physiological Reviews* 1969, 49: 163-95.
42. Hambidge KM. Chromium nutrition in the mother and the growing child. In: Mertz W, Cornatzer WE, eds. *Newer Trace Elements In Nutrition*. M. Decker, New York 1971: 171-91.
43. Schroeder HA, Nason AP, Tripton IH. Chromium deficiency as a factor intherosclerosis. *J. Chron. Dis.* 1970, 23: 123-42.
44. Newman HAI, Leighton RF, Lanece RR, Freeland MA. Serum chromium and angiographically determined coronary artery. *Clin. Chem.* 1978, 24: 541.
45. Punsar S, Wolf W, Karvonen MJ. Urinary chromium excretion and atherosclerotic manifestation in two Finnish male populations. *Clinical Research* 1979, 9:79.
46. Pyke RE. Relationship of calcium, phosphorus, magnesium and fluor in hard-and soft-tissue calcification in Zipkin. *Biological Mineralization*, John Wiley & Sons, New York 1973: 463-485.
47. Luoma H, Aromaa A, Kelminen H. Fluoride, magnesium and calcium concentration in drinking water of patients with myocardial infarction and of their hospital population controls. *Kuopio Fluoride Symposium, Abstracts*. Publi. University of Kuopio. *Medicine, Statistics and Reviews*, 1979: 6.
48. Häsänen E. The iodine content of drinking water and diseases of the circular system. *AnnalesMedicinae Experimentales et Biologiae Fenniae* 1970, 48: 117-21.
49. Voors AW. Lithium in the drinking water and atherosclerotic heart death. *Epidemiological argument for protective effect*. *Am. J. Epidemiol.* 1970, 3: 164-69.
50. Sievers ML, Cannon HL. Disease pattern of Pima Indians of the Gila river. Indian reservations of Arizona in relation to geochemical environment. In: DD Hemphill, ed: *Trace Substances in Environmental Health* 7, University of Missouri 1973: 57-61.
51. Parizek K, Kalouskova J, Babicky A, Benes J, Pavlik L. Interaction of selenium with mercury, cadmium and other toxic metals. In: Hoekstra WG et al., eds: *Trace Element Metabolism in Animals*. University Park Press Baltimore 1979, 2: 119-31.
52. Schamberger RJ, Tytko SA, Willis CE. Selenium and heart disease. In: DD Hemphill, ed: *Trace Substances in Environmental Health*. University of Missouri 1975: 15-22.
53. Schamberger RJ, Willis CE, McCormack LJ. Selenium and heart mortality in 19 states. In: DD Hemphill, ed: *Trace Substances in Environmental Health*. University of Missouri 1979: 59-63.
54. Bjorksten JA. The primary cause of the high myocardic death rate in Eastern Finland. Defined as selenium deficiency. *Rejuvenation* 1979, 7: 7: 61-6.
55. Miettinen TA, Alfthan G, Huttunen JK, Pikkarainen J, Naukarinen V, Mattila S, Kumlin T. Serum selenium concentration and fatty acid content of serum lipid. *Clinical Research* 1983: 517-19.
56. Klevay LM, Reck SJ, Barcone DF. Evidence of dietary copper and zinc deficiency. *J. Am. Med. Assoc.* 1979, 241: 1916-18.

57. Klevay LM. The influence of copper and zinc on the occurrence of ischemic heart disease. *J. Environ. Pathol. Toxicol.* 1980, 4: 281-87.
58. Burch RE, Williams RV, Hahn HKJ, Jetton MM, Sullivan JF. Serum and tissue enzyme activity and trace element content in response to zinc deficiency in the pig. *Clin. Chem.* 1975, 21: 568-77.
59. Durfor CN, Becker E. Public water supplies of the 100 largest cities of the USA. In: US Geological Survey, Water-Supply Paper 1812, Washington DC, 1964: 68.
60. Masironi R. Cardiovascular diseases in relation to trace element balance. In: Hard-
61. Allen KGD, Klevay LM. Cholesterolaemia and cardiovascular abnormalities in rats Colloquium, Luxembourg.  
ness of Drinking Water and Public Health. Proceedings of the European Scientific caused by copper deficiency. *Atherosclerosis* 1978 A, 29: 81-83.
62. Davies GK. Copper and cardiac integrity. In: Hsu JM et al., eds: *The Biomedical Role of Trace Elements in Aging*. Eckerd College, Gerontology Center, St. Petersburg, 1976: 81-90.
63. Voors AW. The association of trace elements and cardiovascular diseases: A selected review of positive findings in the literature. In: *Geochemistry of Water in Relation to Cardiovascular Disease*. National Academy of Sciences, Washington DC. 1979: 82-90.
64. Voors AV. Minerals in the municipal water and atherosclerotic heart death. *Am. J. Epidemiol.* 1971, 93: 259-66.
65. Schroeder HA, Kramer LA. Cardiovascular mortality, municipal water, and corrosion. *Arch. Environ. Health* 1974, 28: 303-11.
66. Morris JN, Crawford MD, Heady JA. Hardness of local water supplies and mortality from cardiovascular disease. *Lancet* 1961, 9: 860-62.
67. Crawford MD, Gardner MJ, Morris JN. Mortality and hardness of local water supplies. *Lancet* 1968, 1: 827-31.
68. Elwood PC, St. Leger AS, Morton M. Mortality and the concentration of elements in tap water in the country boroughs in England and Wales. *Br. J. Prev. Soc. Med.* 1977, 31: 178-82.