

# Ricerche istochimiche ed ultrastrutturali sull'epitelio della "testa" dell'epididimo di *Equus asinus*

Autor(en): **Romanello, M.G. / Arrighi, S. / Domeneghini, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires**

Band (Jahr): **127 (1985)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-593204>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Schweiz. Arch. Tierheilk. 127, 671–684, 1985

Istituto di Anatomia degli Animali Domestici con Istologia ed Embriologia  
Università degli Studi di Milano

## Ricerche istochimiche ed ultrastrutturali sull'epitelio della «testa» dell'epididimo di *Equus asinus*<sup>1</sup>

Romanello M. G., Arrighi S., Domeneghini C., Rizzotti M.<sup>2</sup>

### Introduzione

La morfologia e la fisiologia dell'epididimo sono state ampiamente studiate sino dal 1897 [33]. E' ormai accettato che in questo organo gli spermatozoi vanno incontro a quel complesso di modificazioni conosciuto come «maturazione» [24, 7], alla quale l'epididimo partecipa attivamente mediante attività assorbenti e sintetiche [31]. Gli spermatozoi anomali o non eiaculati sono inoltre probabilmente degradati nel lume e assunti dall'epitelio [5, 84, 7], mentre il 90% del fluido testicolare verrebbe riassorbito nei condottini efferenti e nella parte prossimale del condotto dell'epididimo [16, 46].

La funzione secretoria è stata dimostrata con metodi biochimici e autoradiografici [30, 20]: glicerilfosforilcolina [87] e glicoproteine [31] sono le più importanti sostanze secrete, mentre la carnitina ematica sarebbe concentrata dall'epitelio nel lume [9, 11]. Nell'epitelio dell'epididimo è stata dimostrata infine l'esistenza di un intenso metabolismo steroideo [6, 57, 25, 30, 1, 58, 80, 83, 36].

La maggior parte degli Autori più recenti ha descritto caratteristiche dell'epitelio tipiche delle varie regioni dell'organo: queste differenze, probabilmente correlabili a differenti aspetti funzionali, sono state evidenziate in varie specie con metodi morfologici, istochimici ed istoenzimologici [63, 64, 3, 76, 24, 60, 68, 34, 59, 99].

Mentre l'ultrastruttura dell'epididimo di Mammiferi di laboratorio [35, 68, 31, 43, 99] e dell'uomo [38, 73] è stata molto studiata, solo recentemente si è presa in considerazione quella di alcuni Mammiferi domestici, quali l'ariete [67] ed il toro [61, 19]. Particolarmente trascurati, gli Equidi hanno tuttavia un epididimo del tutto peculiare, almeno per la lunghezza (fino a 80 metri nel cavallo) [72], notevole anche rispetto a quella di altri animali di grossa mole. *Johnson et al.* [41] hanno descritto al SEM e al TEM le vie genitali di cavallo e gli unici tipi cellulari riscontrati nell'epitelio dell'epididimo sono le cellule principali e le cellule basali: *Luthmann* [52] e *Gouranton et al.* [26] hanno posto particolare attenzione ai caratteristici inclusi multilamellari del nucleo delle cellule principali dell'epitelio dell'epididimo di cavallo.

Scopo delle nostre indagini è lo studio anatomico ed istofisiologico delle vie genitali maschili, condotto comparativamente negli Equidi (asino e cavallo) e nei loro ibridi interspecifici, notoriamente sterili (mulo e bardotto). In questo lavoro, che rappresenta la continuazione e l'approfondimento di precedenti ricerche morfologiche ed istochimiche di *Bignardi* [8], riferiamo i dati ottenuti nella «testa» dell'epididimo di *Equus asinus*.

<sup>1</sup> Lavoro svolto con contributo C.N.R. CT82.02376.

<sup>2</sup> Indirizzo degli Autori: Via Celoria, 10, 20133 Milano, Italia

### Materiale e Metodi

L'epididimo è stato prelevato al momento della macellazione da asini sani, sessualmente maturi, di età dai 4 ai 14 anni, separandolo delicatamente dal testicolo. Dalla parte macroscopicamente riconoscibile come «testa» sono stati eliminati i condottini efferenti e l'epididimo è stato suddiviso in numerosi campioni. Questi sono stati fissati in: formalina neutra al 10% (per la reazione argentaffine di Masson-Hamperl modificata secondo *Singh*) [90]; Zenker-Helly, per le usuali colorazioni morfologiche e per la reazione PAS; piccoli pezzi sono stati anche congelati in azoto liquido per l'esame della fluorescenza e per il Sudan nero.

Per l'esame al M. E. alcuni frammenti sono stati fissati a 4 °C per 2 ore in glutaraldeide al 2,5% in tampone fosfato 0,1 M pH 7,4 e postfissati per 2 ore in OsO<sub>4</sub> all'1% nel medesimo tampone. Altri frammenti, fissati nella miscela di *Karnovsky* [44], tagliati in sezioni di 100–150 µ mediante un sezionatore Smith-Farquhar (Sorvall), sono state usate per la reazione argentaffine di Masson-Hamperl. Dopo la disidratazione in concentrazioni crescenti di etanolo, tutti i pezzi sono stati inclusi in Epon 812 [51] e sezionati con un ultramicrotomo LKB Ultratome IV. Mentre le sezioni fini (600 Å), colorate con acetato di uranile e citrato di piombo [82], sono state osservate con un microscopio elettronico Hitachi H 300, sulle sezioni semifini (0,5 µ), utilizzate per l'usuale controllo morfologico, è stata condotta una colorazione con una miscela di Azzurro II e Blu di metilene. Per gli studi morfometrici è stato usato un «Digiplan MOP» Zeiss, collegato con un «minicomputer» Olivetti P 6060».

### Risultati

L'epitelio è alto in media 77 µ (da un minimo di 54 µ ad un massimo di 88 µ) e circo-scrive un lume spesso irregolare, sempre stipato di spermatozoi.

Sulla base di alcune peculiarità sono identificabili: *cellule principali*, che si estendono dalla membrana basale al lume, *cellule basali*, *cellule «apical»* e *cellule a residui*. Sono molto comuni i linfociti migranti.

Dal momento che non è stato possibile evidenziare differenze imputabili all'età dell'animale o al periodo di raccolta dei campioni, e poichè non sono neppure evidenti quadri ripetibili in tutti gli animali, che permettano di identificare regioni distinte, viene fornita un'unica descrizione delle cellule sopra menzionate.

Le *cellule principali* al M. O. appaiono alte e sottili, presentano lunghe stereociglia, un apparato di Golgi ben sviluppato e nuclei localizzati nel terzo basale. Sono inoltre evidenti, tranne che nel citoplasma apicale, granuli di varia forma e dimensione.

L'esame ultrastrutturale dimostra la presenza di lunghi microvilli ramificati, che si spingono nel lume e che contengono filamenti: non è possibile distinguere una chiara «trama terminale». Tra i microvilli sono visibili profonde invaginazioni del plasmalemma, che *Nabeyama e Leblond* [62] hanno chiamato «caveolae» e dalla cui base si staccano vescicole lisce (diametro medio circa 1000 Å). Il citoplasma apicale è stipato di molte strutture membranose, quali le sopra citate vescicole lisce, vescicole «vellutate», più piccole, cisterne e vescicole dal contenuto flocculare, che verosimilmente appartengono al reticolo endoplasmatico (Fig. 1). Si possono riscontrare frequentemente uno o due centrioli.

Un caratteristico reperto è rappresentato dai numerosi corpi multivescicolari, di solito tondeggianti, localizzati soprattutto nel citoplasma apicale, ma anche in altre sedi. Il loro aspetto è molto variabile: la membrana, a volte ispessita, racchiude una matrice chiara di aspetto flocculare, contenente vescicole «vellutate» del diametro di circa 400 Å, nonché a volte, vescicole a superficie liscia del diametro di circa 1000 Å (Fig. 1,

inserto). In altri casi la matrice appare granulata e contiene poche vescicole lisce o «vellutate».

Un'ampia zona del citoplasma sopranucleare è occupata dall'apparato di Golgi, molto sviluppato e costituito da numerose pile di cisterne, nelle quali solo raramente è visibile un contenuto (Fig. 2). Soprattutto nel citoplasma sopranucleare, sono frequentemente presenti caratteristici corpi cristalloidi affusati, orientati parallelamente all'asse maggiore della cellula, la cui struttura appare lamellare, abbastanza osmiofila, con una lunghezza che può arrivare fino a parecchi micron ed una larghezza di 200–300 nm (Fig. 2, 3). Nella medesima area citoplasmatica si può a volte distinguere una insolita struttura membranosa che consiste di un numero variabile di tubuli strettamente stipati, a superficie liscia e ispessita; frequentemente tale struttura è in stretta vicinanza ai corpi cristalloidi lamellari (Fig. 3 e inserto).

Il reticolo endoplasmatico si trova prevalentemente nella regione perinucleare, ma spesso si estende con qualche profilo verso il citoplasma apicale e basale: esso ha l'aspetto del cosiddetto reticolo endoplasmatico «misto», essendo composto di cisterne e vescicole tipicamente ruvide in diretta continuità con altre prive di ribosomi (Fig. 4). Sono comunque identificabili anche tipici profili del reticolo granuloso e di quello liscio.

Il nucleo è ovoidale, prevalentemente eucromatico, con profilo regolare (Fig. 5); spesso contiene uno o più corpi cristalloidi lamellari lunghi da 1 a 5  $\mu$  e larghi 100–200 nm, del tutto simili a quelli descritti nel citoplasma. Sono spesso evidenti nucleoli.

Un'altra caratteristica delle cellule principali è la presenza di numerose strutture di tipo lisosomiale (Fig. 5) e di corpi residui di aspetto lipofuscino, che mancano solo nel citoplasma apicale (Fig. 4); i granuli di lipofuscine prevalgono nel citoplasma sottocellulare, dove sono spesso confluenti.

Il compartimento basale delle cellule principali è caratterizzato dalla presenza di un notevolissimo numero di mitocondri e di peculiari, piccoli granuli forniti di membrana, particolarmente frequenti nel lembo più profondo. Essi hanno spesso forma ovoidale (dimensioni medie: 220 nm di lunghezza e 140 nm di larghezza), ma possono essere anche tondeggianti o a forma di U; frequentemente contengono un «core» chiaro circondato da una matrice omogeneamente densa agli elettroni. A volte invece il loro contenuto è uniformemente osmiofilo (Fig. 6 e inserto). Nonostante la loro somiglianza con i granuli delle cellule enterocromaffini, essi non si colorano con la reazione argentaffine di Masson-Hamperl.

Lungo il plasmalemma che limita il compartimento basale si riscontrano numerose invaginazioni micropinocitotiche, dalle quali si formano vescicole «vellutate».

In tutto il citoplasma si riscontrano numerosi ribosomi liberi e goccioline lipidiche (Fig. 2).

A volte cellule principali, isolate o riunite in piccoli gruppi, presentano un diverso aspetto: il reticolo endoplasmatico è vistosamente dilatato e i vari organuli risultano confinati in piccole aree citoplasmatiche dall'aspetto particolarmente denso. Il nucleo ha spesso un profilo irregolare e una matrice più densa; a volte contiene corpi cristalloidi lamellari.

I contatti tra le cellule adiacenti sono stabiliti da numerosi e vari tipi di giunzione: le membrane citoplasmatiche affrontate sono fittamente interdigitate e sono visibili des-

mosomi lungo tutta la superficie laterale; nel terzo apicale sono evidenti giunzioni occludenti (Fig. 1). Emidesmosomi connettono la cellula alla lamina basale.

Le *cellule basali*, piuttosto numerose, localizzate profondamente nell'epitelio, sono in contatto con la membrana basale, ma non raggiungono il lume (Fig. 5). Esse hanno forma irregolare, essendo fornite di brevi prolungamenti, e sono connesse alle cellule adiacenti per mezzo di desmosomi o di interdigitazioni delle membrane. Il nucleo, prevalentemente eucromatico, è di forma ovale o tondeggiante. Il citoplasma ha matrice chiara e contiene pochi organuli (Fig. 6): qualche mitocondrio, un piccolo apparato di Golgi, scarsi profili di reticolo endoplasmatico ruvido e numerosi ribosomi liberi. Si riscontrano anche lisosomi, specialmente corpi residui di aspetto lipofuscino: essi sono eterogenei ed a volte molto voluminosi. E' possibile osservare anche goccioline lipidiche isolate. Lungo la membrana citoplasmatica sono visibili invaginazioni micropinocitiche nonché, in sua prossimità, vescicole «vellutate». L'unico aspetto caratteristico delle cellule basali sembra essere la frequente presenza di fasci di filamenti, variamente orientati.

Le *cellule «apical»* (Fig. 7) sono rare e frammiste alle cellule principali. Esse sono alte e sottili e si allargano verso il lume. Presentano pochi, brevi microvilli e sono connesse alle adiacenti cellule principali da complessi di giunzione e da interdigitazioni delle membrane. Il nucleo è localizzato nel terzo apicale e nel citoplasma soprannucleare sono presenti numerosi mitocondri frammisti a lisosomi ed a corpi residui. Il complesso di Golgi è poco sviluppato; sono presenti anche poche cisterne di reticolo endoplasmatico ruvido e gruppi di ribosomi liberi.

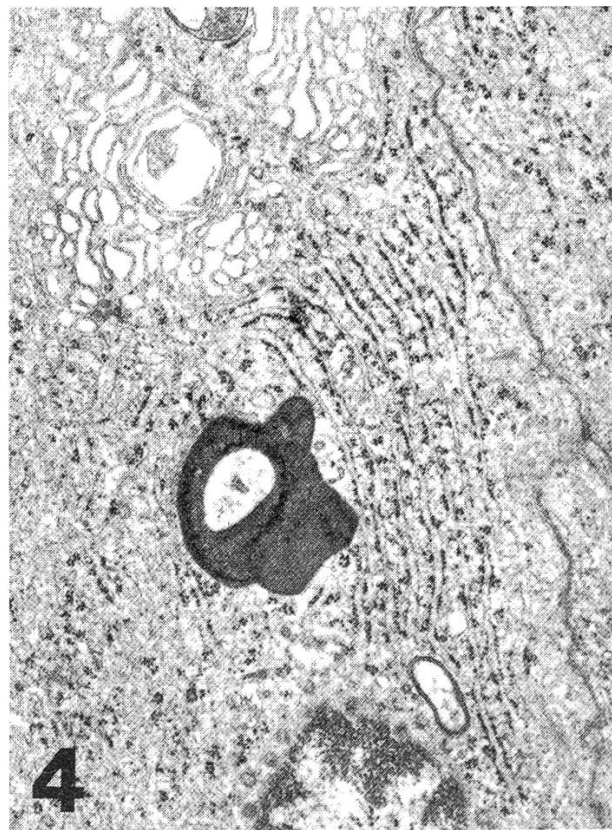
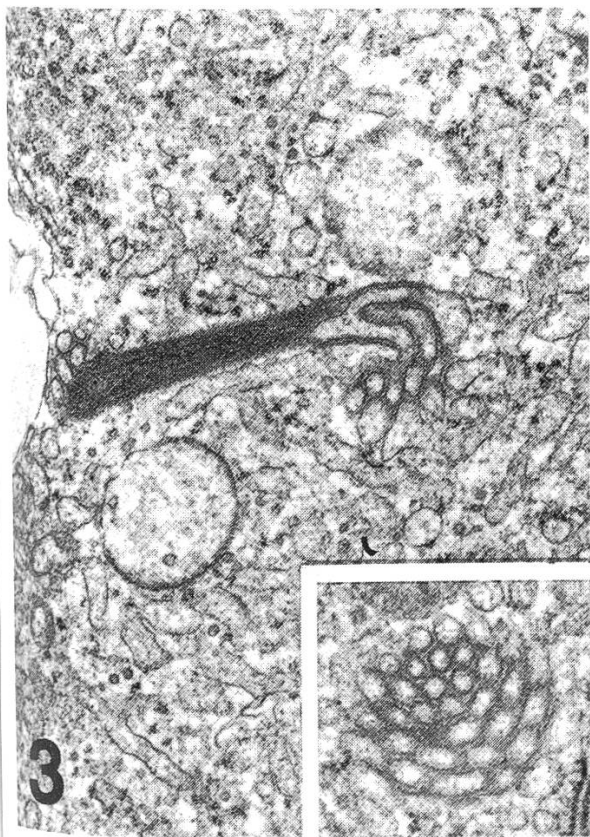
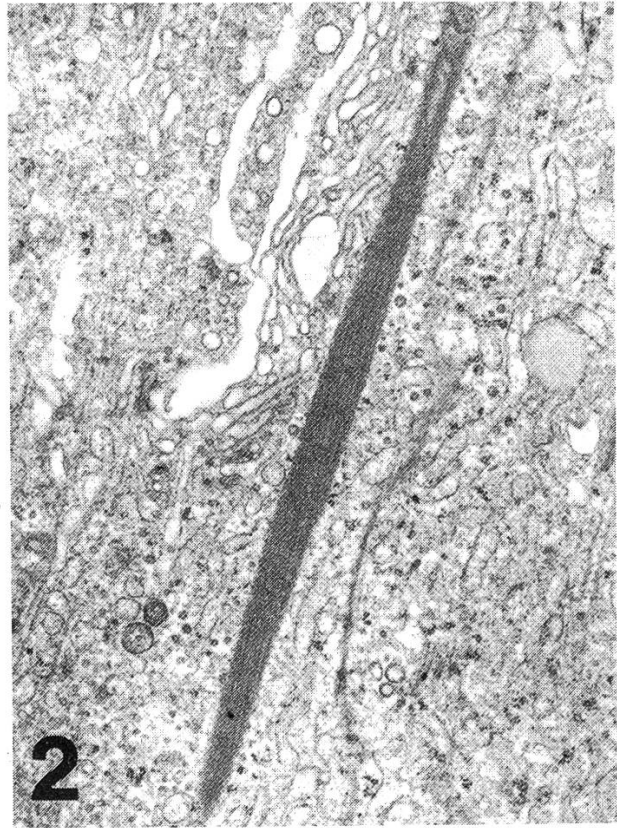
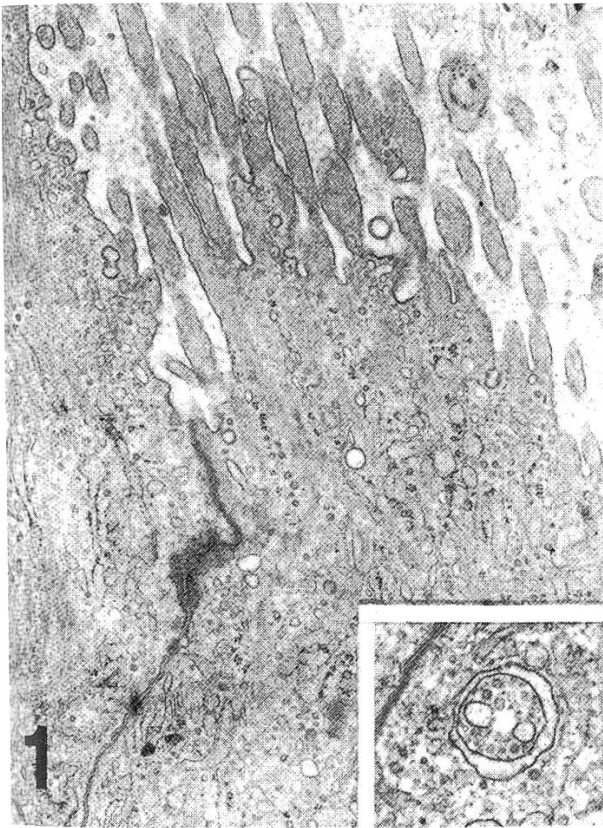
Le *cellule a residui*, non molto numerose e localizzate profondamente nell'epitelio, hanno forma tondeggiante od ovoidale e sono in genere piuttosto voluminose. Al M. O. il loro contenuto si presenta PAS positivo, sudanofilo e fluorescente in luce di Wood. Al M. E. il loro citoplasma è completamente stipato di materiale di aspetto molto eterogeneo: in qualche caso sono prevalenti strutture di tipo membranoso, a volte confluenti in voluminosi ammassi (Fig. 8), in qualche altro caso il citoplasma è quasi completamente stipato di corpi residui di aspetto più tipico, con componente lipidica a volte cospicua. Il materiale interposto fra le gocce lipidiche è intensamente argentaffine con

Fig. 1 *Cellule principali*. Citoplasma apicale. Si osservano microfilamenti, soprattutto nell'asse dei microvilli e nel citoplasma immediatamente sottostante, «caveolae», vescicole lisce, vescicole «vellutate», profili di reticolo endoplasmatico e poliribosomi. Fra le cellule adiacenti è evidente un complesso di giunzione. (15000×). Contrasto con Uranile acetato e Piombo citrato. Insetto: Citoplasma apicale. Corpo multivescicolare. (17500×).

Fig. 2 *Cellula principale*. Citoplasma soprannucleare. Si possono vedere un apparato di Golgi ben sviluppato ed un corpo cristalloide lamellare, dalla tipica forma affusata. Si notano anche ribosomi liberi, vescicole di vario tipo, tubuli a superficie liscia, nonché goccioline lipidiche. (15000×).

Fig. 3 *Cellula principale*. Citoplasma soprannucleare. Un corpo cristalloide lamellare è in rapporto con un organulo formato da tubuli a parete liscia strettamente stipati. (17500×). Insetto: E' visibile lo stesso organulo sezionato secondo un diverso piano. (25000×).

Fig. 4 *Cellula principale*. Reticolo endoplasmatico «misto»; si può notare anche un corpo residuo. (17500×).



la reazione di Masson-Hamperl per la microscopia elettronica (Fig. 9). A volte sono riconoscibili alcuni organuli citoplasmatici, quali profili di reticolo endoplasmatico e mitocondri. Il nucleo, sempre localizzato perifericamente, nella maggior parte dei casi è appiattito e quasi completamente eterocromatico. Raramente è possibile vedere una connessione con la membrana basale; le cellule a residui non sembrano neppure connesse alle altre cellule vicine mediante strutture di giunzione.

### Discussione

L'epididimo di *Equus asinus*, a paragone di quello di altri Mammiferi, quali il toro [64, 19] ed il cammello [91] manca di ghiandole intraepiteliali. Non sono dimostrabili le cellule «clear» o «light» [54, 76, 31, 32, 47] e neppure le cellule «narrow» [99], che sono state identificate nel ratto, così come mancano le cellule «olocrine» rinvenute nell'uomo [55] e nel topo [53].

Sulla base delle nostre osservazioni, nell'epitelio dell'epididimo di *Equus asinus* non sono apprezzabili differenze regionali, che invece, con metodi istologici ed istochimici, sono state messe in evidenza in altre specie [63, 4, 64, 76, 24, 60, 68, 29, 96, 34, 43, 92, 36, 42, 89, 99, 2].

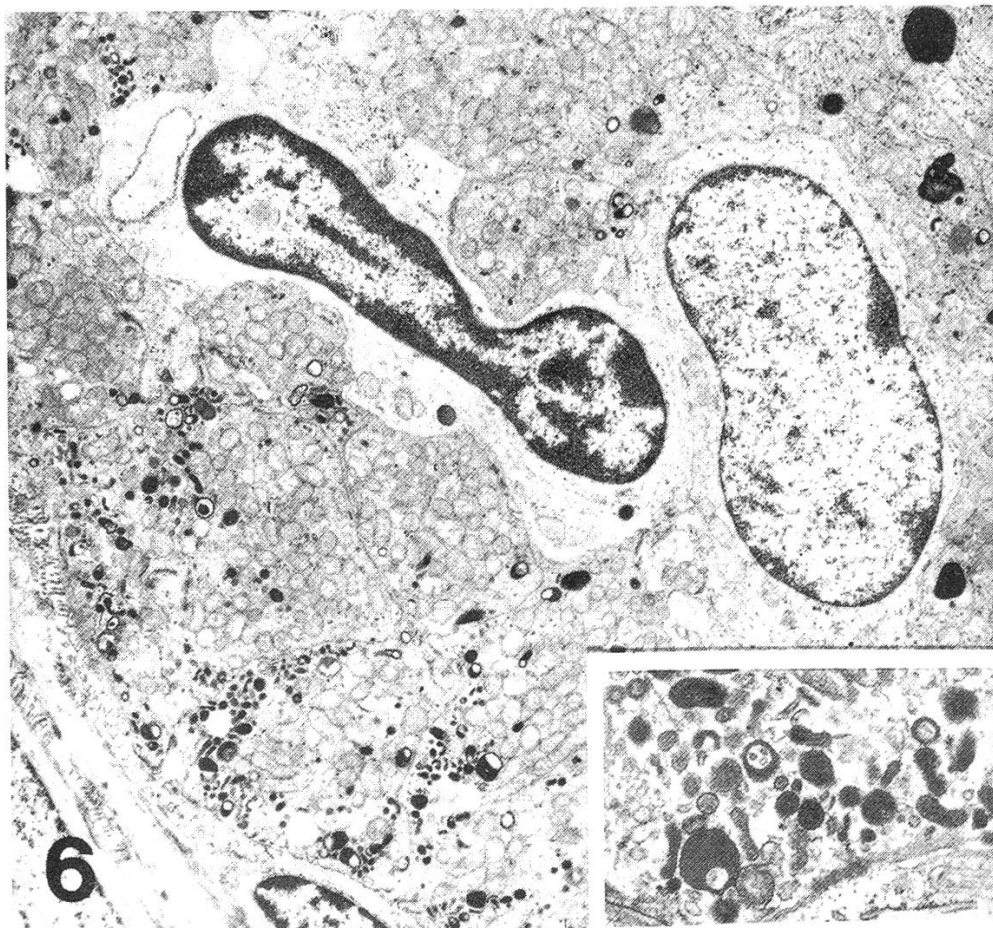
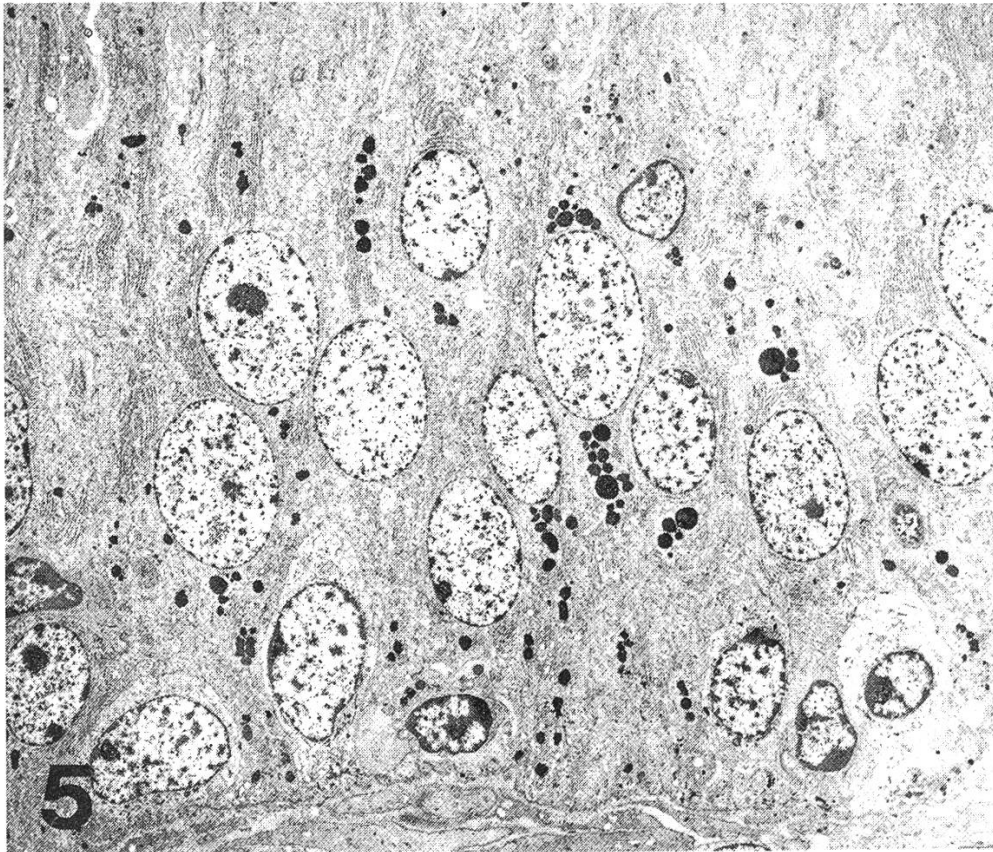
Le cellule principali, le più numerose, presentano caratteristiche ultrastrutturali tipiche delle cellule assorbenti: lunghi microvilli, invaginazioni micropinocitiche e numerose strutture lisosomali a vario stadio. Reperti morfologici connessi a tale attività assorbente sono stati forniti anche nel coniglio [66, 43], nel ratto [35, 31], nella scimmia [78] e nell'ariete [67]. La somministrazione di HRP [23, 22] e gli studi ultrastrutturali sull'assorbimento del ferro [71] nel coniglio dimostrano funzionalmente tale attività.

Un aspetto peculiare delle cellule principali è il reticolo endoplasmatico «misto», così denominato da *Flickinger* [20], che lo descrisse nel topo. Un tale tipo di reticolo era già stato riconosciuto anche nel ratto [35], nel criceto [21] e nei ruminanti [69]. *Hoffer et al.* [35] paragonano questo tipo di reticolo endoplasmatico a quello delle cellule delle coppe endometriali dell'utero di cavalla gravida, dove viene sintetizzata e secreta la PMSG, una glicoproteina complessa. Nell'epitelio dell'epididimo di vari Mammiferi sono state ben dimostrate la sintesi e l'esocitosi di molte sostanze quali la glicerilfosforilcolina [87], e glicoproteine [48, 20, 45]. Secondo *Nicander e Kvisgaard* [69], in questo reticolo endoplasmatico di aspetto insolito potrebbe aver luogo la sintesi delle molecole sopra menzionate; nell'apparato di Golgi, notevolmente sviluppato, dette sostanze potrebbero essere ulteriormente elaborate.

Come tuttavia i possibili diversi prodotti cellulari raggiungano il lume è tutt'ora poco conosciuto. *Nicander e Malmquist* [70] riferiscono di piccoli vacuoli con contenuto

Fig. 5 Epitelio della «testa» dell'epididimo. Nel citoplasma delle cellule principali, il cui nucleo appare prevalentemente eucromatico, si riconoscono numerosi lisosomi. Sono anche visibili cellule basali ed un linfocita. (2000×).

Fig. 6 Compartimento basale dell'epitelio. Nella regione basale delle cellule principali si osservano numerosi granuli piuttosto elettrondensi di varia forma, nonché numerosissimi mitocondri. Si notano anche una cellula basale ed un linfocita. (7000×). Insetto: I granuli basali sono visibili in maggior dettaglio. (17500×).





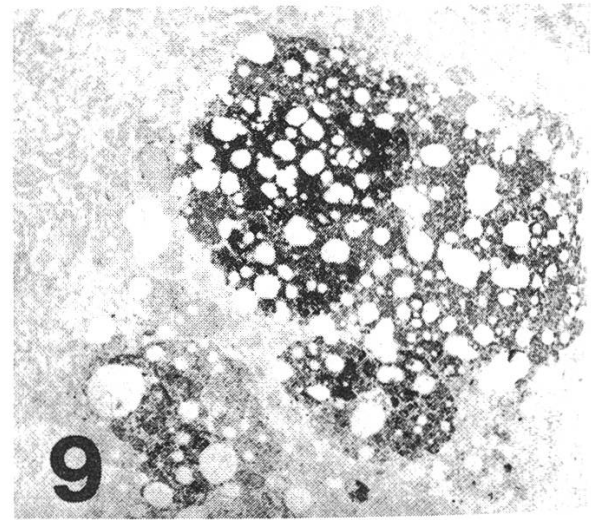
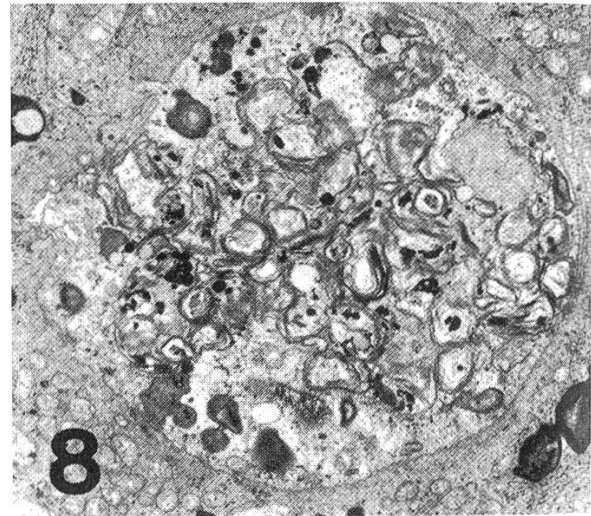
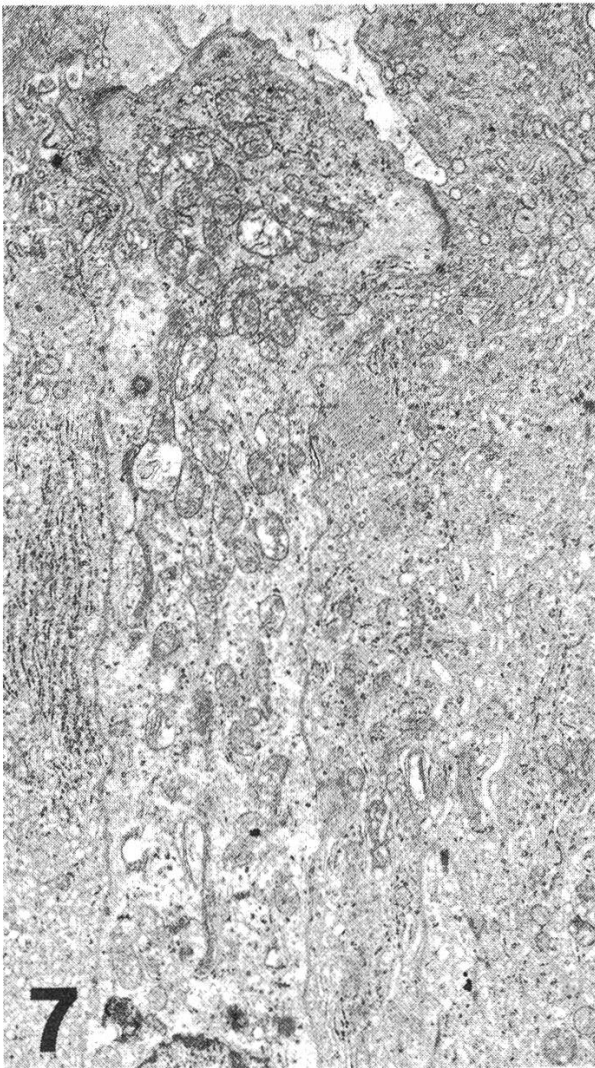


Fig. 7 Una *cellula «apical»* è interposta fra due cellule principali. Il citoplasma adluminale si presenta ricco di mitocondri. (8750×).

Fig. 8 *Cellula a residui*. Il citoplasma è occupato da materiale di aspetto prevalentemente membranoso. Sono riconoscibili scarsi organuli e piccole gocce lipidiche. (7700×).

Fig. 9 *Cellula a residui*. Reazione di Masson-Hamperl. Si noti l'argentaaffinità dei corpi residui. (7700×).

opaco agli elettroni, apparentemente formati nell'apparato di Golgi, che si muovono verso la superficie luminale: questo processo potrebbe rappresentare, secondo gli Autori, un forma di secrezione merocrina. Lo stato attuale delle nostre osservazioni morfologiche non permette di condividere questa opinione. D'altra parte, *Holstein* [37] e *Orlandini et al.* [73], indicano nelle protrusioni apicali e nei globuli luminali dei possibili segni morfologici per una attività secretoria di natura microapocrina; è tuttavia da notare che *Nicander* [63] indica tali protrusioni apicali come artefatti. *Hoffer et al.* [35] suggeriscono l'esistenza di una comunicazione intermittente tra il reticolo endoplasmatico

e la superficie luminale come possibile via di secrezione, mentre *Flickinger* [20] ritiene, sulla base di studi autoradiografici, che siano le vescicole «vellutate» le strutture coinvolte nel trasporto dei prodotti verso il lume. Le nostre osservazioni potrebbero suffragare entrambe le suddette opinioni [35, 20], dal momento che nel citoplasma apicale delle cellule principali dell'epididimo di *Equus asinus* si può notare sia una notevole quantità di cisterne del reticolo endoplasmatico «misto», contenenti un materiale flocculare, sia un'ampia popolazione di vescicole «vellutate».

Molti lavori istochimici e biochimici inducono a ritenere che l'epitelio dell'epididimo sia coinvolto nella sintesi, nella interconversione e nella secrezione di steroidi [6, 57, 25, 30, 58, 80, 83, 36], pur senza correlare queste attività con la presenza di organuli specificamente coinvolti. Nelle cellule principali dell'epididimo di *Equus asinus* un tipico reticolo endoplasmatico liscio non è così ben sviluppato come in altri animali, quali il topo [30], il coniglio [43] e la cavia [36]. *Hamilton* [31], tuttavia, suggerisce che in quest'organo il metabolismo steroideo possa essere svolto da organuli diversi da quelli comunemente implicati nella produzione steroidea in altri tessuti.

Le inclusioni intranucleari ed intracitoplasmatiche delle cellule principali sono probabilmente correlate ad una intensa sintesi proteica. Queste inclusioni sono state identificate anche in altri animali, come il cane [49, 65, 39, 86, 27], l'uomo [40], il cavallo [52, 26], l'armadillo [18] e la scimmia [78]. E' da notare inoltre che la presenza di inclusioni simili è stata riportata anche in altri tipi cellulari [56, 15, 85, 88, 79]. La loro natura proteica è stata dimostrata [28] con metodi istochimici, con la somministrazione di precursori marcati e con digestione enzimatica. Gli studi autoradiografici dimostrano che i costituenti proteici sono sintetizzati nel citoplasma e lentamente accumulati nel nucleo, formando corpi cristalloidi lamellari [97, 28, 98]. Sulla base dei nostri risultati morfologici e delle ricerche sopra menzionate, possiamo ipotizzare che il materiale proteico, sintetizzato in grande eccedenza, possa essere segregato sia nel nucleo che nel citoplasma, formando corpi cristalloidi lamellari. L'insolita struttura membranosa a volte visibile in stretta vicinanza con questi corpi cristalloidi potrebbe essere una regione del reticolo endoplasmatico o dell'apparato del Golgi dove essi si stanno formando.

Nel citoplasma basale delle cellule principali hanno luogo intensi processi di trasporto tra la cellula ed il compartimento extracellulare, come dimostra la presenza di vescicole «vellutate» e di corpi multivescicolari. Anche il reperto di numerosissimi mitocondri può confermare l'ipotesi, formulata da *Nicander* [67], di un attivo trasporto molecolare che ovviamente necessita di un notevole apporto energetico.

Un aspetto del tutto peculiare del compartimento basale delle cellule principali è dato dalla presenza di granuli molto somiglianti a quelli delle cellule enterocromaffini; dal momento però che essi sono negativi alla reazione di Masson-Hamperl per la M. E., si può escludere che essi contengano gruppi riducenti. Comunque essi potrebbero essere sede di accumulo di altre sostanze con attività di tipo endocrino. La loro presenza è stata descritta in precedenza solo nella scimmia [78, 12, 77], dove pure è stata notata la loro somiglianza con granuli endocrini. D'altra parte *Nicander* [67] ha descritto nelle cellule principali dell'epitelio dell'epididimo di ariete la presenza di alcuni granuli basali, forniti di membrana, con un contenuto omogeneo; risultando positivi alla metodica per la dimostrazione della fosfatasi acida, sono stati interpretati come lisosomi e correlati a

fenomeni pinocitotici: questi granuli non sono comunque riconducibili come morfologia a quelli da noi osservati.

Nell'epitelio sono anche identificabili, seppure in numero minore, cellule principali caratterizzate da reticolo endoplasmatico molto dilatato, una matrice citoplasmatica più densa, nonché da nuclei con matrice scura e profilo irregolare. Si potrebbe ipotizzare che queste cellule siano state colte in momenti funzionali diversi, forse involutivi. Cellule principali che appaiono «chiare» sono state descritte nell'epitelio dell'epididimo di toro [61].

Il ruolo delle *cellule basali*, caratterizzate dalla forma irregolarmente tondeggianti, nucleo eucromatico e scarsità di organuli, è difficile da definire. L'ipotesi che esse siano coinvolte nel «turnover» epiteliale è in disaccordo con i reperti di *Clermont e Flannery* [13]: con metodi autoradiografici e con la somministrazione di colchicina, essi avrebbero infatti dimostrato che la popolazione cellulare dell'epitelio dell'epididimo è «an expanding rather than a renewing one», dal momento che nel ratto le mitosi si possono notare solo al di sotto dei due mesi e mezzo di età. *Sun e Flickinger* [93] mostrano come dopo il differenziamento dell'epitelio la popolazione delle cellule basali sia distinta da quella delle cellule principali. Nei nostri campioni non abbiamo mai trovato mitosi nell'epitelio e neppure forme intermedie tra le cellule basali e le cellule principali. L'ipotesi di *Hamilton* [31], condivisa da *Ramos e Dym* [78], suggerisce che le cellule basali possano dare «stabilità» all'epitelio mediante interdigitazione di membrana e fasci di filamenti citoplasmatici. I nostri risultati morfologici potrebbero confortare quest'ultima ipotesi. La presenza di quadri di micropinocitosi lungo il plasmalemma suggerisce inoltre che queste cellule, come del resto quelle principali, potrebbero essere coinvolte anche in funzioni di attivo assorbimento.

La presenza delle *cellule apicali* è stata riportata sino dal 1957 [81] nel ratto e più recentemente, esse sono state identificate anche nella scimmia [78], nella cavia [34] e nell'ariete [67]. Per morfologia ultrastrutturale, le cellule «apicali» dell'epididimo di *Equus asinus* assomigliano a quelle della scimmia [78]. Alte e sottili, esse si allargano verso il lume con una porzione di citoplasma estremamente ricca di mitocondri. Recentemente [13, 93, 94] le cellule «apicali» sono state interpretate come una sottopopolazione di cellule principali; *Brown e Montesano* [10], sulla base dei loro risultati morfologici ed istochimici, le comprendono nella famiglia delle cellule «mitochondria rich». Secondo *Cohen et al.* [14], esse potrebbero contribuire a modificare il fluido epididimale mediante un attivo scambio di ioni alla superficie luminale.

Le *cellule a residui* sono prevalentemente localizzate nella porzione basale dell'epitelio e sono facilmente riconoscibili; il loro contenuto è PAS positivo, sudanofilo e fluorescente in luce di Wood. Queste cellule sono state descritte per la prima volta da *Bignardi* [8]: egli descrisse il loro contenuto come pigmento cromolipoide, sulla base del comportamento istochimico. L'aspetto ultrastrutturale ed il potere riducente, rivelato dalla reazione argentaffine per la microscopia elettronica, confermano la natura lipofuscina di questo materiale. Quadri ultrastrutturali simili sono stati descritti nelle «cellule a grossi granuli» [61] ed in «Vakuolenzellen» [19] di toro. Cellule stipate di granuli di pigmento lipofuscino, del tutto simili come aspetto a quelle dell'epididimo di *Equus asinus*, sono state descritte nella talpa durante il riposo sessuale [96].

L'origine ed il destino di queste cellule costituiscono tuttora una questione controversa. Alcuni Autori riportano la presenza di cellule basali, apparentemente in fase di degenerazione [78], di fagociti [50] e di macrofagi [63] nella porzione basale dell'epitelio dell'epididimo di varie specie: *Phadke A. M. e Phadke G. M.* [75] e *Phadke A. M.* [74] hanno riscontrato spermiofagi nell'epitelio e nel lume dell'epididimo di uomo azoospermico; queste cellule accumulerebbero lipofuscine in conseguenza della degradazione delle componenti lipoproteiche degli spermatozoi che degenerano nel lume. Le cellule a lipofuscine dell'epididimo di talpa [96] appaiono nell'epitelio solo dopo la stagione degli amori, durante la fase di regressione: gli Autori ipotizzano che esse originino dalle cellule basali, sviluppando un'attività eterofagica. Nelle cellule principali e nelle basali dell'epitelio dell'epididimo di *Equus asinus* la presenza di voluminosi corpi residui è un reperto usuale ed è in accordo con quanto è stato visto nel toro, nello stallone, nell'ariete [64], nella scimmia [78] e nel coniglio [43]. Per di più *Suzuki e Glover* [95] riferiscono dell'accumulo di granuli di pigmento lipofuscino sia nelle cellule principali che nelle cellule basali dell'epididimo di criceti castrati. Il complesso dei nostri dati e la loro comparazione con quelli degli altri Autori, permette di avanzare alcune ipotesi sull'origine delle cellule a residui: la presenza di ammassi di lipofuscine nelle cellule principali e nelle cellule basali suggerisce che le cellule a residui potrebbero rappresentare l'ultimo momento involutivo dei due tipi cellulari suddetti. Non si può trascurare l'ipotesi alternativa che cellule farcite di lipofuscine possano derivare da elementi ad attività macrofagica in transito nell'epitelio.

Sono pure riconoscibili linfociti migranti, precedentemente denominati «halo cells» da *Reid and Cleland* [81]. Essi sono del tutto simili ai linfociti circolanti ed ai linfociti intraepiteliali del tratto gastrointestinale [17].

### Riassunto

Nell'epitelio dell'epididimo di *Equus asinus* nella regione macroscopicamente riconoscibile come «testa», sono presenti *cellule principali*, *cellule basali*, *cellule «apical»* e *cellule a residui*. Mancano invece elementi simili alle cellule «clear» o «light», nonché le «narrow cells» e le cosiddette cellule «olocrine». Non sono evidenziabili differenze regionali, dimostrate invece in altre specie.

Le cellule principali, le più numerose, hanno forma cilindrica. La presenza nel citoplasma apicale di microvilli, «caveolae», vescicole, corpi multivescicolari, lisosomi è indicativa di una intensa attività assorbente, mentre il notevole sviluppo del reticolo endoplasmatico e dell'apparato di Golgi denota una concomitante attività sintetica. Gli Autori discutono criticamente il possibile meccanismo di secrezione. Nel compartimento basale sono presenti granuli che assomigliano a quelli delle cellule enterocromaffini.

Le cellule basali sono localizzate profondamente nell'epitelio e non sono in rapporto con il lume. Esse non sembrano coinvolte nel «turnover» epiteliale.

Le cellule «apical» sono rare ed interposte fra le cellule principali. Alte e sottili, si allargano verso il lume. Sembra che esse siano in grado di modificare il fluido epididimale mediante un attivo scambio ionico in corrispondenza del lume.

Le cellule a residui sono localizzate nel terzo basale dell'epitelio e sono stipate di materiale con le caratteristiche istochimiche ed ultrastrutturali delle lipofuscine. Sulla base dei risultati vengono prospettate ipotesi relative alla loro origine.

### Zusammenfassung

Das Epithel des Nebenhodenkopfes von *Equus asinus* besteht aus Hauptzellen, Basalzellen, Apikalzellen und Zellen mit Residuen. Es fehlen dagegen Elemente, die den sogenannten clear oder light cells, desgleichen die «narrow cells» und die sogenannten holokrinen Zellen. Es konnten keine regionalen Unterschiede, wie bei anderen Spezies, nachgewiesen werden.

Die an Zahl überwiegenden Hauptzellen haben eine zylindrische Form. Im apikalen Zytoplasma ist die Gegenwart von Mikrovilli, «caveolae», Vesikeln, multivesikulären Körperchen und Lysosomen ein Zeichen intensiver Absorptionstätigkeit, während die bemerkenswerte Ausbildung des endoplasmatischen Retikulums und des Golgiaapparates eine gleichzeitige synthetische Aktivität anzeigt. Die möglichen Sekretionsmechanismen werden kritisch diskutiert. Im basalen Abschnitt finden sich Granula, die jenen der enterochromaffinen Zellen gleichen.

Die Basalzellen liegen tief im Epithel und haben keine Verbindung mit dem Lumen. Sie scheinen nicht am epithelialen «Turnover» beteiligt zu sein.

Die Apikalzellen sind wenig zahlreich und zwischen den Hauptzellen gelegen. Hoch und dünn, erweitern sie sich in Richtung auf das Lumen. Sie scheinen in der Lage zu sein, die Nebenhodenflüssigkeit mittels eines aktiven Ionenaustausches gegenüber dem Lumen zu beeinflussen.

Die Zellen mit Residuen sind im basalen Drittel des Epithels lokalisiert und angefüllt mit einem dichtgedrängten Material, das die histochemischen und ultrastrukturellen Charakteristika des Lipofuzins aufweist. Über ihre Herkunft werden hypothetische Betrachtungen angestellt.

### Résumé

L'épithélium de la tête de l'épididyme d'*Equus asinus* est formé de cellules principales, de cellules basales, de cellules apicales et de cellules contenant des résidus. Des structures correspondant aux «clear ou light cells» ainsi que les «narrow cells» et les cellules dites holocrines manquent. Contrairement aux autres espèces animales aucune différence régionale n'a pu être mise en évidence.

Les cellules les plus nombreuses, c'est-à-dire les cellules principales, ont une forme cylindrique. La présence de microvillis, de «caveolae», de vésicules, de corpuscules multivesiculaires et de lysosomes dans le cytoplasma apical est le signe d'une grande activité d'absorption, alors que l'importance du réticulum endoplasmique et de l'appareil de Golgi révèle également une activité de synthèse. Discussion critique des mécanismes de sécrétion possibles. La base des cellules contient des granules qui ressemblent à celles des cellules entérochromaffines.

Les cellules basales sont encreées profondément dans l'épithélium et n'ont pas de communication avec la lumière. Ces cellules ne semblent pas participer au turnover de l'épithélium. Les cellules apicales, moins nombreuses, sont situées entre les cellules principales. Hautes et minces, elles s'élargissent en direction de la lumière. Elles semblent être capables d'influencer le liquide épididymidique par l'intermédiaire d'un échange ionique actif.

Les cellules qui contiennent des résidus sont situées dans le tiers basal de l'épithélium. Elles sont remplies d'un matériel dense qui possède, du point de vue histochimique et ultrastructurel, les caractéristiques de la lipofuchsine. Quant à leur provenance, différentes hypothèses sont formulées.

### Summary

The epithelium of the head of the epididymis in *Equus asinus* consists of main cells, basal cells, apical cells and cells with residues. But those elements which correspond to clear or light cells are missing, and the same applies to the «narrow cells» and the so-called holocrinic cells. None of the regional differences, such as occur in other species, could be found here.

The numerically predominant main cells are cylindrical in form. In the apical cytoplasma the presence of microvilli, «caveolae», vesicles, multivesicular bodies and lysosomes is a sign of intensive absorptive activity, while the remarkable development of the endoplasmic reticulum and the Golgi apparatus indicate a simultaneous synthetic activity. The possible mechanisms of secretion are critically discussed. In the basal section there are granules similar to those in the enterochromaffine cells.

The basal cells lie deep in the epithelium and are not connected with the lumen. They do not seem to participate in the epithelial «turnover».

The apical cells are less numerous and are situated between the main cells. They are long and thin and widen out in the direction of the lumen. They are apparently capable of affecting the liquid of the epididymis by means of an active exchange of ions with the lumen.

The cells with residues are localised in the basal third of the epithelium and are filled with a compact material which shows the characteristics, both histochemical and ultrastructural, of lipofuscin. Where they come from is the subject of hypothetical deliberations.

### Bibliografia

- [1] *Aaffes J. H., Vreeburg J. Th. M.*: J. Endocrinol., 53, 85–93 (1972). – [2] *Abe K., Takano H., Ito T.*: Arch. Histol. Jap. 46, 51–68 (1983). – [3] *Allen J. M.*: J. Histochem. Cytochem. 9, 681–689 (1961). – [4] *Allen J. M., Slater J. J.*: Anat. Rec. 129, 253–273 (1957). – [5] *Amann R. P., Almqvist J. O.*: J. Reprod. Fert. 3, 260–268 (1962). – [6] *Baillie A. H., Ferguson M. M., Hart D. McK.*: Development in steroid histochemistry. Academic Press, London and New York (1966). – [7] *Bedford J. M.*: Handbook of Physiology. Section 7: Endocrinology. Vol. V: Male reproductive system. Chapt. 14, 303–317. Am. Physiol. Soc., Washington (1975). – [8] *Bignardi C.*: Zootec. Vet. La Fecondazione artificiale 1, 1–7 (1946). – [9] *Brooks D. E., Hamilton D. W., Malleik A. H.*: J. Reprod. Fert. 36, 141–160 (1974). – [10] *Brown D., Montesano R.*: J. Cell Sci. 45, 187–198 (1980). – [11] *Casillas E. R., Erickson B. J.*: J. Reprod. Fert. 44, 287–291 (1975). – [12] *Cavicchia J. C.*: Cell Tiss. Res. 201, 451–458 (1979). – [13] *Clermont Y., Flannery J.*: Biol. Reprod. 3, 283–292 (1970). – [14] *Cohen J. P., Hoffer A. P., Rosen S.*: Biol. Reprod. 14, 339–346 (1976). – [15] *Costa C. B., Paula-Barbosa M. M.*: Cell Tiss. Res. 201, 289–294 (1979). – [16] *Crabo B.*: Acta Vet. Scand. 6, suppl. 5, 7–94 (1965). – [17] *Dym M., Romrell L. J.*: J. Reprod. Fert. 42, 1–7 (1975). – [18] *Edmonds R. H., Nagy F.*: J. Ultrastr. Res. 42, 82–86 (1973). – [19] *Erkmann G.*: Cytobiologie (Stuttg.) 3, 37–69 (1971). – [20] *Flickinger C. J.*: Biol. Reprod. 20, 1015–1030 (1979). – [21] *Flickinger C. J., Howards S. S., English H. F.*: Am. J. Anat. 152, 557–586 (1978). – [22] *Friend D. S.*: J. Cell Biol. 41, 269–279 (1969). – [23] *Friend D. S., Farquhar M. G.*: J. Cell Biol. 35, 357–376 (1967). – [24] *Glover T. D., Nicander L.*: J. Reprod. Fert., Suppl. 13, 39–50 (1971). – [25] *Gloyna R. E., Wilson J. D.*: J. Clin. Endocr. Metab. 29, 970–977 (1969). – [26] *Gouranton J., Folliot R., Thomas D.*: J. Submicrosc. Cytol. 10, 309–314 (1978). – [27] *Gouranton J., Folliot R., Thomas D.*: J. Ultrastruct. Res. 69, 273–278 (1979). – [28] *Gouranton J., Thomas D.*: J. Ultrastruct. Res. 48, 227–241 (1974). – [29] *Goyal H. O., Dhingra L. D.*: Acta Anat. 91, 573–582 (1975). – [30] *Hamilton D. W.*: J. Reprod. Fert., Suppl. 13, 89–97 (1971). – [31] *Hamilton D. W.*: Handbook of Physiology. Section 7: Endocrinology. Vol. V.: Male reproductive system. Chapt. 13, 258–301, Am. Physiol. Soc., Washington. (1975). – [32] *Hamilton D. W., Olson G. E., Cooper T. G.*: Anat. Rec. 188, 13–28 (1977). – [33] *Hammar J. A.*: Arch. Anat. Entwickl. Gesch. 1, 1–42 (1897). – [34] *Hoffer A. P., Greenberg J.*: Anat. Rec. 190, 659–678 (1978). – [35] *Hoffer A. P., Hamilton D. W., Fawcett D. W.*: Anat. Rec. 175, 169–202 (1973). – [36] *Hoffer A. P., Karnovsky M. L.*: Anat. Rec. 201, 623–633 (1981). – [37] *Holstein A. F.*: Zwanglose Abhandlungen aus dem Gebiet der normalen und pathologischen Anatomie. Hrsg. von W. Bargmann und W. Doerr, Heft 20, Stuttgart, Thieme (1969). – [38] *Horstmann E.*: Zeit. f. Zellforsch. 57, 692–718 (1962). – [39] *Horstmann E.*: Zeit. f. Zellforsch. 65, 770–776 (1965). – [40] *Horstmann E., Richter R., Roosen-Runge E.*: Zeit. f. Zellforsch. 69, 69–79 (1966). – [41] *Johnson L., Amann R. P., Pickett B. W.*: Am. J. Vet. Res. 39, 1428–1434 (1978). – [42] *Jones R. C., Brosnan M. F.*: J. Anat. 132, 371–386 (1981). – [43] *Jones R., Hamilton D. W., Fawcett D. W.*: Am. J. Anat. 156, 373–400 (1979). – [44] *Karnovsky M. J.*: J. Cell Biol. 37, 137A (1965). – [45] *Kohane A. C., Cameo M. S., Piñeiro L., Garberi J. C., Blaquier J. A.*: Biol. Reprod. 23, 181–187 (1980). – [46] *Koskimies A. I., Kormanio M.*: J. Reprod. Fert. 43, 345–348 (1975). – [47] *Kumar Anand T. C., Prakash A., Prasad M. N. R.*: Anat. Anz. 147, 220–230 (1980). – [48] *Lea O. A., Petrusz P., French F. S.*: Int. J. Androl., suppl. 2, 592–607 (1978). – [49] *Lemaire R.*: Arch. Biol. (Liège) 74, 341–375 (1963). – [50] *Linnetz L. J., Amann R. P.*: J. Reprod. Fert. 16, 343–350 (1968). – [51] *Luft J. H.*: J. Biophys. Biochem. Cytol. 9, 409 (1961). – [52] *Luthman M.*: Zeit. f. Zellforsch. 91, 475–477 (1968). – [53] *Martan J., Allen J. M.*: J. Histochem. Cytochem. 12, 628–639 (1964). – [54] *Martan J., Risley*

P.L.: *Anat. Rec.* 146, 173–189 (1962). – [55] *Martan J., Risley P. L., Hruban Z.*: *Fertil. Steril.* 15, 180–187 (1964). – [56] *Maunsbach A. B.*: *J. Ultrastruct. Res.* 14, 167–189 (1966). – [57] *McGadey J., Baillie A. H., Ferguson M. M.*: *Histochemie* 7, 211–217 (1966). – [58] *Moniem K. A.*: *J. Reprod. Fert.* 28, 461–462 (1972). – [59] *Moniem K. A.*: *Acta Anat.* 108, 301–309 (1980). – [60] *Moniem K. A., Glover T. D.*: *J. Anat.* 111, 437–452 (1972). – [61] *Moriconi A., Lorvik S., Gargiulo A.*: *Atti Soc. It. Sc. Vet.*, vol. XXIII, 277–283 (1969). – [62] *Nabeyama A., Leblond C. P.*: *Am. J. Anat.* 140, 147–166 (1974). – [63] *Nicander L.*: *Acta Morph. Neerl. Scand.* 1, 99–118 (1957). – [64] *Nicander L.*: *Acta Morph. Neerl. Scand.* 1, 337–362 (1958). – [65] *Nicander L.*: *Exp. Cell Res.* 34, 533–541 (1964). – [66] *Nicander L.*: *Zeit. f. Zellforsch.* 66, 829–847 (1965). – [67] *Nicander L.*: *Anat. Histol. Embriol.* 8, 318–330 (1979). – [68] *Nicander L., Glover T. D.*: *J. Anat.* 114, 347–364 (1973). – [69] *Nicander L., Kvisgaard K. N.*: *J. Ultrastruct. Res.* 69, 147–148 (1979). – [70] *Nicander L., Malmquist M.*: *Cell Tiss. Res.* 184, 487–490 (1977). – [71] *Nicander L., Paulsson S., Selander V.*: *Scand. Congr. Cell Res.* 4th, 51–52 (1965). – [72] *Nickel R., Schummer A., Seiferle E.*: *Trattato di Anatomia degli Animali Domestici.* Berlino, 1975. CEA, Milano (1979). – [73] *Orlandini G. E., Pacini P., Holstein A. F.*: *Folia Morph. (Prague)* 28, 224–226 (1980). – [74] *Phadke A. M.*: *J. Reprod. Fert.* 7, 1–12 (1964). – [75] *Phadke A. M., Phadke G. M.*: *J. Reprod. Fert.* 2, 400–403 (1961). – [76] *Preto-Parvis V.*: *Riv. Istoch. Norm. Pat.* 13, 99–176 (1967). – [77] *Ramos A. S. Jr.*: *Arch. of Androl.* 5, 159–168 (1980). – [78] *Ramos A. S. Jr., Dym M.*: *Am. J. Anat.* 149, 501–532 (1977). – [79] *Raska I., Titlbach M., Boquist L., Emdin S. O., Falkmer S.*: *Cell Tiss. Res.* 225, 461–464 (1982). – [80] *Rastogi R. K., Saxena P. K., Jela C.*: *Horm. Res.* 7, 43–48 (1976). – [81] *Reid B. L., Cleland K. W.*: *Aust. J. Zool.* 5, 223–252 (1957). – [82] *Reynolds E. S.*: *J. Cell Biol.* 17, 208–212 (1963). – [83] *Robaire B., Ewing L., Zirkin B., Irby D. C.*: *Endocrinology* 101, 1379–1390 (1977). – [84] *Roussel J. D., Stallcup O. T., Austin C. R.*: *Fertil. Steril.* 18, 509–516 (1967). – [85] *Ryder D. R., Horvath E., Kovacs K.*: *Acta Anat.* 105, 273–283 (1979). – [86] *Sawatzke C. L., Heidger P. M. Jr.*: *Tissue and Cell* 9, 733–744 (1977). – [87] *Scott T. W., Wales R. G., Wallace J. C., White I. G.*: *J. Reprod. Fert.* 6, 49–59 (1963). – [88] *Seite R., Vuillet-Luciani J., Zerbib R., Cataldo C., Escaig J., Pebusque M., Autillo-Tovati A.*: *J. Ultrastruct. Res.* 69, 211–231 (1979). – [89] *Skolek-Winnisch R., Lipp W., Stockl W., Bamberg E.*: *Acta Histochemica* 69, 77–84 (1981). – [90] *Singh I.*: *Acta Anat.* 59, 290–296 (1964). – [91] *Singh U. B., Bharadway M. B.*: *Acta Anat.* 180, 481–489 (1980). – [92] *Sinowatz F., Skolek-Winnisch R., Lipp W.*: *Acta Anat.* 105, 514–523 (1979). – [93] *Sun E. L., Flickinger C. J.*: *Am. J. Anat.* 154, 27–56 (1979). – [94] *Sun E. L., Flickinger C. J.*: *Anat. Rec.* 196, 285–293 (1980). – [95] *Suzuki F., Glover T. D.*: *J. Reprod. Fert.* 35, 584–585 (1973). – [96] *Suzuki F., Racey P. A.*: *J. Reprod. Fert.* 47, 47–54 (1976). – [97] *Thomas D., Gouranton J.*: *J. de Microscopie* 16, 287–298 (1973). – [98] *Thomas D., Gouranton J., Wroblewski H.*: *Biol. Cell.* 28, 195–205 (1977). – [99] *Zunke U., Gossrau R.*: *Anat. Anz.* 149, 409–424 (1981).

Registrazione del manoscritto: 25 gennaio 1985

## BUCHBESPRECHUNG

**Einführung in die allgemeine Biologie.** Von *Peter von Sengbusch*. 3., überarbeitete Auflage. Berlin – Heidelberg – New York – Tokio: Springer-Verlag, 1985. XII und 527 Seiten, 328 Abbildungen. Broschiert DM 59.–.

Ein solches Buch kann man natürlich nur vorstellen, aber nicht im klassischen Sinne des Wortes «besprechen». Der Text geht auf Vorlesungen zurück, die der Autor für Studienanfänger an der Universität Heidelberg gehalten hatte. Er schreibt im mitabgedruckten Vorwort zur ersten Auflage, dass das Schlimmste, was ihm passieren könne, der Eindruck eines Studenten sei, nach Lektüre des Buches nun zu wissen, was Biologie wäre.

Das Werk besteht aus 66 Einzelabschnitten, die in fünf grossen Kapiteln zusammengefasst sind: Einleitung, Organisationsebenen «Zelle», «Vielzeller» und «Gesellschaften» sowie Evolution. Ein ausführliches kombiniertes Namen- und Sachverzeichnis findet sich am Schluss und erleichtert die Orientierung.

Der vorliegende Band kann Studierenden der Veterinärmedizin als «Einstiegshilfe», aber auch allen in Praxis, Lehre und Forschung tätigen Tierärzten als anspruchsvolle Fortbildungslektüre bestens empfohlen werden.

B. Hörning, Bern