

Toxizität von Aluminium – ein Überblick

Prof. Dr. Clemens Allgaier

ACA-pharma concept GmbH, Leipzig

Aluminium (Al) zählt zu den Stoffen, deren mögliches toxisches Potential von einer breiten Öffentlichkeit seit längerem intensiv diskutiert wird. Dabei sieht der Verbraucher industriell hergestellte Produkte wie Bedarfsgegenstände, Kosmetika oder Arzneimittel als entscheidende Quelle einer Exposition. Hauptaufnahmequellen sind jedoch Nahrungsmittel und Trinkwasser.

Al ist nach Sauerstoff und Silizium das dritthäufigste Element der Erdkruste. Eine biologische Relevanz für den Menschen ist nicht bekannt. Nach erfolgter Resorption kann Al^{3+} aufgrund seiner physikochemischen Eigenschaften mit Fe^{3+} , Mg^{2+} und Ca^{2+} konkurrieren. Die tägliche Al-Aufnahme über den Verdauungstrakt als Hauptaufnahmepfad liegt für Erwachsene (60 kg) bei 1.6-13 mg basierend auf einer Aufnahme von 0.2 - 1.5 mg/kg Körpergewicht/Woche.

Bei Kindern liegen diese Werte etwas höher. Im Durchschnitt werden 0,1% des aufgenommenen Al resorbiert und sind damit bioverfügbar. Die Resorptionsrate kann je nach betrachteter Al-Verbindung bzw. deren Umgebungsmillieu um den Faktor 10 schwanken. Die relative Aufnahme nimmt mit steigender Menge ab.

Die intakte Haut stellt grundsätzlich eine Barriere für Aluminium dar, allerdings gibt es Hinweise darauf, dass bei großflächiger Auftragung oder einer vorliegenden Schädigung der Haut relevante Mengen an Al dermal resorbiert werden können. Systemisch verfügbares Al wird fast ausschließlich renal eliminiert. Der normale Plasmagehalt liegt bei 1-3 $\mu\text{g/L}$.

Ergebnisse aus zahlreichen tierexperimentellen Studien zur Toxizität von Al liegen vor. Als besonders relevant werden dabei die Endpunkte Neurotoxizität und Nephrotoxizität betrachtet. Leider sind viele der durchgeführten Studien methodisch unzureichend und daher nur begrenzt aussagekräftig.

Ein weiteres Problem ergibt sich aus der großen Zahl unterschiedlicher Al-Verbindungen mit stark abweichenden physikochemischen Eigenschaften. Auf der Grundlage tierexperimenteller Daten (Endpunkt Neurotoxizität) ermittelte die EFSA eine tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (TWI) von 1 mg Al/kg Körpergewicht, entsprechend einer bioverfügbaren Al-Menge von 8.6 $\mu\text{g/d}$ beim Erwachsenen (60 kg).

In In-vitro- und tierexperimentellen Untersuchungen wurde kein Hinweis auf ein genotoxisches oder karzinogenes Potential erhalten. Reproduktionstoxische Effekte wurden nur in sehr hohen Dosierungen beobachtet. Ein Zusammenhang zwischen erhöhter Al-Exposition und M. Alzheimer ließ sich nicht herstellen.

Eindeutig beschrieben sind demgegenüber neurotoxische Effekte von parenteral verabreichtem



Al bei Dialysepatienten („Dialyse-Enzephalopathie“). Bei Dialyse-Patienten waren die Al-Spiegel im ZNS erhöht. Die Serum-Al-Spiegel lagen bei $>80 \mu\text{g/L}$; bei Al-Spiegeln von $40\text{-}60 \mu\text{g/L}$ war die Mortalität um 18% erhöht; Osteopathie trat bei $>30 \mu\text{g/L}$ auf. Diese Ergebnisse zeigen die Bedeutung der Al-Plasmaspiegel für die Abschätzung möglicher toxischer Effekte von Al-Verbindungen.

