

Acta Medica Okayama

Volume 5, Issue 2

1936

Article 7

JUNI 1937

Über die sauresten Granula. I. Mitteilung: Allgemeine Bemerkungen.

Yukio Hamazaki*

*Okayama University,

Copyright ©1999 OKAYAMA UNIVERSITY MEDICAL SCHOOL. All rights reserved.

Aus dem Pathol. Institut der Med. Fäkultät Okayama
(Direktor: Prof. Dr. O. Tamura).

Über die sauresten Granula.

I. Mitteilung: Allgemeine Bemerkungen.

Von

Yukio Hamazaki.

Eingegangen am 24. Oktober 1936.

Seit vier Jahren habe ich mich mittels meines eigenen Forschungsverfahrens, welches in der Fixation mit Schwermetallsalzen und der Färbung mittels der Karbofuchsin-Jod-Methode (KFJ-Methode) besteht, mit den sauresten Granula bzw. sauresten Substanzen beschäftigt.

Die Untersuchungsmethode gestaltet sich, kurz zusammengefaßt, folgendermaßen: Frisches Material wurde mit 1) Müller-Eisessiglösung 3 Tage lang, 2) Müller-Eisessig-Sublimatgemisch, 3) Müller-Eisessig-Kupfersulfatgemisch, 4) Müller-Eisessig-Eisensulfatgemisch, 5) kombinierter Fixation mit zwei beliebigen der oben genannten Gemische und mit meiner KFJ-Methode behandelt.

Sie gestaltet sich wie folgt:

1) Fixierung eines kleinen Gewebstückchens in einer der oben genannten Schwermetallsalzlösungen 3 Tage lang, dann Formolnachsicherung, einen Tag lang. 2) Paraffineinbettung. Herstellung von etwa 6 μ dicken Schnitten. 3) Nach Entparaffinierung färbt man eine Stunde mit folgender Farblösung: 0.5 g Fuchsin (f. Bac. Grübler) wurden in 5.0 cc absolutem Alkohol gelöst, und darauf wurden 95.0 cc 3%iges Korbolwasser hinzugefügt. Diese Farblösung hält sich Monate lang. 4) Auswaschen 5 Min. 5) Differenzierung in verdünnter HCl-Lösung (Japan. offiz. Salzsäure 1 Teil, Wasser 100 Teile) 10 Min. 6) Auswaschen 5 Min. 7) Jodierung in *Lugolscher* Lösung 30 Min. 8) Entfernung des Jodes mit 1%iger Natriumthiosulfatlösung. 9) Auswaschen 5 Min. 10) Differenzierung in konzentrierter HCl-Lösung (dieselbe Salzsäure 3 Teile, Wasser 100 Teile) 10 Min. 11) Auswaschen in fließendem Wasser 10 Min. 12) Entwässerung und gleichzeitige Differenzierung in Alkohol. 13) Aufhellung in Xylol. 14) Einschließen mit Balsam.

Je nach der Art des Fixierungsgemisches habe ich bis jetzt vier Arten säurefester Granula gefunden, welche alle bei der KFJ-Methode eine ausgezeichnete säurefeste Beschaffenheit zeigen. Demgemäß möchte ich vorläufig diese Granula unter dem Namen „säurefeste Granula“ zusammenfassen, und den entsprechenden Granula, welche dem zur Fixierung benutzten Schwermetallsalz eigentümlich sind, als Zusatz den Metallnamen beifügen. Also lauten die vier Arten der säurefesten Granula soweit von mir schon nachgewiesen wie folgt: Cr-säurefeste, Fe-säurefeste, Cu-säurefeste und Hg-säurefeste Granula, während weitere Fixationsversuche noch im Gange sind.

Die obengenannten, mit Schwermetallen fixierbaren, säurefesten Granula zeigen sich bei Anwendung der KFJ-Methode, welche man als eine Art von chemischer Reaktion ansehen muß, als schöne violett bis violettrotliche scharfe Gebilde. Je mehr das Granulum einen rötlichen Farbton zeigt, desto mehr enthält es im allgemeinen reichliche Lipoidsubstanzen. Die Ausbreitung der Granula erstreckt sich auf fast alle tierischen Gewebe, sowohl auf die der Erwachsenen, als auch auf die des Fetus, und geht sogar in die Pflanzengewebe sowie in die Mikroorganismen über. Ich habe daher hier keinen Raum, die besondere Beschaffenheit jeder einzelnen Granula eingehend zu beschreiben, sondern muß dies bis zu der Originalarbeit verschieben.

Jedes säurefeste Granulum hat seine Eigentümlichkeit, doch stehen alle mit einander in inniger Beziehung, um ein neues Stoffwechselsystem auszubauen. Unter den vier Arten der säurefesten Granula gehören die Cr-säurefesten zu einer höheren Stufe der in Frage kommenden Substanz und finden sich immer nur im Zelleib vor, sie lösen sich also nicht im Körpersaft auf, wie die anderen säurefesten Substanzen. Sie verbreiten sich in fast allen Parenchymzellen der Organe und in mesenchymalen Geweben, insbesondere sind sie in Gehirn, Herzmuskel, Dünndarmepithel, Skelettmuskel, Nebenniere, Niere und Leber reichlich vorhanden. Sie gestalten sich in eckig rundlichen Figuren und messen 0.5 bis 2 μ . Sie sitzen teilweise an der Kernmembran im Protoplasma, manchmal zeigen sie sich als ein Verdichtungsknoten der Kernmembran und können sogar, wenn auch selten, wohl im Kerninnern vorkommen.

Als Kontrollversuche habe ich mit demselben Material genaue Studien über schon bekannte Zellgranula angestellt. Trotzdem finde ich keine direkte Beziehung zwischen den säurefesten Granula und den schon bekannten. Von den im Lebewesen stark verbreiteten säurefesten Granula kommen hier eigentlich nur zwei Arten der schon bekannten Granula in Frage, d. h. Mitochondria bzw. Meta-

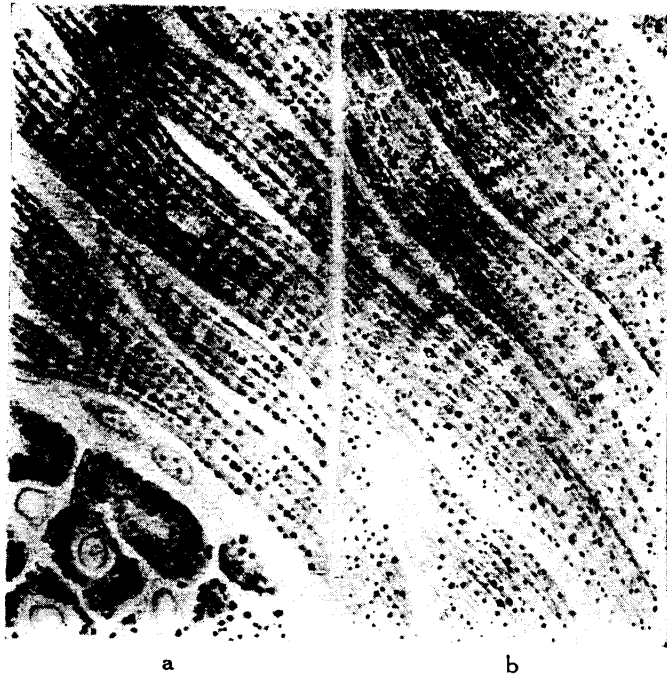


Abb. 1. a) Cr-säurefeste Granula d. Herzmuskels. Kaninchen.
b) dieselben Granula d. Kaumuskels.

chondria und Oxydasegranula. Die letzteren werden aber heute als eine besondere Funktionsäußerung anderer Zellgranula, insbesondere der Mitochondria, betrachtet. Demgemäß glaube ich, daß die Mitochondrien die einzigen Zellgranula sind, die man von den säurefesten Granula scharf trennen muß.

Die Mitochondrien zeigen, wie bekannt, eine untrennbare Beziehung zu der sekretorischen Funktion der Drüsenzellen. Die säurefesten Granula haben dagegen keine wesentliche Beziehung zu der Drüsensekretion. So sind sie z. B. in Pankreas, Speicheldrüsen, Hypophyse u. a. nur wenig vortreten. Im Gegensatz dazu werden sie im Muskelgewebe sehr reichlich nachgewiesen. Im embryonalen Gewebe und in den Keimzellen kommen die säurefesten Granula in geringer Zahl vor, während die Mitochondrien hier sehr zahlreich sind. Bohnen haben nur wenig säurefeste Granula und säurefeste Substanz. Diese nehmen aber nach dem Keimen allmählich in den jungen Blättern zu. Die Mitochondrien gehören, wie bekannt, zu den primitivsten Protoplasmagranula und nach ihrer besonderen Funktionsäußerung kommt eine Reihe verschiedener Zellgrenula zustande, z. B. Oxydasegranula, *Altmannsche* Granula, *Alzheimersche* Granula, verschiedene Sekretgranula der Drüsenzellen u. a. m. Es gibt einige

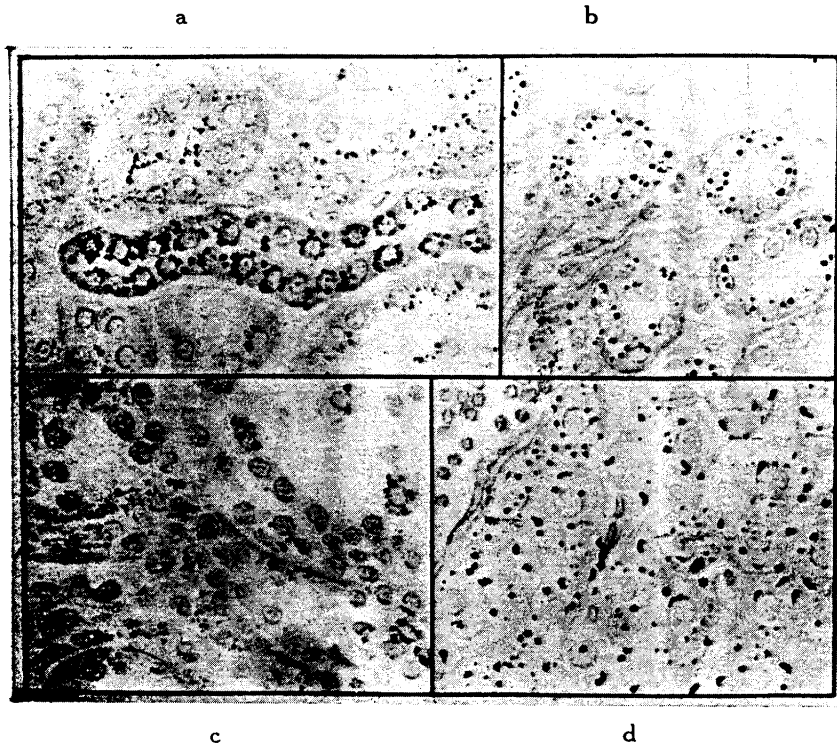


Abb. 2. a) Cr-säurefeste Granula d. Hauptstücke (oben), die d. Zwischenstücks (mitte), die d. Schaltstücks (recht unten) d. Kaninchenniere. b) dieselben Granula d. aufsteigenden Schenkels d. *Henleschen* Schleife. c) dieselben Granula d. roten Pulpa d. Kaninchenmilz. d) dieselben Granula d. Kaninchenleber.

Granula, deren Herkunft noch nicht geklärt ist. Über die allbekanntesten, deutlichsten Zellgranula sind aber doch wohl die meisten Autoren darin einig, daß sie von Anfang an im Protoplasma entstehen. Die säurefesten Granula haben aber keine zytoplasmatische Herkunft, im Gegensatz zu den oben genannten. Das will sagen: sie haben nukleäre Herkunft. Wenn man das mit Kupfersulfatgemisch fixierte Material mit der KFJ-Methode ohne eine zweite Differenzierung behandelt, so bekommt man ein untrügliches Bild, wo man zahllose, manchmal ringförmige, feine Granula vom Ruhekern ins Protoplasma übergehen sehen kann, und die Grenze zwischen dem Kern und Protoplasma kaum zu finden ist. Die ins Protoplasma gelangten Granula bekommen nachher die Säurefestigkeit gegenüber der zweiten Differenzierung bei der KFJ-Methode und zeigen sich als säurefeste Granula, während die jungen Granula im Protoplasma und auch die im Kern durch die zweite Differenzierung verschwinden. Die nukleäre Herkunft der säurefesten Gra-

nula kann man noch deutlicher und häufiger bei degenerierten Zellkernen der pathologischen Gewebe erkennen. Dieses Thema möchte ich später noch einmal berühren.

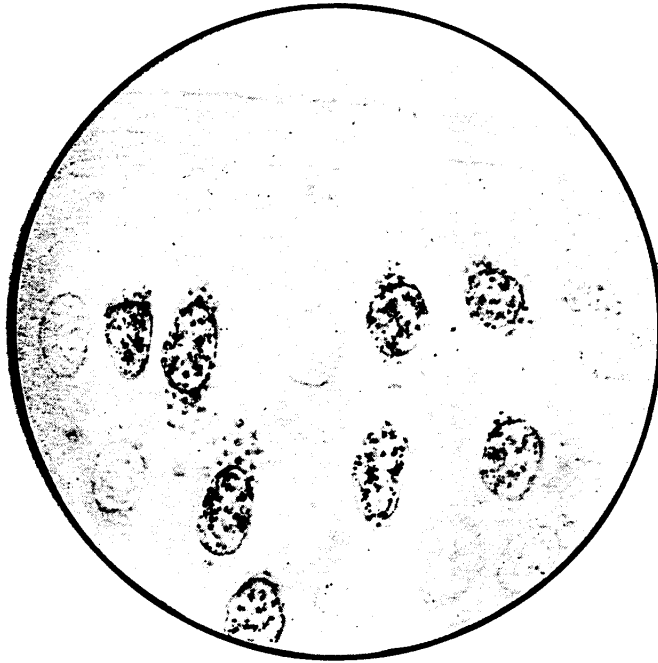


Abb. 3. Cu-säurefeste Granula d. Zungenepithels d. Kaninchens. Zahlreiche Granula d. Epithelkerne gehen in das Protoplasma über. KFJ-Methode ohne zweite HCl-Differenzierung.

Die histochemische Beschaffenheit der säurefesten Granula und die der Mitochondrien sind ganz und gar nicht ähnlich. Die ersteren sind gegen Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure außerordentlich widerstandsfähig und lösen sich leicht in verdünnter Alkalilösung. Sie werden nicht durch Salzsäurepepsin verdaut, sondern sind durch Trypsin verdaulich. Im Gegensatz zu Mitochondrien und Metachondrien haben sie also histochemisch eine große Ähnlichkeit mit Kerneiweiß. Ihre charakteristische chemische Natur ist aber die leichte Löslichkeit in verdünntem (0.2%) Barytwasser, und durch diese Eigenschaft unterscheiden sie sich wesentlich von den säurefesten Lipoiden, sowie von den Mitochondrien, welche im Gegenteil durch die Barytwasserbehandlung sehr leicht und schön färbbar werden (s. Originalarbeit). Die Löslichkeit in Barytwasser kann man keineswegs als einfache Alkaliwirkung ansehen, weil die Cr-säurefesten Granula in einer verdünnten Kalilauge unter 0.5% nicht

mehr löslich sind.

Kurze Zeit nach der Fütterung zeigt das Zottenepithel des Kaninchendarms zahlreiche, feine und gröbere Cr-säurefeste Granula. Dabei ist zu bemerken, daß der das Zottenepithel berührende Darminhalt reichlich amorphe oder granulierte säurefeste Substanz führt. Beim Hungerversuch verschwinden die obengenannte säurefeste Substanz und die Cr-säurefesten Granula gleichzeitig. Die säurefeste Substanz wird durch die Zottenepithelien resorbiert und in dem Protoplasma zu Cr-säurefesten Granula synthetisiert. Durch die Tätigkeit der Epithelien gehen die letzteren in die Tunica propria über. Wie man sich wohl vorstellen kann, findet dabei die erste Spaltung mit nachfolgender Synthese bei der Passage durch die Basalmembran des Zottenepithels statt. In der Tunica propria sammeln sie sich um die Chylusgefäße und werden in im Körpersaft bzw. im Fett lösliche Substanz gespalten, um durch die Chylusgefäße aufgenommen zu werden und ins Blut zu gelangen.

Darüber, ob die säurefeste Substanz durch die Blutkapillaren der Darmzotten resorbiert wird oder nicht, wissen wir heute noch wenig. Man kann nur sagen, daß säurefeste Substanzen, abgesehen von der Hg-säurefesten Substanz, in dem Blutplasma kaum nachweisbar sind. Die letztere ist lediglich ein Endprodukt des betreffenden Stoffwechsels, wie wir nachher noch einmal zeigen wollen. Es ist zu beachten, daß in der Verdauungszeit die Leukozyten, insbesondere die pseudoeosinophilen bei Kaninchen, in der Tunica propria viele Cr-säurefeste Granula führen, während die Leukozyten in anderen Körpergebieten dies nicht tun. Von dieser Voraussetzung aus kann man also annehmen, daß die Darmleukozyten als Träger der säurefesten Substanz tätig sind und sie durch die Blutbahn transportieren. Nach den heute herrschenden Ansichten der Chemiker wird Nukleinsäure nicht durch die Chylusgefäße der Darmwand resorbiert, sondern ausschließlich durch die Blutgefäße und dabei sollen die Darmleukozyten eine große Rolle bei der Resorption spielen (*Schittenhelm*). Wenn die oben angeführten Ansichten richtig sind, so muß die Cr-säurefeste Substanz in der Tunica propria der Darmwand in zwei Bestandteile gespalten werden, und zwar wird die eine durch die Chylusgefäße resorbiert und die andere durch die Blutgefäße, wobei die letztere nichts anderes als Purinbase ist. Ich möchte hier aber als eine wichtige Bemerkung hinzufügen, daß nukleinsaures Natron ziemlich deutlich fettlöslich ist.

Im Chylusgefäße kann man keine Cr-säurefeste, sondern nur Cu-säurefeste und Fe-säurefeste Substanz nachweisen. Die beiden letzten Substanzen, welche im Körpersaft löslich sind, gelangen durch die Lymph- und Blutbahn zu den Körperzellen und werden

von den letzteren resorbiert. Die beiden resorbierten, säurefesten Substanzen werden synthetisch in Cr-säurefeste Substanz reproduziert und als Reservestoff im Protoplasma aufgespeichert. Beim Arbeiten der Körperzellen wird die Cr-säurefeste Substanz (oder Granula) oxydiert und gespalten, worauf das Endprodukt, d. h. die Hg-säurefeste Substanz entsteht. Bei diesem Spaltungsprozeß können auch die Cu- und Fe-säurefesten Substanzen als Zwischenprodukte entstehen.

Außerdem ernährt die Cr-säurefeste Substanz den Zellkern und beteiligt sich am Erhaltungs- und Anwachsstoffwechsel. Die oben schon erwähnten säurefesten Granula, welche an der Kernmembran aufzutreten pflegen, muß man wohl als ein am Kernstoffwechsel beteiligtes Gebilde ansehen. Wir haben hier also zwei Arten säurefester Substanzen verschiedener Herkunft; die eine ist die säurefeste Substanz exogener Herkunft, welche vom Dünndarm resorbiert, die andere ist endogener Herkunft, welche vom Zellkern produziert wird.

Die Hg-säurefeste Substanz, das Endprodukt des Stoffwechsels der säurefesten Substanz, hat deutlich hydrophile Natur und ist im Körpersaft leicht löslich. Diese Substanz geht von den Gewebszellen—ausschließlich von den Parenchymzellen—in die Körpersäfte über und läßt sich in den Gewebsspalten, Lymphräumen sowie Blutgefäßen durch das Schwermetallsalz fixieren. Sie wird hauptsächlich im Harn und auch in anderen Sekreten, wie in denen der Nase und Bronchien, physiologisch sowie pathologisch ausgeschieden.

Bei der Sublimatgemischfixation läßt sich die Hg-säurefeste Substanz als grobe rundliche Körperchen in den Gewebsspalten nachweisen. Wenn man in frischen, normalen Harn eine genügende Menge des Sublimatgemisches hineingießt, fällt die Hg-säurefeste Substanz in wenigen Minuten aus. Dabei bildet sie in Verbindung mit Sublimat immer Sphärokrystalle (merkuraffine Körperchen oder MAK).

Die färberische Beschaffenheit der MAK ist ziemlich charakteristisch. Mit Hämatoxylin wird sie dunkel blau-grünlich, mit *Bestscher* Kaliumkarminlösung rosig bis karminrot und mit Congorot orangerot gefärbt. Bei Jodgrünfärbung zeigt sie Metachromasie und nimmt eine violette Nuance an, aber Kresylechtviolett hat diese Wirkung nur in geringem Maße. Bei *van Giesonscher* Färbung zeigt sie meist einen gelblichen Ton, freie MAK in der Gewebsspalte färben sich jedoch manchmal rötlich. Die Jodschwefelreaktion fällt in manchen Fällen positiv aus; sie wird bräunlich, bräunlich-rötlich oder orangerot, selten violett. Die MAK haben also ziemlich typische amyloide Reaktion. Noch interessanter sind die positiven Resultate von fast allen Fett- und Lipoidfärbungen. Mit Sudan III und Scharlachrot

werden sie gelblich tingiert, durch *Ciaccios* Lipoidnachweis bräunlich-rötlich oder orangerot. Sie färben sich mit Neutralrot rötlich. Bei Nilblausulfatfärbung werden sie blau und sehr selten violett. Durch *Smith-Dietrichs* Methode werden sie meist blaß bräunlich-grau, selten dunkel grünlich bis schwarz gefärbt. Bei *Fischlers* Fettsäurefärbung färben sie sich weit intensiver als bei *Smith-Dietrichs* Methode und werden grau-grünlich oder grünlich-blau bis schwarz. Durch Osmiumsäure werden sie gar nicht oder blaß grau tingiert, nur selten zeigen grobe MAK im Gewebe ein schwarz imprägniertes Zentrum. Die Oxydasereaktion der MAK fällt meist positiv aus, insbesondere bei größeren MAK. Bei *Kossas* Versilberungsmethode werden sie bräunlich und zeigen innen manchmal dunkel bräunliche bis schwärzliche Körnchen oder Tröpfchen. Vor allen Dingen spezialisieren sich die MAK dadurch, daß sie in fester Verbindung mit Sublimat ein charakteristisch schimmerndes, bräunlich gelbliches Gebilde darstellen. Bei polarisiertem Licht kann man sich von der Doppelbrechung der MAK, insbesondere von denen des Harns, deutlich überzeugen. Die Intensität der Doppelbrechung verläuft stets parallel zu der der Lipoidfärbungen. Die MAK sind aber keine flüssigen Krystalle, sondern Sphärokrystalle.

Hier möchte ich über die MAK des Harns nur kurz berichten, die eingehende Behandlung soll später zur Veröffentlichung kommen. Durch Jodierung kann man das Sublimat der MAK beseitigen und dann damit die oben erwähnten färberischen sowie optischen Untersuchungen schön ausführen, besonders die Lipoidfärbungen wunderbar nachweisen. Außerdem kann man damit chemische Untersuchungen verbinden. Vom Tagesharn fällt die Hg-säurefeste Substanz mit Sublimat in ungefähr 6.5 - 8 cc aus, die nach der Jodierung bis zu einem Viertel der Menge reduziert wird. Nach dem Austrocknen wiegt sie ca. 0.2 - 0.27 g. Mit der jodierten Hg-säurefesten Substanz kann man die Cholesterinmenge nach *Autenriethschem* Verfahren colorimetrisch bestimmen; sie beträgt ca. 0.22 mg pro Tag. Die *Salkowskische* Reaktion mit Chloroformextrakt ist auch stark positiv, aber dieselbe Reaktion auf dem Objektglas ist nur schwach positiv.

Die Hg-säurefeste Substanz ist schwer dialysierbar. Sie enthält Stickstoff und Schwefel, kann also nichts anderes sein als ein Spaltungsprodukt der Eiweißsubstanz. In ihr läßt sich keine Phosphorsäure nachweisen, weshalb die Purinderivate der Hg-säurefesten Substanz nichts anderes sein können, als phosphorfreie Purinderivate, und das Lipoid der Hg-säurefesten Substanz keine Phosphatide enthalten kann.

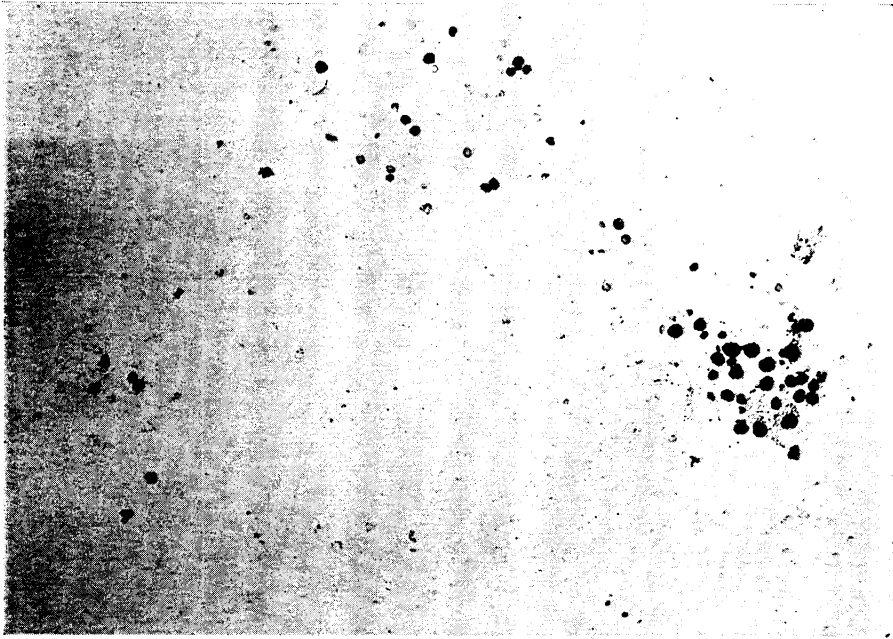


Abb. 4, Merkuraffine Körperchen aus normalem Harn. Sudan III-Färbung. Die größeren Granula enthalten reichliches Lihoid (*Fischlersche* u. *Smithsche* Färbung auch positiv).

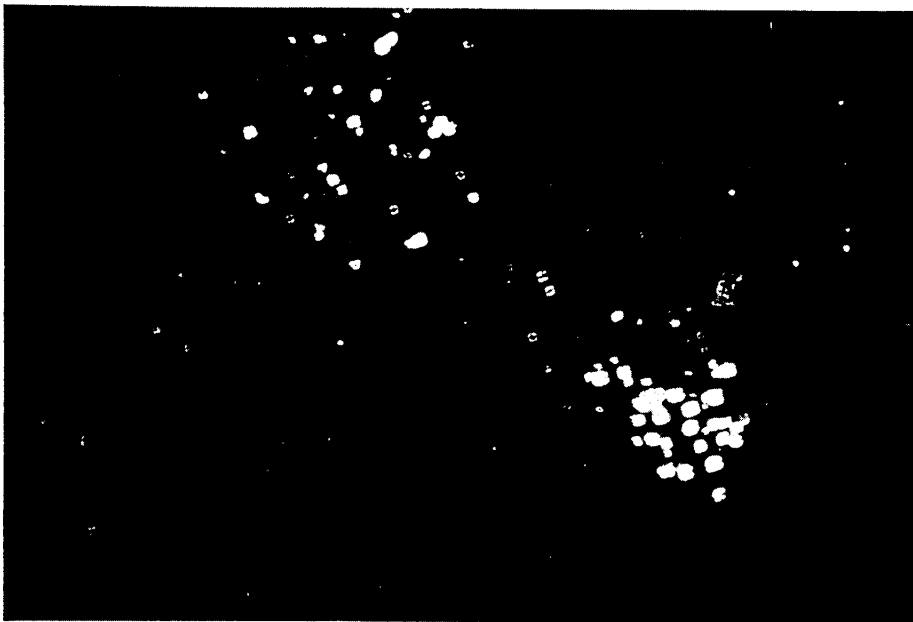


Abb. 5. Dasselbe Präparat unter dem Polarisationsapparat. Die lipoidhaltigen Körperchen zeigen deutliche Doppelbrechung.

Behandelt man Gewebstücke mehrere Stunden lang in frischem sowie ausgetrocknetem Zustande mit Azeton, so gehen die ganzen MAK zusammen mit ihrem Lipoid verloren; außerdem bekommt man durch Wasser das gleiche Resultat. Wenn aber die MAK einmal mit Sublimat fixiert sind, so wird das Lipoid der MAK weder durch kalte noch heiße Fettlösungsmitteln mehr extrahierbar. Behandelt man die MAK vorher mit verdünntem Alkali oder übt man auch eine Quetschung darauf aus, dann gelingt es mit allen Fettlösungsmitteln wie auch mit Wasser, das Lipoid zu fraktionieren, und die doppelbrechende Beschaffenheit der MAK verschwindet auch gleichzeitig. Durch Chloroform oder Äther entfetteter Harn scheidet nicht mehr die MAK nach Zusatz des Sublimatgemisches aus. Auch bei Entfernung der Harnsäure aus dem Harn tritt das nicht ein. Beim Harnsäureinfarkt des Neugeborenen habe ich mich davon überzeugt, daß die Nierenepithelien und andere Parenchymzellen reichlich Hg-säurefeste Substanz führen und in eigenartige Degeneration geraten. Bei malignen Geschwülsten kann man auch eine bedeutende Anhäufung der betreffenden Substanz sowohl im Geschwulstgewebe als auch in den Parenchymzellen nachweisen. Aus diesen Tatsachen kann man wohl annehmen, daß Purinkörper ein wichtiger Bestandteil der Hg-säurefesten Substanz ist.

Auf der anderen Seite muß das Lipoid ein unentbehrlicher Bestandteil dieser Substanz sein. Wenn wir aus den soeben beschriebenen Versuchen urteilen, so muß das Lipoid der MAK aus Fettsäure, Cholesterin und Neutralfett (in Spuren) bestehen, Phosphatide jedoch sind mit Sicherheit abzulehnen. Die wasserlösliche Beschaffenheit offenbart sich vielleicht nach Beimischung von Cholin. Man muß hier jedoch einen grundlegenden, wichtigen Punkt berücksichtigen, daß nämlich in meinem Fall die bis jetzt morphologisch errungene Kenntnis über Lipoidsubstanzen kein zuverlässiger Maßstab sein kann, da sie sich ausschließlich auf die durch Formol und Ciaccios Methode fixierbaren Lipoide bezieht, z.B. sind die Originalmethoden von Ciaccio oder Smith-Dietrich keineswegs auf die Hg-säurefeste Substanz anzuwenden, und echter Sphärokrystall aus Harnlipoid ist noch nicht bekannt. Man muß wohl jedenfalls annehmen, daß das Lipoid der Hg-säurefesten Substanz einem histologisch bis jetzt noch nicht nachweisbaren, wasserlöslichen Lipoidgemisch, also sogenanntem maskierten Fett angehört. Neuerdings arbeiteten Lipoidforscher eifrig an der Färbungsmethode der Fettsubstanz, und es gelang ihnen einigermaßen, die sog. maskierten Fette zu demaskieren; ihre Bestrebungen könnten aber nur als einseitige gelten, da man wohl auch die Fixationsmethode berücksichtigen müßte.

Aus den obigen Resultaten wollen wir den Schluß ziehen, daß die säurefesten Substanzen zu einer Art von Nukleoproteiden und ihren Spaltungsprodukten gehören und diese Ansicht war später experimentell durch Darreichung des nukleinsäuren Natrons tatsächlich nachgewiesen worden. (siehe unten!)

Kaninchen	Cr-Gr.	Fe-Gr.	Cu-Gr.	Hg-Gr.
Herz	### (+)	## (+)	# (±)	+ (±)
Adventitia d. Aorta	+ (⊖)	—	—	— (⊖)
kleine Blutgefäße	+ (⊖)	⊥ (⊖)	+ (⊖)	—
Knochenmark	⊥ (⊖)	—	—	— (⊖)
Milz	## (⊖)	## (±)	## (±)	+ (⊖)
Lymphdrüse	+ (⊖)	+ (±)	+ (±)	⊥ (⊖)
Trachea	+ (⊖)	## (±)	⊥ (±)	⊥ (⊖)
Lunge	+ (⊖)	## (±)	## (±)	—
Kaumuskel	## (±)	⊥ (±)	⊥ (±)	⊥ (±)
Diaphragmamuskel	## (±)	+ (±)	+ (±)	+ (±)
Wadenmuskel	+ (±)	⊥ (±)	⊥ (±)	⊥ (⊖)
glatter Muskel	## (±)	+ (±)	⊥ (±)	⊥ (±)
Großhirnrinde	## (±)	## (±)	## (±)	## (±)
Ammonshorn	### (±)	## (±)	## (±)	## (±)
Plexus chorioideus	## (±)	⊥ (±)	⊥ (±)	⊥ (±)
Kleinhirn	## (±)	## (±)	## (±)	+ (±)
Rückenmark	## (⊖)	⊥ (⊖)	+ (±)	⊥ (±)
peripherische Nerven	## (±)	## (±)	## (±)	⊥ (±)
Zunge	## (±)	⊥ (±)	## (±)	## (±)
Oesophagus	+ (⊖)	+ (±)	+ (±)	⊥ (±)
Magenepithel	+ (⊖)	## (±)	⊥ (±)	⊥ (⊖)
Dünndarmepithel	### (±)	## (±)	## (±)	⊥ (±)
Blinddarmepithel	## (±)	+ (±)	+ (±)	—
Dickdarmepithel	—	⊥ (±)	## (±)	—
Submaxillardrüse	+ (⊖)	+ (±)	+ (±)	⊥ (⊖)
Leber	## (±)	## (±)	## (±)	## (±)
Endbläschen	⊥ (⊖)	⊥ (⊖)	⊥ (±)	—
Insel) d. Pankreas	+ (⊖)	⊥ (⊖)	⊥ (±)	⊥ (⊖)
Niere	### (⊖)	## (⊖)	## (±)	## (±)
Harnblase	+ (⊖)	⊥ (⊖)	+ (±)	⊥ (⊖)
Hoden	## (±)	+ (±)	⊥ (±)	⊥ (±)
Ovarium	## (±)	+ (±)	+ (±)	+ (±)
Uterus	+ (⊖)	+ (⊖)	—	⊥ (⊖)
Thymus	## (⊖)	⊥ (⊖)	⊥ (⊖)	+ (⊖)
Schilddrüse	+ (⊖)	⊥ (⊖)	+ (⊖)	⊥ (⊖)
Epithelkörperchen	+ (⊖)	—	—	+ (⊖)
Hypophyse	+ (⊖)	⊥ (⊖)	⊥ (⊖)	+ (⊖)
Zirbeldrüse	⊥ (⊖)	—	+ (⊖)	⊥ (⊖)
Nebenniere	## (±)	## (±)	+ (±)	## (±)

Das Zeichen mit Klammer deutet Lipidgehalt d. Granula.

Bei Herbivoren ist die Herkunft der säurefesten Substanz nicht einfach erklärbar. Die Plastiden der Pflanzenzellen führen auch eine Art von säurefester Substanz. Diese Substanz unterscheidet sich von den tierischen, säurefesten Substanzen durch ihre schwere Löslichkeit im Barytwasser u. a. Demgemäß kann man nicht umhin anzunehmen, daß die Herbivoren durch ihre Zelltätigkeit aus den säurefesten Pflanzennährstoffen die tierischen, echten, säurefesten Substanzen verarbeiten, wie die Herbivoren durch unklare Vorgänge auch Phytosterin zu Cholesterin umarbeiten können.

In den drei Hauptnährstoffen der tierischen Organismen sind die Stoffwechselforgänge des Kohlenwasserstoffes und des Fettes, wie bekannt, zum Teil morphologisch verfolgbar. Was den Stoffwechsel der bestimmten Eiweißsubstanzen anbetrifft, so ist er bis jetzt jedoch noch gar nicht in systematischer Morphologie an den Tag gebracht worden, und deswegen kann das oben erwähnte Forschungsverfahren der säurefesten Substanzen in dieser Richtung ein neues Arbeitsgebiet erschließen.