Zeitschrift: Protar

Herausgeber: Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes

Band: 25 (1959)

Heft: 7-8

Artikel: Chemische und biochemische Probleme zur Verhütung von Strahlenschäden

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-363833

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Chemische und biochemische Probleme zur Verhütung von Strahlenschäden

Die Strahlenbiologie ist einer der jüngsten Zweige der biologischen Wissenschaften. In den Gesichtskreis der breiten Oeffentlichkeit wurde sie zuerst durch den Abwurf der amerikanischen Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki gerückt. Die Geburtsstunde der Strahlenbiologie ist jedoch wesentlich älteren Datums; denn man kann sie zeitlich etwa gleichsetzen mit der Entdeckung der Radioaktivität und der Röntgenstrahlen. Besonders die Röntgenstrahlen haben in ihrer umfangreichen therapeutischen und diagnostischen Anwendung viel zur Entwicklung dieses neuen Wissensgebietes beigetragen. Hierin liegt der Grund, warum die meisten Versuche, einen chemischen Strahlenschutz für den Menschen zu entwickeln, sich eng anlehnen an die bisherigen Erfahrungen mit Röntgenstrahlen.

Es dürfte daher von Nutzen sein, einmal die Frage zu beantworten, wie nun radioaktive Strahlen auf die Zellen wirken. Dieser Fragenkomplex kann zurzeit noch nicht mit Sicherheit beantwortet werden; es liegen aber doch Hypothesen vor. Es leiden eben alle Versuche an gewissen Unzulänglichkeiten, dem Menschen mit Hilfe von z. B. chemischen Verbindungen einen gewissen Schutz gegen radioaktive Strahlen zu bieten, da jede bewusst oder unbewusst gelenkte Reaktion zu Antireaktionen führt, wie diese der Mediziner bei den allergischen Erscheinungen zur Genüge kennt. Professor Z. M. Bacq von der Universität Lüttich (Belgien) wies z. B. erst kürzlich anlässlich eines Symposiums über die wissenschaftlichen Grundlagen des Strahlenschutzes darauf hin, dass nach seinen eigenen und den Untersuchungen anderer Forscher eine verblüffende Uebereinstimmung besteht zwischen den physiologischen und und biochemischen Veränderungen, die einerseits Wasserstoffsuperoxyd und anderseits ionisierende Strahlen in den Körperzellen hervorrufen. Wasserstoffsuperoxyd wird deshalb als radiomimetische Verbindung bezeichnet, d. h., es kann die gleichen biochemischen Veränderungen erzeugen wie ionisierende Strahlen. Die meisten Strahlenbiologen nehmen heute an, dass die Strahlen das Wasser in den Zellen in sogenannte Radikale aufspalten, die sich dann teilweise mit dem im Wasser stets etwas gelösten Sauerstoff zu Wasserstoffsuperoxyd vereinigen. Hauptsächlich diese Verbindung ist es dann, die in die Funktionen der Zelle eingreift, diese stört und in schweren Fällen sogar abtötet. Es muss jedoch betont werden, dass dieser Wirkungsmechanismus nur einer von vielen ist, die an dem Entstehen von Strahlenschäden teilhaben. Aber er bietet immerhin einige Möglichkeiten, die Zellen gegen solche Schäden zu schützen.

Bekanntlich arbeitet die grossindustrielle Chemie, um den Ablauf bestimmter Reaktionen in eine gewünschte Richtung zu lenken, vielfach mit sogenannten Katalysatoren. Das gleiche Verfahren, nur mit viel grösserem Nutzeffekt, wenden auch die Zellen der Lebewesen an. In der gleichen Weise, wie technische Katalysatoren vergiftet und unwirksam werden können, kann auch eine Vergiftung der um ein Vielfaches empfindlicheren Biokatalysatoren erfolgen. Biokatalysatorgifte sind z. B. viele Schwermetalle, wie Blei, Kupfer oder Chrom, und neben anderen chemischen Verbindungen auch Wasserstoffsuperoxyd.

Zu den wichtigsten Biokatalysatoren gehören die sogenannten Thiol-Enzyme, wie etwas das Coenzym A, das für den Kohlehydrat-, Fett- und Proteinstoffwechsel von Wichtigkeit ist. Diese Enzymgruppe enthält als wirksame Komponente die sogenannte Thiol-Gruppe.

Wasserstoffsuperoxyd ist, wie von seiner Verwendung als Bleichmittel und beim Fixieren von Dauerwellen her bekannt ist, ein Oxydationsmittel. In den Zellen unter dem Einfluss ionisierender Strahlen gebildet, oxydiert es auch die Thiol-Enzyme zu einer sogenannten Disulfid-Gruppe. Dadurch werden jedoch die Biokatalysatoren vergiftet, unwirksam, und die Zellfunktionen gestört.

Um nun diesen Effekt rückgängig zu machen, muss man auf das oxydierte Enzym reduzierende Substanzen einwirken lassen. Solche Reduktionsmittel müssen natürlich ausserdem vom Körper gut vertragen werden. Allerdings können die Thiol-Enzyme nur dann wieder aktivieren, wenn sie möglichst bald nach der Strahleneinwirkung abgewendet werden. Sie können — und darin liegt zurzeit wohl die Hauptbedeutung — auch vorbeugend benutzt werden. Injiziert man sie Personen, die mit Röntgenstrahlen behandelt werden sollen oder die in radioaktiv verseuchten Gebieten vorübergehend zu tun haben, so verhindern diese reduzierenden Substanzen weitgehend Strahlenschäden. Sie treten dabei, so könnte man sagen, in Konkurrenz zu den Thiol-Enzymen, indem sie die durch ionisierende Strahlen gebildeten freien Radikale und das Wasserstoffsuperoxyd an sich binden und grösstenteils unschädlich machen.

Bis heute sind schon viele Hunderte von Reduktionsmitteln in Reagensglas- und Tierversuchen getestet worden. Zu den wirksamsten und am besten verträglichen gehören die chemischen Verbindungen Cystein, Cysteamin und Cystamin. Cystein ist ein Bestandteil vieler Eiweisse. Cysteamin lässt sich aus Cystein herstellen und ist etwa fünfmal wirksamer, jedoch weniger haltbar, so dass es nur kurzfristig wirkt. Cystamin schliesslich ist ebenso wirksam wie Cysteamin, seine Wirkung hält jedoch wesentlich länger an. Deshalb dürfte es wohl zurzeit das beste Strahlenschutzmittel sein.

Nun sei auch noch näher die Frage beantwortet, ob es körpereigene Abwehrstoffe gibt. Diese Frage ist durchaus berechtigt, zumal alles Leben auf der Erde sich unter dem ständigen Einfluss der sehr starken kosmischen und der wesentlich schwächeren natürlichen und radioaktiven Strahlung, die von radioaktiven Elementen in der Natur herrührt, entwickelt

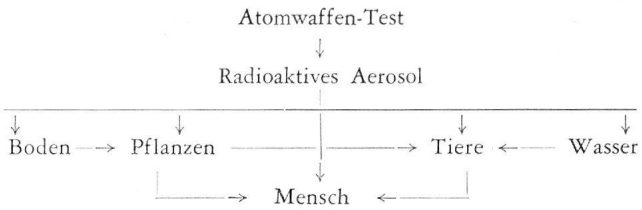
hat. Sie hat auch stetig, und zwar im Verlaufe von Millionen Jahren, auf das sich allmählich entwickelnde Menschengeschlecht eingewirkt.

Zurzeit lässt sich die Frage, ob unser Körper einen natürlichen Abwehrmechanismus gegen radioaktive Strahlen besitzt, noch nicht eindeutig beantworten. Die meisten Strahlenbiologen neigen dazu, sie zu bejahen; allerdings mit der Einschränkung, dass es auf das natürliche Strahlenniveau abgestimmt sein dürfte, also den besonderen Anforderungen, wie sie teilweise schon heute auftreten, nicht gewachsen sein kann. Sie gründen ihre Vermutung aber nicht darauf, dass alles Leben unter dem ständigen Einfluss von Strahlen entstanden ist und sich zu seinen gegenwärtigen Formen entwickelt hat, sondern sie weisen vor allem darauf hin, dass die drei genannten Strahlenschutzsubstanzen zugleich auch natürliche Bestandteile der Körpersubstanz sind. Beispielsweise ist das Cysteamin einer der vielen Bestandteile des obenerwähnten wichtigen Coenzyms A. Deshalb ist die Forschung heute eifrig bemüht, dem vermuteten biologischen Strahlenabwehrsystem des Organismus nichzuspüren. Gelänge es, dieses aufzufinden, könnte man wohl auch eine Möglichkeit entwickeln, es etwa in ähnlicher Weise zu aktivieren, wie man durch Impfen die Abwehrkräfte des Körpers gegen bestimmte Infektionskrankheiten verstärken kann.

Die radioaktive Strahlung kann sowohl von aussen als auch von innen her auf den menschlichen Organismus einwirken. Ein Beispiel für die äussere Einwirkung ist die Strahlung bei Atombomben-Testen, die ungehindert erfolgt, oder die Strahlung von Atomreaktoren und von Teilchenbeschleunigern, die selbstverständlich abgeschirmt werden kann und nur bei Unvorsichtigkeit den Menschen trifft.

Gewöhnlich wird übersehen, dass neben den natürlichen stabilen auch die natürlichen radioaktiven Elemente zum Aufbau der Körpersubstanz aller Lebewesen verwendet werden. Infolgedessen besitzen alle Lebewesen eine gewisse, wenn auch verschwindend kleine Radioaktivität, eine «innere radioaktive Strahlung». So enthält z. B. der menschliche Körper unter anderem Spuren von radioaktivem Kalium, Thorium und Uran, an deren Strahlung er sich angepasst hat.

Wesentlich anders verhält es sich mit der Aufnahme radioaktiver Substanzen, die künstlich nach Atombombenexplosionen entstehen. Gemeint sind die radioaktiven Aerosole, die bei einem «fall out» hauptsächlich auf dem Atemwege in den Körper eindringen. Aber der Mensch ist, wie nachstehende Skizze beweist, noch besonders gefährdet, da er mit der Nahrungsaufnahme zusätzlich die bereits in Tieren und Pflanzen angereicherten radioaktiven Substanzen in seinem Organismus speichert. Er atmet also nicht nur das radioaktive Sol (Aerosol) ein, er nimmt die radioaktiven Gifte ausserdem noch mit dem Trinkwasser, mit seiner pflanzlichen und tierischen Nahrung zu sich, er bildet gewissermassen den «Mülleimer» oder die Sammelstelle des von ihm selbst künstlich erzeugten strahlenden und deshalb so gefährlichen Staubes.



Der gefährlichste Bestandteil der künstlichen radioaktiven Aerosole ist das Strontium-Isotop Sr-90. Schon das natürliche Element Strontium ist stark giftig. Diese Giftwirkung wird vervielfacht durch seine radioaktive Strahlung. Da Strontium chemisch dem Kalzium ähnelt, nehmen Pflanzen, Tiere und Menschen, die ja alle Kalzium zum Aufbau ihres Organismus benötigen, auch Sr-90 auf, weil sie nicht exakt zwischen Kalzium und Strontium «unterscheiden» können. Ist das Sr-90 aber erst einmal auf einem der vielen Wege in den Körper hineingelangt, lässt es sich aus ihm nur sehr schwer wieder entfernen. Es wirkt dann als «innerer Strahler» und übertrifft in seiner Wirkung die Strahlung der im Körper enthaltenen natürlichen radioaktiven Substanzen um ein Vielfaches. Eine besondere Gefahr besteht darin, dass es in den Knochen abgelagert wird, und zwar bevorzugt in den Teilen, in denen die Blutbildung erfolgt, also in der Nähe des Knochenmarks. Deshalb zielen die Arbeiten der Radiobiologen dahin, das Sr-90 so schnell wie möglich wieder aus dem Körper zu entfernen.

Zum Teil kann die Wirkung des Sr-90 aufgehoben werden durch die bereits angeführten Strahlenschutz-Substanzen. Aber ihre Anwendung genügt bei weitem nicht. Vielmehr ist es dringend, das Sr-90 schnellstens zur Ausscheidung zu bringen. Auch für diesen Zweck sind bereits verschiedene Verfahren entwickelt worden, besonders vom Strahleninstitut der Universität Marburg.

Es gibt praktisch bereits zwei erprobte Wege, das Sr-90 wieder zu beseitigen. Beim ersten wird an die Patienten Zirkonzitrat, d. h. das Zirkonzitrat der Zitronensäure, verabreicht. Es lagert das Sr-90 an und wird zusammen mit diesem ausgeschieden. Beim zweiten Weg benutzt man das Kaliumsalz der Aethylendiamintetraessigsäure. Im Körper wird durch dieses Salz das gefährliche und unlösliche Sr-90 gegen das biologische Kalzium ausgetauscht. Infolgedessen wird das Kalzium anstelle des strahlenden Sr-90 abgelagert, das in eine wasserlösliche Verbindung umgewandelt und dann auf dem Harnwege ausgeschieden wird. Beste Erfahrungen hat man mit einer Kombination der drei Möglichkeiten gemacht, also durch Verabreichung von Cysteamin zur Aufhebung der Strahlenwirkung und durch gemeinsame und gleichzeitige Gaben von Zirkonzitrat und Kalziumäthylendiamintetraacetat. Eine solche Therapie ist um so wirksamer, je rechtzeitiger sie einsetzt.

Es kann damit abschliessend festgestellt werden, dass staatliche Institutionen sowie die chemische und die Arzneimittelindustrie lebhaft bemüht sind, Mittel gegen die radiologische Gefährdung der Bevölkerung zu entwickeln und deren Schutz gegen Strahlungsschäden zu gewährleisten. an