群馬大学医学部解剖学教室 (主任：伊東教授).
Dept. of Anat., School of Med., Gunma Univ., Maebashi
(Director : Prof. T. ITÔ).

人の腎小体及び尿細管主部の細胞学的研究.

I. 尿細管主部上皮の細胞学的研究.

Cytological Studies on the Renal Corpuscle and the Proximal Convolution of the Renal Tubulus in the Human Kidney.

I. Cytological Observations on the Epithelium of the Proximal Convolution.

須 永 吉 郎 Yoshiro SUNAGA.

〔昭和 30 年 2 月 12 日原稿受付.〕

尿細管主部に関する多くの細胞学的研究が多年に亘ってなされたが、主部上皮細胞が示す細胞学的所見の判断については尚疑問の点が少くない。これは昔から該部が営むと考えられた分泌と吸収との 2 機能が示す形態像の判別が極めて困難であることにもよるものと思われる。多くの学者が吸収像として記載した所見の中には分泌を示すが如き像が含まれていないとは断言出来ないし、他方分泌像と信じられた所見が吸収像であるということもあり得ると考えられる。

哺乳動物の尿細管主部の上皮細胞に可染顆粒が存在することは、古い学者 (Sauer 1895, Disse 1902, Rathéry 1905, Policard 1905) の反対もあるが、今日では殆んど定説になっている。このほか上皮細胞には空胞が存在することも知られている (Policard 1905)。この顆粒と空胞は刷子縁を通して管腔中に排出されることが Gurwitsch 1902, Pizzini 1908, Suzuki 1912, Kosugi 1927 等によって唱えられた。しかし上皮細胞の分泌機序については別の意見がない訳ではない。Kosugi は白鼠の主部の直部に、とくに管腔に膨隆する細胞のあることを指摘し、そこでは刷子縁が薄くなり、細胞質に含まれている顆粒 (Granuloid) がここから管腔に流出すると説き、この顆粒を尿成分を含有する一種の担荷体と見做した。Kosugi と同様の見解は Disse (1902), 三好 (1937) によっても表明された。他方これと全く別方式の分泌機序を唱えたのは Retterer (1905) で、ホロクリン分泌をもって主部上皮細胞の基本的な分泌機構となしたが、一般の承認を得ていない。以上の見解は何れも分泌像と解釈したものであるが、前記の顆粒や

空胞の存在を吸収と結びつけて考えた学者は Lebedeff (1883), Cushny (1917), Möllendorff (1915), Peter (1924), Mitamura (1924) 等である。

私は今まで材料入手の点で比較的研究のおくれていた健康人の腎臓について新鮮材料を用いて分泌及び吸収機構を検索した。その結果人では正常時において主部細胞に極めて旺盛なアポクリン分泌像があることを発見した。一般に細胞機能を形態学的に追及するには精密な細胞学的観察を要する。即ちその細胞に含まれる糸粒体, Golgi 装置, 顆粒, 空胞等を検出し, その動態を観察すべきである。然るに人の尿細管上皮に於ては Golgi 装置を検出した学者は殆んどなく, 糸粒体についての研究も十分ではない。私は人の主部上皮細胞の Golgi 装置, 糸粒体を検出することに成功してそれを観察すると同時に, 曲部と直部に於ける上皮細胞の差異, 人の尿細管には頸部が存在するか否か等についても報告する。

I. 研究材料と方法.

健康な 5 例の刑屍より得た腎臓と, 腎結石, 腎結核のため手術的に剔出した 10 例の腎臓の少くとも肉眼的には殆んど正常と思われる部分を材料にあてた。固定は Levi 氏液, Zenker-formol, Regaud 氏液, formol-alcohol 等で行い, Heidenhain の鉄ヘマトキシリン染色, Kull 氏染色, azan 染色, ヘマトキシリン (Hansen)-エオジン染色を施した。糸粒体の証明には Levi 氏液固定材料に鉄ヘマトキシリン染色を施して好結果を得た。刷子縁は Levi 氏液或は Zenker-formol で固定した場合に最もよく保存された。又刷子縁は過沃素酸-Schiff 氏反応 (PAS) 陽性で, 強く赤染するから, アポクリン分泌と刷子縁との関係を追求するには, PAS-鉄ヘマトキシリン染色標本が最も適している。Golgi 装置の証明は Kolatchev 氏のオスミウム酸法により, 後染色として Kull 氏染色をほどこして観察に供した。細胞内の脂肪顆粒の証明には専ら osmium 酸の混入した固定液を用いたが, 脂肪顆粒は黒染する。グリコゲンは PAS 反応によって検出し, 唾液消化によって共染した他物質と鑑別した。固定した材料は凡てパラフィンに包埋し 3—4 μ の連続切片とした。

II. 所見と考察.

a) 主部の曲部上皮細胞における刷子縁, 糸粒体, 基底線条, 可染顆粒及び空胞.

腎臓迷路に見られる曲部の上皮細胞は刷子縁をもつ暗調な円柱形乃至立方形細胞で, ヘマトキシリン-エオジン染色では特にエオジンで好染し, 細

胞質は濁濁した感がある。細胞には高いものと、低いものがあり、内表面に凹凸があるので管腔は星状を呈したり或いは殆んど閉鎖する程度に狭いものがあり、又反対に広いものもある。色々な組織学教科書その他に掲載された人の腎臓の主部の附図には屢々上皮細胞の内表面が平坦で管腔が広い像が画かれてあるが、これは死後変化又は固定液の作用等で上皮の内表面が破壊され消失したためと思われる。細胞間の境界は不明瞭で、殆んど識別できない。

Böhm と Davidoff (1895)はクローム銀法で, Landauer (1895), Zimmermann (1898) は Golgi-Kopsch 法でそれぞれ細胞間の境界を証明し、犬や猫では細胞の側面及び基底部に複雑な突起があることを証明した。私の標本ではかゝる突起を認めることはできなかった。核は球形で、各細胞の境界が不明なため、連続した上皮の細胞質内に比較的粗に散在し、その間隔は一様ではない(図1)。核膜は鉄ヘマトキシリンで比較的淡く染り、核形質は明調で、中に概して多数の糸状の染色質を含み、これ等

図1. 尿細管主部(曲部)上皮細胞に於けるアポクリン分泌像。Levi 氏液固定, PAS 反応, 鉄ヘマトキシリン染色。
bb 刷子縁 (PAS 反応で赤染), **bc** 基底小体, **bs** 基底線条, **g** 可染顆粒, **sp** 原形質突起。

Fig. 1. Picture of apocrine secretion in the epithelial cell of the proximal convoluted (pars convoluta). Fixed with LEVI's solution. Stained with PAS reaction and iron-hematoxylin. **bb** brush border with red staining by PAS reaction, **bc** basal corpuscle, **bs** basal striation, **g** stainable granule, **sp** cytoplasmic projection.

は所々に結節状の肥厚をもっている。核小体は大きく1—3個で、核の中心部又は周辺部にある。Tribondeau (1904) は核小体が核から脱出して小顆粒に転化すると述べ、Ferrata (1905) も亦これを認めたが、私はかゝる像を見出し得なかった。

核と刷子縁との間には通常2個の中心子(双中心子)をもつ中心体を認めたが、これは Zimmermann (1898), Meves (1899) の記載と一致する。

主部と尿細管の他部とを鑑別するには刷子縁の有無が最もよい指標である。刷子縁については昔から多数の学者が研究した。蛙、イモリ、魚類では繊毛の形をとるが(Nussbaum 1878)、人ではもはや可動性はないと云われる(Policard 1905)。刷子縁が常在するか否かについては次の論議がある。Krause (1887) は溷濁腫脹、脂肪変性に際して刷子縁が却って明瞭になると述べたが、これに対し Disse (1902), Bruntz (1908) は分泌の初期には細胞は肥大し刷子縁の線條構造が見えなくなると主張した。ところが Lorenz (1888) 以来特に Sauer (1895) 以後多数の学者によって常在性が信じられた。Sauer によれば分泌の盛んな蛙の上皮細胞でも刷子縁は完全に保たれている。

私の PAS-鉄ヘマトキシリン染色標本によれば刷子縁は常に PAS 反応陽性で赤染し(図1)、細胞質は一般にグリコゲンを含まず、鉄ヘマトキシリンに好染する。従ってかゝる標本は刷子縁の有無を検べるのに最適である。私は通常刷子縁を認めたが、管腔に深く原形質突起を送っている丈の高い細胞の最凸出部に於ては欠如することを確認した(図1)。刷子縁の線條(或いは小桿)構造が最もよく見られたのは Zenker-formol 固定、鉄ヘマトキシリン染色標本であった。これによると刷子縁は小皮縁の如く鉄ヘマトキシリンで弱染する極めて繊細な小桿或は線條が縦に密集して形成されている如く思われるが、小皮縁よりもその構造が繊細で、固定、死後変化等に対しても小皮縁より抵抗が弱く、従って人材料では保存され難い。刷子縁の中に空胞が存在することは多くの学者により報告されたが、最近では Dalton 等 (1951) が電子顕微鏡的研究によって刷子縁を形成する線條の間に多数の顆粒が連って入っている像を報告した。私の標本では空胞や顆粒の存在を示す所見は得られなかった。又刷子縁が細胞の表面から起始する所に鉄ヘマトキシリンで好染する微細顆粒が1列に配列するのが認められる(図1)。これは明かに基底小体であり、既に Policard (1910) により記載された。

次に主部細胞の特徴の一つと云われる基底線條は R. Heidenhain (1874) によりはじめて発見されたもので、Stäbchenstruktur と記載された。基底

線条の本態については多くの人により論ぜられているが、Benda (1903) は両棲類において糸粒体が縦に並んで出来たものだとして述べ、Policard (1905) もこれを Chondriomiten に外ならぬと記載した。更に Landsteiner (1903) は一種の Körnerfaden と見做し、固定が悪い時には顆粒状になると主張した。爾来この問題は Kolster (1911), M. Heidenhain (1907), Mislowsky (1913) 等により論議された。Kolster は繊細な放線状線維の上に顆粒が乗って出来たものと推定し、Mislowsky はこの線維を Plasmafaden と呼んだ。しかるに Hirsch (1910) は液流によって生じた原形質性の細管構造であると主張して異説を樹てた。

私の Levi-鉄ヘマトキシリン標本に於て基底線条は鉄ヘマトキシリンで強染して美麗に証明された(図1)。私の観察によれば人の基底線条は糸状及び桿状の糸粒体そのものであり、これが細胞の縦軸に平行して基底部に密に配列して出来たものである。糸粒体の配列状態をみるに、核下部及び核側部から基底面に至る部分に極めて多数の比較的太い桿状又は糸状の糸粒体が縦に密集している。核上部に於ては糸粒体は少なく、配列は粗であり、その走向も乱れ斜走するものがあり、一般に短く桿状のものゝ他に顆粒状のものが認められる。桿状の糸粒体の中には先端に顆粒状の肥厚をもつものがある。私は Hirsch の指摘した如き細管構造を認めることができなかった。健康な人の腎臓の主部上皮細胞に於ては今日まで糸粒体を完全に証明した学者は殆んどない。

核上部を含む刷子縁と核との間を占める原形質領域には大小様々の鉄ヘマトキシリンに好染する可染顆粒が屢々認められた(図1)。これらは顆粒状の糸粒体より大きく、散在することが多いが、又1個所に集合していることもある。小さいものは糸粒体の先端の肥厚位の大きさであって、この肥厚部が離断されんとする所見もある。このことは顆粒の由来を示唆している。私は可染顆粒は糸粒体の先端の肥厚が離断することによって出来たものと考え、顆粒自身には色調がなく、即ち色素顆粒ではない。Zenker-formol, Regaud 氏液固定標本でも保存され、エオジンで淡く染まる。併し PAS 反応は殆んど陰性である。

可染顆粒の由来については Möllendorff (1930) はこのものと基底線条とは同じ染色性を示すから前者は後者から由来したものであろうと推定した。私もこの意見を否定しない。前述の通り私は核上部にある糸粒体の肥厚から可染顆粒が由来すると考えているが、基底線条も糸粒体に外ならないからである。ところが、Cesa-Bianchi (1909) は可染顆粒を Liposome と見做し、Ferrata (1905) は核に由来すると述べた。私は健康な人の材料に於て

は脂肪顆粒を認めなかった。人の主部細胞に常在する可染顆粒が糸粒体から由来したものであることは疑の余地はないと思われるが、人では一般に可染顆粒は少ない。可染顆粒に混じて鉄ヘマトキシリンによって弱く染色される淡染性顆粒(図1)や、中心部の染色性が減弱し、周辺部のみが強染する輪状顆粒(図1)及び全く染色性を持たない可染顆粒と略等大の又はそれよりやゝ大きい空胞等が見られる。空胞も一般に多くないが、やゝ多く出現するこ

ともあり(図2)、多くは核上部にある。かゝる時には可染顆粒は一般に少なく、基底線条の配列も粗であって、糸粒体の消耗を示している。淡染顆粒や輪状顆粒は恐らく可染顆粒が、全体として、或は中心部から染色性を失い、遂に空胞化する段階を示すものであらうと思われる。可染顆粒の少なくとも一部のものはかくの如く

して空胞となるものと考えられる。以上の如き顆粒の動態は腺細胞の分泌現象とよく一致し、主部上皮細胞に分泌機能があることを暗示する所見であると思われる。可染顆粒の意義について Peter (1924), Mitamura (1924)等は管腔から吸収された物質が可染顆粒に吸着されると説いているが、私もこの意見に対して反論する根拠を持たない。恐らく吸収に当たって可染顆粒がかくの如き役割を演ずることはあり得ると考える。

b) 主部上皮細胞のアポクリン分泌像と吸収像.

図 2. 尿管主部(曲部)上皮細胞のアポクリン分泌像。長い原形質突起が多数見える。Levi 氏液固定, Rubaschkin 氏法漂白, 鉄ヘマトキシリン染色。sp 原形質突起, v 空胞。

Fig. 2. Picture of apocrine secretion in the epithelial cell of the proximal convoluted (pars convoluta). Multitude of long projected protrusions into the lumen from the surface of the epithelium. Fixed with LEVI's solution. Bleached by RUBASCHKIN's method. Stained with iron-hematoxylin. sp cytoplasmic projection. v vacuole.

主部上皮細胞は周知の如く吸収及び分泌の2機能を持つ。私は上述の如く人の主部上皮細胞に於て、細胞形態学的に分泌機能を裏書きする如き像を認めたが、更に他の上皮細胞、特に腺細胞に見られるアポクリン分泌像に極めて類似する所見を得て、更に主部上皮の分泌機能の形態学的証明を確実ならしめることが出来た。Disse (1902), Kosugi (1927) 等によれば管腔に膨隆する細胞では刷子縁が薄くなり、その線条構造が消失するか、或いは刷子縁が全く消失し、この部分を通して顆粒が管腔中に排出される。更に Kosugi は実験的にかかる分泌方法によって或る種の尿成分が管腔に排出されることを証明した。この説は後に Möllendorff (1930) によって支持されるに至った。又三好 (1937) は白鼠においてやはり管腔に膨隆する細胞を認め、こゝに大きな空胞が存在することから空胞はやがて管腔に排出されることを想像した。以上は何れもアポクリン分泌を暗示する所見である。

人の尿細管主部に於ては管腔へ舌状又は乳頭状の明るい原形質突起を出す上皮細胞が全例において屢々認められた(図1)。従って管腔は不正形で狭いことが多い(図5)。然るに前述の如く、この原形質突起は固定液に対して抵抗が弱く、死後変化によって破壊されるので、formalin や alcohol 等で固定したパラフィン切片や、死後時間を経過した材料では破壊消失し、細胞表面は平坦となり、管腔は広くなるが、その中に崩壊した突起の遺物と思われる構造が残っていることがある。突起は時に極めて長く

図3. 原形質突起が管腔に脱落した後の主部上皮細胞。Levi氏液固定、PAS反応、鉄ヘマトキシリン染色。

Fig. 3. An epithelial cell of the proximal convolution in which the apical part of the cytoplasmic projection has been thrown off from the cell-body. Fixed with LEVI's solution. Stained with PAS reaction and iron-hematoxylin.

伸び(1図)、或る主部の断面では殆んど凡ての細胞が長い突起を有し、管腔は極めて狭小である(図2)。突起は一般に先端部が膨大し基部が細い。突起を持つ細胞の核の位置及び構造並びに基底線条にも著明な変化はない。併し図2に於ては基底線条の配列が著しく粗である(上述)。PAS-鉄ヘマトキシリン標本では上述の如く刷子縁がPAS反応で赤染するので、その変化を見るのに好適であるが、突起の先端部の表面には刷子縁は欠如している。刷子縁は突起の基部には認められるが、上部へ向って漸次薄くなり遂に消失する(図1—3)。突起は一般に飽満の感があり、細胞質は明調で、

図 4. 尿細管主部 (曲部) 上皮細胞の Golgi 装置, Kolatchev 氏法, Kull 染色.

Fig. 4. GOLGI apparatus in the epithelial cell of the proximal convolution (pars convoluta). Used KOLATCHEV's method and KULL's staining.

染色性が著しく減じている。その中には可染顆粒、淡染性顆粒時に空胞が含まれるが、糸粒体は一般に少なく、先端部には殆んど存在しない。その先端部が破れて、内容が可染顆粒、空胞等と共に管腔へ流出するのが見られるし (図 2), 又先端部が

図 5. 尿細管主部 (曲部) 上皮細胞の Golgi 装置, Kolatchev 氏法, Kull 染色.

Fig. 5. GOLGI apparatus in the epithelial cell of the proximal convolution (pars convoluta). Photomicrograph. Used KOLATCHEV's method and KULL's staining.

崩壊して小片となって管腔に脱落する像もある (図 7). かくの如くして突起は次第に小さくなる (図 3). 又突起が細い基部で絞扼離断するのを思わせる像が稀に見られた。以上の如くして原形質突起に含まれる顆粒や空胞は管腔内へ排出される。以上の像は明かにアボクリン分泌像であ

って、従って原形質突起は分泌突起である。アポクリン分泌によって排出された分泌物が管腔中に滯留するのが屢々見出された。

以上の所見によって人の主部細胞にはアポクリン分泌を営む能力のあることが明らかになった。アポクリン分泌の場合には分泌突起の形成があり、その管腔内への脱落があるので、形態学的に分泌機能のあることを証明するのに極めて確実な根拠を与える。以上の如きアポクリン分泌像が証明されたことによって人の主部上皮細胞に分泌機能があることが確証されたも

図 6. (aとb). 尿細管主部の直部上皮。基底線条の發育は極めて悪い。アポクリン分泌像と吸収像(*)が見える。刷子縁はPAS 反応で赤染する。Levi 氏液固定、PAS 反応、鉄へマトキシリン染色。g 可染顆粒、v 空胞。

Fig.6 (a and b). The epithelium of pars recta of the proximal convoluted tubule. The development of basal striation is very poor. The picture of apocrine secretion and the figure of absorption (*) are seen. The brush border reacts reddish by PAS reaction. Fixed by LEVI's solution. Stained with PAS reaction and iron-hematoxylin. g stainable granule, v vacuole.

のと考える。主部上皮にアポクリン分泌以外にエックリン分泌があるか否かを解決するような所見は得られなかった。又アポクリン分泌によって尿中へ如何なる物質が加えられるかについても不明である。顆粒や空胞等の組織化学的分析が必要である。Kosugi (1927) が主張する如く、尿成分が可染顆粒に担荷されて排出されることも勿論考えられる。尿細管上皮のアポクリン分泌は主部細胞ばかりでなく、集合部の上皮細胞によっても営まれることが倉田と島尾 (1948) によって指摘された。主部上皮に吸収機

図 7. 腎小体尿管極に於ける主部上皮細胞と Bowman 氏嚢上皮 (明調) との移行。主部上皮細胞には基底線条が著明でアポクリン分泌像と吸収像 (*) が見られる。刷子縁は PAS 反応で赤染。Bowman 氏嚢上皮 (明調) の中に主部細胞と同一性質を示す暗調な上皮細胞 (ebc) が混在する。

Fig. 7. Transition of proximal convolution epithelium into that (pale) of BOWMAN's capsule at the urinary pole of the renal corpuscle. Cells of the proximal convolution show the basal striation and the picture of apocrine secretion and the figure of absorption (*). Brush border is stained red by PAS reaction. In the epithelium (pale) of BOWMAN's capsule are mingled dark cells (ebc) with the same cytological characteristics as the proximal convolution epithelial cells. Fixed with LEVI's solution. Stained with PAS reaction and iron-hematoxylin.

能があって腎小体で作られた尿の一定の成分, 例えば糖, 水, 塩化物等を再吸収することが一部組織学的にも証明されている. 一般に吸収には刷子縁が関与すると信ぜられている (Bargmann 1951). 前述したようにアポクリン分泌に際して分泌突起の先端部の刷子縁が消失することは, この部分には最早吸収が行われないことを示しているように思われる. 主部上皮で行われる吸収機能を形態学的に把むことは困難であるが, 図 7 に見られるような, 主部上皮細胞が肥満し, 管腔内へ膨隆し, 細胞質が著しく明調となる像が屢々認められる. かゝる膨隆部の表面に於ては刷子縁は保存されている. かゝる所見は恐らく吸収像であるように思われるが, アポクリン分泌像との区別が六ヶしい. 併し分泌突起は一般に細く基部が細いが, 吸収像に於ては細胞が広く丘状に膨隆する. その他特に私は刷子縁の存否を重要視したいと思う. 前に引用したように Peter (1924), Mitamura (1924) 等は吸収された物質が顆粒に吸着されると述べているが, 吸収された物質が一時的に可染顆粒に吸着されることはあり得ると思われる.

c) 主部上皮細胞の Golgi 装置.

諸種脊椎動物の主部細胞における Golgi 装置は多くの学者により研究された. 例えば Brugnattelli (1908) はモルモット, Kolmer (1916), Pappenheimer (1912) は白鼠と蛙, Avel (1924) は蛙とイモリについて研究し, San-Giorgi (1909), Basile (1914) はモルモットにつき一定の実験条件下の Golgi 装置の位置転換を研究し, Jassowin (1925) は両棲類に於て, Nassonov (1926) はマウスと猫に於て, Tonutti (1937) もマウスに於て主部上皮細胞の Golgi 装置と trypan blue 生体染色によって出現する trypan blue 顆粒の位置とが一致することを証明し, この点から Golgi 装置の機能的意義を論じた. 特に Jassowin は無尿時には Golgi 装置は常に核上部にあるが, 食塩注射によって利尿を促進すると, 時間の経過と共に核側部から核下部に移動することを報告した. 以上の如き研究によって脊椎動物の主部上皮細胞の Golgi 装置は網工を形成し, 網工は横に拡がり, 機能状態によって核上部から核下部の間を移動することが証明された. 翻って人の腎臓の主部上皮細胞の Golgi 装置に関しては今日まで報告がないようである. 私は Kolatchev 氏法によって人の主部上皮細胞の Golgi 装置の検出に成功した.

人の主部上皮細胞の Golgi 装置はその構造が比較的簡単で, オスミウム酸によって黒染する比較的短い彎曲した索条から成るが, 切片で見ると完全な網工を形成しているようには思われない (図 4). 即ち網工形成は不完全で索条は細胞の内表面と基底面との中間をそれ等と略平行して横に

並び、各上皮細胞のものが横に連続して緩く彎曲した線上に配列する(図5)。上皮細胞の核との位置的關係を見るに、大体核上部から核側部に在る。併し時に索条が核側部から下方に伸びて核下部にまで達する細胞がある(図4, 5)。核の見えない細胞の断面では Golgi 装置は概ね細胞質の中央部に横に並ぶ。原形質突起を出す細胞又は管腔内へ膨隆する細胞でも Golgi 装置の位置と構造の變化は殆んど見られない。人の主部上皮細胞の Golgi 装置は他の動物のそれに比較してその發達は良好でないように思われる。Golgi 装置と細胞に於ける分泌物形成機能との關係については Nassonov (1923, 1924, 1926), Hirsch (1939) 等によって論ぜられ、分泌産物は Golgi 装置の索条の中で形成されると主張されたが、私は尿管主部上皮細胞に於ては特に Golgi 野に可染顆粒が出現する傾向を認めなかった。

d) 主部の直部上皮細胞の特徴.

主部の曲部及び直部の上皮細胞は略同じ性質を備えるが、若干の差異がある。この点についての過去の文献を参照すると、先ず核の差異について Möllendorff は直部の上皮細胞の核は染色質に富むと述べ、基底線条について Suzuki (1912) はモルモット、ラット、家兎、猫に於て曲部の近位部では密に遠位部では疎に配列するが、直部では顆粒状となるものが多いと述べた。基底線条の差異は兩部鑑別のよい目標であるように思われる。これに注目し Carlier (1900), Ferrata (1905) は基底線条の状態により直部を3部に分けた。第1部は基底線条が未だ残っているが顆粒化も屢々みられる部、第2部は原形質が一層暗調となり基底線条の代りに豊富な顆粒が出現する部、第3部は Henle 氏係蹄への移行部である。私は次に述べる所見から以上の見解を支持したい。

私の人の主部に於ける所見に依れば直部は概ね髓放線の中に位し、曲部と同じ刷子縁をもった暗調なる上皮細胞を持ち、細胞の境界は一般に不明である。管腔は一般に広い(図6)。核形質はやゝ暗調で、染色質に富む。曲部上皮細胞との間の最も著明な細胞学的相異は基底線条に在る。即ち直部上皮細胞の基底線条の形成は非常に不良である。矢張り縦に略平行して配列する桿状又は糸状の糸粒体によって形成されるが、その配列が粗で、所によっては線条形成が見られない(図6)。併し顆粒状の糸粒体が並んで基底線条を作ることはない。直部の諸部に於ける基底線条の有様を比較すると、曲部に近い近位部に於ては基底線条の形成は未だ比較的良好であるが、遠位部へ向つて漸次不良となり、Henle 氏係蹄への移行部では殆んど消失し、糸粒体も少ない。桿状の糸粒体は核上部にも認められるが、そ

の配列は粗で不規則である。直部に於ても糸粒体から可染顆粒の形成される像が認められた。即ち桿状糸粒体の先端に顆粒状の肥厚部が形成され、漸次増大し、離断されて可染顆粒となる。可染顆粒の性状は曲部と同様であるが、可染顆粒が核上部のみならず核側部から核下部にも出現する。即ちこれ等の部分でも糸粒体からの顆粒形成がある。図 6, a に見られるように核下部、即ち基底線条の中に可染顆粒が多数出現し、それが縦に念珠状に配列する像があり、そこには糸粒体が見られない。これは基底線条を形成する糸粒体が可染顆粒に転化したためである。この様な所見は曲部には見られない。可染顆粒の外にそれと等大又はやゝ大きい空胞も認められた(図 6, b)。直部にも曲部と等しいアポクリン分泌像が認められ、原形質性突起の先端部には刷子縁が消失している。又吸収機能を思わせる細胞の管腔内への膨隆も見られる。この場合には刷子縁の消失はない(図 6, a)。併しこれ等の像に接する頻度は曲部に於けるより一般に少ないように思われる。従って上記の如く管腔が広い。

Oliver (1945) は糖尿病に際して多量のグリコゲンが直部に見出されると唱え、こゝには再吸収された葡萄糖から多糖類を形成する機能があると推定したが、健康な人の尿細管主部の直部上皮細胞には曲部と同様グリコゲンは証明されない。又犬と猫の直部には正常時と雖も極めて多数の脂肪顆粒が存在すると云われ (Foote と Grafflin 1938), その他牛, 山羊, 豚等にも脂肪顆粒が存在することが明かにされた (Zimmermann 1911 その他) が、健康人では osmium 酸によって黒染する脂肪顆粒を認めることはできなかったし、又可染顆粒は脂肪反応を呈する部分を含んでいないことを確めた。

e) 主部と Bowman 氏囊との移行部について。

尿細管主部の腎小体の尿管極に於て Bowman 氏囊に移行する部分が細くなっているときはこの部を頸部と呼ぶ。頸部の構造は動物の種類によって著しい相異があると云われる。人のネフロンには常に頸部があるか否かについては、これを否定する学者 (Schweiger-Seidel 1865, Raschkowitsch 1918) と、肯定する学者 (Köl liker 1867, Ludwig 1871, Henle 1873) とがあり、又その折衷説もある (Gross 1868, Frey 1870, Peter 1909)。その存在を否定する学者の 1 人 Raschkowitsch の説によれば尿細管は尿管極で細くならず、そのまゝ Bowman 氏囊に移行する。従って多くの場合頸部と称せらるべき部分は存在しない。

さて Bowman 氏囊上皮細胞は極めて薄い扁平上皮細胞であり、主部上皮細胞がこれに移行する境界は Bowman 氏囊上にあるとも尿細管上にある

とも云われる (Möllendorff 1930 参照). 馬, 家兎, 猿等は後者に属し (Raschkowitsch), 白鼠, 二十日鼠は前者に属し, 人と猫とに於ては両者が混在する (Klein 1881, Benda 1903, Peter 1909, Möllendorff). 私の標本によって人の尿細管主部と Bowman 氏囊との関係をみるに, 主部が Bowman 氏囊に開口する所は縊れているが, 主部が細くなって短い頸部を形成していることはない. 又その部に特別な上皮細胞がある所見もない. 尿管極に接近した主部上皮の細胞学的所見は曲部の他の部分と全く等しく, 刷子縁があり, 糸粒体も多く, 基底線条はよく発達し, 核上部には可染顆粒や空胞が認められ, アポクリン分泌像や細胞の管腔内への膨隆も認められ (図 7), Cowdry (1927) によって記載されたごとき立方上皮で囲まれた細い部分 (狭窄部) を認めることは出来なかった. 従って若し移行部に於ける縊れを頸部と呼ぶならば人のネフロンにも頸部があるが, 特別な上皮を持つ主部の細い部分を頸部と考えるならば人のネフロンには頸部がないことになる. Suzuki (1912) はモルモット, ラット, 家兎, 猫の尿管極に近い曲部上皮細胞に於ては基底線条を形成する糸粒体が極めて密に配列すると述べたが, 私もこれを大体認めることができた (図 7). かゝる曲部上皮細胞は曲部が Bowman 氏囊へ移行する縊れの部分で Bowman 氏囊上皮細胞と置き換る. この上皮は低い 1 層の, 主部上皮細胞より明調な上皮細胞から成り, 血管極へ向って低くなり全く扁平な上皮となる. この細胞には糸粒体は少なく, 基底線条はなく, 刷子縁もない. 所が時にこの Bowman 氏囊上皮細胞の中に混じて, 高くて大きい暗調な細胞が存在する (図 7). その細胞学的所見は主部上皮細胞と一致し, 糸粒体に富み, 基底線条を持ち, 核上部には可染顆粒を持つものがある. 唯 Bowman 氏囊上皮と同様刷子縁を持たない. 以上の所見から見るとかゝる細胞は主部上皮細胞が Bowman 氏囊上皮内へ飛石状に侵入して来たものと考えられる. かゝる細胞は屢々 Bowman 氏囊の鞘内腔へ原形質突起を出し, その中に可染顆粒と淡染性顆粒を多く持つことがある. 私はこの顆粒がアポクリン分泌によって Bowman 氏囊の腔へ排出される像を見た (図 7). 普通の Bowman 氏囊上皮細胞には分泌像はない. Bowman 氏囊上皮内に主部上皮細胞が出現することは, 2 つの上皮が発生的にも連続したものであって, 分化の途中 Bowman 氏囊の部分の上皮細胞に主部上皮と同じ分化がおこったことを示していると思われる.

IV. 総 括.

主として 5 例の健常にして新鮮な人の腎臓と 10 例の手術的に剔出した人

の腎臓の健常部とを材料として尿細管主部上皮の細胞学的研究を行い、次の所見を得た。

1. 尿細管主部上皮は曲部直部ともに管腔面に刷子縁を備えるのを特徴とする。刷子縁は腸上皮の小皮縁と類似の構造を持ち、繊細な小桿より成り、その原形質より派生するところに微細な基底小体がある。刷子縁は一般に鉄ヘマトキシリンに淡染し、過沃素酸-Schiff 反応陽性である。内部に顆粒や空胞を認めない。アポクリン分泌時には一部消失する。

2. 主部上皮細胞は一般に暗調な細胞であって細胞質は鉄ヘマトキシリン及びエオジン等に好染し、糸粒体に富む。桿状及び糸状の糸粒体は核側部核下部及び基底部に縦に略平行して密に配列し、所謂基底線条（小桿構造）を形成し、核上部には桿状又は顆粒状の糸粒体があるが、少なく、配列は不規則である。

3. 主部上皮細胞には一般に核上部に可染顆粒の形成がある。可染顆粒は桿状糸粒体の先端に生ずる顆粒状の肥厚部の断裂によって形成され漸次増大する。顆粒は鉄ヘマトキシリンに強染し、エオジンに淡染するが、過沃素酸-Schiff 反応陰性である。可染顆粒の中には淡染性顆粒或は輪状顆粒の段階を経て空胞となるものがある。これ等の現象は腺細胞に於ける分泌現象と一致し、主部上皮細胞に分泌機能のあることを示唆する形態学的所見である。

4. 主部上皮細胞にはアポクリン分泌像が認められる。明調な乳頭状或は舌状の原形質性突起を管腔内へ送る。その中には可染顆粒や空胞等が含まれ、突起の破綻切断等によって、これ等の内容は管腔へ排出される。刷子縁は突起の先端へ向って次第に薄くなり、先端部に於ては消失する。アポクリン分泌の存在によって主部上皮に分泌機能のあることが形態学的に確認された。

5. 主部上皮細胞には分泌の外に吸収機能があることが一般に承認されているが、形態学的に吸収を思わせる所見としては、主部上皮細胞が飽満し、管腔内へ広く丘形に膨隆する像を挙げることが出来る。膨隆部は明調で、その表面には刷子縁の消失を見ない。可染顆粒と吸収機能との関係は明らかではないが、吸収された物質が一時そこに吸着されることは考えられる。

6. 人の主部上皮の管腔面が常に凹凸を持ち、平坦でなく、管腔の形や広さも不定なことは上記の如き上皮細胞のアポクリン分泌像や吸収像による。併しこれ等は死後変化や固定液等によって破壊されやすい。

7. Kolatchev 氏法によって人の主部上皮細胞の Golgi 装置を検出した。

装置はオスミウム酸によって黒染する短い彎曲した索条より成るが、網工形成は不完全であって、索状は細胞の略中央部に横に並び、各上皮細胞のものが横に連続して緩く彎曲する線上に配列する。核との位置的關係を見るに、大体核上部から核側部にあり、核下部に達することは稀である。顆粒形成との關係は不明である。アポクリン分泌及び吸収の場合にも位置と構造の変化は見られない。

8. 直部上皮細胞が曲部のそれと異なる点は基底線条の發達が悪いことである。基底線条の形成は近位部から遠位部へ向って漸次不良となり、Henle氏係蹄への移行部に於ては殆んど消失する。直部上皮細胞に於ては可染顆粒の形成が核下部にも起り、基底線条を作る長い糸粒体が数個の顆粒となり念珠形となることがある。

9. 尿管細管主部の曲部が Bowman 氏囊から起始する部分で特別な上皮を持つ細い頸部を形成することはない。曲部上皮細胞は Bowman 氏囊の尿管極まで、よく發達した基底線条を持ち、アポクリン分泌像と吸収像を示す。曲部上皮が Bowman 氏囊上皮へ移行するのは尿管極で、こゝで明調扁平な、糸粒体に乏しい、刷子縁や基底線条を持たない Bowman 氏囊上皮細胞と代る。所が Bowman 氏囊上皮の中に散在性に主部（曲部）上皮細胞と全く等しい細胞学的特徴を持つ暗調で大きく高い上皮細胞が出現する。曲部上皮細胞と異なるのは刷子縁を欠如することのみである。この細胞にも顆粒形成があり、アポクリン分泌像が見られることがある。このことは主部上皮と Bowman 氏囊上皮は發生学的に連続したものであり、唯分化を異にするが、偶々 Bowman 氏囊上皮の中に主部上皮と同じ分化を示すものが出現することを意味する。

10. 人の主部上皮細胞には核と刷子縁との間に双中心子が証明される。健康な人の主部上皮細胞には脂肪顆粒は出現しない。又直部に於ても曲部に於てもグリコゲンは検出されない。

終りに臨み、本論文作成にあたり御指導御校閲の勞を賜った伊東教授、御指導御鞭撻を承った吉村助教授及び種々御援助下さった狩野博士に衷心から感謝の意を表します。

Author's Abstract

Fresh autopsy materials of the kidneys from five healthy executed men and surgical materials from ten patients were fixed with LEVI's solution, REGAUD's solution, ZENKER-formol and 10% formol. Paraffine sections were stained with HEIDENHAIN's iron-hematoxylin, azan, KULL's method and periodic acid-SCHIFF (PAS) reaction. In these pre-

parations epithelial cells of the proximal convolution in renal tubules were studied cytologically.

In both, *pars convoluta* and *recta* of the proximal convolution, the free surface of epithelial cells are covered by the brush border which consists of multitude of minute hair-like processes and shows the same striated structure as in the cuticula of intestinal epithelium. Each processes have, beneath the free surface of the cells, minute basal corpuscles which in optical section appear as a dark stained line. The brush border reacts generally positively upon periodic acid-SCHIFF reaction.

Epithelial cells of the proximal convolution are generally rich in mitochondria; in the basal parts of cells up to the paranuclear regions a majority of rod-shaped and filamentous mitochondria are arranged densely and perpendicularly to the basement membrane, making the basal striation. Relatively small number of rod-shaped mitochondria are also scattered irregularly in the supranuclear parts, where, besides the mitochondria, variable number of granules and vacuoles are found in normal condition. Granules derived, probably, from the mitochondria are deeply stained with iron-hematoxylin, and react, however, negatively to PAS. Vacuoles seem to be produced from liquefying granules. These phenomena found in supranuclear parts of epithelial cells of the proximal convolution suggest that these cells have secretory activity.

The free surface of dark epithelial cells of the proximal convolution often send into the lumen long cytoplasmic protrusions of paipillar shape which appear quite clear and contain various number of stainable granules and vacuoles. The brush border found on the surface of the basal part, becomes, however, thinner towards the apical part and disappears completely. The apical part of these protrusions are constricted and thrown off as droplets or fragments into the lumen or the cytoplasmic content flows into the lumen through the broken tips of the protrusions. In these manners the granules and vacuoles are released from the cells. These phenomena indicate apocrine secretion of epithelial cells.

It is generally accepted that the epithelium of the proximal convolution has also absorption activity. In the epithelium of this part a number of large, swollen epithelial cells are found here and there bulging as clear eminences into the lumen. On the free surface of these cells the brush border remains intact which is generally thought to participate in absorption. These cells, therefore, probably represent those engaged in absorptive function.

The free surface of the epithelium of human proximal convolution is always uneven and intensely rugged, so that the lumen is irregular in shape and narrow. These facts chiefly depends on the morphological changes of epithelial cells induced by functional activities as absorption

and apocrine secretion.

GOLGI apparatus in epithelial cells of human proximal convolution demonstrated by KOLATCHEV's osmium-impregnation method consists of many short curved threads (apparatus elements) which are arranged on a line running transversely at the level of the nucleus without making net-like structure. In parts containing the nucleus they are found in the supranuclear or paranuclear region. They occur, however, rarely in the infranuclear region, too. No remarkable variations of the structure and location of GOLGI apparatus are found in this study.

The chief morphological difference of pars recta to pars convoluta is in its poor development of the basal striation found in the epithelial cells. Towards the distal part of pars recta the development becomes poorer and poorer, so that in the transitional part to the loop of HENLE the basal striation almost disappears. The formation of stainable granules are found not only in the supranuclear region but also often in the infra- and paranuclear region which is usually occupied by basal striation in epithelial cells of pars recta.

Between the proximal end of the proximal convolution and the urinary pole of BOWMAN's capsule there exists no constricted part called the 'neck' lined with peculiar cuboidal epithelium. At the urinary pole epithelial cells of the proximal convolution are suddenly replaced by simple squamous epithelium of BOWMAN's capsule. The latter consists of small flattened epithelial cells with pale cytoplasm which contains few mitochondria and is provided with neither brush border nor basal striation.

In the epithelium of BOWMAN's capsule there often appear, singly or in small groups, large dark epithelial cells which resemble in many cytological respects, excepting the lack of the brush border, to those of the proximal convolution, showing basal striation and granule formation. Often the pictures of apocrine secretion are found in them. This finding seems to be very interesting and important, suggesting that the epithelium of BOWMAN's capsule and the proximal convolution are embryologically of the same origin and under certain circumstances the cells of the former can differentiate into those of the latter.

Epithelial cells of the proximal convolution of human kidney contain in the zone between the nucleus and the brush border a pair of centriole (diplosome). In normal condition glycogen and fat droplets are detected in vain.

文 献.

Avel, M. : Sur l'appareil de Golgi du rein de la grenouille rousse et du triton alpestre. C. r. Soc. Biol. 91 (1924). P. 794. — **Bargmann, W.** : His-

tologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. Stuttgart 1951. — **Basile, G.** : Sulle modificazione dell'apparate reticolare interno di Golgi nell'epithelium renale di animali nefrectomizzati. Internat. Mschr. Anat. u. Physiol. 31 (1914). S. 1. — **Benda, C.** : Die Mitochondria des Nierenepithels. Anat. Anz. 23 (1903). Erg.-H. S. 123. — **Böhm, A. u. M. Davidoff** : Lehrbuch der Histologie des Menschen 1895. (After Möllendorff.) — **Brugnatelli, E.** : Sur une fine particularité de structure des épithélium des canalicules renaux. Arch. di Biol. 50 (1908). P. 256. — **Bruntz, L.** : Sur la contingence de la bordure en brosse et la signification probable des bâtonnets de la cellule rénale. C. r. Acad. Sci. Paris 147 (1908). P. 83. — **Carlier, E. W.** : Note on the presence of ciliated cells in the human adult kidney. J. Anat. a. Physiol. 34 (1900). P. 223. — **Cesa-Bianchi, D.** : Experimentelle Untersuchungen über die Nierenzelle. Frankf. Z. Path. 3 (1909). S. 461. — **Cowdry, E. V. a. W. P. Cevell** : Quantitative cytological studies on the renal tubules. II. Mitochondria-cytoplasmic ratio. Anat. Rec. 36 (1927). P. 349. — **Cushny** : Secretion of urine. London 1917. (After Möllendorff.) — **Dalton, A. J., H. Kahler a. B. J. Loyd** : The structure of the free surface of a series of epithelial cell types in the mouse as revealed by the electron microscope. Anat. Rec. 111 (1951). P. 67. — **Disse, J.** : Harnorgane. Handbuch der Anatomie des Menschen. Bd. 7. Tl. 1. 1902. — **Ferrata, A.** : Sull'anatomia, sullo sviluppo e sulla funzione del rene. Arch. ital. Anat. 4 (1905). P. 581. — **Frey, H.** : Handbuch der Histologie und Histochemie. Leipzig 1870. (After Möllendorff.) — **Foote, J. F. a. A. L. Grafflin** : Quantitative measurements of the fat-laden and fat-free segments of the proximal tubules in the nephron of the cat and dog. Anat. Rec. 72 (1938). P. 169. — **Gross, F.** : Essai sur la structure microscopique du rein. Strassbourg 1868. — **Gurwitch, A.** : Zur Physiologie und Morphologie der Nierentätigkeit. Pflügers Arch. 91 (1902). S. 71. — **Heidenhain, M.** : Plasma und Zelle. Bardelebens Handbuch der Anatomie. 1907. — **Heidenhain, R.** : Mikroskopische Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Nieren. Arch. mikr. Anat. 10 (1874). S. 1. — **Henle, J.** : Handbuch der systematischen Anatomie. Bd. 2. S. 307. 1873. (After Möllendorff.) — **Hirsch, C.** : Experimentell-anatomische Untersuchungen an der Nierenzelle. Anat. H. 41 (1910). S. 129. — Form- und Stoffwechsel der Golgi-körper. Berlin 1939. — **Jassowin, G.** : Zur Histophysiologie der Tubuli contorti der Amphibienniere. Z. Zellforsch. 2 (1925). S. 741. — **Klein, E.** : Histological notes. Quart. J. micr. Sci. (1881). S. 231. (After Möllendorff.) — **Kölliker, Th. V.** : Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1867. — **Kolmer, W.** : Über einige durch Ramon y Cajals Uran-Silbermethode darstellbare Strukturen und deren Bedeutung. Anat. Anz. 48 (1916). S. 506 u. 529. — **Kolster, R.** : Mitochondria und Sekretion in den Tubuli contorti der Niere. Beitr. path. Anat. 51 (1911). S. 209. — **Kosugi, T.** : Beiträge zur Morphologie der Nierensekretion. Beitr. path. Anat. 77 (1927). S. 1. — **Krause, W.** : Ein Beitrag zur Histologie der gewundenen Harnkanälchen. Virchows Arch. 109 (1887). S. 193. — Über Stäbchensäume der Epithelien. Inaug.-Diss. Berlin 1888. (After Möllendorff.) — **倉田白章と島尾俊信** : 腎、涙腺導管上皮のアポクリン分泌. 医学と生物学. 16 (1948). 頁 72. — **Landauer, A.** : Über die Struktur des Nierenepithels. Anat. Anz. 10 (1895). S. 645. — **Landsteiner, M.** : Über trübe Schwellung. Beitr. path. Anat. 33 (1903). S. 645. — **Lebedeff,**

S. A. : Zur Kenntnis der feineren Veränderungen der Nieren bei der Hämoglobinausscheidung. Virchows Arch. 91 (1883). S. 267. — **Lorenz, M.** : Untersuchungen über den Bürstenbesatz und dessen Bedeutung an normalen und pathologischen Nieren. Z. klin. Med. 15 (1888). S. 400. (After Möllendorff.) — **Ludwig, C.** : Von der Niere. Strickers Handbuch der Gewebe. Bd. 1. 1871. S. 489. (After Möllendorff.) — **Meves, F.** : Über den Einfluß der Zellteilung auf den Sekretionsvorgang nach Beobachtungen an der Niere der Salamaderlarve. Festschrift für Kupffer. Jena 1899. (After Möllendorff.) — **Mislawsky, A. N.** : Plasmafibrillen und Chondriokonten in den Stäbchenepithelien der Niere. Arch. mikr. Anat. 83 (1913). S. 361. — **Mitamura, T.** : Neue Belege zur Ludwig-Cushnyschen Filtrationstheorie der Niere. Pflügers Arch. 204 (1924). S. 561. — **三好隆次郎** : 腎細尿管上皮の細胞学的研究. 解剖誌. 9 (1937). 頁 672. — **Möllendorff, W. v.** : Die Dispersität der Farbstoffe, ihre Beziehungen zu Speicherung und Ausscheidung in der Niere. Anat. Heft. 53 (1915). S. 87. — Harn- und Geschlechtsapparat. Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen Bd. 7, Tl. 1. 1930. S. 1. — **Nassonov, D.** : Das Golgische Binnennetz und seine Beziehung zu der Sekretion. Untersuchungen über einige Amphibiendrüsen. Arch. mikr. Anat. 97 (1923). S. 136. — Das Golgische Binnennetz und seine Beziehung zu der Sekretion. Morphologische und experimentelle Untersuchungen an einigen Säugetierdrüsen. Arch. mikr. Anat. 100 (1924). S. 433. — Die physiologische Bedeutung des Golgi-Apparatus im Lichte der VITALFÄRBUNGSMETHODE. Z. Zellforsch. 3 (1926). S. 472. — **Nussbaum, M.** : Fortgesetzte Untersuchungen über die Sekretion der Niere. Pflügers Arch. 17 (1878). S. 580. — **Oliver, J.** : New directions in renal morphology. Harvey Lect. 40 (1945). P. 102. — **Pappenheimer, A. M.** : The Golgi apparatus. Personal observations and a review of the literature. Anat. Rec. 11 (1912). P. 107. — **Peter, K.** : Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Niere. Jena 1909. — Zellteilung und Zelltätigkeit. I. Zellteilung und Resorption. Beobachtung an normalen Niere. Z. Anat. 72 (1924). S. 463. — Zellteilung und Zelltätigkeit. III. Zellteilung und Resorption. Experimenteller Teil. Versuche mit Trypanblau. Z. Anat. 72 (1924). S. 451. — **Pizzini, B.** : Über die Sekretionserscheinungen in der Nierenzelle bei der Diurese. Intern. Mschr. u. Physiol. 25 (1908). S. 108. — **Policard, A.** : Sur les formations mitochondriales du rein des vertébrés. C. r. Soc. Biol. 59 (1905). P. 380. — Sur la striation basale des cellules du canalicule contourné du rein des mammifères. C. r. Soc. Biol. 59 (1905). P. 568. — Recherches histophysiologiques sur les premiers stades de la sécrétion urinaire. Arch. d'Anat. Micr. 14 (1910). P. 1. — **Raschkowitsch, M.** : Über den Hals der Nierenkanälchen bei den Säugern. Med. Diss. Bern. 1918. (After Möllendorff.) — **Rathéry, F.** : Le tube contourné du rein. Paris 1905. — **Retterer, E.** : De l'épithélium rénale dans quelques états fonctionnels du rein. C. r. Soc. Biol. 60 (1906). P. 611. — **San-Giorgi, :** Sull'apparate reticolare interno di Golgi nel epitelio renale in rodizioni patologico-sperimentali. Giron. roy. Acad. Med. Torino 15 (1909). P. 340. (After Möllendorff.) — **Sauer, H.** : Neue Untersuchungen über das Nierenepithel und seine Verhalten bei der Harnabsonderung. Arch. mikr. Anat. 46 (1895). S. 109. — **Schweigger-Seidel, X.** : Die Nieren der Menschen und der Säugetiere in ihrem feineren Baue. Halle 1865. (After Möllendorff.) — **Suzuki, T.** : Zur Morphologie der Nierensekretion

unter physiologischen und pathologischen Bedingungen. Jena 1912. — **Tonutti, E.** : Über die Bindung des Vitamin C an eine Trägersubstanz in der Zelle. Z. mikr.-anat. Forsch. 42 (1937). S. 221. — **Tribondeau, M.** : Sur les enclaves contenues dans les cellules des tubes contournés du rein chez la tortue étudiées comparativement en été et en hiver. C. r. Soc. Biol. 56 (1904). P. 266. — **Zimmermann, K W.** : Beiträge zur Kenntnis einiger Drüsen und Epithelien. Arch. mikr. Anat. 52 (1898). S. 552. — Zur Morphologie der Epithelzellen der Säugethiere. Arch. mikr. Anat. 78 (1911). S. 199.