

Bestimmung von Spurenelementen in menschlicher Haut

Determination of Trace Elements in Human Skin

H. Feuerstein und J. Oschinski

Gesellschaft für Kernforschung mbH, Karlsruhe

(Z. Naturforsch. **29 c**, 414–416 [1974]; eingegangen am 25. April 1974)

Neutron Activation Analysis, Trace Elements, Human Skin, Gold Distribution

The elements Cu, Ag, Au, Cr, Fe, Zn, As, Mo and W have been determined in human skin using the neutron activation technique. The values are compared to values published in the literature. The values are scattering over a wide range, leading to the assumption of an uneven distribution of the trace elements in human skin. From the results of a special sample it is concluded that carrying a golden ring over a longer period of time will not contaminate the skin by gold or copper. The investigation of a skin sample where gold has been plated out showed a maximum of the gold concentration beneath the skin surface.

Spurenelemente spielen bei Stoffwechselprozessen im lebenden Organismus eine große Rolle. Ihre Bestimmung ist dadurch erschwert, daß nur kleine Gewebeproben entnommen werden können. In diesem Bericht werden Ergebnisse mitgeteilt, die bei der Untersuchung von menschlichen Hautproben mit Hilfe der Neutronen-Aktivierungsanalyse erhalten wurden.

Material und Methoden

Für die Untersuchungen standen die folgenden vier Hautproben zur Verfügung:

- Probe 1: Hautprobe von der Beugeseite des Unterarms eines gesunden Spenders.
- Probe 2: Hautprobe, an der Stelle des Ringfingers entnommen, an der 13 Jahre lang ein Goldring (585er Gold, Kupfer-legiert) getragen wurde; gleicher Spender wie bei Probe 1.
- Probe 3: Hautprobe eines anderen gesunden Spenders.
- Probe 4: Hautprobe aus dem Gesicht eines Patienten, bei dem eine Goldausscheidung in der Gesichtshaut festgestellt wurde.

Präparation der Proben

4 Tage vor der Entnahme von Probe 2 wurde der Goldring abgenommen und die Haut bei der normalen Körperpflege gereinigt. An allen Entnahmestellen erfolgte die Probenahme nach einer Reinigung und Desinfektion der Haut mit absolutem Alkohol. Die Schnitte gingen senkrecht zur Haut-

oberfläche durch alle Hautschichten hindurch bis zum Unterhautfettgewebe. Das Fettgewebe wurde entfernt und die Proben in absolutem Alkohol aufbewahrt. Kurz vor der Durchführung der Analysen wurden sie bei Raumtemperatur an der Luft bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und in Ampullen aus hochreinem Quarz eingeschmolzen. Die „luft-trockenen“ Hautstücke wogen maximal 5 mg.

Analysenverfahren

Die Hautproben wurden im Reaktor FR 2 des Kernforschungszentrums Karlsruhe bei einem thermischen Neutronenfluß von $9 \cdot 10^{13}$ nvt bestrahlt. Die Bestrahlungszeit richtete sich nach dem zu bestimmenden Element und nach der zu erwartenden Konzentration.

Bei der Bestimmung der Elemente Kupfer, Gold, Molybdän, Arsen und Wolfram betrug sie 0,5 bis 2 Tage, bei der Bestimmung der Elemente Silber, Zink, Chrom und Eisen 1 Woche. Die erzeugten Nuklide Cu-64 (0,53 d), Cr-51 (27,8 d), Fe-59 (45 d), Zn-65 (245 d), As-76 (1,1 d), Mo-99 (2,8 d), Ag-110^m (253 d) W-187 (1 d) und Au-198 (2,7 d) wurden mit einem Vielkanalanalysator mit GeLi-Detektor gemessen. In den Klammern ist die Halbwertszeit der Nuklide in Tagen angegeben. Die Elemente Kupfer, Arsen, Molybdän und Wolfram mußten vor der Messung chemisch abgetrennt werden, die anderen Nuklide konnten nach einer geeigneten Abklingzeit direkt gemessen werden.

Ergebnisse

In Tab. I sind alle gefundenen Analysenwerte zusammengestellt. Einige Proben konnten geteilt werden, hier wurden zwei Bestimmungen durchgeführt.

Sonderdruckanforderungen an Dr. H. Feuerstein, Abteilung Reaktorbetrieb und Technik i. Gesellschaft für Kernforschung m.b.H., D-7500 Karlsruhe, Postfach 3640.



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitalized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

Tab. I. Analysenergebnisse von lufttrockener Haut und Vergleichswerte.

Element	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	NIVEA-Creme	Werte aus ULCR-51013	unsere Werte von 1967
Kupfer	5,3 4,2	3,1 2,0	3,8	2,2	n.b.	25 bis 172 (dry skin)	0,75
Silber	n.b.	n.b.	0,29 0,29	0,30 0,17	0,0047	0,00017 bis 0,00045 (dry skin)	0,035
Gold	0,026	0,065 0,13	0,012 0,0068	1070 1480	weniger als 0,005	0,079 (wet skin)	0,0022
Chrom	n.b.	n.b.	22 16	8,6 5,8	0,012	0,07 bis 0,67 (wet skin)	n.b.
Eisen	n.b.	n.b.	n.b.	190 270	0,043	9 bis 59 (dry skin)	n.b.
Zink	n.b.	n.b.	95 27	19 73	15	20 bis 678 (dry skin)	6,1
Arsen	0,012 0,22	n.b.	0,043	0,023	n.b.	keine Angabe	0,072
Molybdän	0,061	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,039 (wet skin)	n.b.
Wolfram	0,026	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	keine Angabe	n.b.

n.b., nicht bestimmt. Angaben in Gewichts-ppm.

Die Tabelle enthält weiterhin Werte aus dem Report UCRL-51013¹ sowie von uns im Jahre 1967 gemessene Werte². In dem Report sind Literaturwerte der Konzentration von chemischen Elementen in menschlichen Geweben zusammengestellt. Ein Vergleich dieser Werte mit den hier gemessenen ist jedoch nur bedingt möglich, da die Bezeichnungen „wet skin“ bzw. „dry skin“ keine Aussagen über die Präparationstechniken zulassen.

Die Werte streuen sehr stark von Probe zu Probe. Diese Streuung ist viel größer als eine Streuung, die durch unterschiedliche Analysenverfahren, Analysenfehler oder durch Fehler bei der Präparation der Proben zu erwarten ist. Auch im UCRL-Report¹ werden für die einzelnen Elemente sehr große Streubreiten angegeben. Wahrscheinlich sind die Spurenelemente in der Haut nicht gleichmäßig verteilt (s. unten). Einen großen Einfluß auf die Konzentration von Spurenelementen in der Haut könnte die Art der verwendeten Hautpflege-mittel haben. Die Tabelle enthält die Konzentrationen einiger Elemente in NIVEA-Creme. Die Werte für Gold, Silber, Chrom und Eisen liegen wesentlich niedriger als die entsprechenden Werte in der Haut, dagegen liegt der Zinkgehalt in der

NIVEA-Creme in der gleichen Größenordnung wie der Zinkgehalt in der Haut.

Durch die Analyse der Hautprobe 2 sollte untersucht werden, ob durch das Tragen eines goldenen Schmuckstückes auf der Haut Gold oder andere Legierungsbestandteile in der Haut eingelagert werden. Die gefundenen Goldwerte liegen etwas höher als die Werte der Hautproben 1 und 3, liegen aber

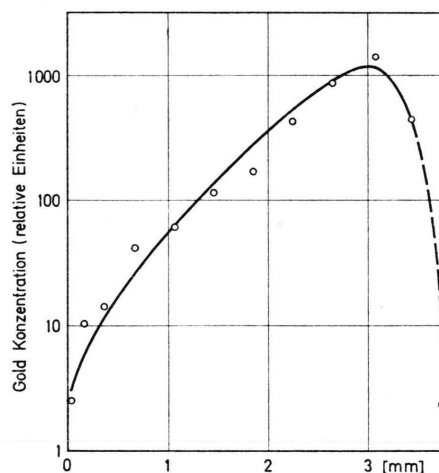


Abb. 1. Goldverteilung in Hautprobe 4. 0 mm = Unterhautfettgewebe, 3,8 mm = Hautoberfläche.

wahrscheinlich immer noch im Bereich der Streubreite, bei den Kupferwerten ist kein Unterschied zu anderen Hautproben festzustellen. Mit der Einschränkung, daß sich die Aussage auf die Auswertung einer Hautprobe stützt, kann die Schlußfolgerung gezogen werden, daß durch das Tragen eines goldenen Schmuckstückes auf der Haut kein Gold oder Kupfer in der Haut abgelagert wird.

Ein sehr interessantes Ergebnis wurde bei der Untersuchung von Probe 4 erhalten. Diese Haut enthielt im Mittel 0,12% Gold, während die Konzentration der anderen Elemente in der üblichen Größenordnung lag. Ein Stück dieser Haut wurde mit einem Mikrotom parallel zur Hautoberfläche in 20 μ m dicke Scheiben zerschnitten, in diesen Scheiben wurde der Goldgehalt bestimmt. Die Abb. 1 zeigt die Verteilung des Goldes in der Haut von Probe 4. Die Konzentration steigt vom Fettgewebe

ausgehend zur Hautoberfläche hin um mehr als zwei Zehnerpotenzen an, erreicht etwa 0,8 mm unter der Oberfläche ein Maximum und fällt danach steil ab. Das meiste Gold ist demnach in der Epidermis ausgeschieden. Dies könnte dadurch erklärt werden, daß die Ausscheidung von Gold in der Haut durch photochemische Prozesse ausgelöst wird; eine Goldausscheidung erfolgt in der Regel nur an den belichteten Körperteilen (Gesicht und Hände).

Wir möchten nicht versäumen, Herrn Dr. Altmeyer von der Klinik für Hautkrankheiten der Universität des Saarlandes für die Anregung zu dieser Arbeit und für die Lieferung der Hautproben 3 und 4, sowie Herrn Dr. Seidel vom Institut für Strahlenbiologie im Kernforschungszentrum Karlsruhe für die Anfertigung der Mikrotomschnitte recht herzlich zu danken.

¹ W. L. Robison, L. R. Anspaugh, W. H. Martin u. O. A. Lowe, Compilation of Published Informations on Elemental Concentrations in Human Organs in Both Normal and Diseased States, Pt. 4, Data Summary UCRL-51013, 1973.

² H. Feuerstein, *Analyt. Chem.* **232**, 196 [1967].