

Acta Medica Okayama

Volume 1, Issue 4

1929

Article 5

MÄRZ 1930

Über die Wirkung von Kalium und Calcium auf den Golgischen Apparat sowie auf die Mitochondrien in den Nierenepithelzellen

Reizo Kamakura*

*Okayama University,

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

Aus dem Anatomischen Institut der med. Universität Okayama.
(Vorstand: Prof. Dr. K. Kōsaka.)

**Über die Wirkung von Kalium und Calcium auf den
Golgischen Apparat sowie auf die Mitochondrien
in den Nierenepithelzellen.**

Von

Reizo Kamakura.

Eingegangen am 20. November 1929.

Einleitung.

Neuerdings hat die Untersuchung des *Golgischen* Apparates und der Mitochondrien die Aufmerksamkeit zahlreicher Forscher auf ihre funktionelle Bedeutung hingelenkt. Auch in unserem Institute hat Herrn *T. Ikeda*, einer meiner Kollegen, darauf aufmerksam gemacht, dass die Entwicklung des *Golgischen* Apparates in den Eizellen durch Vermehrung des Cholesteringehaltes im Körper begünstigt, während die der Mitochondrien durch Vermehrung von Lezithin beträchtlich beschleunigt wird. Auch sagt man, dass Kalium und Lezithin einerseits, Calcium und Cholesterin andererseits auf die Kolloide der Zellen denselben Einfluss ausüben. Angesichts dieser Tatsachen drängt sich mir der Gedanke auf, dass der *Golgische* Apparat sowie die Mitochondria in den Zellen durch Aufnahme von Calcium oder Kalium im Körper wahrscheinlich beeinflusst werden, wie dies nach Aufnahme von Cholesterin oder Lezithin der Fall ist. Um diese bis heute noch nicht berücksichtigte Frage klarzustellen, bin ich unter Leitung von Herrn Prof. *Kōsaka* diesem Problem an den Nierenepithelzellen nachgegangen und habe einige interessante Tatsachen aufzuzeigen vermocht, von denen später die Rede sein wird.

Literatur.

I. Überblick über die Literatur des *Golgischen* Apparates in den Nierenepithelzellen.

Bis heute findet man in der Literatur nur wenige Abhandlungen über den *Golgischen* Apparat in den Nierenzellen. *Brugnatelli* (1908)

516 R. KUMAKURA: Über die Wirkung von Kalium und Calcium auf den

beschreibt den Golgischen Apparat in den Zellen der geraden und gewundenen Harnkanälchen beim Meerschweinchen als Kanälchen, die zwischen dem Kern und dem Lumen liegen, wie dies auch bei den anderen Epithelzellen der Fall ist. *Sangiorgi* (1909) untersuchte die Veränderung des Apparates der Nierenepithelzellen bei einem Meerschweinchen, an dem künstlich Nephritis hervorgerufen wurde. Dabei stellte er den Zerfall des Netzapparates in Fäden und Körner fest. *Barinetti* (1912) beschreibt den Apparat der Nierenzellen als Netzwerk in der supranukleären Zone, wobei er auf den Zusammenhang dieses Gebildes mit dem Zentrosom hinweist. *Pappenheimer* (1912) untersuchte mit Hilfe der Silbermethode die Nieren der Ratte und des Frosches und gab an, dass die für charakteristisch gehaltene Supranukleärlage und Knäuelform des Apparates für die Nierenzellen nicht gelten. *Kolmer* (1916) konstatiert das Vorhandensein des *Golgischen* Apparates in der Niere bei Anwendung der Uran-Methode von *Cajal*, gibt aber keine genaue Beschreibung davon.

Eine vollständige Imprägnation des Apparates gelang *Avel* (1924), und zwar in den Hauptstückzellen der Frosch- und Triton-Niere. Nach diesem Autor liegt der aus Stückchen bestehende *Golgische* Apparat beim Frosche in der supranukleären und äquatorialen Zone des Zellleibes, beim Triton dagegen steigt er in die subnukleäre Zone sogar bis zur unteren Basis der Zelle hinab. *Jasswoin* (1925) schliesst sich *Avel* in Bezug auf die verschiedene Lage des Apparates in den Hauptstückzellen der Niere an. Er hat die Nieren von Triton, Frosch, Salamandrina, *Keyserlingi* und Axolotl mit Osmium behandelt und im ganzen dasselbe Ergebnis wie *Avel* erhalten, obgleich er die Lage des Apparates als nicht beständig ansieht und sie mit dem funktionellen Zustande der Zellen in Zusammenhang bringen will.

Nassonov (1926) schreibt in seiner Arbeit über die physiologische Bedeutung des *Golgischen* Apparates im Lichte der Vitalfärbung wie folgt: In den Leber- und Nierenzellen treten die Trypanblaugranula in der Substanz des *Golgischen* Apparates ebenso wie die Granula der gewöhnlichen Sekrete auf, aber der *Golgische* Apparat übt auf die von dem Trypanblau gebildeten Granula keine chemische Wirkung aus, sondern der im Plasma bereits vorhandene Farbstoff konzentriert sich hier in Form der Granula. In den normalen Zellen wird dieses oder jenes Sekret im Plasma chemisch vorbereitet, während sich die Tätigkeit des *Golgischen* Apparates auf die elektive Konzentration des Sekretes und auf die Bildung von Granula oder Vakuolen beschränkt.

II. Die Literatur über die Mitochondria in den Nierenepithelzellen.

Benda (1903) sagt in seiner Abhandlung über „Die Mitochondria des

Nierenepithels“, dass die Zugehörigkeit der Stäbchenstrukturen zu den Mitochondrien sich durch vergleichende und entwicklungsgeschichtliche Studien der Nierenzellen erweisen lässt, indem die Stäbchenstrukturen vielfach durch sichere Fadenkörperstrukturen ersetzt werden. Die Stäbchenstrukturen sind in dem Epithel der entwickelten Säugetiere überall ausgebreitet. Sie sind am entwickeltsten in den gewundenen Kanälchen, wo die ganze Höhe des Zelleibes von der Basis bis fast an den Borstensaum von parallelen Stäbchen eingenommen ist und nur ein, wahrscheinlich funktionell variierender, im ganzen ziemlich schmaler, kuppelförmiger Oberflächenabschnitt keine Stäbchen enthält. In den aufsteigenden Schenkeln der *Henleschen* Schleifen und in den Schaltstücken, ferner, wie ihm scheint, auch in dem Anfangsteil der geraden Kanälchen der Markstrahlen sind ebenfalls ausgeprägte Stäbchenstrukturen vorhanden, aber sie nehmen nur einen kleineren Abschnitt der Zellen ein, nämlich die Basis bis etwa zur Höhe des Kernes, einschliesslich desselben. Hier bleibt noch ein grösserer stäbchenfreier Oberflächenabschnitt. In diesem sowie in den Epithelien der geraden Kanälchen sind zierliche, aber nur sehr spärliche Fadenkörperstrukturen erkennbar. In Nieren von Amphibien, von denen er *Bombinator* und *Salamandra* untersuchte, sind dagegen Stäbchenstrukturen nur in einigen Kanälchen ausgebildet, nämlich in solchen, die wir den geraden der Säugetiere an die Seite stellen müssen. Hier zeigen sie sich in ausserordentlich schöner Entwicklung, gewöhnlich zu Bündeln zusammengelagert, die an der Seite des Kernes durch die ganze Höhe der Zelle, von der Basis bis dicht an die freie Oberfläche verlaufen. Die an ihrem Borstensaum leicht erkennbaren, den *Tubuli contorti* gleichwertigen postglomerulären Kanälchenstücke zeigen keine Stäbchenstrukturen in den Zellen. *R. Kolster* (1911) berichtet mit Bezug auf die Mitochondrien, dass auch an den Zellen der *Tubuli contorti* der Kaninchenniere sowohl Chondriosomen, Chondriomiten wie Chondriokonten zur Beobachtung kommen können, was in voller Übereinstimmung steht mit *Pollicards* Resultaten an der Rattenniere.

Die eigentlichen Mitochondrien werden wohl von den Chondriomiten und Chondriokonten dargestellt, deren Derivate dann aber als Chondriosomen auftreten. Die Substanz, die die Mitochondriafärbung annimmt, haftet, wenn man sich so ausdrücken darf, an einem Teil des *Heidenhainschen* basalen Stäbchensaumes der Nierenzellen, dabei einen schmalen infranukleären Streifen freilassend, durch den feine Fasern ziehen, die die Fortsetzung des zusammenhaltenden Gerüsts der Chondriomiten und Chondriokonten bilden. Der supranukleäre mitochondriafreie Raum ist nicht immer gleich deutlich. Tiefer in das Wesen der Mitochondrien einzudringen, bemüht sich *Faure-Fremiet* (1910), ohne sich jedoch über ihr morphologisches und chemisches Ver-

518 R. Kamakura: Über die Wirkung von Kalium und Calcium auf den

halten abschliessend äussern zu wollen. Er und seine Mitarbeiter rechnen, ebenso wie *Prenant* (1910), die Mitochondrien dem Lezithalbumin zu und betrachten sie als einen beständigen Bestandteil des Protoplasmas.

Im übrigen konstatierte noch *Azzo-Azzi*, dass bei experimenteller Phosphorvergiftung in den Nierenzellen aus der Mitochondria Fettgranula geformt wurden.

Material und Methode.

I. Material.

Als Untersuchungsmaterial benützte ich männliche, vorher ganz gesunde Kaninchen mit dem Körpergewicht von 1.7 bis 2.0 kg. Über die Untersuchungsmethode finden sich genaue Beschreibungen im folgenden Kapitel.

II. Methode.

In erster Linie wählte ich 1-3%ige Lösungen von KCl oder CaCl₂ und injizierte diese im Mengenverhältnis von 5 cc pro kg Körpergewicht. In jedem Falle wurde die Injektion täglich einmal intravenös 10 Tage lang wiederholt durchgeführt. In derselben Weise wurden die isotonischen Lösungen 1 Tag bis 10 Wochen lang, ebenfalls täglich einmal, wiederholt injiziert. Danach wurden die Versuchstiere durch Luftembolie getötet, die Nieren sofort herausgenommen, dann in kleine, fast gleich grosse Stücke zerlegt und nach folgenden Methoden behandelt.

a. *Der Golgische Apparat.* Es ist bekannt, dass die *Cajalsche* Methode zu der Fixierung und Versilberung ganz besondere, verschiedene Zeiten für jedes Gewebe des Materials in Anspruch nimmt. Aus der Erfahrung habe ich erkannt, dass das folgende Verfahren am geeignetsten ist, den *Golgischen* Apparat in den Nierenzellen darzustellen. Man nimmt zunächst ein etwa 1 mm dickes Stückchen möglichst frischer Kaninchenniere und fixiert es ca. 15 Stunden lang in Urannitrat-Formalinlösung (1 g Urannitrat, 15 cc neutrales Formalin, 85 cc dest. Wasser). Dann bringt man es nach Auswaschen mit destilliertem Wasser (einige Sekunden lang) in eine 1%ige Lösung von Argent. nitric., worin es bei Zimmertemperatur ca. 40 Stunden bleibt. Nach raschem Abspülen in destil. Wasser kommen die Stücke ca. 10 Stunden in folgende Reduktionsflüssigkeit: Hydrochinon 1.5 g, Natriumsulfid (wasserfrei, pulverförmig) 0.5 g, neutrales Formol 15 cc, dest. Wasser 100 cc. In den Fällen, wo die Stücke, sobald sie in das Reduktionsgemisch hineingeworfen werden, schnell eine grauschwarze Farbe annehmen, lässt das Resultat zu wünschen übrig; dagegen wird man ein

sehr gutes Resultat bekommen, wenn die Stücke in der Reduktionsflüssigkeit allmählich gefärbt werden. Nach Abspülen in gewöhnlichem Wasser erfolgt Härtung in Alkohol und Einbettung in Paraffin, wobei zu langes Liegen in Alkohol oder geschmolzenem Paraffin und zu hohe Temperatur selbstverständlich zu vermeiden sind. Darauf verfertigt man $3\ \mu$ dicke Schnitte.

b. Die Mitochondria. Zum Studium der Plastosomen benutzte ich folgende *Kopschsche* Methode: In erster Linie nimmt man ein etwa 1 mm dickes Stückchen möglichst frischer Kaninchenniere und fixiert es 24 Stunden lang in einem frisch bereiteten Gemisch von 3.5%iger Kaliumbichromatlösung 80 ccm und neutralem Formol 20 ccm. Dann werden die Stückchen in 3.5%iger Kaliumbichromatlösung 3 Tage lang liegen gelassen und darauf in fließendem Wasser 24 Stunden lang ausgewaschen. Nach vollständiger Entwässerung in Alkohol von allmählich steigender Konzentration werden sie in Paraffin eingebettet, um dann in Schnitte von $3\ \mu$ Dicke zerlegt zu werden. Schliesslich werden sie mit *Heidenhainschem* Eisen-Hämatoxylin gefärbt. Ausführung der Färbung:

1. Vorbehandlung. Die entparaffinierten Schnitte kommen aus dest. Wasser aufrechtstehend für 5 Stunden in eine 2.5%ige Eisenalaunlösung.

2. Färbung. Nach gutem Abspülen in dest. Wasser kommen die Schnitte für 36 Stunden in die verdünnte *Weigertsche* Hämatoxylinlösung.

3. Abspülen in reichlichem Leitungswasser.

4. Differenzierung. Man bringt die Schnitt in die zur Vorbehandlung benutzte Eisenalaunlösung, in der die pechschwarz gefärbten Schnitte sehr bald viel Farbe abgeben. Von Zeit zu Zeit kontrolliert man den Grad der Entfärbung (evtl. mit Wasserimmersion), wobei man die Schnitte vorher immer in reichlichem Brunnenwasser abspült, um die Differenzierung zu unterbrechen. Je weiter die Entfärbung fortgeschritten ist, desto häufiger muss man kontrollieren; unter Umständen differenziert man gegen Ende die Schnitte mit einer stark verdünnten Eisenalaunlösung (z. B. 0.5%), um den Vorgang zu verlangsamen. Ist der richtige Grad erreicht, dann wäscht man sie 2 Stunden lang in fließendem Wasser gründlich aus. Dann Alkohol \rightarrow Xylol \rightarrow Balsam.

Eigene Untersuchungen.

I. Normale Befunde.

a. Normaler Befund des *Golgischen* Apparates der Kaninchenniere.

Zellen der Glomeruli (Kapillarenendothelzellen). Der *Golgische*

Apparat liegt an einer Seite des Kernes und ist in seiner Form netzartig, verkrümmt strangartig, ringförmig oder körnig. Die strangartigen Elemente des *Golgischen* Apparates haben teilweise durchsichtige Achsen, sodass sie wie Kanälchen aussehen. In den Epithelzellen der Hauptstücke liegt der Apparat meist in der supranukleären Zone, erstreckt sich aber zuweilen neben den Kern. Seine Form ist meist einfach und ringförmig, zuweilen aber kompliziert und netzförmig. In den Epithelzellen des Sammelrohres liegt der Apparat meist in der supranukleären Zone, selten aber rings um den Kern (äquatoriale Stellung) (Fig. 1).



Fig. 1. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der normalen Harnkanälchen eines Kaninchens. Zeiss 15 × 40 Ausz. 25 cm.

b. Normaler Befund der Mitochondria der Kaninchenniere.

Hier fällt schon bei schwacher Vergrößerung die Differenz zwischen den proximalen und den distalen Abschnitten der Hauptstücke auf. Die ersteren sind intensiv gefärbt durch die sehr dichte Lagerung der Stäbchen, die vielfach eine ausgesprochene granuläre, wenn auch in Reihen angeordnete Auflösung zeigen. In den mittleren Abschnitten der Hauptstücke liegen die Stäbchen nicht so dicht, obgleich sie im Protoplasma deutlich zu sehen sind. Dagegen sind sie nicht augenscheinlich in den heller gefärbten distalen Abschnitten, wo das Lumen

des Kanälchens meist geschlossen ist. Hier sind sie vielmehr durch die unregelmässig zerstreuten Granula vertreten. Die absteigenden Schleifenschenkel sind ganz mitochondrienfrei, während die Zellen der aufsteigenden Schenkel wieder relativ grobe Granula mit deutlicher Neigung zu stäbchenförmiger Anordnung enthalten. Diese tritt in den sog. hellen Abschnitten wieder in den Hintergrund und ist in den Zwischenstücken gar nicht zu sehen, wo sich grobe Granula nur unregelmässig zerstreut finden. In den Schaltstücken springt die Stäbchenstruktur wieder in die Augen. An den Übergangsstellen zu den Sammelröhren sieht man feinere Granula, die sehr unregelmässig vorhanden sind und gegen die Sammelröhren mit der deutlichen Zellgrenze allmählich verschwinden. Indessen ist der Befund bei einzelnen Tieren nicht derselbe, insofern die Stäbchenstruktur an Stelle der granulären, z. B. in den aufsteigenden Schenkeln der Schleifen, ausserordentlich deutlich sein kann. Auch der Färbungszustand ist ohne Einfluss auf den Befund. Bei intensiver Färbung zeigen auch die Epithelien der Ductus papillares ganz feine Granula (Fig. 2).

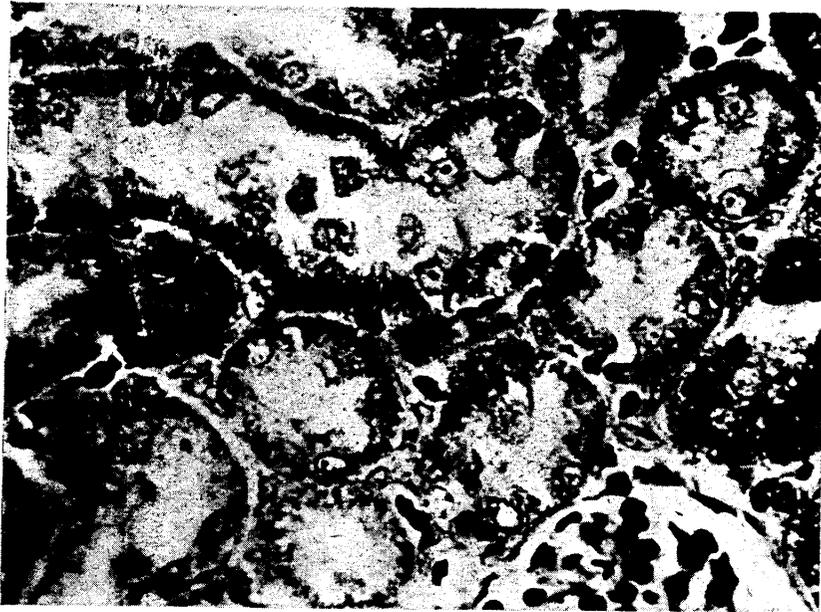


Fig. 2. Mikrophotogramm der Mitochondrien im Nierengewebe eines normalen Kaninchens. Vergröss. wie bei Fig. 1.

II. Befunde des *Golgischen* Apparates der Niere an den Tieren, denen 10 Tage lang täglich einmal eine anisotonische KCl- oder CaCl_2 -Lösung injiziert wurde, wobei die Konzentration der Lösung je nach dem Tiere verschieden war.

a. Befund nach Calcium-Injektion.

Nach Injektion einer 1%igen CaCl_2 -Lösung liegt der *Golgische* Apparat der gewundenen Harnkanälchen meist an dem freien Zellrande, wo zerstreute Körner zu sehen sind. In der *Henleschen* Schleife sind die Elemente des Apparates ebenso in der oberen Zone der Zellen vorhanden, u. z. sehr deutlich im Gegensatz zum Sammelrohr, wo sie mehr oder weniger in den Hintergrund treten. In dem Nierenbeckenepithel sind sie deutlich an der Zellbasis zu sehen.

Nach Injektion einer 2%igen CaCl_2 Lösung, decken sich die Befunde des *Golgischen* Apparates der gewundenen Harnkanälchen im grossen und ganzen mit denen nach Injektion einer 1%igen CaCl_2 -Lösung.

Nach Injektion einer 3%igen CaCl_2 -Lösung tritt der *Golgische* Apparat mehr und mehr in den Vordergrund, und in einigen Fällen findet man sehr reichliche Apparatelemente, die den ganzen Zellkörper ausfüllen (Fig. 3).



Fig. 3. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine 3%ige CaCl_2 -Lösung 10 Tage lang intravenös injiziert wurde. Vergröss. wie bei Fig. 1.

b. Befund nach Kalium-Injektion.

Nach Injektion einer 1%igen KCl-Lösung erleidet der *Golgsche* Apparat der gewundenen Harnkanälchen eine wesentliche Reduktion, indem seine Elemente an Zahl mehr oder weniger abnehmen. Seine Lage ist meist supranukleär, zuweilen äquatorial. Die Apparatelemente sehen nicht körnig aus, sondern sie stellen meist unregelmässige Stäbchen dar.

Nach Injektion einer 2%igen KCl-Lösung tritt der Apparat noch mehr in den Hintergrund, liegt meist an der freien Oberfläche der Zellen und sieht im allgemeinen körnig aus.

Nach Injektion einer 3%igen KCl-Lösung erfährt der Apparat eine starke Rückbildung und lässt sich nur in Gestalt spärlicher Schollen erkennen, die am freien Rande der Zellen liegen (Fig. 4).

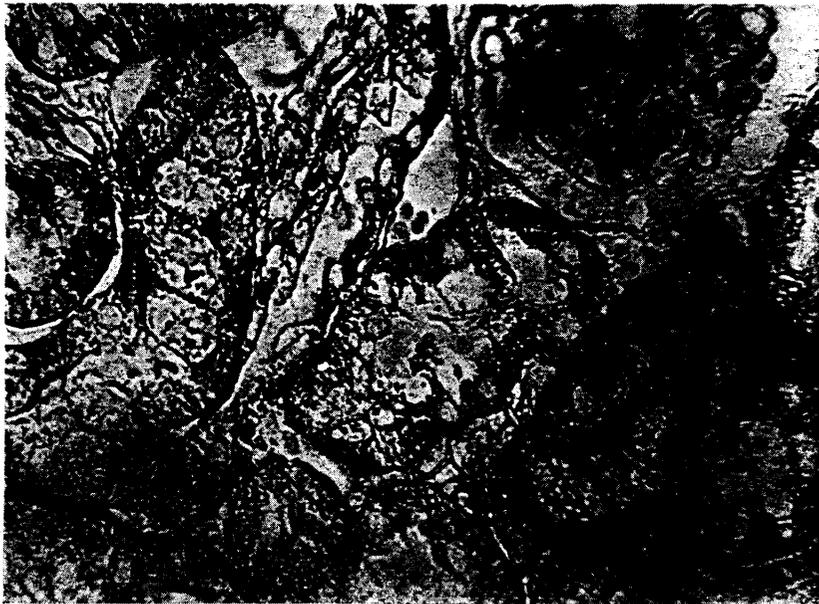


Fig. 4. Mikrophotogramm des *Golgschen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine 3%ige KCl-Lösung 10 Tage lang intravenös injiziert wurde. Vergröss. wie bei Fig. 1.

c. Zusammenfassung der Resultate.

Nach Calcium-Injektion wird der *Golgsche* Apparat mehr oder weniger deutlicher, und zwar besonders dann, wenn die Konzentration der Lösung sich einem bestimmten Grade nähert. Dies ist der Fall bei einer 3%igen CaCl_2 -Lösung. Nach ihrer Anwendung entwickelt sich der Apparat am deutlichsten, wobei er meist in Gestalt körniger Ele-

mente den ganzen Zellkörper ausfüllt. Nach Kalium-Injektion tritt der Apparat immer mehr in den Hintergrund, wenn die Konzentration der Lösung sich einem bestimmten Grade nähert. Bei einer 3%igen Lösung erfährt der Apparat eine sehr deutliche Reduktion.

III. Befunde der Mitochondria der Niere an den Tieren, denen 10 Tage lang täglich einmal eine anisotonische KCl-oder CaCl₂-Lösung injiziert wurde, wobei die Konzentration der Lösung je nach dem Tiere verschieden war.

a. Befund nach Calcium-Injektion.

Nach Injektion einer 1%igen CaCl₂-Lösung erfahren die Mitochondria der gewundenen Harnkanälchen fast keine Veränderung.

Nach Injektion einer 2%igen CaCl₂-Lösung aber werden die Mitochondria in den Hauptstücken etwas undeutlich. Nach Injektion einer 3%igen CaCl₂-Lösung reduzieren sich die Mitochondria stark, indem sie sich nur an der Zellbasis nachweisen lassen (Fig. 5).

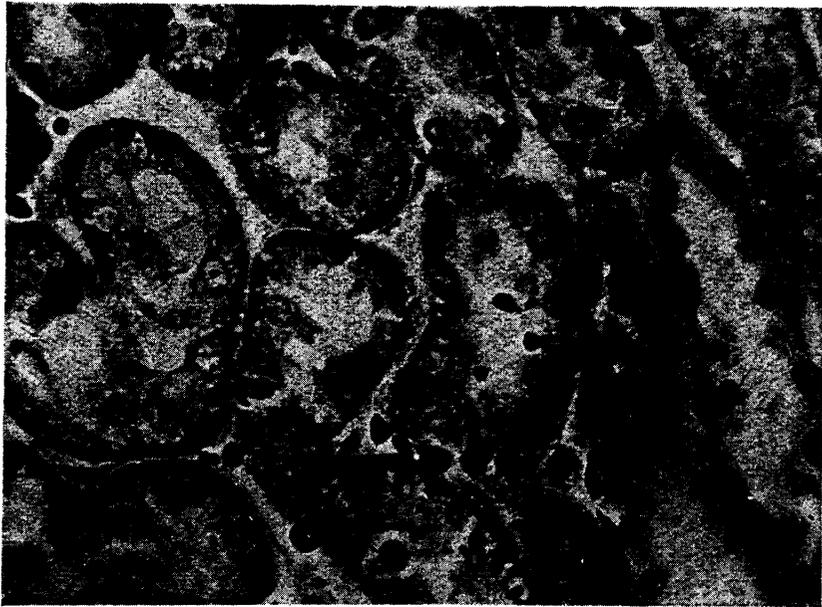


Fig. 5. Mikrophotogramm der Mitochondria der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine 3%ige CaCl₂-Lösung 10 Tage lang intravenös injiziert wurde. Vergröss. wie bei Fig. 1.

b. Befund nach Kalium-Injektion.

Nach Injektion einer 1%igen KCl-Lösung vermehren sich die Mitochondria der Hauptstückzellen im allgemeinen, indem sie sich in

Form von Stäbchen reihen, und zwar hauptsächlich an der Zellbasis, teilweise aber auch an dem freien Zellrand.

Nach Injektion einer 2%igen Kcl-Lösung zeigen die Mitochondria noch eine stärkere Vermehrung als im obigen Falle. Nach Injektion einer 3%igen Kcl-Lösung findet man sehr reichliche feinkörnige Mitochondria an der Zellbasis (Fig. 6).



Fig. 6. Mikrophotogramm der Mitochondria der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine 3%ige Kcl-Lösung 10 Tage lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

c. Zusammenfassung der Resultate.

Nach Calcium-Injektion werden die Mitochondrien mehr oder weniger reduziert, und zwar besonders dann, wenn die Konzentration der angewandten Lösung sich einem bestimmten Grade nähert. Nach Anwendung einer 3%igen CaCl_2 -Lösung kann man sie nämlich sehr schwer in den Präparaten nachweisen. Nach Kalium-Injektion dagegen zeigen die Mitochondrien eine Vermehrung in dem Zelleib, bes. an der Zellbasis. Dabei ist ihre Form unbestimmt; teilweise finden sie sich als lange oder kurze Stäbchen, teilweise aber als unregelmässige Schollen. Diese Vermehrung der Mitochondria tritt nach Anwendung einer 3%igen Kcl-Lösung am ausgeprägtesten zutage, indem sie sehr reichlich sowohl an der Zellbasis als auch in der oberen Zellzone auftreten und zum Teil sich zu grösseren Schollen vereinigen.

526 R. Kamakura: Über die Wirkung von Kalium und Calcium auf den

- IV. Befunde des *Golgischen* Apparates an den Tieren, denen eine isotonische KCl-oder CaCl_2 -Lösung täglich einmal 1 Tag bis 10 Wochen lang injiziert wurde.

a. Befund nach Calcium-Injektion.

Nach 1 bis 3 maliger Injektion findet man noch keine nennenswerte Vermehrung des *Golgischen* Apparates.

Nach 4 maliger Injektion jedoch zeigt der *Golgische* Apparat in den Epithelzellen der Hauptstücke eine erhebliche Wucherung, indem seine Elemente an Zahl mehr oder weniger zunehmen. Seine Lage ist meist supranukleär, zuweilen äquatorial, und nur selten findet man den Apparat an der Zellbasis. Die Grösse des einzelnen Elementes ist normal (Fig. 7).



Fig. 7. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische CaCl_2 -Lösung 4 Tage lang intravenös injiziert wurde. Vergröss. wie bei Fig. 1.

Nach 7 maliger Injektion entwickelt sich der Apparat ziemlich stark, indem seine Elemente zahlreich werden. Im Ganzen sieht der Apparat wie ein Netzwerk mit unregelmässigen Knötchen aus (Fig. 8).

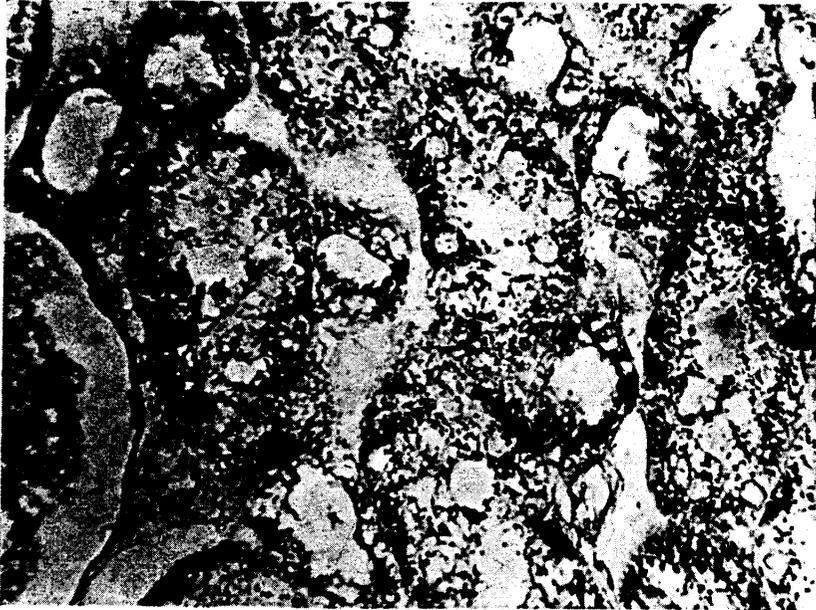


Fig. 8. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische CaCl_2 -Lösung 7 Tage lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

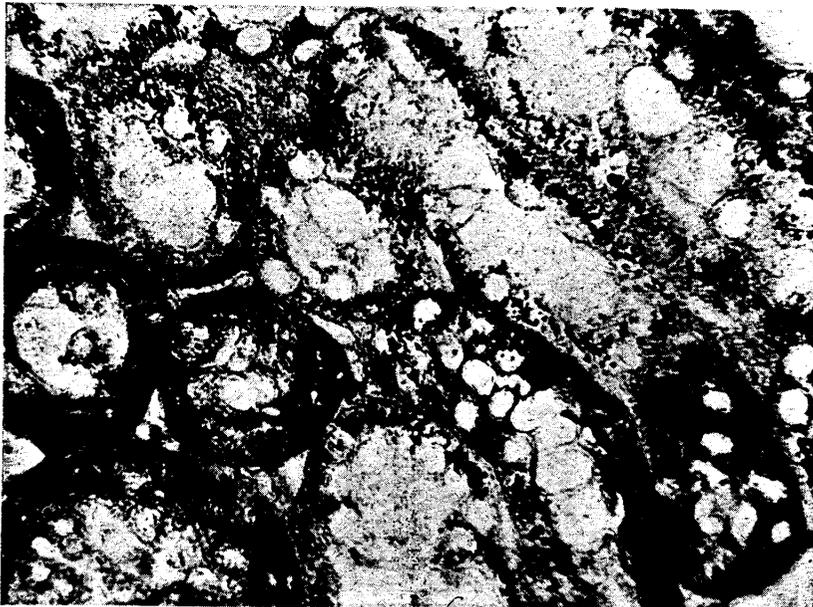


Fig. 9. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische CaCl_2 -Lösung 10 Tage lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

528 R. Kumakura: Über die Wirkung von Kalium und Calcium auf den

Nach 10 bis 15 maliger Injektion von CaCl_2 entwickelt sich der *Golgsche* Apparat mehr und mehr mit der Wiederholung der Injektion. Fig. 9 gibt den Befund nach der 10ten Injektion wieder; die Elemente des Apparates stellen sich in einer relativ regelmässigen supranukleären oder äquatorialen Reihe auf.

Nach 15 maliger Injektion sieht man zahlreiche grobe Apparat-elemente (Fig. 10).

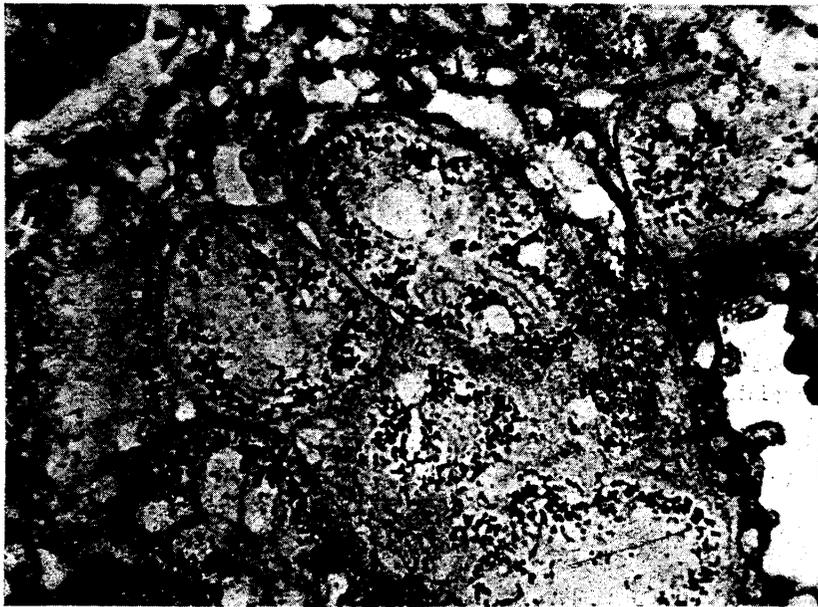


Fig. 10. Mikrophotogramm des *Golgschen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische CaCl_2 -Lösung 15 Tage lang intravenös injiziert wurde. Vergröss. wie bei Fig. 1.

Nach 18 maliger Injektion finden sich die Elemente des Apparates nicht nur in der supranukleären Zone, sondern sie breiten sich bis zur Zellbasis aus, sodass fast der ganze Zelleib mit den gröberen Schollen ausgefüllt ist (Fig. 11).

Wenn die Injektion 21 Tage lang wiederholt wird, so entwickelt sich der Apparat am stärksten, wobei seine Elemente sich hier und da vereinigen und knäuelartige Massen bilden können (Fig. 12).

Wenn man aber die Injektion 28 Tage lang wiederholt, so tritt der Apparat vielmehr in den Hintergrund und liegt meist nur in der supranukleären Zone. Seine Schollen sind jetzt feiner und nehmen an Zahl etwas ab (Fig. 13).

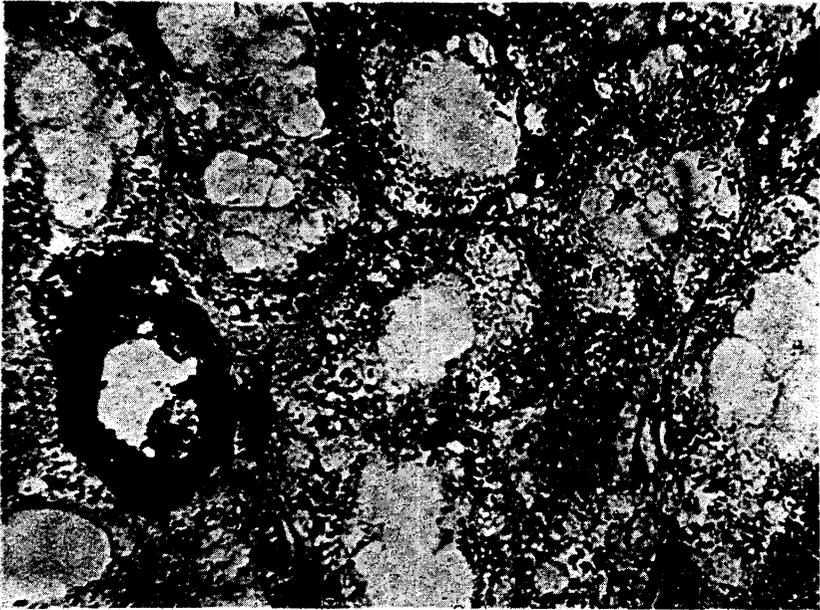


Fig. 11. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische CaCl_2 -Lösung 18 Tage lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

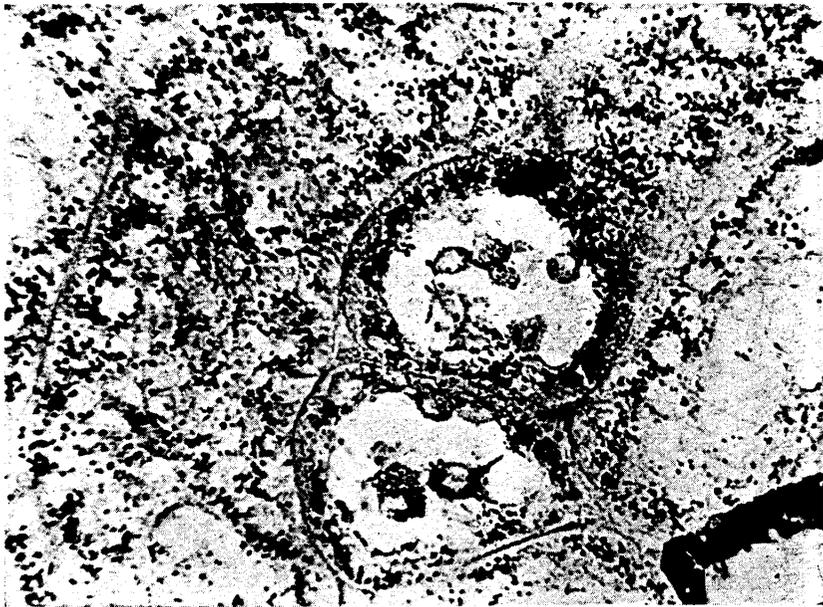


Fig. 12. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische CaCl_2 -Lösung 3 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

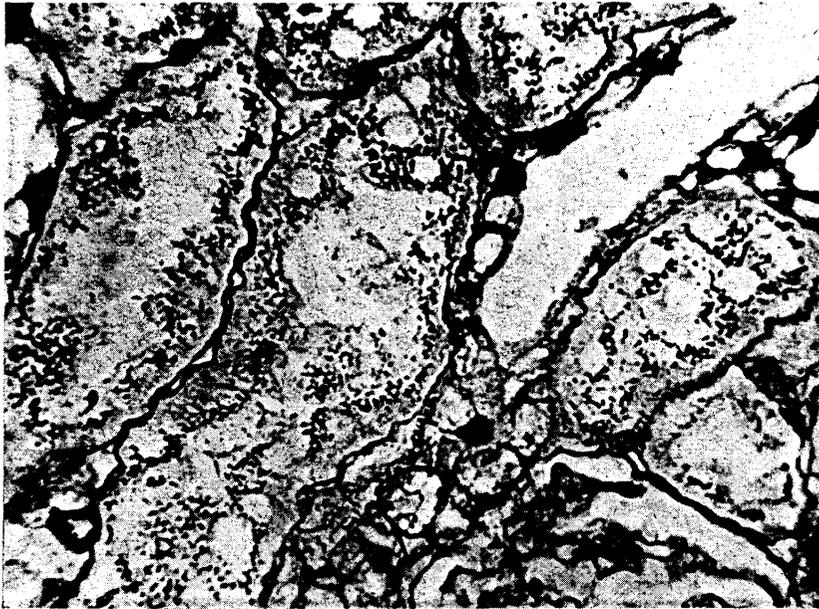


Fig. 13. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische CaCl_2 -Lösung 4 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*



Fig. 14. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische CaCl_2 -Lösung 5 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

Nach 35 maliger Injektion erfährt der Apparat eine starke Reduktion, indem seine in der supranukleären oder äquatorialen Zone bleibenden Elemente viel feiner und spärlicher werden (Fig. 14).

Endlich nach 70 maliger Injektion hat man den Eindruck, als ob der *Golgische* Apparat zu verschwinden begänne. Seine Elemente werden zwar etwas gröber, dabei aber wesentlich spärlicher, und liegen regelmässig nur in einer einzigen Reihe oberhalb der Zellkerne (Fig. 15).

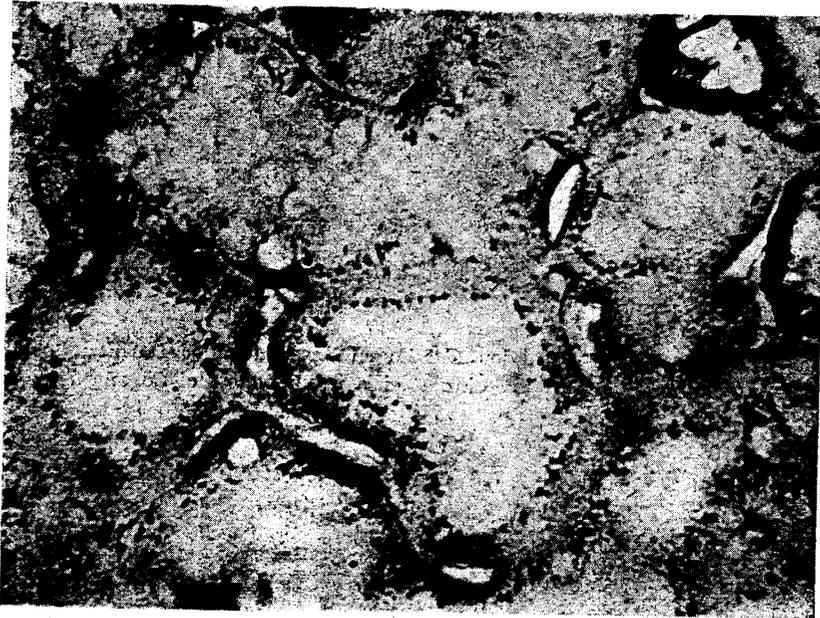


Fig. 15. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische CaCl_2 -Lösung 10 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

b. Befund nach Kalium-Injektion.

Hier wird die Entwicklung des *Golgischen* Apparates der Epithelzellen anfangs nicht beschleunigt, vielmehr scheint sie gehemmt zu werden, was vor allem für die Hauptstücke gilt.

Nach 7 maliger Injektion erfährt der *Golgische* Apparat der gewundenen Harnkanälchen eine ziemliche Rückbildung, indem seine Elemente an Zahl mehr oder weniger abnehmen. Seine Lage ist meist supranukleär, zuweilen hat er auch eine äquatoriale Stellung. Dieser Befund ist im grossen und ganzen ähnlich dem des Falles, wo die Injektion einer 1%igen KCl -Lösung 10 Tage lang wiederholt wurde (Fig. 16).

532 R. Kamakura: Über die Wirkung von Kalium und Calcium auf den



Fig. 16. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische KCl-Lösung 7 Tage lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

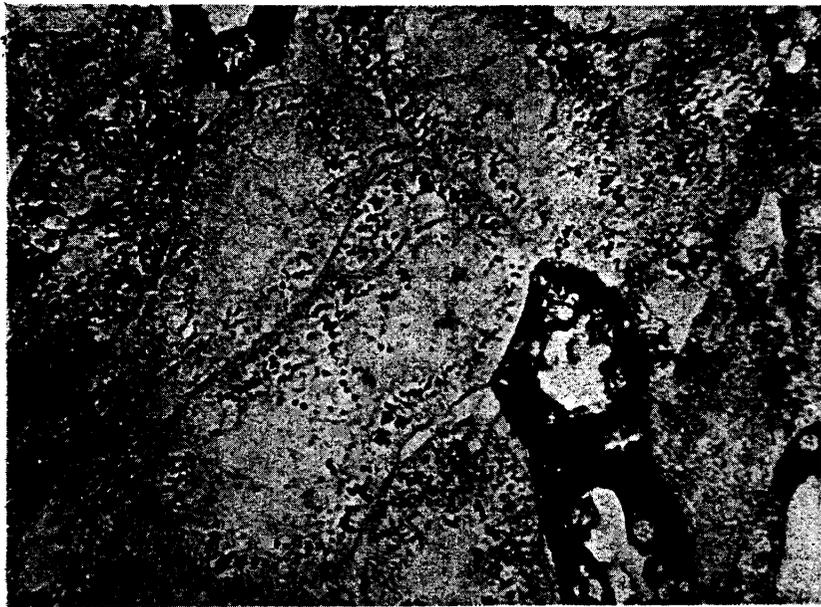


Fig. 17. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische KCl-Lösung 2 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

Nach 14 maliger Injektion tritt der Apparat noch mehr in den Hintergrund und liegt meist an der freien Oberfläche der Zellen. Er sieht im allgemeinen körnig aus (Fig. 17).

Fig. 18. gibt den Befund nach 21 maliger Injektion wieder; die Elemente des Apparates erfahren eine starke Reduktion und lassen sich als kleine Körner oder zuweilen als spärliche Schollen beobachten, die am freien Rande der Zellen oder oberhalb der Zellkerne liegen.

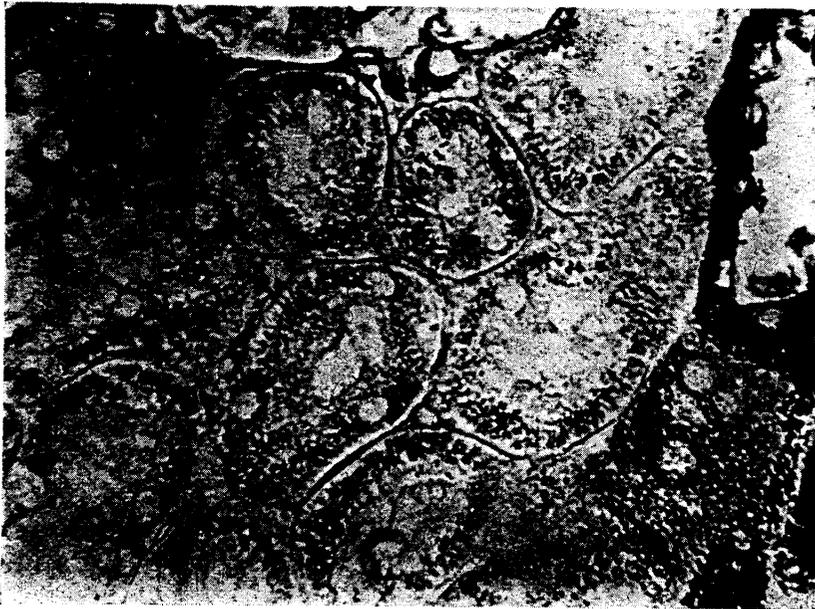


Fig. 18. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische Kcl-Lösung 3 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

Wenn man aber die Injektion 28 mal wiederholt, so tritt der Apparat vielmehr in den Vordergrund, indem seine Elemente an Zahl mehr oder weniger zunehmen. Seine Lage ist meist supranukleär, zuweilen hat er auch äquatoriale Stellung. Die Grösse des einzelnen Elementes ist mehr oder weniger vermehrt (Fig. 19).

Im weiteren Verlaufe des Experimentes entwickelt sich der Apparat immer besser. Nach 35 maliger Injektion stellen sich die Apparatelemente in einer relativ regelmässigen supranukleären oder äquatorialen Reihe auf, wobei viele von ihnen als grobe Schollen zutage treten (Fig. 20).

Endlich nach 70 maliger Injektion findet man die Elemente des Apparates nicht nur in der supranukleären Zone, sondern auch an der

534 R. Kamakura: Über die Wirkung von Kalium und Calcium auf den

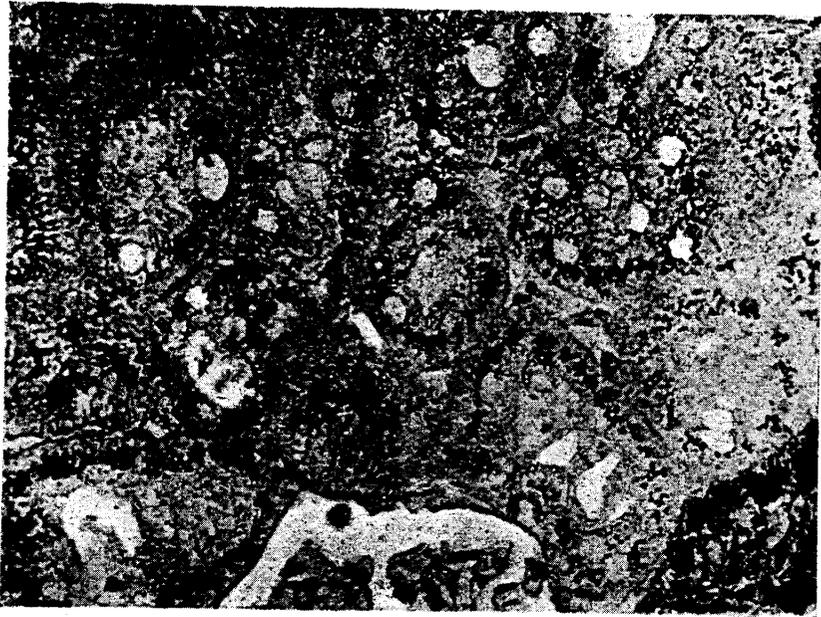


Fig. 19. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische KCl-Lösung 4 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*



Fig. 20. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische KCl-Lösung 5 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

Zellbasis, sodass fast der ganze Zelleib mit den gröberen Schollen ausgefüllt ist (Fig. 21).

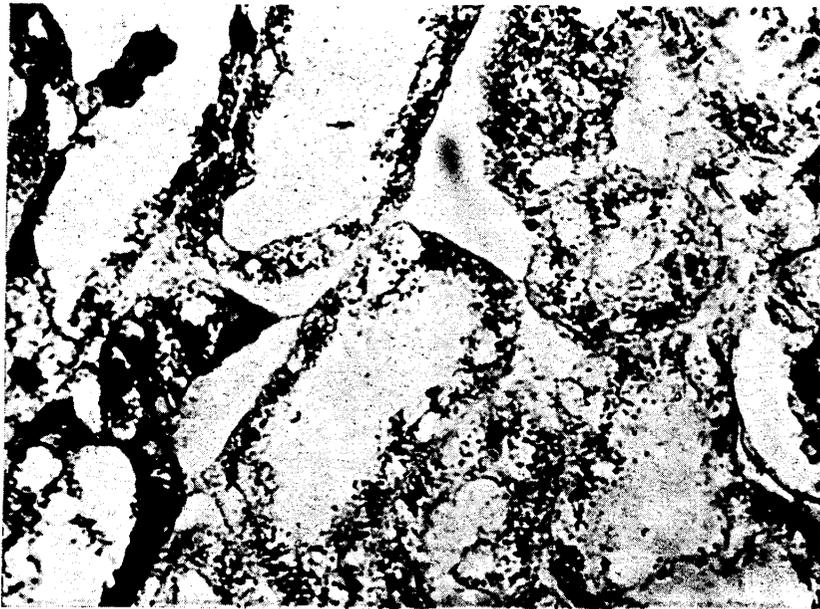


Fig. 21. Mikrophotogramm des *Golgischen* Apparates der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische Kcl-Lösung 10 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

c. Zusammenfassung der Resultate.

Die wiederholte Injektion einer isotonischen CaCl_2 -Lösung bewirkt eine Zunahme des *Golgischen* Apparates in den Epithelzellen der Harnkanälchen, bes. der Hauptstücke, was nach 3 wöchiger Injektion am ausgeprägtesten zutage tritt. Im weiteren Verlaufe des Experimentes rückt der Apparat indes vielmehr in den Hintergrund, u. z. um so mehr, je länger die Injektion vorgenommen wird. Im Gegensatz hierzu erzielt man durch wiederholte Injektion der isotonischen Kcl-Lösung anfangs eine allmähliche Abnahme des Apparates, die nach 3 wöchiger Injektion ihr Maximum erreicht. Eine weitere Fortsetzung der Injektion aber begünstigt wieder die Entwicklung des Apparates.

V. Befunde der Mitochondria an den Tieren, denen eine isotonische Kcl-oder CaCl_2 -Lösung täglich einmal 1 Tag bis 10 Wochen lang injiziert wurde.

a. Befund nach Calcium-Injektion.

Wenn die Injektion einer isotonischen CaCl_2 -Lösung 10 Tage lang

536 R. Kamakura: Über die Wirkung von Kalium und Calcium auf den

vorgenommen wird, vermindern sich die Mitochondria in den Epithelzellen der Hauptstücke und bleiben nur an der Zellbasis, wobei ihre Form stäbchenartig ist (Fig. 22).



Fig. 22. Mikrophotogramm der Mitochondria der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische CaCl_2 -Lösung 10 Tage lang intravenös injiziert wurde. Vergröss. wie bei Fig. 1.

Die weitere Fortsetzung der Injektion lässt die Mitochondrien immer mehr in den Hintergrund treten, bis sie nach 3 wöchiger Injektion nur an der Zellbasis bleiben, und zwar in geringer Anzahl (Fig. 23).

Hierauf folgt die Periode, in der die Mitochondrien sich erneut entwickeln. Nach 4 wöchiger Injektion werden sie nämlich deutlich erkennbar und finden sich meist an der Zellbasis als stäbchenförmige Schollen vor (Fig. 24).

Nach 35 maliger Injektion treten die Mitochondrien noch mehr in den Vordergrund, indem sie sich nicht nur an der Zellbasis als zahlreiche Stäbchen vorfinden, sondern auch überall im Zellkörper als feine Körnchen vorhanden sind (Fig. 25).

Nach 70 maliger Injektion zeigen die Mitochondrien eine sehr kräftige Entwicklung, wobei ihre schöne radiäre Anordnung in jeder Epithelzelle in die Augen springt (Fig. 26).

b. Befund nach Kalium-Injektion.

Nach Injektion einer isotonischen KCl-Lösung zeigen die Mitochondrien im Anfangsstadium eine allmählich fortschreitende Entwicklung.

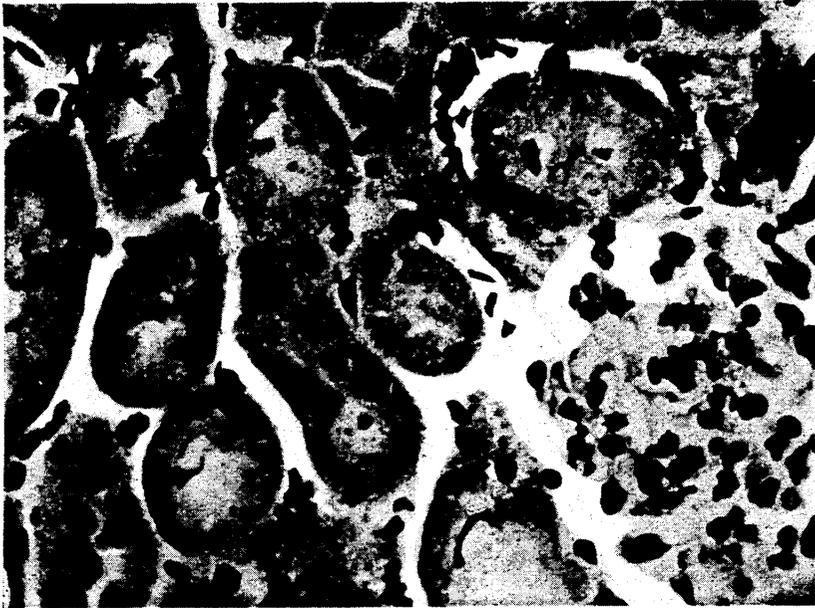


Fig. 23. Mikrophotogramm der Mitochondria der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische CaCl_2 -Lösung 3 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

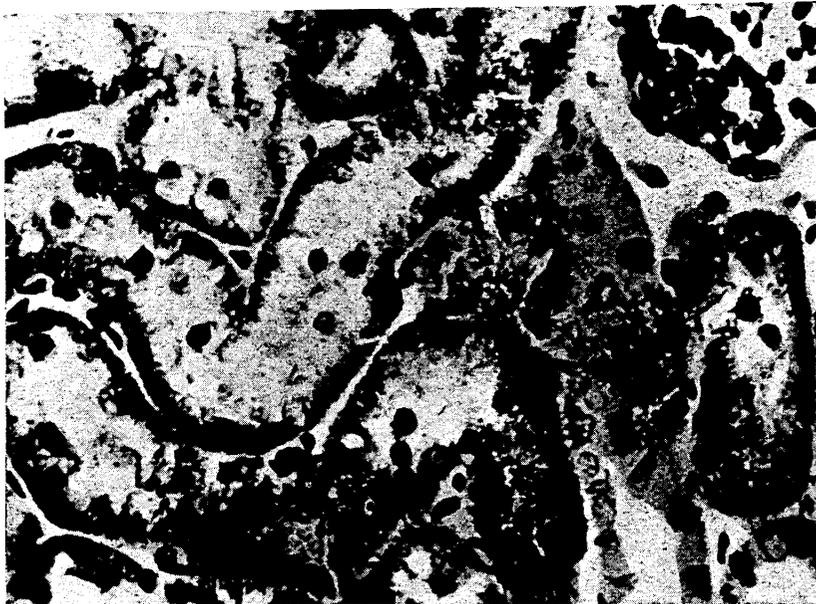


Fig. 24. Mikrophotogramm der Mitochondria der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische CaCl_2 -Lösung 4 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

538 R. Kamakura: Über die Wirkung von Kalium und Calcium auf den



Fig. 25. Mikrophotogramm der Mitochondria der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische CaCl_2 -Lösung 5 Wochen lang intravenös injiziert wurde. Vergröss. wie bei Fig. 1.

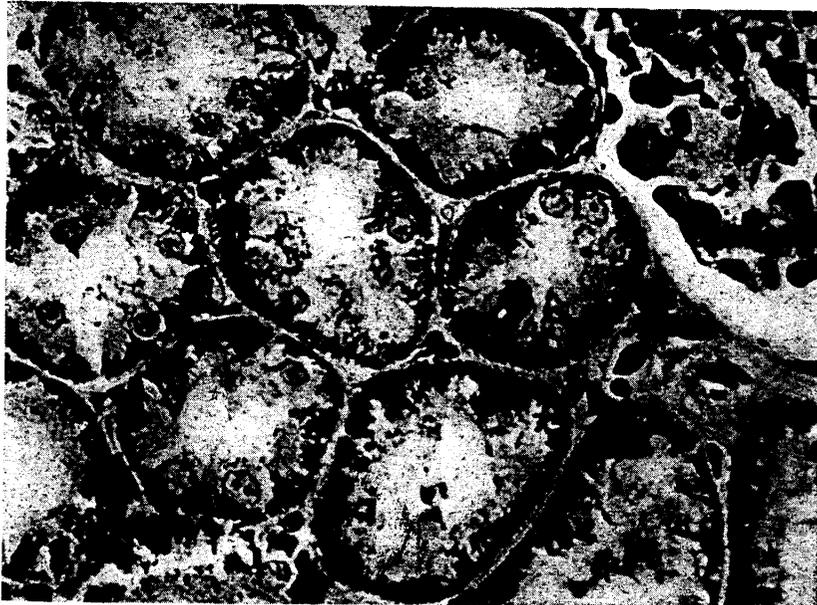


Fig. 26. Mikrophotogramm der Mitochondria der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische CaCl_2 -Lösung 10 Wochen lang intravenös injiziert wurde. Vergröss. wie bei Fig. 1.

Schon durch 7 malige Injektion kann man sie als stäbchenförmige Gebilde an der Zellbasis deutlich auftreten lassen (Fig. 27).

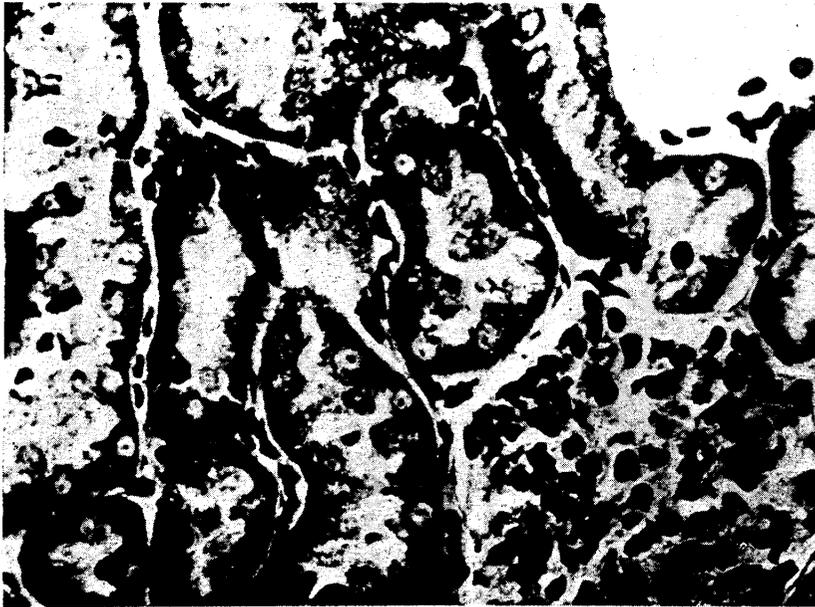


Fig. 27. Mikrophotogramm der Mitochondrien der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische KCl-Lösung 7 Tage lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

Nach 14 maliger Injektion tritt die Entwicklung der Mitochondrien noch mehr in den Vordergrund, indem sie nicht nur an der Zellbasis, sondern auch in der Umgebung des Zellkernes als stäbchenförmige oder knotenartige Elemente deutlich erkennbar werden (Fig. 28).

Die Entwicklung der Mitochondrien setzt sich fort, bis die Injektion 21 Tage lang wiederholt wird. Dieser Zeitpunkt ist als Maximalstadium der Entwicklung zu bezeichnen, wobei sowohl stäbchenförmige als auch feinkörnige Mitochondrien vor allem an der Zellbasis sehr reichlich vorhanden sind (Fig. 29).

Nunmehr folgt aber die Periode, in der die Entwicklung der Mitochondrien vielmehr eine Hemmung erfährt. Nach 4 wöchiger Injektion beobachtet man einen Zustand, der eine geringe rückgängige Bildung der Mitochondrien aufweist (Fig. 30).

Diese Rückbildung tritt nach 35 maliger Injektion noch viel deutlicher zutage, indem die Mitochondrien an Zahl sich stark vermindern und nur an der Zellbasis als spärliche feine Stäbchen zurück bleiben (Fig. 31).

540 R. Kumakura: Über die Wirkung von Kalium und Calcium auf den



Fig. 28. Mikrophotogramm der Mitochondria der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische KCl-Lösung 2 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

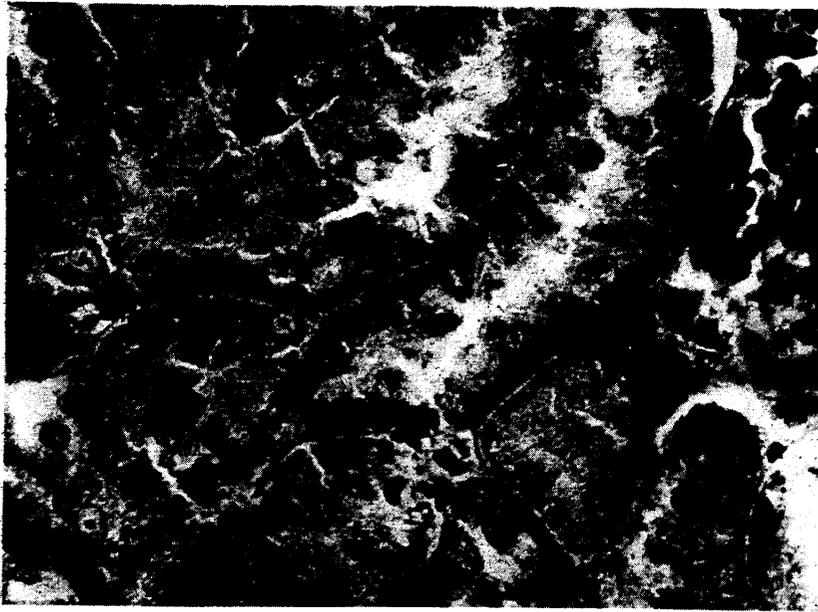


Fig. 29. Mikrophotogramm der Mitochondria der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische KCl-Lösung 3 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*



Fig. 30. Mikrophotogramm der Mitochondria der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonsiche Kcl-Lösung 4 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

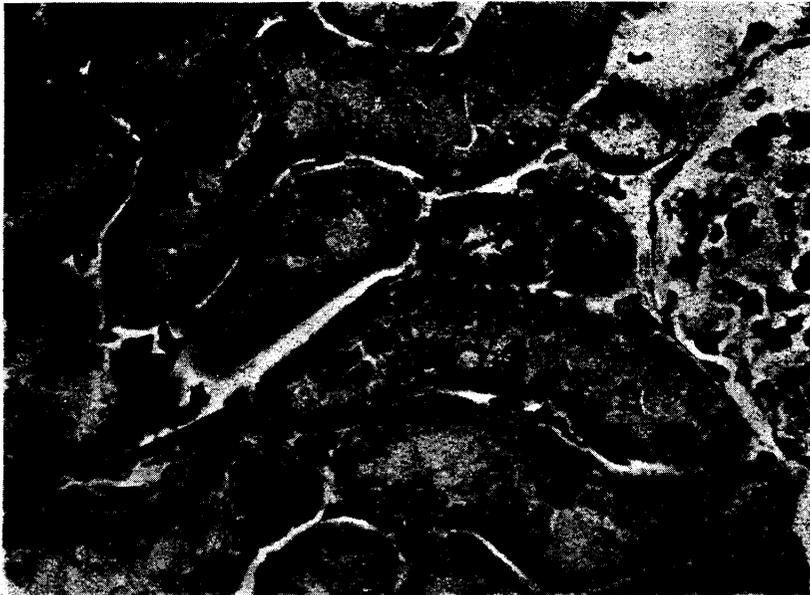


Fig. 31. Mikrophotogramm der Mitochondria der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonsiche Kcl-Lösung 5 Wochen lang intravenös injiziert wurde. *Vergröss. wie bei Fig. 1.*

542 R. Kamakura: Über die Wirkung von Kalium und Calcium auf den

Wenn man endlich die Injektion 10 Wochen lang wiederholt, so verschwinden die Mitochondrien grösstenteils und lassen sich nur schwer mehr erkennen (Fig. 32).

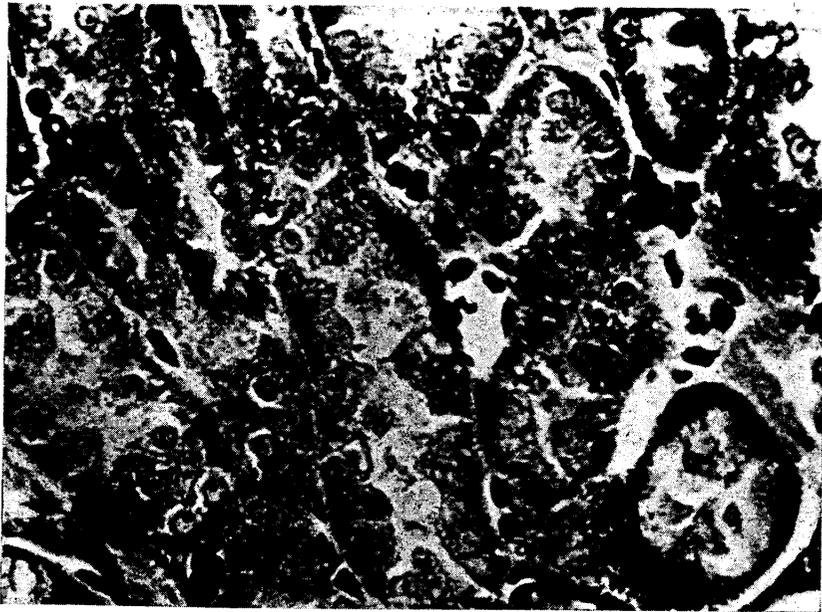


Fig. 32. Mikrophotogramm der Mitochondrien der Harnkanälchen eines Kaninchens, dem täglich einmal eine isotonische KCl-Lösung 10 Wochen lang intravenös injiziert wurde. Vergröss. wie bei Fig. 1.

c. Zusammenfassung der Resultate.

Wenn man dem Kaninchen eine isotonische CaCl_2 -Lösung täglich einmal wiederholt injiziert, so tritt die Entwicklung der Mitochondrien in den Nierenzellen nach und nach zurück. Diese Rückbildung der Mitochondrien erreicht nach 3 wöchiger Injektion ihr Maximum, wobei nur spärliche feine, stäbchenartige Schollen an der Zellbasis erkennbar sind. Hierauf folgt die Periode, in der die Mitochondrien mit weiterem Fortschreiten der Injektionen mehr und mehr in den Vordergrund rücken. Gerade umgekehrt liegt der Sachverhalt bei der Kalium-Injektion. Hier entwickeln sich die Mitochondrien im Verlaufe der Injektionen zunächst mehr und treten nach 3 wöchiger Injektion am ausgeprägtesten zutage. Von da ab vermindern sie sich allmählich im Verlaufe der weiteren Injektionen.

Diskussion.

Über die Bedeutung des *Golgischen Apparates* sind die verschiedenen Autoren recht geteilter Meinung. *Cajal*, *Holmgren* u. a. haben sich zu Gunsten der Identität des *Golgischen Apparates* und des *Trophospongiums* ausgesprochen. *Goldschmidt*, *Popoff*, *Buchner* u. a. wollen den *Golgischen Apparat* dem *Chromidialapparat* gleichstellen. Einzelne Forscher sprechen von einer Beziehung des Apparates zur Sekretion; nach *Marenghi*, *Bergen*, *Kolster* u. a. ist eine Form- und Lageveränderung des Apparates in den Drüsenzellen durch die mechanische Einwirkung des sich ansammelnden Produktes bedingt, während *Fuchs*, *Blondi*, *D'Agata*, *Deineka*, *Da Fano* u. a. einen aktiven Anteil dieses Organoides am Ausarbeiten des Sekretes vermuten. *Tomozawa* beobachtete, dass der *Golgische Apparat* in dem Vorderlappen der Hypophyse nach der Thyreoidektomie anfangs eine Verkleinerung, dann aber eine Wucherung aufwies. Nach *Ikeida* beteiligen sich sowohl der *Golgische Apparat* als auch die Mitochondrien der Eizelle an der Dotterbildung, und dieser Autor hält es auf Grund seiner Experimente für höchst wahrscheinlich, dass bezüglich der Dotterlipoide Cholesterin hauptsächlich aus dem *Golgischen Apparat* und *Lezithin* vorwiegend aus den Mitochondrien stammen. Auch ich bin der Meinung, dass der *Golgische Apparat* und die Mitochondrien voneinander ganz unabhängige Gebilde sind und der Apparat sich an der Cholesterinbildung beteiligt, während die Mitochondrien mit der *Lezithin*bildung zu tun haben. Denn wenn man einem Versuchstiere wiederholt CaCl_2 gibt, so zeigt der Apparat anfangs eine Vermehrung und Vergrößerung seiner Elemente. Dies ist sicherlich darauf zurückzuführen, dass der Cholesteringehalt im Blute durch die Zufuhr von Calcium zunimmt, was seinerseits zur Wucherung des *Golgischen Apparates* Anlass gibt. Wenn man aber die *Ca*-Injektion zu lange fortsetzt, so weist der *Golgische Apparat* vielmehr die Anzeichen der Rückbildung auf, denn die Cholesterinbildung wird wegen des reichlichen Cholesteringehaltes im Blute unnötig, und infolgedessen tritt die Entwicklung des *Golgischen Apparates* in den Hintergrund. Gerade umgekehrt verhält sich die Sache bei wiederholten *K*-Injektionen, wobei der *Golgische Apparat* anfangs einer Verminderung, später aber einer Wucherung unterworfen ist. Diese Tatsache beruht wohl darauf, dass der *Lezithin*gehalt im Blute durch die Zufuhr von Kalium zunimmt, was eine Cholesterinzufuhr ins Blut nötig macht, denn das richtige Mengenverhältnis beider Lipoide muss aufrecht erhalten bleiben. Um diese Forderung zu erfüllen, vermindert sich der *Golgische Apparat* zunächst auf Kosten seiner Substanz, später aber entwickelt er sich kräftig infolge seiner gesteigerten Funktion. Das oben Gesagte kann gerade im entgegengesetzten

544 R. Kamakura: Über die Wirkung von Kalium und Calcium auf den

Sinne für die Mitochondrien gelten, die sich an der Lezithinbildung beteiligen. Nach wiederholten K-Injektionen zeigen sie anfangs eine starke Entwicklung, später aber eine Rückbildung, während nach wiederholten Ca-Injektionen gerade das Umgekehrte eintritt.

Schlussätze.

1. Bei wiederholten Injektionen von CaCl_2 tritt der *Golgische* Apparat im Anfangsstadium in den Vordergrund, während die Mitochondrien während dieser Periode eine Verminderung aufweisen.
2. Bei wiederholten Injektionen von Kcl tritt der *Golgische* Apparat anfangs in den Hintergrund im Gegensatz zu den Mitochondrien, die sich währenddessen vermehren.
3. Wenn man aber Injektion lange Zeit fortsetzt, so liegt die Sache gerade umgekehrt.
4. In diesem Falle begünstigt Kalium die Entwicklung des *Golgi*-schen Apparates und hemmt die der Mitochondrien, während Calcium auf beide Zellorganellen gerade im entgegengesetzten Sinne einwirkt.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Prof. *K. Kōsaka* für seine freundliche Leitung und Anregung im Verlaufe dieser Untersuchung meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

- Altmann*, Die Granubehre u. ihre Kritik. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1893. — *Basile*, Sulle modificazioni dell' apparato reticolare interno di Golgi nell'epithelio renale di animali nefrectomizzati. Internat. Monatschr. f. Anat. u. Physiol. Bd. 31. 1914. — *Benda*, Die Mitochondrien. Ergebn. d. Anat. u. Entw. Bd. 12. 1903. — *Bergen*, Zur Kenntnis gewisser Strukturbilder (Netzapparate, Saftkanälchen, Trophospongien) im Protoplasma verschiedener Zellarten. Arch. f. Mik. Anat. Bd. 64. 1904. — *Bowen*, The Golgi apparatus, its structure and functional significance, Anat. Records, Vol. 32. 1926. — *Bowen*, On a possible relation between the Golgi-apparatus and secretory products. Americ. Journ. of Anat. Vol. 33. 1924. — *Buchner*, Referate im Arch. f. Zellforsch. Bd. 2, 5, 6. 1909, 1010, u. 1911. — *Cajal*, El aparato tubuliforme del epithelio intestinal de los mamíferos. Trab. Lab. Inv. biol. Bd. 3. 1904. cit. n. Kopsch 112. — *Cajal*, Algunas variaciones fisiológicas y patológicas del aparato reticular de Golgi. Trab. del Lab. d. Inv. d. Madrid. 12. 1915. cit. n. Nassonov 134. — *Deineka, D.*, Der Netzapparat von Golgi in einigen Epithel- und Bindegewebszellen während der Ruhe und während der Teilung derselben. Anat. Anz. 41. 1912. — *Duesberg, G.*, Der Mitochondrienapparat in den Zellen der Wirbeltiere und Wirbellosen. Arch. f. Mik. Anat. Bd. 71. 1908. — *Ders.*, Plastosomen, Apparato reticolare und Chromidialapparat. Erg. d. Anat. Bd. 29. 1911. — *Ders.*, Plastosomen, Apparato reticolare interno et Chromidialapparat. Anat. Anz. Bd. 44. 1911. — *Fano*, Method for the demonstration of

Golgi's internal apparatus. Journ. of Physiol. Vol. 54. 1913. — *Biondi*, Sulla fine struttura dell'epitelio dei plessi coroidi. Arch. f. Zellforsch. Bd. 6. 1911. — *D'Agata*, Sulle modificazioni dell'apparato reticolare interno nell'epitelio mucosa gastrica. Bull. d. soc. mid. chir. di Pavia. Vol. 23. 1910. cit. n. *Cowdry*. — *Fuchs*, Über das Epithel im Nebenhoden der Maus. Anat. Hefte 19. 1902. — *Ders.*, Über Beobachtungen an Sekret- und Flimmerzellen. Anat. Hefte 25. 1904. — *Goldschmidt*, Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen. Biol. Centralbl. Bd. 24, 1904. cit. n. *Duesberg*. — *Ders.*, Der Chromidialapparat lebhaft funktionierender Gewebszellen. Histologische Untersuchungen an Nematoden. Zool. Jahrb. Abt. f. Ont. Bd. 21. 1904, cit. n. *Deusberg*. — *Ders.*, Das Sekret der Muskelzelle von *Ascaris* nebst Bemerkungen über den Chromidialapparat der Metazoenzelle. Arch. f. Zellf. Bd. 4. 1910. — *Holmgren*, Neue Beiträge zur Morphologie der Zelle. Ergb. d. Anat. u. Entw. Bd. 11. 1901. — *Ders.*, Über die Saftkanälchen der Leberzellen und der Epithelzellen der Nebenniere. Anat. Anz. Bd. 22. 1902. — *Ders.*, Weitere Mitteilungen über die Trophospongienkanälchen der Nebenniere vom Igel. Ebenda. — *Ders.*, Weiteres über die Trophospongien verschiedener Drüsenzellen. Anat. Anz. Bd. 23. 1903. — *Ders.*, Trophospongium und Apparato reticolare der spinalen Ganglienzellen. Anat. Anz. Bd. 46. 1914. — *Iheda*, Über die Veränderung des Golgischen Apparates und der Mitochondrien bei den mit Cholesterin oder Lecithin behandelten Tieren. Arb. aus d. Med. Univ. zu Okayama, Japan, 1. Bd., 2. Heft. — *Jassvain*, Zur Morphologie der Tubuli contorti der Amphibienniere. Zeits. f. Zellf. u. Mikr. Anat. Bd. 2. 1925. — *Kamakura*, Noch nicht veröffentlicht. — *Kolster*, Mitochondria und Sekretion in den Tubuli contorti der Niere. Ziegler Beitr. Bd. 51. 1911. — *Möllendorff*, Zur Histophysiologie der Niere. Zeits. f. d. ges. Anat., Abt. 3. — *Nassonov*, Die physiologische Bedeutung des Golgischen Apparates im Lichte der Vitalfärbung. Zeits. f. Zellf. u. mik. Anat. Bd. 3. 1926. — *Nussbaum*, Über den sogenannten Golgischen Netzapparat und sein Verhältnis zu den Mitochondrien, Chromidien und anderen Zellstrukturen im Tierreich. Zusammenfassendes Sammelreferat. Arch. f. Zellf. Bd. 10. 1913. — *Pappenheimer*, The Golgi apparatus. Personal observations and a review of the literature. Anat. Record, Vol. 11. 1916. — *Poppoff*, Zur Frage der Homologisierung des Binnennetzes der Ganglienzellen mit den Chromidien (Mitochondria etc.) der Geschlechtszellen. Anat. Anz. Bd. 29. 1906. — *Sangiorgi*, Sull'Apparato reticolare interno di Golgi nell'epitelio renale in condizioni pathologico-sperimentali. Giornale della R. Accad. di Med. di Torino. 1909. — *Tomozawa*, Über die Zellenstruktur des Vorderlappens und der Pars intermedia der Hypophyse mit besonderer Rücksicht auf den Golgischen Apparat, sowie über die Veränderung des Vorderlappens nach der Thyreoidektomie. Okayama Igakukai Zasshi. Nr. 458. 1928. — *Tanaka*, Über den Golgischen Binnenapparat. Gunidan Zasshi. Nr. 181 u. 182.