

.....

.....

Haaranalyse
Hair Analysis

.....

De betekenis van de elementanalyse van haar voor de
volksgezondheid
The significance of the elemental analysis of hair for
human health

.....

.....

.....

HAARANALYSE

.....

DE BETEKENIS VAN DE ELEMENTANALYSE VAN HAAR VOOR DE
VOLKSGEZONDHEID

.....

hoofdlijnen van een advies uitgebracht door een
commissie van de Gezondheidsraad

aan

.....

de Minister en de Staatssecretaris van Welzijn, Volks-
gezondheid en Cultuur

.....

de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening
en Milieubeheer
dtv de Minister van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur

.....

No 1988/22H, 's-Gravenhage, 18 oktober 1988

.....

.....

auteursrecht voorbehouden

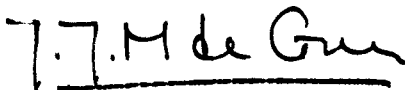
.....
.....
TEN GELEIDE
.....

Het voorliggende rapport geeft de hoofdlijnen van het advies 'haaranalyse'. Het advies zelf bestaat uit twee delen. In het eerste deel geeft de commissie haar oordeel over de betekenis van de elementanalyse van haar voor de volksgezondheid. Dat oordeel berust op een uitgebreid literatuuronderzoek. In het tweede deel vat de commissie voor de elementen aluminium, arseen, cadmium, calcium, chroom, koper, kwik, lood, magnesium, mangaan, nikkel, seleen en zink de literatuur over toepassingen van de elementanalyse van haar samen. Voor elk element worden conclusies getrokken over de bruikbaarheid van de elementanalyse van haar voor het bepalen van de blootstelling aan en van de voorziening of belasting van het lichaam met het desbetreffende element.


Tegelijk met het advies geeft de Gezondheidsraad een verslag uit van een verkennend onderzoek naar het gebruik van de elementanalyse van haar door artsen en andere hulpverleners in Nederland. Die verkenning is mogelijk gemaakt door financiële steun van het Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur en verricht door het Nederlands instituut voor onderzoek van de eerstelijnsgezondheidszorg (NIVEL).

's-Gravenhage, 18 oktober 1988,
voor de commissie

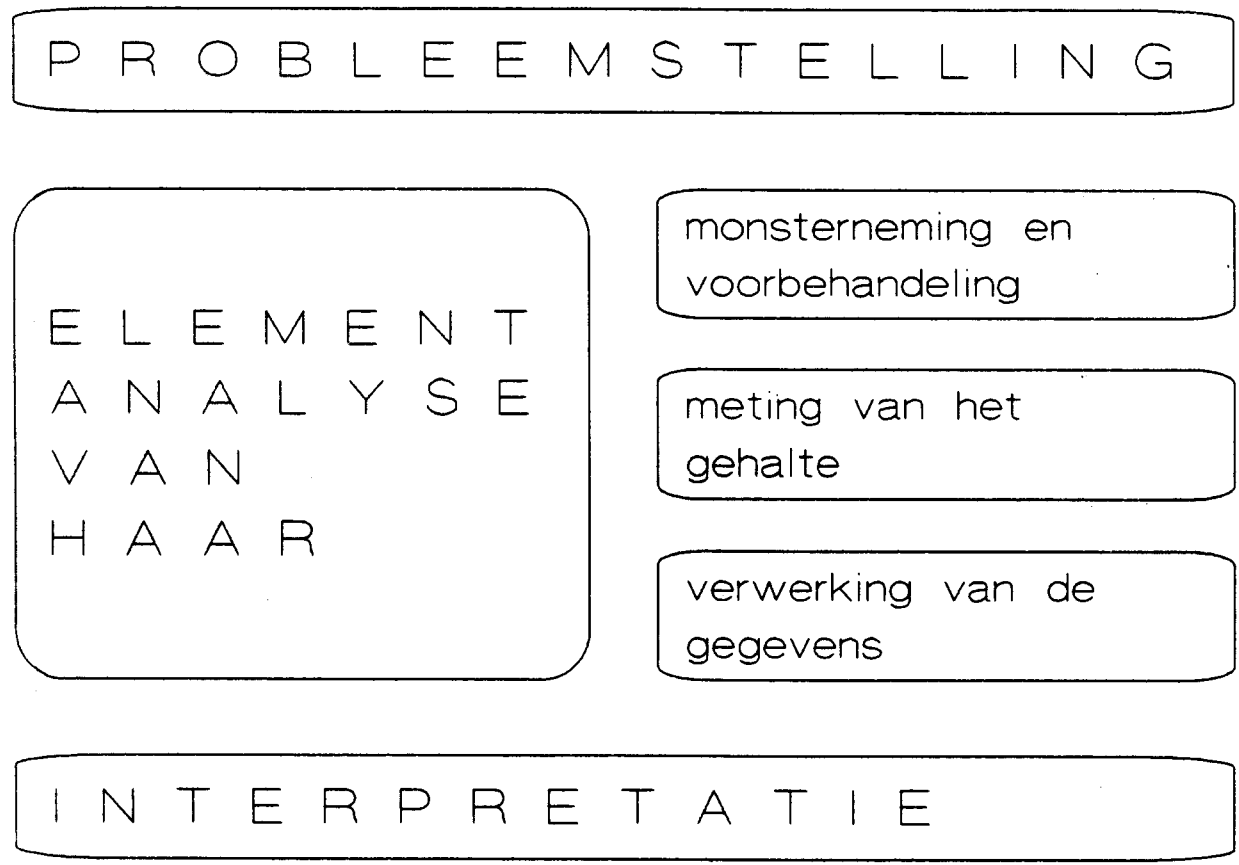
voorzitter,


prof dr JJM de Goeij

secretaris,


dr W.H. Passchier

.....



Figuur Schema van de elementanalyse van haar.

.....

.....

1 **ALGEMEEN**

.....

Elementanalyse van haar

Haaranalyse is een methode om aan de hand van het elementgehalte in haar uitspraken te doen over de blootstelling van mensen aan en over de belasting of voorziening van het lichaam met de gemeten elementen. Aan dat laatste koppelt men dan veelal uitspraken over de gezondheidstoestand of over een mogelijk gezondheidsrisico.

Het begrip haaranalyse omvat in dit rapport probleemstelling, elementanalyse van haar en interpretatie van de gemeten elementgehalten. De technische aspecten van de methode worden gedekt door de term 'elementanalyse van haar'; die term omvat de monsterneming, de voorbereiding van het haarmonster, de eigenlijke meting en de verwerking van het meetresultaat. Nevenstaand schema geeft een en ander weer.

Door het beschikbaar komen van technieken waarbij tijdens één meting een groot aantal elementen tegelijk kan worden bepaald, is de elementanalyse van haar ook buiten het wetenschappelijk onderzoek in zwang gekomen. Via artsen en andere hulpverleners, en in sommige gevallen zelfs rechtstreeks, kunnen mensen tegen een relatief gering bedrag de elementgehalten in hun haar laten meten en laten interpreteren in termen van een tekort of teveel van een of meer elementen in het lichaam.

De elementanalyse van haar is op zich een aantrekkelijke methode. Een haarmonster is relatief gemakkelijk, zonder de betrokken persoon te belasten, te verkrijgen, het elementgehalte in haar wordt niet of slechts weinig beïnvloed door kortstondige fluctuaties van het elementgehalte in het lichaam en men kan het monster zonder verlies van kwaliteit gedurende

.....
lange tijd bewaren.

.....
Twijfel over de betekenis van elementgehalten in haar

Over de betekenis van de elementanalyse van haar is in de wetenschappelijke literatuur de nodige twijfel geuit. Dit vormde een reden voor de Staatssecretaris van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur om, mede namens de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, de Gezondheidsraad over de elementanalyse van haar en de aan de meetresultaten te hechten betekenis advies te vragen.

Een commissie van de Raad heeft het advies opgesteld. In deel 1 van het advies gaat de commissie in op de diverse aspecten van de elementanalyse van haar, de problemen daarbij en op de mogelijkheid om de gemeten elementgehalten te interpreteren. De commissie baseert haar oordeel onder meer op een bestudering van de literatuur van een dertiental elementen die van belang zijn voor gezondheid en milieu. Voor elk van die elementen trekt de commissie een conclusie over de bruikbaarheid van de elementanalyse van haar. Daarnaast heeft de commissie algemene literatuur over de elementanalyse van haar bij haar uiteindelijke oordeelsvorming betrokken.

Het advies beperkt zich tot de betekenis van de elementanalyse van menselijk haar. Ook haar van dieren is voorwerp van onderzoek geweest, onder andere haar van proefdieren om informatie over stofwisselingsprocessen te verkrijgen en haar van vee in verband met de controle van de gezondheid. De commissie meent dat de gegevens van het onderzoek bij dieren de beoordeling van de bruikbaarheid van de elementanalyse van haar bij mensen niet vereenvoudigen. Onder meer de fysiologie en de haargroei van dieren wijken immers sterk af van die van de mens.

De elementanalyse van haar is slechts een van de technieken die men, in principe, zou kunnen gebruiken om uitspraken te doen over blootstelling aan elementen of de voorziening of belasting van het lichaam met elementen. Andere methoden zijn bijvoorbeeld bepaling van elementgehalten in serum, in plasma, in urine en in faeces. De commissie heeft, in overeen-

.....

stemming met de adviesaanvraag, die andere methoden niet beschouwd, noch een vergelijking gemaakt van de elementanalyse van haar met andere methoden. In het advies komen een aantal zaken die de toepassing van de elementanalyse van haar bemoeilijken, aan de orde. De commissie benadrukt dat ook andere methoden problemen kennen en evenzeer aan een wetenschappelijke beoordeling moeten worden onderworpen, alvorens voor bepaalde doeleinden te mogen worden gebruikt.

Ter ondersteuning van de werkzaamheden van de commissie heeft het Nederlands instituut voor onderzoek van de eerstelijnsgezondheidszorg (NIVEL) nagegaan in welke mate artsen en andere hulpverleners gebruik maken van de elementanalyse van haar. Die activiteit heeft zijn weerslag gevonden in een door de Gezondheidsraad gepubliceerd rapport.

.....

Rapporten

De titels van de in de vorige paragraaf genoemde rapporten luiden:

Haaranalyse. Deel 1. De betekenis van de elementanalyse van haar voor de volksgezondheid. Advies uitgebracht door een commissie van de Gezondheidsraad. No 1988/22-1. 's-Gravenhage: Gezondheidsraad, 1988.

Haaranalyse. Deel 2. Literatuur over elementanalyse van haar: overzicht en conclusies per element. Advies uitgebracht door een commissie van de Gezondheidsraad. No 1988/22-2. 's-Gravenhage: Gezondheidsraad, 1988.

Dronkers J, Verhaak PFM. Haaranalyse in Nederland. Een schets van het gebruik van de haaranalyse door artsen en andere hulpverleners in Nederland. No 1987/22. 's-Gravenhage: Gezondheidsraad, 1988.

.....

.....

.....

2 **MONSTERNEMING, MONSTERVERVOORBEWERKING, ELEMENTBEPALING**

.....

Keuze van de te onderzoeken personen

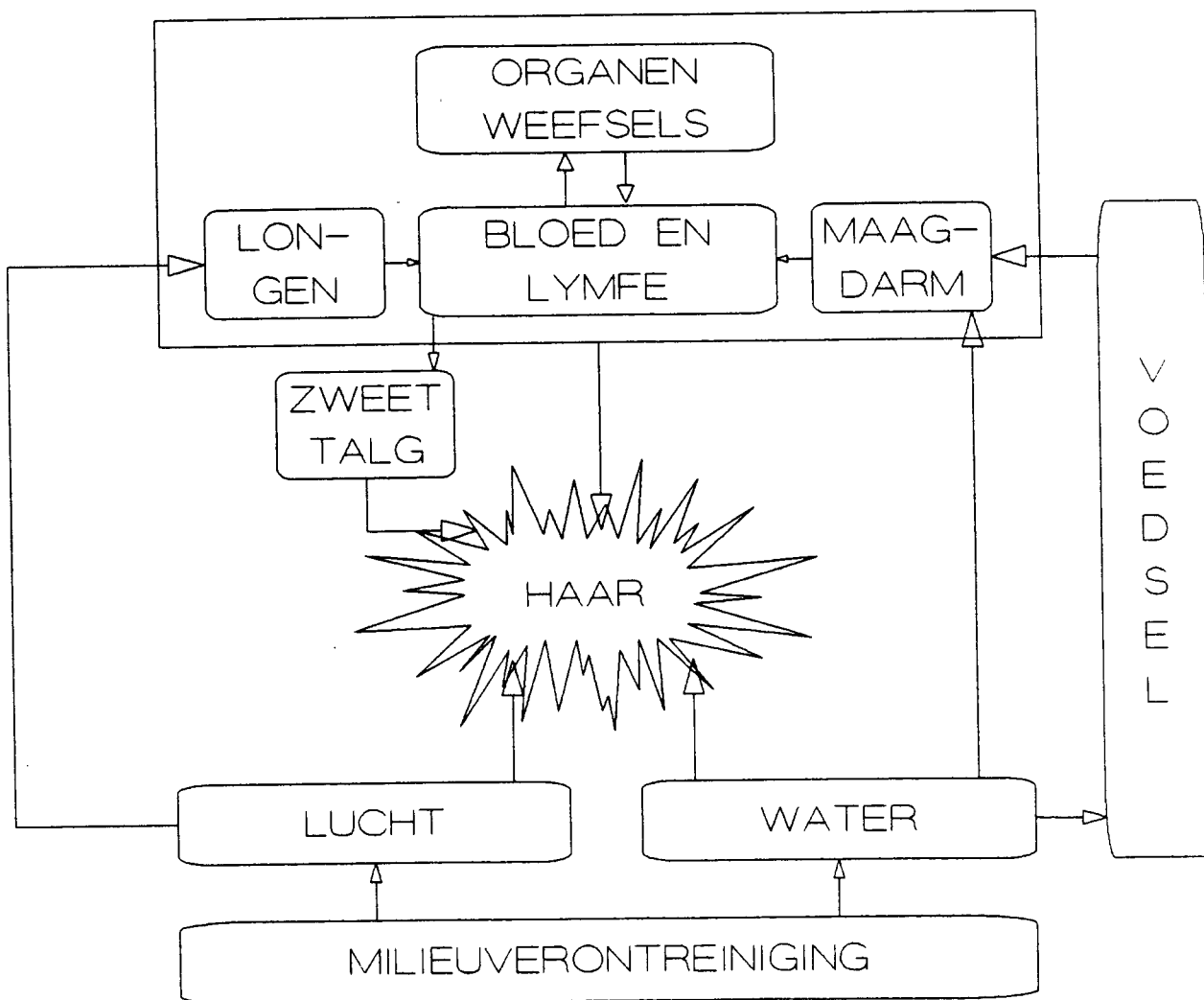
Men kan onderscheid maken tussen bepaling van het elementgehalte in haar bij een individu en bij een groep personen. In dat laatste geval verricht men de metingen in het algemeen bij een deel (steekproef) van de desbetreffende bevolkingsgroep. Bij het vaststellen van de omvang en samenstelling van de steekproef moet rekening worden gehouden met een groot aantal factoren die het meetresultaat kunnen beïnvloeden. Het elementgehalte in haar kan namelijk samenhangen met factoren als geslacht, leeftijd, gezondheidstoestand, woon- en werkomgeving, hobbies en voeding. Kosmetische behandelingen van het haar, zoals wassen, verven en 'permanenten', kunnen van invloed zijn op het elementgehalte. Het elementgehalte in haar zal ook afhangen van de groeisnelheid van het haar.

Ook bij onderzoek aan individuele personen zal men deze factoren in gedachten moeten houden bij het vergelijken van de gemeten waarden met die van een referentiegroep en bij het interpreteren van het meetresultaat.

.....

Monsterneming

Bij de monsterneming is de plaats op het hoofd waar het haar wordt afgenomen, en de hoeveelheid van belang. Verscheidene onderzoekers en laboratoria staan afname in de nek voor. De commissie geeft de voorkeur aan een protocol van het Internationaal Atoomenergie Agentschap (IAEA) waarin het monster bestaat uit haar afkomstig van verschillende plaatsen op het hoofd. Volgens de commissie is in elk geval het noodzakelijk dat de monsterneming bij alle metingen die met elkaar in



Figuur Schema van de routes waarlangs elementen in het haar geraken.

.....

verband worden gebracht, op dezelfde manier gebeurt.

Een representatief monster dient volgens de commissie minstens een hoeveelheid van 0,5 tot 1 gram haar te bevatten. Bij de monsterneming en de verdere bewerking van het monster zal uiteraard moeten worden zorggedragen dat het monster niet met de te meten elementen wordt besmet.

Van belang is tevens de lengte van het haar en de afstand tot de hoofdhuid waarop het haarmonster wordt afgesneden. Hoe groter de afstand tot de hoofdhuid, hoe langer het haar namelijk heeft blootgestaan aan uitwendige invloeden, als luchtverontreiniging, cosmetische behandelingen, en dergelijke.

Elk verslag van de resultaten van een onderzoek moet aangeven op welke wijze met de genoemde factoren is rekening gehouden.

.....

Wassen van haarmonsters

In veel voorschriften voor het bepalen van het elementgehalte in haar wordt een wasprocedure voor het haarmonster aangegeven. Het doel daarvan is het verwijderen van stof en vuil, maar daarnaast veelal het scheiden van de inwendige en de uitwendige bijdragen tot het elementgehalte in haar. Een beeld van de wegen waarlangs elementen in het haar kunnen raken geeft nevenstaand schema. De inwendige bijdrage komt tot stand vanuit bloed en lymfe via de haarwortelmatrix en de cellen van de haarwortelschede. De andere routes in het schema geven een uitwendige besmetting van het haar, waarbij de elementen ook het haar kunnen binnendringen.

Soms verwijderen de wassingen niet meer dan de los, aan de buitenzijde van het haar gebonden elementen (bijvoorbeeld wassen met aceton). Andere middelen, zoals complexerende stoffen, hebben echter een sterk uitlogende werking, waarbij soms zelfs de eiwitstructuur wordt aangetast. Het omgekeerde is ook mogelijk, namelijk dat het haar elementen vanuit het wasmiddel opneemt.

Middelen die veelvuldig worden toegepast, zijn zuiver water, ionogene detergenten, niet-ionogene detergenten, organische oplosmiddelen als aceton, ethanol en ether, en com-

plexerende stoffen als EDTA. Door combinatie met fysische methoden als verwarming en ultrasoon trillen is een veelvoud van mogelijke wasprocedures ontstaan. Dat maakte het voor de commissie zeer moeilijk om de door verschillende auteurs gerapporteerde meetresultaten zinvol met elkaar te vergelijken.

De commissie concludeert uit een bestudering van de literatuur over het wassen van haarmonsters en de wisselwerking van elementen met haar, dat wassen de uitwendige en de inwendige bijdragen tot het elementgehalte in het haar niet volledig en betrouwbaar kan scheiden. Verwijdering van de uitwendige bijdrage gaat doorgaans gepaard met verwijdering van (een deel van) de inwendige bijdrage tot het elementgehalte in het haar. De mate waarin dat gebeurt hangt af van de structuur van het haar, het element en de wasprocedure.

Het blijkt dat elementen onderling sterk verschillen in de mate van binding aan het haar. Natrium en kalium, bijvoorbeeld, kunnen bijna volledig door wassen met water worden verwijderd. Bij kwik, arseen en seleen daarentegen gebeurt dat zelfs met agressieve middelen maar ten dele. Dit betekent dat een wasmethode die voor het ene element bruikbaar kan zijn, voor een ander volstrekt ongeschikt is. Bij de interpretatie van het resultaat van een meting van een aantal elementen tegelijk zal men daarmee rekening moeten houden.

Bepaling van het elementgehalte

De meest gebruikte methoden om het elementgehalte in haar te bepalen zijn de atomaire-absorptiespectroscopie, de atomaire-emissiespectroscopie met inductief gekoppeld plasma en de neutronenactiveringsanalyse. De eerstgenoemde methode is in principe een mono-elementmethode, dat wil zeggen er kan slechts het gehalte van één element per meting worden bepaald. Met de beide andere methoden is het mogelijk het gehalte van meer dan één element per analysegang te meten.

De kwaliteit van de uitgevoerde analyse bepaalt de betrouwbaarheid van de gepubliceerde resultaten. Helaas kan de commissie de betrouwbaarheid van gepubliceerde elementgehalten in haar onvoldoende beoordelen vanwege het ontbreken van gege-

vens over de bewaking van de analytische kwaliteit. De uitkomsten van vergelijkend onderzoek bij verscheidene onderzoeksinstellingen met behulp van referentiematerialen doen vermoeden dat een deel van de gepubliceerde waarden onvoldoende betrouwbaar is.

De commissie acht het echter aannemelijk dat door de toenemende perfectie van analytische methoden en procedures en door de groeiende aandacht voor de bewaking van de analytische kwaliteit, de gepubliceerde elementgehalten in haar in de loop van de tijd betrouwbaarder zijn geworden. Dit wil uiteraard niet zeggen dat de gegevens in een bepaalde publikatie van oudere datum niet even goed of zelfs van hogere kwaliteit kunnen zijn dan die in recente rapporten. Elementen als koper, zink, kwik, arseen, calcium en magnesium zijn reeds geruime tijd betrouwbaar in haar te meten, terwijl cobalt en chroom een hoge graad van analytische perfectie vereisen. De elementen ijzer, mangaan, seleen, lood en cadmium nemen een middenpositie in.

Op dit ogenblik zijn er analytische technieken en procedures beschikbaar, waarmee de elementen van interesse voldoende nauwkeurig, precies en met de vereiste detectiegrens kunnen worden bepaald. Of onderzoeksinstellingen en commerciële laboratoria deze technieken ook steeds toepassen, kan de commissie niet uit de beschikbare informatie afleiden. Er zijn aanzienlijke verschillen in uitkomsten gerapporteerd voor identieke monsters, zowel tussen laboratoria als binnen hetzelfde laboratorium.

.....

.....

.....

3 BLOOTSTELLING EN ELEMENTGEHALTE IN HAAR

.....

Bij onderzoek in verband met milieuverontreining is men vaak geïnteresseerd in de blootstelling aan bepaalde (toxische) elementen. De vraag is in hoeverre het elementgehalte in haar iets zegt over die blootstelling bij een groep personen of bij een individu. Het begrip 'blootstelling' vat de commissie in dit verband op als 'in aanraking komen met'. Of blootstelling leidt tot een gezondheidsrisico hangt af van de inname en de daarop volgende opname van een stof in het lichaam.

Om een verband te kunnen leggen tussen blootstelling aan een element en het elementgehalte in haar, is het nodig de blootstelling in een maat uit te drukken. Als een dergelijke maat kan bijvoorbeeld de concentratie in lucht, in water of in de voeding worden gebruikt.

.....

Blootstelling van een groep

Voor de niet-essentiële elementen, zoals arseen, cadmium, kwik en lood, blijkt het mogelijk een verband te leggen tussen de blootstelling en het gemiddelde elementgehalte in haar van een bevolkingsgroep. Dat geldt in het bijzonder bij het vergelijken van een groep personen in de omgeving van een welgedefinieerde bron met een 'niet-blootgestelde' referentiegroep.

Blootstelling aan een bepaald element kan ook plaatsvinden vanuit een diversiteit van bronnen. In die gevallen is de relatie tussen het elementgehalte in haar en een maat voor de blootstelling via een bepaalde route (bijvoorbeeld lucht, water, voedsel) minder duidelijk of afwezig. Deze situatie

.....
treft men veelal aan bij de elementen zink en koper.

.....
Monitoring

Voor die gevallen waarbij het mogelijk is om uit de bepaling van elementgehalten in haar informatie te krijgen over de blootstelling, kan de elementanalyse van haar worden gebruikt om de verandering van de blootstelling in de loop van de tijd te volgen (monitoring). Dan meet men dus op gezette tijden de elementgehalten in het haar van groepen personen en gaat de verandering in de loop van de tijd na. Bij de interpretatie van de gegevens acht de commissie het nodig na te gaan in hoeverre wijziging van factoren als leefgewoonten, voedingspakket, samenstelling van de bevolkingsgroep (zie hoofdstuk 2) en dergelijke, tot de eventuele veranderingen in de gemeten elementgehalten bijdragen.

.....
Blootstelling van individuen

Indien het elementgehalte in haar informatie verschaft over de blootstelling van een groep personen aan één of meer elementen, dan hoeft dat nog niet het geval te zijn voor een individu. Gezien de spreiding van de elementgehalten in haar binnen een bevolkingsgroep acht de commissie uitspraken in het algemeen pas mogelijk bij een blootstelling die een orde van grootte (factor tien of meer) hoger ligt dan waarbij uitspraken voor een groep reeds mogelijk zijn. Voor 'individuele monitoring' van het werksmilieu lijkt daarom de meting van het elementgehalte in haar ongeschikt.

.....

.....

4 BELASTING, VOORZIENING VAN HET LICHAAM EN ELEMENTGEHALTE IN HAAR

.....

Blootstelling aan een element kan leiden tot opname van het element in het lichaam. Dat gebeurt bijvoorbeeld na inname met voedsel of drinkwater of na inademen van lucht. Een te grote of een te geringe opname van een element kan leiden tot gezondheidsschade en houdt dus een gezondheidsrisico in. De vraag is in hoeverre een elementbepaling in haar uitsluit- sel geeft over de hoeveelheid van een element in het lichaam en over het mogelijk gezondheidsrisico.

Veelal is men niet geïnteresseerd in de relatie met de hoeveelheid in het lichaam in het algemeen, maar met het ge- halte in een bepaald orgaan. Dat kan zijn het orgaan waarin het element voornamelijk wordt opgeslagen of het orgaan dat bepalend is voor de toxische werking. Bij een niet-essentieel element spreekt men veelal over de belasting van het lichaam met het element en bij essentiële elementen over de lichaams- status of de voorziening van het organisme met het element.

Met betrekking tot het wassen van een haarmonster con- cludeerde de commissie hiervoor, dat het in het algemeen niet mogelijk is om door wassen inwendige en de uitwendige bijdra- gen tot het elementgehalte in haar te scheiden. Dat wil zeggen dat voor het doen van een uitspraak over de belasting of de voorziening aan de hand van gemeten elementgehalten in haar de wijze van blootstelling bekend moet zijn. De metingen zijn daarom alleen zinvol indien een aanmerkelijke bijdrage tot het elementgehalte in haar anders dan via voedsel en drinkwater kan worden uitgesloten. Een alternatief is het vergelijken van

.....

elementgehalten in haar bij groepen die in een zelfde milieu leven en alleen verschillen in de inname van het element in kwestie.

.....

Belasting, voorziening van een groep

De commissie concludeert dat, indien aan de hierboven genoemde voorwaarde is voldaan, het voor niet-essentiële elementen, in het bijzonder (methyl)kwik en (anorganisch) arseen, veelal mogelijk is op basis van het gemiddelde elementgehalte in het haar van een bepaalde bevolkingsgroep uitspraken te doen over de belasting van die groep met het desbetreffende element. Die uitspraak kan in het algemeen alleen worden gedaan aan de hand van een vergelijking met een referentiegroep. Hoe ernstig de belasting moet zijn, alvorens een verhoging van het elementgehalte in haar aantoonbaar is, verschilt van element tot element en hangt tevens af van de uitwendige bijdragen tot het elementgehalte.

Bij elementen die noodzakelijk zijn voor het functioneren van het organisme, is zowel een tekort als een teveel van het element van belang. Bij deze elementen ligt de relatie tussen de hoeveelheid in het lichaam en het gehalte in haar ingewikkelder dan bij de niet-essentiële elementen. Het element komt via de lichaamsvloeistoffen in het haar terecht. De concentratie in de lichaamsvloeistoffen behoeft in verband met de homeostase echter geen afspiegeling te zijn van de voorziening van het lichaam.

Op grond van de beschikbare literatuur concludeert de commissie dat het voor de essentiële elementen in het algemeen niet goed mogelijk is om op grond van de elementgehalten in haar uitspraken te doen over de voorziening van het lichaam. Voor de elementen zink en seleen gelden uitzonderingen.

In China bleek in streken waar de Keshan-ziekte voorkomt, een verband tussen het seleengehalte in haar en het optreden van de ziekte. De ziekte van Keshan gaat gepaard met een bijzonder lage inname en een laag gehalte in het lichaam van het element seleen en blijkt te kunnen worden bestreden door de getroffen mensen extra seleen toe te dienen.

.....

Bij groepen personen met een ernstig tekort aan zink is ook een verlaagd zinkgehalte in haar gevonden; die relatie is echter niet algemeen geldig, wellicht doordat de zinkvoorziening van het lichaam de groeisnelheid van het haar beïnvloedt en daarmee het zinkgehalte in haar.

Voor elementen als natrium, kalium, magnesium en calcium acht de commissie het onmogelijk om op basis van de gemeten elementgehalten in haar uitspraken te doen over de voorziening van het lichaam. Blootstelling vanuit de lucht, transpiratievocht, wassen van het haar en cosmetische behandelingen beïnvloeden het gehalte van deze elementen in haar op onvoorspelbare wijze.

.....

Belasting, voorziening van individuen

Bij het doen van uitspraken aan de hand van een elementbepaling in haar bij een individu vergelijkt men het meetresultaat met een traject van referentiewaarden. Daarbij gaat men meestal als volgt te werk. Ligt het meetresultaat boven het referentietraject, dan concludeert men tot een verhoogde hoeveelheid in het lichaam. In geval van een essentieel element heeft het referentietraject een van nul verschillende ondergrens. Een gemeten waarde lager dan die ondergrens zou op een tekort in het lichaam wijzen. In de praktijk verkrijgt men de referentiewaarden uit metingen bij groepen gezonde mensen die niet in bijzondere mate aan het desbetreffende element zijn blootgesteld.

Ook bij een individuele meting zijn voor een interpretatie van het elementgehalte in haar in termen van belasting of voorziening gegevens over een mogelijke blootstelling van het haar van 'buitenaf' nodig. Sterker nog, de uitwendige bijdrage tot het elementgehalte in haar moet verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de inwendige bijdragen. Soms is het mogelijk in dit verband gebruik te maken van de verschillende chemische vormen waarin het element voorkomt. Een voorbeeld vormt kwik, waarbij vaak kan worden aangenomen dat methylkwik slechts via inwendige weg het haar bereikt, in tegenstelling tot anorganisch kwik.

Of bij een bepaalde bevolkingsgroep gemeten elementgehalten in haar bruikbaar zijn als referentiewaarden voor de interpretatie van een meting bij een individu, is vaak moeilijk vast te stellen. In elk geval is het noodzakelijk dat de wijze van monsterneming en de wasprocedure bij het verkrijgen van de referentiewaarden identiek zijn aan die bij de meting bij het individu. Daar systematische fouten bij de eigenlijke analyse niet uitgesloten blijken te zijn, is het ook wenselijk dat de analysemethode overeenkomt. Datzelfde geldt voor persoonskenmerken als leeftijd, geslacht en eetgewoonten. Referentiewaarden die geen rekening houden met die invloed zijn onbruikbaar.

Voor niet-essentiële elementen, in het bijzonder voor (methyl)kwik en (anorganisch) arseen, is het volgens de commissie in het algemeen mogelijk om op grond van een elementbepaling in haar een uitspraak te doen over de lichaamsbelasting, indien er sprake is van aanmerkelijk verhoogde gehalten en als het desbetreffende element uitsluitend via inwendige routes in het haar is terechtgekomen.

Voor essentiële elementen ligt de situatie moeilijker. Uit de beschikbare gegevens concludeert de commissie dat de wetenschappelijke basis om de elementanalyse van haar in te zetten als diagnostisch hulpmiddel ontbreekt. Soms wordt hier tegen ingebracht dat personen met een afwijkend elementgehalte in haar een beduidend grotere kans hebben op een tekort of een teveel aan een element in het lichaam. Het is vermoedelijk juist dat de grenzen van het traject van referentiewaarden zo kunnen worden gekozen, dat die uitspraak kan worden gedaan. In de meeste gevallen geldt dan echter dat het vallen van een elementgehalte in haar binnen het traject niets zegt over de afwezigheid van een gezondheidsrisico of over een goede gezondheidstoestand. Uit de literatuur blijkt namelijk dat het elementgehalte in haar van personen met gezondheidsproblemen in zeer veel gevallen dan binnen het traject van waarden voor gezonde personen valt.

.....

.....

Interacties van elementen

Elementen zijn in het lichaam niet onafhankelijk van elkaar werkzaam. Vandaar dat men heeft voorgesteld om in plaats van of naast een meting van het elementgehalte ook verhoudingen van elementgehalten te vergelijken met die bij een referentiegroep. Het interpreteren van deze elementverhoudingen is een speciale manier van het meer algemeen beoordelen van een 'patroon' van elementgehalten in haar.

De commissie acht die benadering waardevol. Op dit ogenblik zijn er echter onvoldoende gegevens om te concluderen dat het karakteriseren en vergelijken van 'patronen' van elementgehalten in haar een beter perspectief bieden voor het toepassen van de elementanalyse van haar dan het beschouwen van afzonderlijke elementgehalten.

Sommige onderzoekers melden dat de door hen bestudeerde 'zieke' en 'gezonde' groepen kunnen worden onderscheiden door de waarde van een combinatie van diverse elementgehalten in haar. Die combinatie wordt gevonden uit een statistische analyse van de gemeten elementgehalten. Aan een dergelijk resultaat kan pas betekenis worden gehecht indien het door onderzoek bij andere, onafhankelijke, groepen personen is bevestigd en er een biologische verklaring voor de combinatie van elementen kan worden gegeven. Dergelijke bevestigingen en biologische verklaringen heeft de commissie in de literatuur niet aangetroffen.

.....

Bevolkingsonderzoek

Bij bevolkingsonderzoek probeert men uit een relatief grote groep mensen een relatief kleine groep die een bepaald gezondheidsrisico loopt, te selecteren. Op zich lijkt de bepaling van het elementgehalte in haar een aantrekkelijk middel om de bevolking te 'screenen' op een verhoogde blootstelling aan een niet-essentieel element of tekorten in de voorziening met essentiële elementen. Zoals de commissie in hoofdstuk 1 reeds aangaf, is bij de elementanalyse van haar de monsternamen betrekkelijk eenvoudig uit te voeren en niet belastend voor de

.....

betrokken persoon, is het elementgehalte in haar niet afhankelijk van kortstondige fluctuaties van het elementgehalte in het lichaam en kan men het haarmonster gedurende lange tijd bewaren. De methode is daarenboven relatief goedkoop.

Uit het voorgaande volgt echter dat de commissie toepassing van de elementanalyse van haar bij bevolkingsonderzoek in het algemeen niet kan aanbevelen. Dat komt omdat op grond van gemeten gehalten in het algemeen geen voldoende goed onderscheid tussen personen in de risicogroep en anderen kan worden gemaakt. Mocht men bij een bevolkingsonderzoek toch de elementanalyse van haar willen toepassen, dan is eerst onderzoek nodig naar de condities en de criteria waaronder deze techniek bruikbaar is, alvorens tot toepassing wordt overgegaan.

.....

Metingen bij dezelfde persoon of personen

De elementanalyse van haar is ook gebruikt om veranderingen van het elementgehalte in haar op opeenvolgende tijdstippen na te gaan. Bij deze benadering beperkt men storende invloeden die samenhangen met persoonskenmerken en leefgedrag van de te onderzoeken persoon of personen. De commissie meent dat het gebruik van een persoon als de eigen referentie in principe de bruikbaarheid van de elementanalyse van haar kan verhogen. De factoren die het toepassen van de elementanalyse van haar bemoeilijken, zoals de praktische onmogelijkheid de inwendige en de uitwendige bijdrage tot het elementgehalte in haar te scheiden, blijven in deze situatie uiteraard aanwezig.

5 ELEMENTANALYSE VAN HAAR BIJ WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

De elementanalyse van haar wordt ook gebruikt bij het bestuderen van de rol van (spoor)elementen bij de fysiologie en pathologie. Bij deze medisch-wetenschappelijke toepassing is het oordeel van de commissie positiever dan in de hiervoor besproken situaties. Bij dit onderzoek is het immers mogelijk om de factoren die de resultaten kunnen beïnvloeden, in de hand te houden of in elk geval te kennen en kunnen andere bepalingen worden gedaan waaraan de gemeten elementgehalten in haar kunnen worden getoetst.

De commissie meent dan ook dat bij dat wetenschappelijk onderzoek de elementanalyse van haar een nuttig hulpmiddel kan zijn. De commissie stelt wel met nadruk dat onderzoekers die deze analysetechniek gebruiken, een verband tussen het elementgehalte in haar en de voorziening of belasting van het lichaam met het desbetreffende element niet als vanzelfsprekend moeten aannemen. Verder moet men grondig aandacht besteden aan de mogelijke routes waarlangs blootstelling aan een bepaald element kan plaatsvinden.

.....

6 SAMENVATTING VAN DE CONCLUSIES

.....

.....

Samengevat luidt het oordeel van de commissie over de betekenis van de elementanalyse van haar voor de volksgezondheid:

- Het meten van de gehalten van elementen in het haar in het kader van wetenschappelijk onderzoek naar de rol van (spoor)elementen bij de fysiologie en pathologie kan nuttige informatie opleveren.
- Voor een aantal niet-essentiële elementen kan de elementanalyse van haar onder bepaalde voorwaarden worden gebruikt om een indruk te krijgen van de blootstelling van bevolkingsgroepen.
- Bij afwezigheid van uitwendige besmetting van het haar kan voor een aantal niet-essentiële elementen de elementanalyse van haar onder bepaalde voorwaarden worden gebruikt om een indruk te geven van de belasting van bevolkingsgroepen met de desbetreffende elementen.
- Het tot nu toe verrichte en gepubliceerde wetenschappelijke onderzoek biedt de commissie een onvoldoende basis om het gebruik van de elementanalyse van haar ten behoeve van diagnose en therapie aan te bevelen.
- De huidige analysetechnieken en -procedures maken een nauwkeurige bepaling van gehalten in haar van alle elementen van praktisch belang mogelijk. De kwaliteitsbewaking van de analyse dient uit de rapportage van de meetresultaten te blijken.
- Het wassen van haarmonsters voorafgaand aan de elementbepaling kan de spreiding in meetresultaten ten gevolge van stof, vet en cosmetica verminderen. Het is

.....

niet mogelijk om de inwendige en de uitwendige bijdragen tot het elementgehalte in haar door wassen volledig te scheiden.

Een van de leden van de commissie meent dat de commissie zich ook had moeten uitspreken over een vergelijking van het bepalen van elementgehalten in haar met de bepaling in andere media, als bloed, urine en dergelijke. Daarnaast acht dit lid nader onderzoek naar de ervaringen van artsen met de haaranalyse gewenst. Zijn zienswijze is opgenomen in een aanvulling op het advies.

.....

.....

7 SAMENSTELLING VAN DE COMMISSIE

.....

Op 9 april 1984 installeerde de voorzitter van de Gezondheidsraad een commissie om over de methode en de waarde van de elementanalyse van haar te rapporteren. De commissie werd als volgt samengesteld:

- prof dr ir JJM de Goeij, voorzitter
hoogleraar, Afdeling Radiochemie, Interfacultair Reactor Instituut, Technische Universiteit Delft
- dr RJ Egger (tot 1 januari 1988)
wetenschappelijk medewerker, Instituut CIVO - Toxicologie & Voeding TNO, Zeist
- dr CJA van den Hamer
senior-onderzoeker, Afdeling Radiochemie, Interfacultair Reactor Instituut, Technische Universiteit Delft
- drs JJJ Pieters, ambtelijk adviseur
Inspecteur, Geneeskundige Hoofdinspectie van de Volksgezondheid, Rijswijk (ZH)
- dr ThJF Savelkoul
wetenschappelijk medewerker, Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum, Rijksinstituut voor de Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven
- dr G Schaafsma, vanaf 3 juni 1985
wetenschappelijk medewerker, Sectie Fysiologie, Instituut CIVO - Toxicologie & Voeding TNO, Zeist
- prof dr AJM Vermorcken
hoogleraar Universiteit Montpellier, Frankrijk (1986-1988); thans medewerker Commissie Europese Gemeenschappen, Directoraat Biologie, Brussel)

-
- dr EF Vogelaar
directeur, Europees Laboratorium voor Nutriënten,
Utrecht
 - dr AEE Wibowo
wetenschappelijk medewerker, Coronel-Laboratorium voor
Arbeidsgeneeskunde, Universiteit van Amsterdam
 - dr JA van Zorge, ambtelijk adviseur
medewerker, Directie Stoffen en Risicobeheersing, Mi-
nisterie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en
Milieubeheer, Leidschendam
 - dr WF Passchier, secretaris
Gezondheidsraad

Mw MFC van Kan verzorgde de administratie van de commissie.

.....

.....

HAIR ANALYSIS

.....

THE SIGNIFICANCE OF THE ELEMENTAL ANALYSIS OF HAIR FOR
HUMAN HEALTH

.....

Executive Summary of a report from a committee of the
Health Council of the Netherlands

.....

No 1988/22HE, The Hague, 18 October 1988.

.....

.....

all rights reserved

.....
.....
TO THE READER
.....

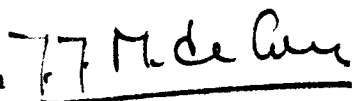
.....

The present report summarizes the advice of a committee of the Health Council of the Netherlands to the Netherlands government on 'hair analysis'. The advisory report consists of two parts. In the first part the significance of the elemental analysis of hair for human health is discussed. The conclusions of the committee are based on an extensive review of the relevant scientific literature. This review is presented in the second part with respect to the elements aluminium, arsenic, cadmium, calcium, chromium, copper, mercury, lead, magnesium, manganese, nickel, selenium and zinc. For each element the committee draws a conclusion on the usefulness of the elemental analysis of hair in the determination of the exposure to the element in question as well as the body burden or status of the element.

Together with the advisory report the Health Council has published a study on the use of the elemental analysis of hair by medical practitioners in the Netherlands. That study was made possible with the financial support from the Ministry of Welfare, Health and Cultural Affairs and carried out by the Netherlands Institute of Primary Health Care (NIVEL).

The Hague, 18 October 1988
for the committee

chairman



prof dr JJM de Goeij


secretary

dr W. Passchier

.....

.

.....

.....

CONTENTS

.....

1	GENERAL	37
.....		
2	SAMPLING, SAMPLE PREPARATION, ELEMENTAL ANALYSIS	39
.....		
3	EXPOSURE AND ELEMENTAL CONCENTRATION IN HAIR	45
.....		
4	BODY BURDEN OR STATUS AND ELEMENTAL CONCENTRATION IN HAIR	47
.....		
5	ELEMENTAL ANALYSIS OF HAIR AS A RESEARCH TOOL	53
.....		
6	SUMMARY OF THE CONCLUSIONS	55

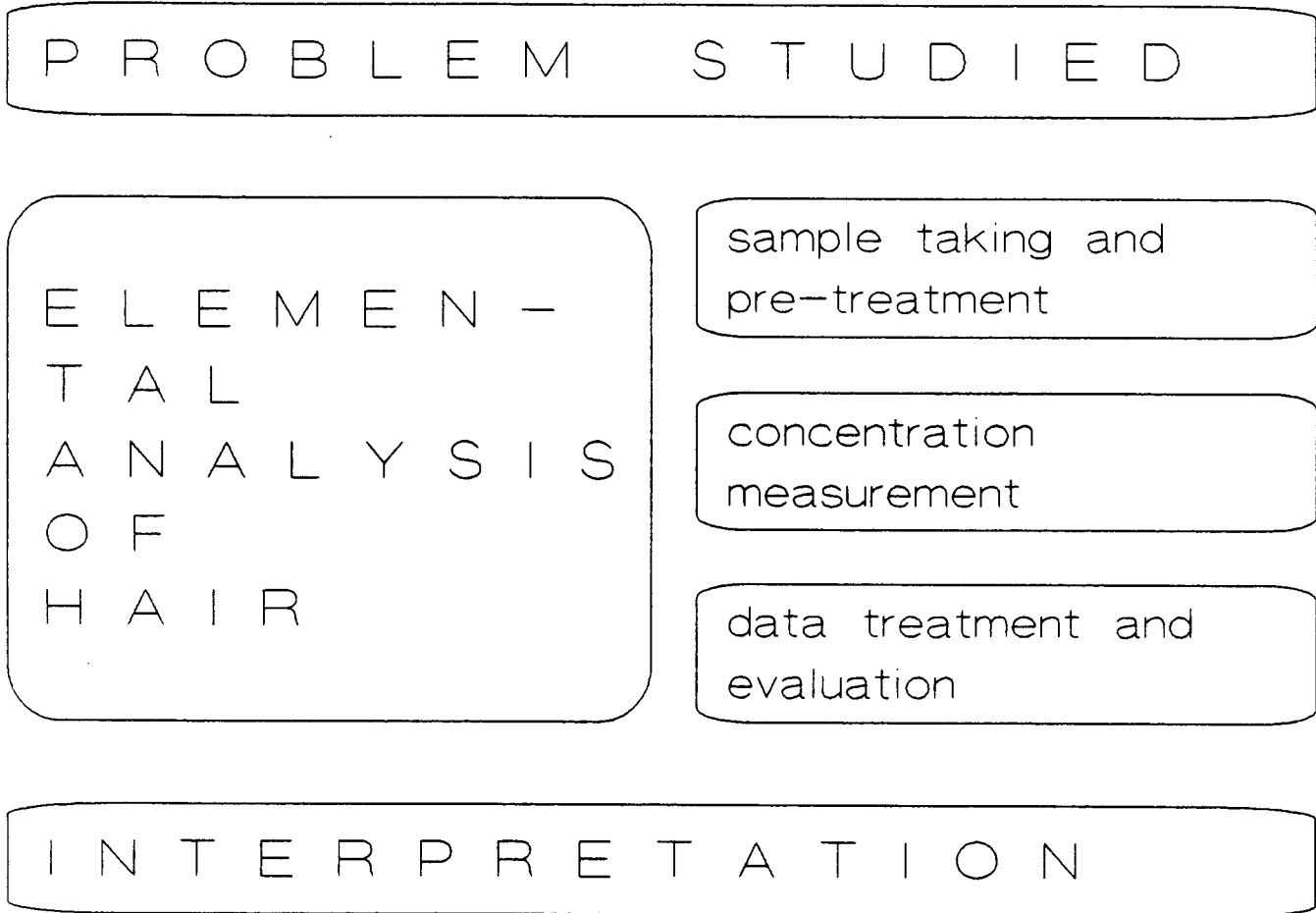


Figure The elemental analysis of hair

.....

.....

1 GENERAL

.....

Elemental analysis of hair

The object of hair analysis is to derive from the elemental concentration in hair information about the exposure of people to, or the body burden or status of, certain elements. The results of the elemental analysis of hair are often interpreted in terms of health status or health risk.

'Hair analysis' as used in this report, covers the formulation of the problem, the elemental analysis of hair and the interpretation of the measured elemental concentrations. The analytical aspects of the method are covered by the term 'elemental analysis of hair' and consist of the hair sampling, the preparation of the sample, the measurement of the elemental concentration and the statistical treatment of the measurement data. The figure on the opposite page outlines the various steps in hair analysis.

At present analytical methods are available to determine a large number of elements in one measurement run. This has expanded the scope of the method and has made it available for clinical use. Through medical practioners, and in some cases by directly contacting the analytical laboratory, people can have their elemental hair concentrations determined rather cheaply and receive an interpretation of the result in terms of a deficiency or an excess of elements in their body.

The elemental analysis of hair appears a rather attractive method at first sight. Taking a hair sample is relatively simple, without hardships for the person in question. Short term fluctuations in the elemental concentration in the body do not, or only slightly, influence the elemental concen-

.....

tration in hair and the hair sample can be stored for a long period of time without losing its integrity.

.....

Doubts about the interpretation of the elemental concentration in hair

In the scientific literature the usefulness of the elemental analysis of hair has been subject to criticism. This was an important reason for the State Secretary of Welfare, Health and Cultural Affairs, together with the Minister of Housing, Physical Planning and the Environment, to ask the Health Council for a report on hair analysis.

The report of the committee of the Health Council only deals with the significance of the elemental analysis of human hair. There has been some research on animal hair; hair of experimental animals has been analysed to obtain information about metabolic processes in the body and hair of cattle has been studied in relation to the state of health of the animals. The committee is of the opinion that the animal data are not helpful in evaluating the results of the human hair analysis. Among other things the physiology and the hair growth of animals differ strongly from those in humans.

The elemental analysis of hair is only one of the techniques that can be used, at least in principle, to obtain information about the exposure to and the body burden or status of certain elements. Other methods include the determination of the elemental concentration in serum, in plasma, in urine, in feces. The committee did not study these other methods, nor did it compare the elemental analysis of hair with those other methods. The advisory report enumerates various subjects that hamper the application of the elemental analysis of hair. This does not imply that other methods are without problems. Also other techniques should be subject to a scientific evaluation, before being applied in practice.

.....

.....

2 SAMPLING, SAMPLE PREPARATION, ELEMENTAL ANALYSIS

.....

Selecting subjects for study

Besides the individual elemental analysis of hair, the method is used to study the exposure of groups of people. In the latter case hair samples are usually taken from a selection of persons from the population group under study. In selecting the subjects a variety of factors, which may influence the measurement result, has to be taken into account. The elemental concentration in hair may depend on factors like sex, age, state of health, living and working environment, hobbies and diet. Cosmetic hair treatments, such as washing, dying and cold waving, may influence the elemental concentrations. The elemental concentration in hair will also depend on the growth rate of the hair.

Also when studying individuals these factors have to be considered in comparing the measured values with those of a reference group and finally in the interpretation of the results.

.....

Hair sampling

The position on the head where the hair sample is taken and the amount of hair sampled, are of importance. Several scientists and laboratories prefer taking the hair sample from the nape. The committee recommends the use of a protocol proposed by the International Atomic Energy Agency (IAEA), that prescribes to acquire a composite sample by cutting hair at several positions on the head. The committee is of the opinion that samples in related measurements should be taken in an identical way.

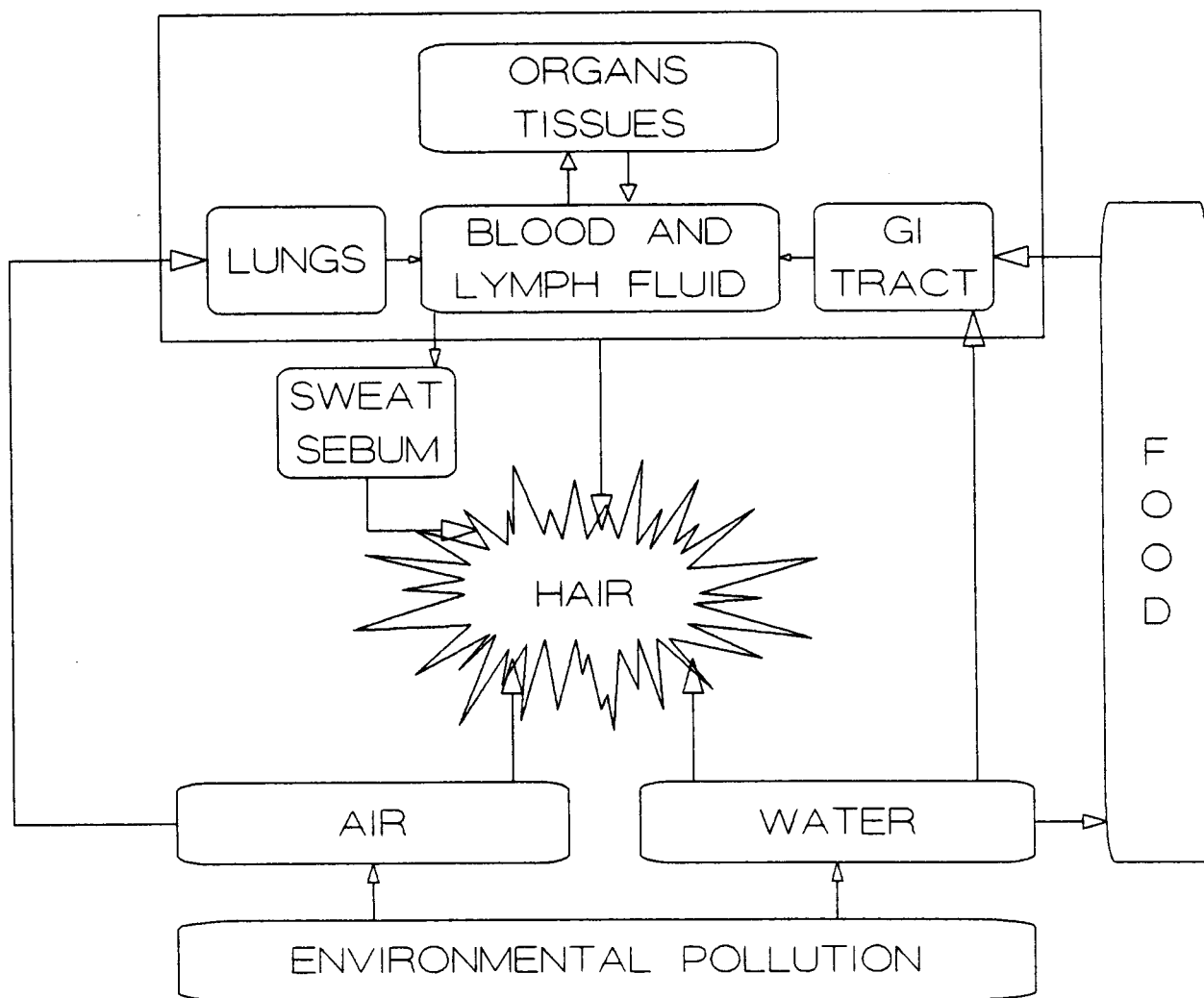


Figure Diagram giving the routes by which elements are incorporated into hair.

.....

A representative sample should consist of at least 0.5 to 1 gram of hair according to the committee. The hair sample should be taken and prepared in a careful way in order to avoid contamination with the elements to be measured.

The length of the hair and the distance from the skin at which the hair sample is cut, are important parameters. The farther the distance to the skin, the longer the hair has been exposed to air pollution, cosmetic treatments, etc.

In reporting measured concentrations it should be stated in which way these factors have been taken into account.

.....

Washing of hair samples

Many protocols for the determination of the elemental concentrations in hair prescribe cleansing and washing of the hair sample. This treatment aims to remove dust and dirt, as well as to separate the internal and external contributions to the elemental concentrations in hair. The figure on the opposite page shows the routes by which elements are incorporated into hair. The internal contribution stems from elements in blood and lymph fluid that reach the hair via the hair root matrix and the cells of the hair root shaft. The other routes in the diagram cause an external contamination of the hair, after which elements may penetrate into the hair.

Some washing procedures (e.g. using acetone) only remove elements that are loosely bound to the hair's surface. Other reagents, e.g. complexing agents, cause leaching of elements from the hair and may even destroy the hair protein structure. The reverse of leaching may also occur and elements may migrate from the washing reagent into the hair.

Common washing reagents used are pure water, ionic detergents, non-ionic detergents, organic solvents like acetone, ethanol and ether, and complexing agents like EDTA. Together with the application of heat, ultrasound and other physical agents, a variety of washing procedures has been developed and put into practice. This makes it quite difficult for the committee to make a meaningful comparison of the results reported by different authors.

.....

The committee concludes from the data reported in the scientific literature, that in general the internal and external contributions to the elemental concentrations in hair can not be completely and reliably separated by washing the hair sample. Quite often, together with the external contribution, a part of the internal contribution is removed as well. The extent to which this happens, depends on the hair structure, on the element and on the washing procedure applied.

It appears that elements are bound to hair in quite different ways. Sodium and potassium, e.g., are practically fully removed by washing with water. With mercury, arsenic and selenium only partial removal occurs, even when using aggressive reagents. This implies that a washing procedure that may be useful for one element may be quite inefficient for another. In interpreting the results of a multi-element analysis this has to be taken into account.

.....

Measuring the elemental concentration

The most common methods for measuring elemental concentrations in hair are atomic absorption spectroscopy, atomic emission spectroscopy with inductively coupled plasma and neutron activation analysis. The first method is in principle a mono-element method, i.e. it determines only the concentration of a single element in one measurement. The other two methods allow the determination of the concentration of more than one element in a measurement run.

The quality of the measurement determines the reliability of the results obtained. Unfortunately information about analytical quality control is often absent and therefore the committee was unable to review the reliability of the published data. The results of international comparisons, in which scientific research laboratories participated, indicate that at least a part of the published data are unreliable.

However, the committee deems it likely that, given the increasing analytical perfection and attention for quality control, the quality of the published data will have improved in the course of time. It goes without saying that this does

.....

not imply that older data may not be of the same quality or even better than more recent results. Elements like copper, zinc, mercury, arsenic, calcium and magnesium have been measured quite reliably for many years, whereas cobalt and chromium require a high degree of analytical perfection. The elements iron, manganese, selenium, lead and cadmium occupy an intermediate position.

At present, analytical methods and procedures, that allow accurate and precise determination of the relevant elemental concentrations within the required detection limit, are available. To which extent commercial and scientific research laboratories actually apply these methods can not be determined from the published data. Significant differences have been reported between the results obtained by different laboratories, and even by the same laboratory, for identical samples.

.....

.....

.....

3 EXPOSURE AND ELEMENTAL CONCENTRATION IN HAIR

.....

The exposure of people to certain (toxic) elements is one of the subjects of environmental pollution studies. The question is whether the elemental concentration in hair is related to the exposure of a population group or of an individual. With 'exposure' the committee means 'being in contact with'. To which extent exposure leads to a health risk depends on the intake and the consequent uptake of a compound by the organism.

Exposure has to be quantified in order to determine a possible relation with the elemental concentration in hair. Examples of exposure measures are the elemental concentration in air, water or in the diet.

.....

Exposure of a population group

Exposure to elements that are not essential for the organism, like arsenic, cadmium, mercury and lead, appears to be related to average elemental concentrations in hair of exposed population groups. Such relations are found most clearly when comparing population groups in the neighbourhood of a well-defined source with 'unexposed' groups elsewhere.

Exposure to a certain element may also stem from a variety of sources. In those situations the relation between the elemental concentration in hair and exposure via a certain route (e.g. air, water, diet) is less clear or even absent. This is often found for the elements zinc and copper.

.....

Monitoring

If information about exposure can be derived from

.....

elemental concentrations in hair, the elemental analysis of hair can also be used to follow the changes in exposure in the course of time (monitoring). In that case one measures the elemental concentrations in hair of groups of people at certain intervals and evaluates the changes with time. The committee is of the opinion that factors, such as changes in life style, diet and composition of the monitored population should be taken into account in the interpretation of the monitoring results.

.....

Exposure of individuals

Even if the elemental concentration provides information on the exposure of a population group to one or more elements, such is not always applicable for individuals. Given the spread in measured elemental concentration in hair, the committee deems statements on exposure of an individual only possible for exposures that are an order of magnitude (factor of 10 or so) higher than those for which statements about the exposure of populations are possible. For 'individual monitoring' of workers measuring the elemental concentration in hair appears to be unsuitable.

.....

.....

4 BODY BURDEN OR STATUS AND ELEMENTAL CONCENTRATION IN
 HAIR

.....

.....

Exposure to an element may lead to uptake of the element into the organism. This happens e.g. through the ingestion of food or drinking water or by inhalation of (polluted) air. Depending on the intake and uptake, an excess or a deficiency of an element in the organism may occur and imply a health risk. The question is whether the measured elemental concentration in hair provides information on the amount of an element in the body and on the possible health risk.

Often the elemental concentration in a certain organ is of more interest than the total amount in the body. This could be the concentration in the organ in which the element is mainly accumulated (target organ) or the critical organ in which the toxicity of an element manifests itself. In case of a non-essential element, one usually refers to the body or organ burden of an element and, in case of an essential element, to the elemental status of the body.

In chapter 2 the committee concluded that it is in general not possible to separate the internal and external contributions to the elemental concentration in hair by washing the hair sample. This implies that in order to interpret the elemental concentration in hair in terms of body burden or status, the nature of the exposure to the element in question should be known. The analysis is only useful if contributions to the elemental concentration in hair other than via food and drinking water can be neglected. One may also compare groups that live in similar environments and only differ in the intake of the element under study.

.....

.....

Body burden or status of a group of people

The committee concludes that if the above conditions are fulfilled, it is often possible to interpret the average elemental concentration of a group of people in terms of the body burden, insofar as one is measuring non-essential elements. Specific examples are (methyl)mercury and (inorganic) arsenic. This interpretation is generally based on the comparison with a reference group. The body burden corresponding to a significant increase in the elemental concentration in hair, differs from one element to another and depends furthermore on the external contributions to the elemental concentration.

In the case of elements that are essential for the organism, both a deficiency as well as an excess of the element may pose a health risk. The relationship between the amount of the element in the body and the elemental concentration in hair is more complicated than with the non-essential elements. The element reaches the hair via the body fluids. However, the concentration in the body fluids may not be representative for the elemental status in the body because of the homeostasis.

From the available literature the committee concludes that for essential elements it is generally not possible to derive pertinent information on the elemental status in the body from elemental concentrations in hair. There are however exceptions, notably with the elements zinc and selenium.

A relationship between the selenium concentration in hair and the Keshan disease was found in China in regions where this disease is endemic. The occurrence of the Keshan disease is accompanied by a very low intake and a low concentration in the body of selenium and can be cured by administering extra selenium to the patients.

A lowered zinc concentration in hair was found in population groups with a zinc deficiency. However, this relation is not generally valid, possibly because the zinc concentration in the body also influences the growth of the hair and consequently the zinc concentration in hair.

.....

The committee is of the opinion that it is impossible to interpret concentrations of sodium, potassium, magnesium and calcium in hair in terms of the elemental status of the body. Exposure via air, sweat, hair washing and cosmetic treatments influence the concentrations of these elements in hair in an unpredictable way.

.....

Body burden or status of an individual

To interpret the result of an individual elemental analysis of hair in terms of health status or health risk, one compares the measured value with a reference range of concentration values. If the measured value exceeds the maximum of the reference range, one concludes that the amount in the body is higher than normal. For an essential element the minimum of the reference range differs from zero. A measured value below this minimum indicates a deficiency in the body. In practice the reference values are obtained from apparently healthy subjects who are not specifically exposed to the element in question.

Likewise, to interpret the elemental concentration in hair of an individual in terms of body burden or status, information is required on the external exposure of the hair. Ideally, the external contribution to the elemental concentration in hair should be negligible as compared to the internal contribution. It may be possible to make use of the different chemical forms in which the element occurs. Mercury offers an example: often one may assume that the internal contribution to the mercury concentration in hair is due to the intake of methylmercury, whereas inorganic mercury also reaches the hair via external routes.

It is not easy to verify whether elemental concentrations in hair measured in a population group can be used as reference values for the interpretation of an individual measurement. A necessary condition is that the method of taking the hair samples and the washing procedure used in obtaining the reference values are identical to those in the individual analysis. As systematic errors can not be excluded the analy-

.....

tical method used should also be identical. The same holds for characteristics like age, sex and diet. Applying reference values without taking these factors into account is incorrect.

In the case of the non-essential elements, especially (methyl)mercury and (inorganic) arsenic, the committee deems it possible to interpret the result of an elemental analysis of hair in terms of the body burden, if the concentration in the body is much higher than normal and if the elements in question reached the hair only via internal routes.

Concerning the essential elements, the situation is more complicated. From the available data the committee concludes that a scientific basis for the application of the elemental analysis of hair as a diagnostic tool is lacking. Some people claim that for subjects with a deviating elemental concentration in hair the probability of a deficiency or excess of the element in the body is significantly increased. Probably, the boundaries of the range of reference values can be chosen such, that this is true. Given that choice of the reference range, however, an elemental concentration within the reference range does not ensure the absence of a health risk or a good state of health. Literature shows that the elemental concentrations in hair of people with health problems in many cases fall within the range of values found in healthy persons.

.....

Interactions between elements

The elements do not function independently from each other in the body. This observation has led to the proposition to compare elemental ratios with those of a reference group instead of or together with the comparison of the elemental concentrations itself. The interpretation of these concentration ratios is a special case of the more general evaluation of elemental concentration 'patterns' in hair.

The committee is of the opinion that this approach has its merits. However, the data available at present are insufficient to conclude that the characterisation and comparison of elemental concentration 'patterns' in hair offer a better perspective for the application of the elemental analysis of

.....

hair than the consideration of separate elemental concentrations.

Some scientists have reported that it is possible to distinguish patients from healthy people on the basis of a combination of elemental concentrations in hair. This was found from statistical analysis of experimental data. The committee is of the opinion that these conclusions need to be validated and supported by a biological interpretation before such an approach can be recommended. The present literature does not offer such validations and biological interpretations.

.....

Screening

In screening one aims at selecting a relatively small group with a possible health risk from a relative large population. As such elemental analysis of hair appears to be an attractive method to screen a population for (increased) exposure to non-essential elements or deficiencies of essential elements. As already mentioned in chapter 1, taking a hair sample is relatively simple, without hardships for the person in question. Short term fluctuations in the elemental concentration in the body do not, or only slightly, influence the elemental concentration in hair and the hair sample can be stored for a long period of time without losing its integrity. Furthermore hair analysis is a relatively cheap method.

Given the conclusions drawn above, the committee can not generally recommend to use the elemental analysis of hair for screening purposes. It is in general not possible to distinguish the people at risk from the others with sufficient sensitivity and specificity. In case one wants to apply the elemental analysis of hair for screening purposes further research is needed on the criteria and conditions under which this method can be applied.

.....

Measuring the same person or persons

The elemental analysis of hair has been used to monitor the changes in the elemental concentration in hair in the course of time. Using this approach the interference of per-

sonal characteristics and life style are to a certain degree eliminated. The committee believes that using a person as his or her own reference may in principle increase the usefulness of the elemental analysis of hair. The factors that hamper the interpretation of the results, like the impossibility to separate the internal and external contributions to the elemental concentration in hair, still play a role in these situations.

.....
.....
5 ELEMENTAL ANALYSIS OF HAIR AS A RESEARCH TOOL

.....

The elemental analysis of hair is also used in research on the role of (trace) elements in physiology and pathology. With respect to such medical scientific applications the conclusions of the committee are more positive than above. In research one can to a certain extent control the factors that hamper the interpretation of the results or at least know their influence. Furthermore, it is possible to validate the measured elemental concentrations using other methods.

Therefore the committee concludes that the elemental analysis of hair can be a useful research tool. However, the committee stresses that one should not a priori assume a relation between the elemental concentration in hair and the elemental status or burden of the body. Also, all routes through which hair can be exposed to the elements in question should be studied.

.....

6 SUMMARY OF THE CONCLUSIONS

.....

In summary the conclusions of the committee with respect to the significance of the elemental analysis of hair for human health are:

- The determination of the elemental concentrations in hair may provide useful information as part of scientific research on the role of (trace) elements in physiology and pathology.
- For some non-essential elements, under certain conditions, the elemental analysis of hair can be used to qualitatively assess the exposure of groups of people.
- In case of the absence of external contamination the measurement of the hair concentration of some non-essential elements can be used under certain conditions to qualitatively assess the burden of groups of people with the elements in question.
- The scientific data published until now offer an insufficient basis to recommend the application of the elemental analysis of hair in diagnosis and therapy.
- The analytical techniques available at present enable an accurate determination of the concentration of all relevant elements in hair. Reports of the measured results should include quality control information.
- Washing a hair sample prior to the elemental analysis may diminish the spread of the results due to dust, fat and cosmetics. It is not possible to separate fully the internal and external contributions to the elemental concentration in hair by washing the hair sample.

One of the members of the committee is of the opinion that the committee should have compared the elemental analysis of hair with the determination of elemental concentrations in other matrices, such as blood and urine. This member also recommends further study of the experiences of medical practitioners with hair analysis. His views are presented in an addendum to the main report of the committee.