

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Basel
[Vorsteher: Prof. Dr. W. Gerlach].)

Über das Vorkommen von Strontium und Barium in menschlichen Organen und Ausscheidungen.

Von

W. Gerlach und R. Müller.

(Eingegangen am 2. November 1934.)

In der unbelebten Natur ist das Strontium ein regelmäßiger Begleiter des Calcium, während das Barium nicht in dem Maße mit Calcium und Strontium vergesellschaftet vorkommt. Es lag daher nahe zu untersuchen, ob in dem Organismus — Organen, Knochensystem, Ausscheidungen — das *Strontium* als regelmäßiger Begleiter des Calciums vorkommt und in seiner Menge dem *Calcium* parallel geht und wie sich ferner das *Barium* in gleicher Beziehung verhält.

Als Methode diente die von *We. Gerlach* zum Nachweis von Metallen in biologischem Material eingeführte chemische Emissionsspektralanalyse mit der Hochfrequenzfunkenmethode, die sich wegen der Möglichkeit, mit kleinem Ausgangsmaterial zu arbeiten und wegen der raschen und einfachen Handhabung, sowie wegen ihrer Empfindlichkeit zu solchen Untersuchungen besonders gut eignet.

Zum Strontiumnachweis diente die empfindlichste Linie bei (Sr. II) 4077,7 AE, doch haben wir daneben insbesondere zum Vergleich mit den 3 Ca. Linien 4578,6, 4581,5 und 4586 AE die Linie (Sr. I) 4607,3 AE angewendet. Die gleichfalls hochempfindliche Linie Sr. II 4214,5 fällt mit einer Bande zusammen und ist deshalb nicht zu verwerten.

Zum Nachweis des Bariums verwendeten wir die Funkenlinie Ba. II 4554,0 AE, während die ebenfalls empfindliche Funkenlinie 4934,1 sowie die Bogengrundlinie 5535 AE in einem für die photographische Platte ungünstigen Spektralgebiet liegen. Bei der Beurteilung der Linie bei 4554 AE ist zu berücksichtigen, daß an dieser Stelle ein Bandenkopf liegt, der unter Umständen einen positiven Befund vortäuschen könnte. Wir haben versucht, die Bande durch Änderung der Funkenanregung zu eliminieren, doch ist dies nicht gelungen. Vergleichsversuche an Testaufnahmen mit bekanntem Bariumgehalt zeigten nun, daß beim Vorhandensein von Barium diese Bande bedeutend verstärkt wird. Trotzdem ist es, wie wir festgestellt haben, möglich, einen Bariumgehalt von 0,01—0,05 γ durch diese Linie festzustellen. Bei einer Untersuchung des Menschenknochens auf Barium durch *Kunowski* verwendete dieser die Funkenlinien bei 2304,2 und 2335,3 AE, die, wie *Gerlach* und *Ruthardt*

gezeigt haben, weniger empfindlich sind, da sie höheren Anregungszuständen entsprechen. Die Konzentrationsgrenze, die durch die von *Kunowski* verwendete Linie noch erfaßt werden kann, liegt bei 5γ , also 2 Zehnerpotenzen höher als bei 4554 AE.

Zur Untersuchung kamen 63 wahllos herausgegriffene Sektionsfälle aller Altersstufen vom Feten bis zum Greisenalter. Es fanden sich unter diesen Fällen senile Osteoporosen, ein Fall von Osteomalacie, Osteosklerose des Skeletsystems verschiedener Art. Es erübrigt sich, die Befunde im einzelnen niederzulegen, da das Resultat im ganzen ein völlig einheitliches ist. Untersucht wurden im einzelnen Fall Schädeldach, Femur, Rippenknorpel, Herz, Niere, Leber, Milz, Lunge und zwar die gesamten Organe in den meisten Fällen nebeneinander. Dabei zeigte sich zunächst einmal, daß wir Strontium im menschlichen Organismus mit absoluter Regelmäßigkeit finden, d. h. nicht nur im Knochen, sondern praktisch in allen Organen. Dabei zeigt die spektrographische Untersuchung, daß das Strontium in seiner Menge stets dem Calcium parallel geht, d. h. in kalkreichen Organen und insbesondere im Knochen finden wir viel Strontium und umgekehrt.

Die absoluten Größenordnungen des Strontiumgehaltes bewegen sich zwischen etwa 0,01 und 0,1 γ pro Gramm Frischsubstanz. Diese kleinen Mengen machen es verständlich, daß *Henschen* interferenzmethodisch bei seinen röntgenspektrographischen Strukturuntersuchungen am kranken Knochen und am Callus das Strontium normaler Knochen nicht nachweisen konnte.

Im Gegensatz zu dem Strontium haben wir Barium in Menschenknochen überhaupt nicht nachweisen können.

Die Tatsache, daß Barium auch nicht im Knochen mit dem Kalk vergesellschaftet vorkommt, verdient deshalb hervorgehoben zu werden, weil wir Barium, wenn auch selten, so doch sicher in Gallensteinen und Kot nachgewiesen haben. Dabei zeigt sich, daß der Bariumgehalt in Gallensteinen bzw. im Kot nicht mit dem Calcium-Strontium parallel verläuft. Vergleichende Untersuchungen an Tierkot, z. B. an Katzenkot, haben uns gezeigt, daß das Verhältnis Barium zu Calcium ein ganz wechselndes ist.

Die Frage, wie das Barium in den Körper kommt, läßt sich dahin beantworten, daß manche Nahrungsmittel Barium enthalten können. So fanden wir Barium in einer Teeprobe, die daneben große Mengen von Mangan und Aluminium enthält; wir fanden es weiter in Gewürzen, wie Paprika und Curry, die überhaupt sehr metallreich sind. Das Strontium kommt gleichfalls in den Nahrungsmitteln reichlich und regelmäßig mit Kalk vergesellschaftet vor und es gibt nur ganz wenige Ausnahmen (wie beispielsweise der Schweizerkäse), in dem wir große Mengen von Calcium, aber kein Strontium nachweisen konnten.

Eine Reihe vergleichender Untersuchungen am Tierknochen, und zwar sowohl an Knochen von Haustieren (zahmes Kaninchen, Katze) als auch von Wild (Reh und Fasan), haben dieselben Ergebnisse wie die Untersuchung am Menschenknochen. Auch hier fehlte das Barium im Gegensatz zu den Angaben von *Timm*, auch hier bestand eine ausgesprochene Parallelität zwischen Calcium und Strontium.

Durch einen Zufall war es uns möglich, Knochen von Höhlentieren aus Altamira (Eiszeit) spektrographisch zu untersuchen, die ebenfalls Calcium und Strontium aber kein Barium enthalten. Auch sonst fanden sich in diesen Knochen keine anderen Metalle als beim Menschen.

Schrifttum.

Gerlach, Wa. u. We.: Die chemische Emissionsspektralanalyse, 2. Teil. Leipzig: Leopold Voß 1933. — *Gerlach, We. u. Ruthardt:* Dtsch. Z. gerichtl. Med. **20** (1932). — *Henschen, K.:* Arch. klin. Chir. **177**, 91 (1933). — *Kunowski, S.:* Dtsch. Z. gerichtl. Med. **19** (1932).